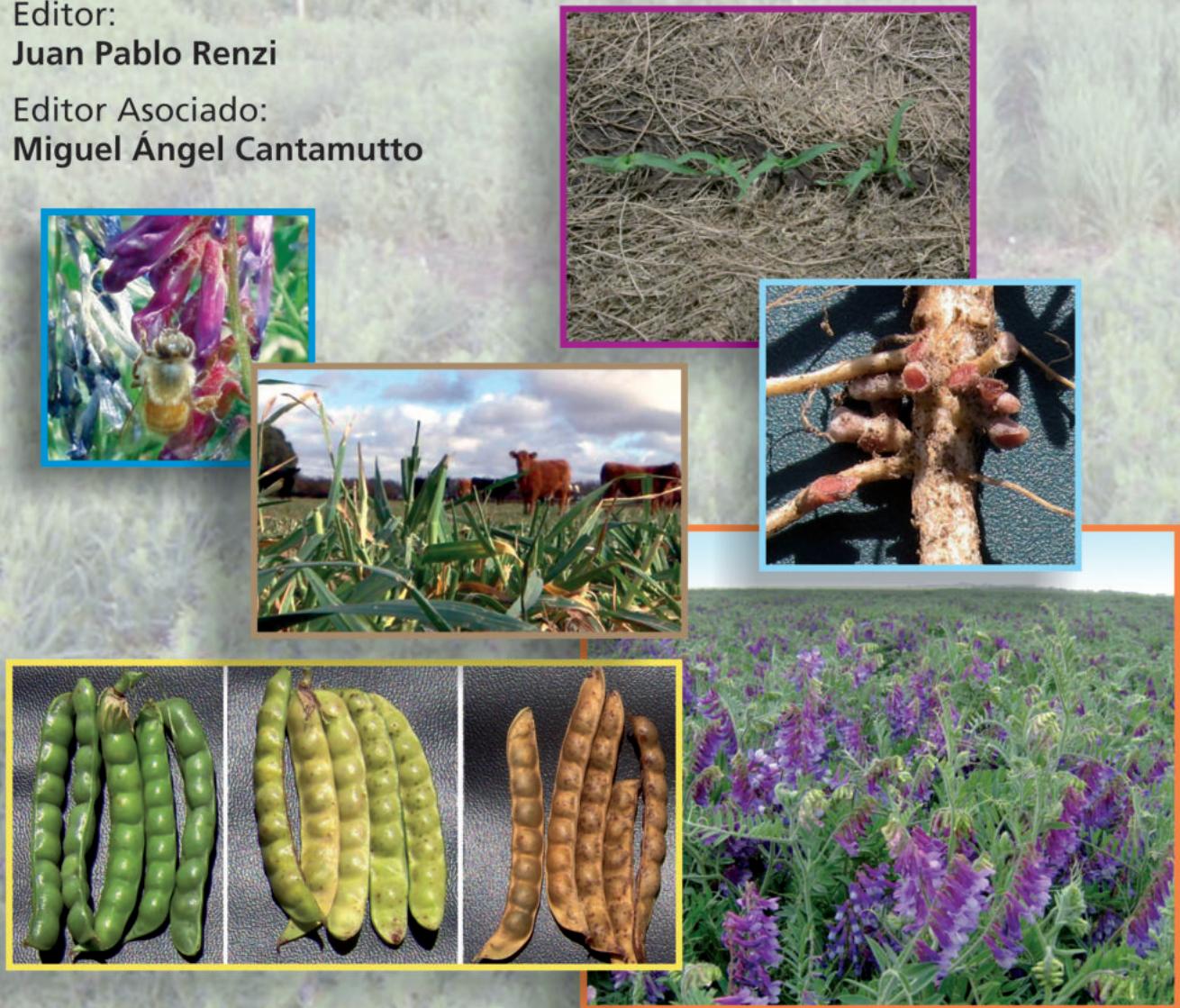


Vicias: Bases agronómicas para el manejo en la Región Pampeana

Editor:
Juan Pablo Renzi

Editor Asociado:
Miguel Ángel Cantamutto



Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Vicias: Bases agronómicas para el manejo en la Región Pampeana

Editor:

Juan Pablo Renzi

Editor Asociado:

Miguel Ángel Cantamutto



Vicias: Bases agronómicas para el manejo en la Región Pampeana

Editor:

Juan Pablo Renzi

Editor Asociado:

Miguel Ángel Cantamutto

ISBN: 978-987-521-470-5



Ediciones INTA

**Gerencia de Comunicación
e Imagen Institucional**

Comunicación Visual

Tirada: 500 ejemplares

Noviembre 2013

© 2013, Ediciones INTA. Libro de edición Argentina

Todos los derechos reservados. No se permite la reproducción total o parcial, la distribución o la transformación de este libro, en ninguna forma o medio, ni el ejercicio de otras facultades reservadas sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes vigentes.

Prólogo

El género *Vicia* L., que comprende más de dos centenares de especies, se encuentra naturalmente distribuido en amplias regiones del mundo, incluyendo a Argentina.

Entre las especies más difundidas a nivel nacional, además de *V. faba* (“haba”), que se utiliza como hortícola, *V. villosa* y *V. sativa* son las más conocidas. Ambas son forrajeras generalmente utilizadas en policultivos consociados con cereales de invierno, destinados a pastoreo. También se destinan para henificación, abono verde o como cultivo de cobertura.

En la actualidad ha resurgido el interés en las vicias forrajeras, para integrarlas a las rotaciones con trigo, maíz o soja. Ello se debe a que poseen capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico y pueden mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo, favorecer el reciclado de nutrientes, actuar como refugio para enemigos naturales de plagas, disminuir la incidencia de enfermedades y mejorar la interferencia frente a las malezas.

Nuestro país ha centrado su producción agroalimentaria en unos pocos cultivos de granos. Ello resulta peligroso en términos de sustentabilidad ecológica y económica, debido a la escasa biodiversidad y alta dependencia de los insumos externos que esta situación conlleva. Las vicias constituyen una opción para la diversificación agrícola, altamente recomendables para incluir en las rotaciones de zonas con alta productividad y en ambientes semiáridos.

En Argentina los primeros registros de cultivo de vicias forrajeras datan del siglo XIX. Las investigaciones sobre el potencial agrícola del género se intensificaron hasta la década del 70'. Sin embargo, la intensidad de los estudios fue decreciendo a partir de los 80', en consonancia con el crecimiento de la superficie abocada a la agricultura. La mayoría de los materiales genéticos introducidos, mejorados y difundidos por el INTA, se perdieron en este período. También se formaron poblaciones naturales a partir de la semilla introducida en forma artificial en los sistemas agrícolas del país.

Aunque existe una gran diversidad de vicias, solo unas pocas especies han sido mejoradas y adoptadas como cultivos forrajeros. En general han recibido poca atención por los mejoradores e investigadores.

En este libro nos centraremos en las especies de *Vicia* que han alcanzado mayor difusión como forrajeras, doble propósito y como mejoradoras del suelo. También se mencionan otras especies difundidas en el mundo, con la intención de contribuir a potenciar el uso de las vicias forrajeras y que sirva de referencia para futuras investigaciones. Se excluye a *V. faba* debido a que esta especie es principalmente utilizada como leguminosa para grano y a nivel nacional presenta un mayor caudal de información recopilada.

La presente obra se realizó en base a experiencias generadas en la Región Pampeana de Argentina y antecedentes disponibles del exterior. Está destinada a profesionales, docentes, estudiantes y productores interesados en el cultivo y manejo de las vicias en los sistemas de producción agropecuaria.

Juan Pablo Renzi

Lista de autores

Arturo Carlos Dughetti (EEA INTA H. Ascasubi)
Daniel Iurman (EEA INTA H. Ascasubi)
Josefina Marinissen (EEA INTA H. Ascasubi)
Juan Alberto Galantini (CIC-UNS)
Juan Ignacio Vanzolini (EEA INTA H. Ascasubi)
Juan Pablo Renzi (EEA INTA H. Ascasubi – UNS)
Lucía De la Rosa Fernández (CRF-INIA)
Mario Vigna (EEA INTA Bordenave)
Miguel Ángel Cantamutto (UNS)
Mirta Kiehr (UNS)
Patricia Baffoni (EEA INTA H. Ascasubi)
Ramón Gigón (CEI INTA Barrow)
Ricardo López (EEA INTA Bordenave)
Rolf Delhey (UNS)
Salvador Nadal (IFAPA)
Silvia Frayssinet (UNS)

Agradecimientos

Quiero manifestar mi agradecimiento a Ediciones INTA y a la Fundación ArgenINTA, que por medio de sus aportes financieros hicieron posible la publicación de este libro.

Un especial reconocimiento para los Ing. Agrónomos Daniel H. Basigalup y Alberto M. Perlo que incentivaron la realización de esta publicación. Sin su intervención no se hubiese podido realizar.

Se agradece también el trabajo de la Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional en la edición del libro y a la administración de la EEA H. Ascasubi en la gestión para su impresión.

A todos los productores y técnicos que a través de sus experiencias personales e inquietudes enriquecieron el conocimiento sobre el cultivo de *Vicia* y las líneas de trabajo a desarrollar.

Finalmente, se agradece el esfuerzo de los autores de los capítulos que aportaron todos sus conocimientos mejorando el contenido y la presentación del libro.

Índice

Capítulo 1: Taxonomía y Morfología	9
<i>Juan Pablo Renzi y Lucía De la Rosa Fernández</i>	
Género <i>Vicia</i>	10
<i>Vicia sativa L. sensu lato</i>	11
Descripción de las especies más importantes del género	13
Claves para identificación de especies de <i>Vicia</i>	27
Clave agronómica de <i>Vicias</i> en Argentina	28
Especies de <i>Vicia</i> presentes en la flora natural de Argentina	30
Bibliografía	34
Capítulo 2: Panorama Actual	37
<i>Juan Pablo Renzi y Miguel Ángel Cantamutto</i>	
Distribución eco-geográfica del género vicia	39
Posibles destinos de las vicias	39
Usos de las vicias en Argentina	42
Registro de vicias cultivadas en Argentina	43
Superficie según destino	44
Perspectivas del cultivo	46
Limitaciones para la difusión del cultivo	49
Bibliografía	50
Capítulo 3: Recursos Genéticos	53
<i>Lucía De la Rosa Fernández</i>	
Recursos fitogenéticos definición y clases	55
Recursos genéticos del género vicia	55
Colecciones internacionales de vicia	56
Colecciones europeas de vicia	58
Colecciones nacionales de vicia	60
Bibliografía	64
Capítulo 4: Caracterización y Mejora	65
<i>Juan Pablo Renzi, Miguel Ángel Cantamutto, Lucía De la Rosa Fernández y Salvador Nadal</i>	
Principios de domesticación	67
Estructura floral y sistemas de reproducción	70
Caracterización agro-morfológica e interacción genotipo-ambiente	74
Objetivos de la mejora en vicias	78
Métodos de mejora	83
Programas de mejora a nivel mundial	86
Programas de mejora en Argentina	90
Bibliografía	99
Capítulo 5: Adaptación, Crecimiento y Desarrollo	101
<i>Juan Pablo Renzi</i>	
Desarrollo fenológico de <i>V. sativa</i> y <i>V. villosa</i>	103
Características adaptativas de las vicias	111

Temperatura durante el ciclo	112
Tolerancia al frío	113
Tolerancia al calor	114
Eficiencia en el uso del agua y resistencia a la sequía	114
Salinidad	118
Tolerancia a la sombra	120
Fertilidad	121
Aptitud de la Región Pampeana para el cultivo de vicia como forraje	122
Aptitud de la Región Pampeana para el cultivo de vicia como cobertura	124
Bibliografía	126
Capítulo 6: Plagas y sus Enemigos Naturales	131
<i>Arturo Carlos Dughetti</i>	
Introducción	133
Plagas	133
Enemigos naturales	146
Depredadores	146
Parasitoides	150
Entomopatógenos	150
Manejo integrado de plagas	151
Relevamiento de los artrópodos plaga y sus enemigos naturales, y la fluctuación de sus poblaciones, en el valle bonaerense del Río Colorado	151
Resultados del monitoreo. Fluctuación de sus poblaciones	152
Control químico	155
Bibliografía	156
Capítulo 7: Reseña de Enfermedades	159
<i>Rolf Delhey, Mirta Kiehr, Silvia Frayssinet, Patricia Baffoni y Juan Pablo Renzi</i>	
Introducción	161
Enfermedades	161
Consideraciones	170
Bibliografía	172
Capítulo 8: Manejo y Control de Malezas	173
<i>Juan Pablo Renzi, Ramón Gigón, Mario Vigna y Ricardo López</i>	
Competencia con las malezas	175
Control cultural	180
Control químico	183
Tolerancia a triazinas e imidazolinonas	187
Residualidad de sulfonilureas	190
Estrategia de control de <i>Lolium multiflorum</i> y <i>Avena fatua</i>	192
Control químico de vicia	192
Bibliografía	194
Capítulo 9: Producción de Semillas	197
<i>Juan Pablo Renzi</i>	
Introducción	199
Preparación del lote	199
Época de siembra	199
Profundidad de siembra	201

Tratamiento de semillas	202
Densidad de siembra en monocultivos	204
Empleo de un cultivo soporte	206
Métodos de siembra	209
Fertilización	210
Efecto del corte y pastoreo	211
Polinización	213
Principales plagas y enfermedades en semilleros de vicia	215
Componentes del rendimiento	216
Cosecha	218
Limpieza y clasificación en post cosecha	222
Calidad de semilla	223
Almacenamiento de semillas para la siembra	226
Bibliografía	227
Capítulo 10: Cultivos de Cobertura	233
<i>Juan Ignacio Vanzolini y Juan Alberto Galantini</i>	
Las leguminosas como fuente de nitrógeno	235
Criterios a tener en cuenta en un CC de vicia	237
Siembra de un CC de vicia	237
La inoculación de la semilla y la nodulación efectiva	241
Momento de secado de un CC de vicia	241
Calidad del residuo y aportes de un CC de vicia	243
Beneficios de la implementación de un CC de vicia: Aportes de nitrógeno y cambios en la dinámica del agua	243
Efecto sobre las malezas	245
Rotaciones cereal-leguminosa en sistemas de clima semiárido templado	246
Bibliografía	246
Capítulo 11: Producción de Forraje y Valor Nutritivo	251
<i>Juan Pablo Renzi</i>	
Manejo del cultivo de vicia destinado a forraje	253
Monocultivos de vicia	253
Producción forrajera total de policultivos	254
Producción forrajera de vicia en mezcla con cereales	258
Fertilización	259
Momentos de aprovechamiento	259
Valor nutritivo del forraje	261
Intoxicación con forraje de <i>V. villosa</i>	265
Factores no nutritivos en semillas de vicia	267
Intersiembras de vicia	270
Bibliografía	273
Capítulo 12: Formulación de Raciones para Bovinos	279
<i>Josefina Marinissen</i>	
Importancia de la calidad de los alimentos	281
La avena y vicia para alimentación animal	281
Raciones para vaca de cría. Seca – 2º mes de lactancia	282
Raciones para recria - engorde	284
Bibliografía	286

Capítulo 13: Evaluación Económica en Distintos Ambientes 287
Daniel Iurman y Juan Pablo Renzi

Introducción	289
Análisis físico: Estimación de aportes a los diferentes sistemas	289
Análisis económico	293
Margen esperado. Análisis probabilístico	296
Bibliografía	297

CAPÍTULO 1

Taxonomía y Morfología

Juan Pablo Renzi

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascasubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS).

Lucía De la Rosa Fernández

Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos (CRF),
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

Género *Vicia*

La tribu *Viciae*, que pertenece a la subfamilia *Papilionoideae* de la familia *Fabaceae*, está integrada por algunos géneros de interés agrícola como *Lens*, *Cicer*, *Pisum*, *Lathyrus* y también *Vicia* (Maxted 1995) (Tabla 1). El género *Vicia* L., con más de dos centenares de especies de reconocida difusión mundial posee una alta variabilidad genética. No obstante, solamente se cultivan 34 de estas especies (Tate y Enneking 2006).

Tabla 1. Clasificación sistemática del género *Vicia*

Clase: *Dicotiledóneas*

Orden: *Rosales*

Familia: *Fabaceae*

Subfamilia: *Papilionoideae*

Tribu: *Viciae*

Género: *Vicia*

Subgénero: *Vicia*

Secciones (n): 9

Especies (n): ≈ 50

Subgénero: *Vicilla*

Secciones (n): 17

Especies (n): ≈ 160

Debido a la amplia difusión y diversidad fenotípica, la taxonomía compleja del género *Vicia* L. ha motivado vastos debates de los botánicos y ha sufrido más de 20 revisiones desde la clasificación original de Linneo del siglo XVIII (Linneo, 1735-1770) y no se encuentra aún resuelta (Jaaska 1997, 2005, Potokina 1997, Van de Wouw *et al.* 2003, Yeater *et al.* 2004). Para ilustrar esta afirmación, se puede decir que el número de especies del género varía desde 140 a 210 (Hanelt y Mettin 1989, Jaaska 2005). La complejidad taxonómica es especialmente importante en el grupo endémico sudamericano (Manganaro 1919).

La revisión más reciente divide al género *Vicia* en dos subgéneros: *Vicia* y *Vicilla*, con 9 y 17 secciones cada uno (Van de Wouw *et al.* 2001) (Tablas 2 y 3). La distribución geográfica, número de especies y variabilidad morfológica del subgénero *Vicia*, que integra unas 50 especies, generalmente anuales, es más limitada que en el subgénero *Vicilla*. Este último integra unas 160 especies, predominantemente perennes. En ambos grupos las formas perennes reinician el ciclo de vida luego del reposo tanto a partir de yemas aéreas (hemicriptófitas) como subterráneas (geófitas) (Hanelt y Mettin 1989).

Dentro del subgénero *Vicilla*, considerado el de mayor antigüedad y difusión, la sección *Cracca* se destaca porque sus miembros producen el aminoácido no proteico canavanina. En esta sección las inflorescencias son alargadas y no poseen nectarios (Hanelt y Mettin 1989). La morfología floral, biología reproductiva y adaptación a ambientes inestables es similar para las especies anuales y perennes. La emergencia de especies anuales con estructuras vegetativas y reproductivas simplificadas, de menor porte, ramificación y predominantemente autogámas del subgénero *Vicia* pudo estar vinculada a las condiciones de clima estable y disturbio antropológico en que se realizó la domesticación (Hanelt y Mettin 1989). Solamente *V. benghalensis* L., *V. articulata* Hormen., *V. hirsuta* L. y *V. villosa* Roth. han alcanzado difusión como cultivos. Aunque en España se han cultivado otras especies como *V. ervilia*, *V. cracca* L. y *V. villosa* subsp. *dasyarpa* (Mateo-Box 1961). Por el contrario, *V. cracca* es una nociva maleza perenne de América del Norte (Aarssen *et al.* 1986, Van de Wouw *et al.* 2001).

El subgénero *Vicia* concentra mayor interés agronómico debido a que incluye especies

intensamente cultivadas como *V. sativa* L., *V. narbonensis* L., y *V. faba* L. (Maxted 1995). Para España, Mateo-Box (1961) cita también el cultivo de *V. pannonica* Crantz. para uso forrajero. El subgénero se caracteriza por las inflorescencias cortas, presencia de nectarios en las estípulas y ausencia de canavanina (Maxted 1993, 1995). A diferencia de *Vicilla*, la gran mayoría de las especies del subgénero *Vicia* son diploides, anuales y auto-fértiles, probablemente por estar más evolucionadas (Ladzinsky y Shefer 1982, Hanelt y Mettin 1989, Potokina et al. 2000).

Tabla 2. Características distintivas entre los dos subgéneros en *Vicia*

Rasgos	Subgénero	
	<i>Vicia</i>	<i>Vicilla</i>
Nectario en estípula	En la cara abaxial	Ausente
Largo del pedúnculo	< que largo de la hoja ó ausente	= que largo de la hoja
Estilo (gineceo)	Deprimido con un mechón de pelos en la cara carinal (opuesta a la quilla)	Comprimido, redondeado o deprimido, con un anillo subapical de pelos o un mechón en la cara carinal, rara vez en la cara vexilar (opuesta al estandarte)
Forma de quilla (flor)	Generalmente apiculada	Generalmente obtusa
Vaina	Sentado o estipitado, con tejido esponjoso entre las semillas	Estipitado, sin tejido esponjoso entre las semillas
Canavanina	Ausente	Presente

Modificado de Maxted 1995, Romero Zarco 1999 y Van de Wouw et al. 2001.

Vicia sativa L. sensu lato

El agregado *V. sativa* L. muestra una gran variabilidad intra-específica, con pocos caracteres diferenciales entre los distintos taxones (Jaaska 1997, Potokina 1997, Tardío Pato 1998, Nouzová et al. 2000, Piergiovanni y Taranto 2005, Jaaska 2005, Sevimay et al. 2005). Diferentes evidencias de tipo eco-geográfico, y la combinación de enfoques morfológico, bioquímico y molecular (Potokina et al. 2000) indican que este grupo corresponde a una rama de evolución reciente dentro del género y consideran que el proceso continúa, probablemente mediante reordenamiento cromosómico por mutación o hibridación entre taxones afines. La demostración molecular podría apoyar la idea de que las formas intermedias pueden ser el resultado del flujo de genes facilitada por una autogamia incompleta o mediante una fijación rápida de mutaciones en pocas generaciones. La enorme variabilidad que se encuentra entre las especies del grupo, tanto morfológica como cariológica y ecológica, se explica por tratarse de un típico ejemplo de mezcla de micro-especies simpátricas que, aunque en general se reproducen por autogamia, no están completamente aisladas genéticamente, por lo que están en continua evolución y producen descendencias parcialmente fértiles y difícilmente distinguibles fenotípicamente (Potokina 1997, Tardío Pato 1998, Weber et al. 1999, De la Rosa y González 2010). Si bien la diferenciación a nivel molecular y bioquímica muestra considerable divergencia genética entre y dentro de taxones del complejo *V. sativa*, estas diferencias no siempre se reflejan a nivel fenotípico. Asimismo los descriptores morfológicos por si solo tampoco sirven para la diferenciación de las subespecies dentro de conglomerado *V. sativa* (Potokina et al. 2002, Van de Wouw et al. 2003). Es por ello que los taxonomistas discrepan en la clasificación dentro de este agregado (Van de Wouw et al. 2003).

Mientras algunos autores reconocen varias especies dentro de este conglomerado, otros prefieren englobarlas en una única especie (*V. sativa*) con subespecies o variedades, basándose en que los caracteres diferenciales tienen una variación continua y las

Tabla 3. Especies comprendidas en las secciones del subgénero *Vicilla* y *Vicia*

Sección	nº	Especies difundidas
Subgénero <i>Vicilla</i>		
<i>Vicilla</i>	15	<i>V. pisiformis</i> L., <i>V. dumetorum</i> L.
<i>Cassubicae</i>	9	<i>V. orobus</i> DC., <i>V. cassubica</i> L., <i>V. nigricans</i> Hooker & Arn.
<i>Perditae</i>	1	<i>V. dennesiana</i> Wats.
		<i>V. cracca</i> L., <i>V. incana</i> Gouan, <i>V. tenuifolia</i> Roth., <i>V. monantha</i> Retz. subsp. <i>calcarata</i> (= <i>V. calcarata</i>), <i>V. villosa</i> subsp. <i>dasycarpa</i> Ten. (= <i>V. dasycarpa</i>), <i>V. pseudocracca</i> Bertol., <i>V. eriocarpa</i> (Hausskn) Halász, <i>V. benghalensis</i> L. (<i>V. atropurpurea</i> Desf.), <i>V. glauca</i> C. Presl, <i>V. leucantha</i> Biv., <i>V. vicioides</i> (Desf.) Cout., <i>V. disperma</i> DC., <i>V. monardi</i> Boiss. <i>V. humulis</i> Humboldt, <i>V. hassei</i> S. Watson, <i>V. ludoviciana</i> Nuttall, <i>V. pulchella</i> Humboldt
<i>Cracca</i>	40	
<i>Variegatae</i>	3	<i>V. argentea</i> Lapeyrs., <i>V. varietaga</i> Willd.
<i>Pedunculatae</i>	3	<i>V. onobrychiodoides</i> L., <i>V. altissima</i> Desf.
<i>Americanae</i>	1	<i>V. americana</i> Mulh. Ex Willd.
<i>Subvillosoae</i>	1	<i>V. subvillosa</i> (Ldb.) Trautv.
<i>Volutae</i>	1	<i>V. biennis</i> L.
<i>Panduratae</i>	3	<i>V. cappadocio</i> Boiss. et Bal.
<i>Ervum</i>	6	<i>V. tetrasperma</i> (L.) Schreb., <i>V. pubescens</i> (DC) Link, <i>V. parviflora</i> Cav., <i>V. bifoliolata</i> J.J. Rodr., <i>V. hirsuta</i> (L) Gray., <i>V. loiseleurii</i> (M. Bieb.) Litv.
<i>Erviodes</i>	1	<i>V. articulata</i> Hornem.
<i>Ervilia</i>	1	<i>V. ervilia</i> (L.) Willd.
<i>Lentopsis</i>	1	<i>V. caesarea</i> Boiss. et Bal.
<i>Trigonellopsis</i>	3	<i>V. lunata</i> Boiss. et Bal.
<i>Australes</i>	13	<i>V. graminea</i> Sm.
<i>Mediocintae</i>	1	<i>V. leucophaea</i> Greene
Subgénero <i>Vicia</i>		
<i>Atossa</i>	4	<i>V. oroboides</i> Wulfen, <i>V. sepium</i> L., <i>V. balansae</i> Boiss., <i>V. abbreviata</i> Fisch.
<i>Microcarinae</i>	1	
<i>Hypechusa</i>	14	<i>V. anatolica</i> Turrill, <i>V. assyriaca</i> Boiss., <i>V. ciliatula</i> Lipsky., <i>V. esdraelonensis</i> O. Warb., <i>V. galeata</i> Boiss., <i>V. hybrida</i> L., <i>V. hyrcanica</i> Fischer & Meyer, <i>V. lutea</i> L., <i>V. melanops</i> Sibth. & Smith, <i>V. noeana</i> Reuter ex Boiss., <i>V. pannonica</i> Crantz, <i>V. sericocarpa</i> Fenzl, <i>V. tigridis</i> Mout.
<i>Peregrinae</i>	4	<i>V. aintabensis</i> Boiss. & Hausskn., <i>V. michauxii</i> Sprengel, <i>V. mollis</i> Boiss., <i>V. peregrina</i> L.
<i>Wiggersia</i>	2	<i>V. cuspidata</i> Boiss., <i>V. lathyroides</i> L.
		<i>V. barbazitae</i> Ten. & Guss., <i>V. incisa</i> M. Bieb., <i>V. pyrenaica</i> Pourret, <i>V. gatmensis</i> Gomb., <i>V. sativa</i> L. (subsp. <i>amphicarpa</i> (L.) Batt., subsp. <i>cordata</i> (Wulfen ex Hoppe) Asch. & Graebner, subsp. <i>macrocarpa</i> (Moris) Arcang, subsp. <i>nigra</i> (L.) Ehrh. (= <i>V. angustifolia</i> L.), subsp. <i>sativa</i> , subsp. <i>segetalis</i> (Thuill.) Gaudin)
<i>Vicia</i>	5	
<i>Bithynicae</i>	1	<i>V. bithynica</i> L.
		<i>V. kalakhensis</i> Khattab, <i>V. johannis</i> Tamamschjan, <i>V. galilaea</i> Plitm., <i>V. serratifolia</i> Jacq., <i>V. narbonensis</i> L. (subsp. <i>salmonnea</i> (Mout.) H. Schäfer, subsp. <i>jordanica</i> H. Schäfer, subsp. <i>affinis</i> Kornhuber ex Asch. & Schweinf., subsp. <i>aegyptiaca</i> Kornhuber ex Asch. & Schweinf., subsp. <i>narbonensis</i>), <i>V. hyaeniscyamus</i> Mout.
<i>Faba</i>	1	<i>V. faba</i> L.

(Modificado de Van de Wouw et al. 2001, Gunn 1979, Hanelt y Mettin 1989, Maxted 1993 y 1995, Romero Zarco 1999).

poblaciones frecuentemente se solapan (Tardío Pato 1998). Utilizando subespecies de *V. sativa* de Europa, Asia y Norte de África, Maxted (1993) divide en 6 subespecies el conglomerado, incluyendo la subsp. *nigra* (L.) Ehrh. (= *V. angustifolia* L.), subsp. *amphicarpa* (L.) Batt, subsp. *incisa* (M. Bieb.) Arcang., subsp. *devia* J. G. de Costa, subsp. *sativa* L., y subsp. *macrocarpa* (Moris) Arcang. Potokina *et al.* (2000) aumenta a 8 las especies dentro del complejo, incluyendo a *V. sativa* L. sensu stricto, *V. angustifolia* Reichard., *V. segetalis* (Thuill.) Gaud, *V. cordata* Wulf. ex. Hoppe, *V. macrocarpa* (Moris) Bertol., *V. pilosa* Bieb., *V. incisa* Bieb., y *V. amphicarpa* Dorth. La última clasificación propuesta por Van de Wouw *et al.* (2003) determina 6 subespecies similares a las de Maxted (1993), pero incluyendo a la subsp. *cordata* (Wulfen ex Hoppe) Asch. & Graebner y subsp. *segetalis* (Thuill.) Gaudin. y excluyendo a la subsp. *devia* e *incisa* en su organización, esta última la menciona como una especie separada del agregado. Una clave sistemática para su reconocimiento se puede ver en Van de Wouw *et al.* (2003). Sin embargo, toda esta complejidad taxonómica no debe hacernos desviar de la idea de que, a nivel agronómico, *V. sativa* subsp. *sativa* es la especie más cultivada con múltiples usos.

Dentro del agregado *V. sativa* se destaca la subsp. o sp. *amphicarpa*. Dicha especie está constituida por plantas muy parecidas a *V. sativa*, que producen vainas aéreas y subterráneas; es decir, presentan el fenómeno denominado anfícarpia (De la Rosa y González 2010, Tardío Pato 1998).

Similares dificultades en la clasificación sistemática se presenta con el subgénero *Vicilla*, específicamente la sección *Cracca*, que incluye a *V. villosa* subsp. *villosa*, *V. v.* subsp. *dasycarpa*, *V. eriocarpa*, y *V. pseudocracca* entre otras. Al igual que para el subgénero *Vicia* es probable que estas confusiones se deban a posibles hibridaciones o a la existencia de varias especies biológicas, que no se adecuan al esquema taxonómico actual (Romero Zarco 1999).

Descripción de las especies más importantes del género

Las vicias son plantas herbáceas perennes o anuales, trepadoras, ramificadas y de porte rastrero a semi-rastrero, raramente son erectas como *V. faba*, *V. narbonensis* y *V. ervilia*. Poseen germinación hipogea, crecimiento indeterminado, hojas sésiles paripinadas, compuestas por numerosos folíolos pequeños y zarcillos terminales simples o ramificados, que en algunos casos, como en *V. ervilia*, pueden estar ausentes. Las flores zigomorfas axiales son generalmente de color violáceo-púrpura integradas en racimos, con cinco pétalos sub-tubulares, el mayor denominado estandarte, dos laterales llamados alas y los dos inferiores que constituyen la quilla. El tubo estaminal está cortado a bisel, posee 10 estambres pseudomonadelfos, un estilo breve con un pincel de pelos subestigmáticos y estigma apical simple. El cáliz presenta cinco sépalos unidos. La vaina oblongo-lineal, bivalva, pluriseminada, es generalmente dehiscente a la madurez, a menudo retorcida en espiral. Las semillas ovales o globosas de color marrón negruzco, son exalbinadas (Bartlett 1914, Parodi 1959, USDA 1962 y 1965, Schoth y McKee 1962, Fu *et al.* 1996).

Aunque los órganos reproductivos brindan la mayor información para la clasificación taxonómica de las vicias, algunos caracteres vegetativos como tamaño, número, forma y pilosidad de foliolos suelen emplearse en forma complementaria. La morfología de la semilla y el número, forma y tamaño de las primeras hojas también se emplean para la diferenciación de algunas vicias cultivadas (Fu *et al.* 1996, Hosseinzadeh *et al.* 2008).

A continuación se describen las especies más difundidas (reelaborado en base a Aarsen *et al.* 1986, Fu *et al.* 1996, Romero Zarco 1999, De la Rosa *et al.* 1999, Laghetti *et al.* 2000, Van de Wouw *et al.* 2003). El nombre empleado para cada una de ellas es el más común para el taxón, sin hacer referencia a la asignación botánica completa.

1-V. *sativa* subsp. *sativa*: Este taxón incluye la mayoría de las formas cultivadas para

uso como forraje, abono verde y semilla como suplemento proteico conocidas como veza o *Vicia*. Planta anual, trepadora, glabra o con escasa pubescencia. Plántulas con dos foliolos en el primer par de hojas. Hojas pecioladas o sub-sentadas, paripinnadas y terminadas en zarcillos ramificados. Estípulas con un nectario purpúreo en la cara abaxial. Folíolos obovados, oblongos o elípticos, más raramente lineares, obtusos o emarginados, mucronados o caudados, con nerviación pinnado-reticulada. Inflorescencias sentadas, cáliz actinomorfo y sub-cilíndrico, pétalos de violeta a rojo púrpura, que se vuelve azul violeta en la desecación. Tubo estaminal oblicuo en el extremo, estilo deprimido, con un mechón de pelos en la cara carinal. Vaina linear-oblongo, comprimida, sentada, contraída o no entre las semillas, pubescente. Semillas oblongo-elipsoidales o sub-cúbicas, ligeramente comprimidas, lisas, de color pardo oscuro o casi negro (Figura 1).

2-V. *angustifolia* (= *V. sativa* subsp. *nigra*): Planta anual, trepadora, glabra o con pelos cortos. Plántulas con dos foliolos en el primer par de hojas. Hojas pecioladas o sub-sentadas terminadas en zarcillo simple o ramificado. Estípulas frecuentemente inciso-dentadas en la parte inferior, con un nectario purpúreo en la cara abaxial. Inflorescencias generalmente sentadas o sub-sentadas, a veces pedunculadas. Corola púrpura, azul en la desecación. Estilo deprimido, con un mechón de pelos en la cara carinal. Vaina comprimida, sentada, frecuentemente pubescente. Semillas esferoidales, ligeramente comprimidas, lisas, de color pardo-rojizo o pardo oscuro (Figura 2).

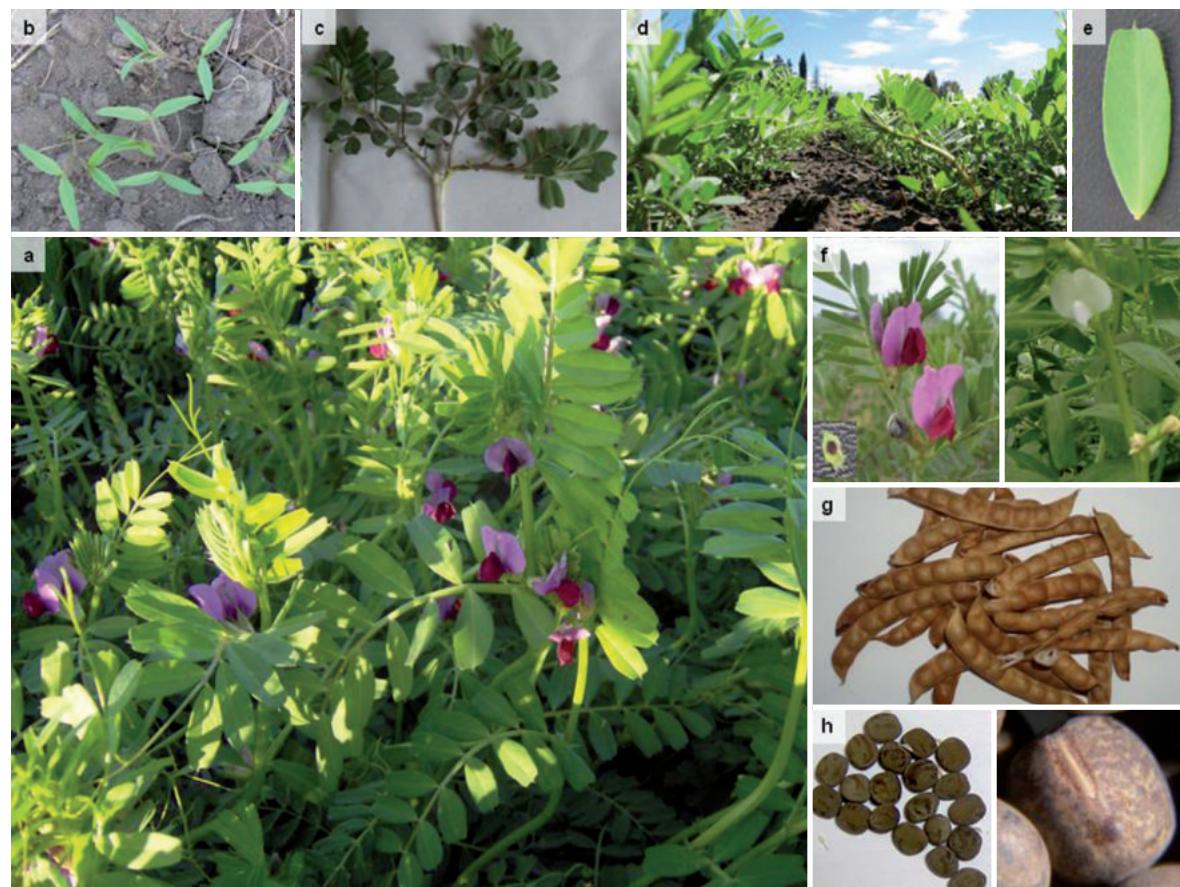


Figura 1. *V. sativa* subsp. *sativa*: cultivo en floración (a), plántulas en fase fenológica de 2 hojas (b), plántulas (c y d), foliolos (e), flores y estípula (f), vainas y semillas (g y h).



Figura 2. *V. sativa* subsp. *nigra* (= *V. angustifolia*) vainas abiertas por dehiscencia (a), detalle de la flor (b), vainas (c) y semillas (d).

3-V. *amphicarpa* (= *V. sativa* subsp. *amphicarpa*): Planta anual, trepadora, con pelos cortos. Dos foliolos en el primer par de hojas en plántulas recién emergidas. Hojas pecioladas o sub-sentadas terminadas en zarcillo simple o ramificado. Estípulas con un nectario verdoso en la cara abaxial. Inflorescencias sentadas, reducidas a 1-2 flores; flores de las ramas subterráneas cleistógamas, apétalas, las de las ramas aéreas chasmogámas. Corola púrpura, azul en la desecación. Estilo deprimido, con un mechón de pelos en la cara carinal. Se caracteriza por poseer vainas aéreas y subterráneas. Vaina epigea sentada, pubescente, la hipogea generalmente monosperma. Semillas elipsoidales, ligeramente comprimidas, lisas, de color pardo claro, pardo-rojizo o pardo oscuro, a veces moteadas de pardo oscuro (Figura 3).

4-V. *lutea*: Planta anual, con buena capacidad de resiembra, trepadora, glabrescente o con pelos tuberculados. Tres a cinco foliolos en el primer par de hojas en plántulas recién emergidas. Hojas sub-sentadas terminadas en zarcillo ramificado. Estípulas con el borde entero, con un nectario purpúreo en la cara abaxial. Inflorescencias sentadas o sub-sentadas. Corola blanquecina o amarillenta, teñida de púrpura en la parte central que se vuelve amarillo, de un pardo claro o de un azul violeta en la desecación. Estilo deprimido, con pilosidad sub-apical formando un mechón en la cara carinal. Vaina muy comprimida, estipitada, glabra o con pelos a veces tuberculados. Semillas esferoidales ligeramente comprimidas, lisas, de color pardo amarillento o rojizo (Figura 4).

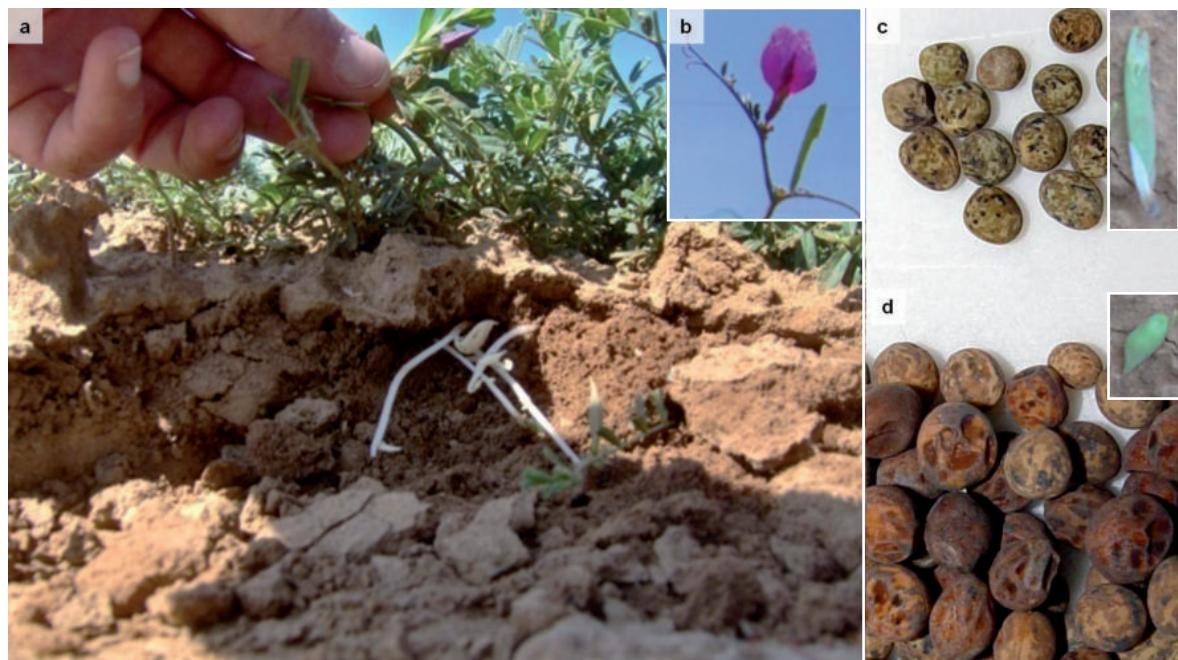


Figura 3. *V. sativa* subsp. *amphicarpa* con flores y vainas en formación subterráneas (a), flor aérea (b), semillas y vaina aéreas (c) y subterráneas (d).



Figura 4. *V. lutea* en fase de floración, (a), flor (b), vainas en formación (c) y semillas (d).

5-*V. hybrida*: Planta anual, trepadora, con pelos cortos ligeramente tuberculados. Cuatro foliolos en el primer par de hojas en plántulas recién emergidas. Hojas pecioladas terminadas en zarcillo ramificado. Estípulas con borde entero o inciso-dentadas, con un nectario purpúreo. Inflorescencias sentadas. Corola amarilla, teñida de rojo y con venas verdosas, pardusca en la desecación. Estilo deprimido, con pilosidad sub-apical que forma un mechón en la cara carinal. Vaina comprimida, estipitada, esparcidamente pubescente. Semillas esferoidales o elipsoidales, algo comprimidas, lisas, de color pardo rojizo (Figura 5).

6-*V. pannonica*: Planta anual, trepadora, hojas pecioladas o sub-sentadas, paripinnadas con zarcillos ramificados. Estípulas lanceoladas, con el borde entero y nectario purpúreo en la cara abaxial. Folíolos obovados a lineares, mucronados, con nerviación pinnado-reticulada. Inflorescencias pedunculadas. Cáliz zigomorfo, sub-cilíndrico. Pétalos amarillos, violetas o parduscos. Androceo con tubo estaminal oblicuo en el extremo. Estilo deprimido, con pilosidad sub-apical formando un mechón en la cara carinal, casi glabro en la cara vexilar. Vaina sub-romboide, oblongo-elíptico u oblongo, comprimido y estipitado. Semilla elipsoidal u oblonga, comprimida, de color pardo, algo jaspeadas de pardo obscura (Figura 6).



Figura 5. *V. hybrida* en fase de floración (a), flores (b), vainas (c) y semillas (d).



Figura 6. *V. pannonica*, en floración (a), flores púrpuras (b) blancas (c) y semillas (d).

7-*V. narbonensis*: Planta anual, a veces trepadora, que ennegrece en la desecación. Tallos rígidos y erectos, tetrágono. Hojas pecioladas, con folíolos terminadas en zarcillo ramificado. Estípulas con el borde inciso-dentado, a veces con un nectario purpúreo en la cara abaxial. Folíolos opuestos, elípticos, enteros, aserrados o sinuoso-dentados, con nerviación pinnado-reticulada. Inflorescencias pedunculadas. Cáliz zigomorfo, campanulado. Pétalos blanquecinos o amarillentos con tintes violáceos o rojizos, o enteramente purpúreos, parduscos o casi negros en la desecación. Androceo con tubo estaminal oblicuo en el extremo. Estilo deprimido, con pilosidad sub-apical que forma un mechón en la cara carinal. Vaina oblonga comprimida, sentada y muy dehiscente. Semillas esferoidales, elipsoidales u oblongas, ligeramente comprimidas, lisas o alveolado-rugosas en la desecación, de color pardo oscuro (Figura 7).

8-*V. cracca*: Planta perenne, trepadora, con tallo leñoso subterráneo del que nacen turiones alargados, glabra o pubescente. Hojas pecioladas o sub-sentadas, con folíolos oblango-elípticos o lineares con nerviaciones pinnado-reticuladas y terminadas en zarcillos ramificados. Estípulas lanceoladas, agudas, de borde entero. Flores densamente agrupadas, de maduración progresiva; pedúnculo más largo que la hoja axilante. Cáliz zigomorfo y campanulado. Pétalos en general azul violeta o azul grisáceo, con menor frecuencia azul pálido o blanquecina. Androceo con tubo estaminal oblicuo en el extremo. Estilo comprimido, con un anillo sub-apical de pelos, algo más largos en la cara carinal. Vaina oblongo-elíptica, comprimida, cortamente estipitada, glabra. Semillas esferoidales, ligeramente comprimidas, lisas, de color pardo grisáceo (Figura 8).



Figura 7. *V. narbonensis*, cultivo en floración (a) y en maduración (b), vainas (c) y semillas (d).



Figura 8. *V. cracca*, en floración (a), vainas maduras (b) y semillas (c)

Fuente: *USDA y ** Jouko Lehmuskallio.

9-*V. calcarata* (= *V. monantha*): Planta anual, trepadora o no, esparcidamente pubescente, con pelos blandos y erectos. Tallos procumbentes o erectos, angulosos. Hojas pecioladas o sub-sentadas, terminadas en zarcillo ramificado. Estípulas triangulares o lanceoladas. Folíolos elípticos a lineares cortamente mucronados, con nerviación pinnado-reticulada. Inflorescencias pedunculadas. Cáliz zigomorfo, sub-cilíndrico. Pétalos azul violeta. Androceo con tubo estaminal oblicuo en el extremo. Estilo comprimido, con un anillo sub-apical de pelos, algo más largos en la cara carinal. Vaina oblonga, comprimida, estipitada, glabra. Semillas esferoidales, comprimidas, lisas, de color pardo claro, a veces con manchas más obscuras (Figura 9).



Figura 9. *V. calcarata* en fase de floración (a), flores (b), vainas (c) y semillas (d).

10-*V. villosa* (= *V. villosa* subsp. *villosa*): Planta anual, con buena capacidad de resiembra, trepadora, con pelos erectos y flexuosos. Cuatro, raras veces cinco, foliolos en el primer par de hojas en plántulas recién emergidas. Tallos procumbentes y angulosos. Hojas pecioladas o sub-sentadas, con foliolos terminadas en zarcillos ramificados. Estípulas lanceoladas, agudas, con el borde entero o débilmente dentado. Foliolos oblongo-elípticos, con nerviación pinnado-reticulada. Inflorescencias pedunculadas, con pedúnculo tan largo o más que la hoja axilante. Cáliz zigomorfo, sub-cilíndrico. Pétalos púrpura o azul violeta. Androceo con tubo estaminal oblicuo en el extremo. Estilo comprimido, con un anillo sub-apical de pelos, algo más largos en la cara carinal. Vaina 3-4 veces tan largo como ancho, sub-romboide o elíptico, comprimida, estipitada, glabra. Semillas esferoidales, ligeramente comprimidas, lisas, de color negra a pardo rojizas (Figura 10).

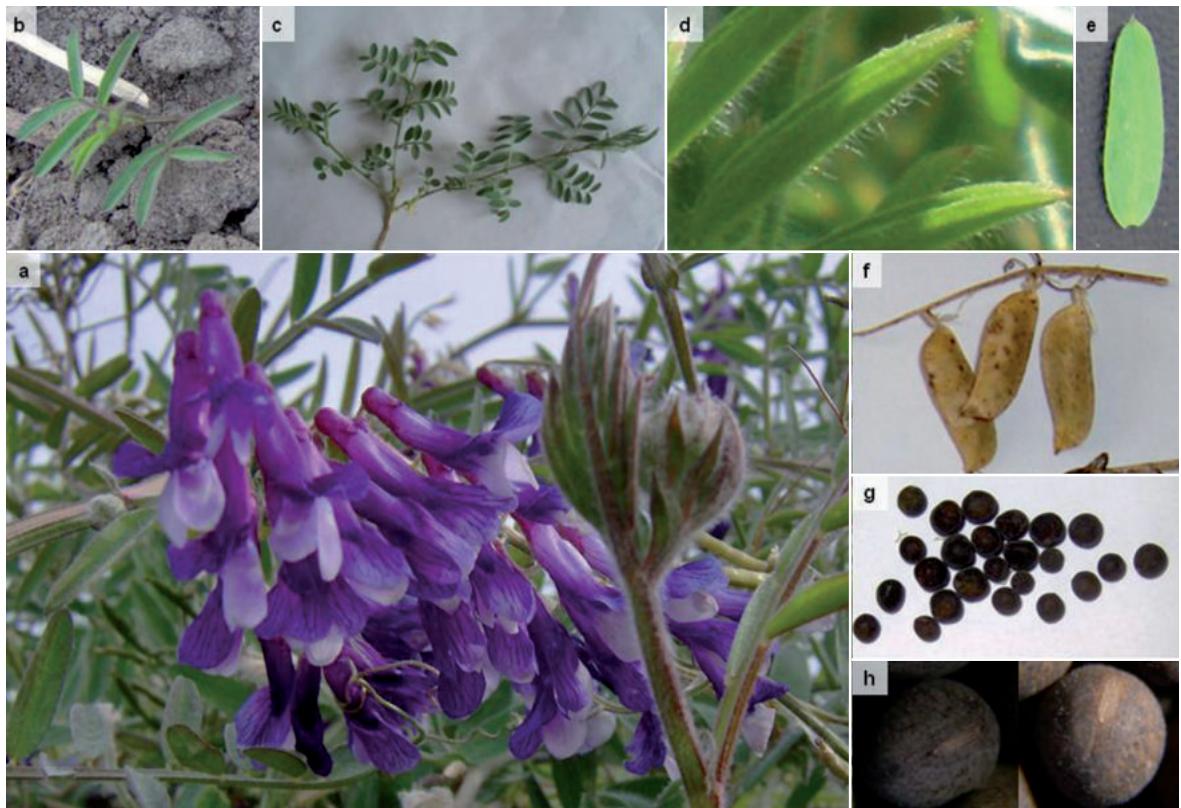


Figura 10. *V. villosa* subsp. *villosa* en floracion (a), plántulas recién emergidas (b), plántulas (c), pubescencia en foliolos (d), foliolos (e), vainas (f) y semillas (g y h).

11-*V. dasycarpa* (= *V. villosa* subsp. *dasycarpa* o *varia*): Planta anual, trepadora, glabra o esparcidamente pubescente. Cuatro foliolos en el primer par de hojas en plántulas recién emergidas. Hojas pecioladas o sub-sentadas, terminadas en zarcillo ramificado. Estípulas con el borde entero. Inflorescencias pedunculadas. Corola púrpura, azul violeta o blanquecina, algo más clara en la base. Estilo comprimido, con un anillo sub-apical de pelos, algo más largos en la cara carinal. Vaina 2,5-3,5 veces tan largo como ancho, oblonga-elíptica, muy comprimida, estipitada, pubescente. Semillas esferoidales, lisas, de color pardo oscuro (Figura 11).

12-*V. benghalensis*: Planta anual, trepadora, con pelos a veces rojizos. Cuatro foliolos en el primer par de hojas en plántulas recién emergidas. Hojas sub-sentadas terminadas en zarcillo ramificado. Estípulas con el borde entero o dentado. Corola purpúrea o violeta. Estilo comprimido, frecuentemente replegado cerca de la base, con un anillo sub-apical de pelos, algo más largos en la cara carinal. Vaina estipitada, densamente pubescente. Semillas elipsoidales u oblongo-elipsoidales, comprimidas, lisas, de color pardo oscuro, con el hilo cubierto con tejido persistente de color blanco (Figura 12).



Figura 11. *V. villosa* subsp. *dasycarpa* en flor (a), plántulas recién emergidas (b), flores (c), vainas madura (d) y semillas (e).



Figura 12. *V. benghalensis* en fase de floración (a), inflorescencia (b y c) y semillas (d).

13-V. *hirsuta*: Planta anual, trepadora, glabrescente o pubescente. Tallos tetrágonos. Cuatro foliolos en el primer par de hojas en plántulas recién emergidas. Hojas sub-sentadas, terminadas en zarcillo ramificado. Inflorescencias pedunculadas. Corola azul claro, blanquecinos o amarillentos. Estilo redondeado, con uno o varios pelos sub-apicales en el lado carinal. Vaina oblonga-elíptica, ligeramente comprimida, sentada. Semillas sub-cúbicas o esferoidales, muy comprimidas, con la testa lisa y brillante de color pardo rojizo o pardo claro; funículo persistente, adherido a la semilla (Figura 13).

14-V. *articulata*: Planta anual, glabra, con raíces profundas bien ramificadas, trepadora y hojas pecioladas o sub-sentadas, paripinnadas y zarcillos ramificados. Las estípulas son dimorfas, siendo una lineal y la otra palmeado lobulada. Las inflorescencias son unifloras y se caracterizan por tener el pedúnculo más largo que la flor. La corola es lila, azul pálido o amarillentos, a veces con puntos negros. Estilo deprimido con un anillo sub-apical de pelos cortos. Las vainas glabras son amarillas en su madurez. Las semillas son esferoidales, muy comprimidas, lisas y tienen una coloración amarillo-rosado a pardo-castaño, mostrando manchas negras puntiformes (Figura 14).



Figura 13. *V. hirsuta*, en fase de floración (a), vainas maduras (b) y semillas (c).
Fuente: *Jouko Lehmuskallio, **USDA.



Figura 14. *V. articulata*, en fase de floración y formación de vainas (a), estípulas (b), flor (c), vainas (d) y semillas (e).

15-V. *ervilia*: Planta anual, esparcidamente pubescente o glabrescente. Tallos erectos, tetrágono. Hojas pecioladas con folíolos terminados en mucrón. Estípulas lanceoladas, agudas, con el borde entero o inciso-dentado. Folíolos elípticos, lanceolados o lineares con nerviación pinnado-reticulada. Inflorescencias pedunculadas, con pedúnculo más corto que la hoja axilante. Cáliz zigomorfo, campanulado. Pétalos blanco-azulados, amarillentos o rosados. Androceo con tubo estaminal oblicuo en el extremo. Estilo deprimido, con pilosidad sub-apical más extendida en la cara vexilar, a veces glabro en la cara carinal. Vaina oblonga, poco comprimida, sentada, glabra, se notan muy bien las semillas por adherirse fuertemente las valvas. Semillas sub-tetraédricas, comprimidas, lisas, de color rosado o pardo rojizo (Figura 15).



Figura 15. *V. ervilia* cultivo en formación de vainas (a), flores (b), vainas (c) y semillas (d).

Para una correcta identificación de las especies de *Vicia* es preciso conocer la expresión a nivel cuantitativo para algunas variables. En la Tabla 4 se especifican los rangos de variación de los caracteres cuantitativos para cada una de las especies descritas, expresándose las medidas en mm y el resto de variables en número de unidades.

Tabla 4. Atributos morfológicos (mm o número, Long= longitud; Anch=anchura, R= relación) para 15 especies de Vicia

Atributos	<i>sativa</i> L.	<i>angustifolia</i> L.*	<i>amphioxys</i> L.	<i>lutea</i> L.	<i>caroliniana</i> L.	<i>carbonensis</i> L.	<i>Crantzii</i>	<i>calcarea</i> Retz.	<i>villlosa</i> Roth.	<i>dasycarpa</i> Ten.	<i>benghalensis</i>	<i>hirsvita</i> L. (Gray)	<i>articularis</i> Hornem.	<i>ervilia</i> Wild.
Long. tallo	1000	800	400	500	750	1100	600	2000	500	1000	700	700	350	500
Pubescencia tallo	0,5	0,5	0,5	0,5-1	0,5	0,2-0,5	0,5	0,5	0,5	0,7-1,5	0,5	0,5-1,5	0,5	0,5
Long. hojas	33-90	25-55	15-42	10-65	35-70	30-66	20-115	35-100	31-90	35-60	30-70	30-103	19-52	25-45
nº foliolos/hoja	4-8	3-7	3-7	3-9	4-7	4-10	1-4	7-12	5-8	5-10	3-9	6-11	4-10	4-9
Long. estípulas	3-10	3-5	2-4	1,5-4,5	2-3	1,5-3	9-12	3-7	4	3-10	5-9	5-17	2-3	2-12
Anch. estípulas	1,5-6	1-3	1-3,5	0,5-2,5	0,7-1,5	1-1,5	10-12	0,5-1	3	0,3-2,5	1-1,5	2-7	0,5-3	0,5-2
Long. foliolo	8-31	6-34	6-22	6-27	5-18	6-20	19-61	9-30	7-25	9-20	7-27	8-28	4-18	7-22
Anch. foliolo	1,5-14	0,7-8	1-6	1-5,5	2-10	2-5	11-39	1-3-7	1-6	2-5	1,5-6	2-9	1-5	1-4
nº Flores/inflorescencia	1-2	1-4	1-3	1-3	1	2-3	1-3	15-25	1-2	10-40	8-30	3-15	2-7	1
Long. pedúnculo	0	1-5	0	2	0	8	10	70-300	10-80	50-210	40-240	35-150	7-75	20-55
Long. pedicelo	1-2	1-2	1-2	1,5	1	1-2	5-10	1,5	0,5-1	1-2	1-2,5	1-2	1	1-2
Long. cálix	11-18	5,5-11	7-12	7,5-16,5	8-10,5	8-11	8-5-10	4-4,5	5-6,5	6-10	4,5-6,5	6-10,5	2-3,3	5-6
Long. estandarte	20-30	10-22	15-24	19-28	18-25	16-21	15,5-24	9-11	15-19	12-17	12-18	15-18	2,5-4	10-14
Anch. estandarte	11,5-13	5,5-11,5	9-14	10-17	12,5-17,5	8-10,5	6,5-10,5	5-6	6,5-8,5	5-7	4,3-6,5	6-7	2-3	5-6,5
Long. alas	16-18,5	8,5-19	12,5-19,5	17-25	16-22,5	15-19,5	14,5-22	9-11	13-16,5	12-17	11,8-17,5	13-16	2,4-3,8	8-11
Anch. alas	5,5-5,5	2,5-5,2	4-6	5-7	5,5-7,5	4-5,5	4-6	2-2,3	2,5-3,2	2,5-3,5	2,5-3,5	2,5-3	0,7-1,1	1,8-2,5
Long. quilla	11,5-14	6-13	8,5-13,5	12-18,5	11,5-15,5	11-15	13-20	7-8,5	11,5-14	9-12,5	8-12,5	12-14	2-3,2	7,7-10,8
Anch. quilla	3-3,5	2,5-4,5	2,5-4	4-5,2	4,5-6,5	3,5-4,5	3-5	2-2,5	2-2,6	2,5-3,2	2,3-3,5	2,1-2,7	0,9-1,4	2,2-3
Long. vaina	30-70	24-47	31-50	23-43	27-35	19-30	55-85	18-30	27-45	20-38	20-30	21-40	7-10	15-30
Anch. vaina	6-11	3,5-5,5	4,7-8	7-12	9-11	7-9	11-16	5-6,5	7-11	7-10	8-10	7-12	2,5-3,5	6-10
Nº semillas/vaina	4-9	6-15	1-4	2-5	2-4	4-9	3-4	4-7	3-6	1-5	2-5	1-2	2-4	2-4
Diámetro semilla	4-5	1,4-2,8	2-3,5	2,3-6,6	2,5-4	3-4	5-8	2,5-3,5	4-5	2,5	3-5	3,5-5,5	1,8-2,5	4-4,5
Long. hilo	1,8-3,0	0,8-2	1,1-1,5	2-4	1,6	2	2-3	2,3-3,5	1-2	1,3-1,7	1,5-2	2,5-3	1,6-2,5	1,3-1,5
R.hilo/contorno semilla	1/8-1/5	1/7-1/5	1/8-1/5	1/9-1/3	1/8-1/6	1/7-1/6	1/10-1/5	1/3-25	1/9-1/6	1/8-1/5	1/8-1/6	1/6-1/4	1/4-1/3	1/12

* Descripción de flores y vainas epígeas (aéreas)

Claves para identificación de especies de *Vicia*

Para facilitar el trabajo de identificación se proponen dos claves sencillas, para diferenciar las especies de *Vicia* más difundidas basadas en la morfología de la semilla y de las plantas, siguiendo los aportes de Bartlett (1914), Schoth y McKee (1962), USDA (1962 y 1965), Fu *et al.* (1996), Weber *et al.* (1999), Romero Zarco (1999), Smith y Valenzuela (2002), Van de Wouw *et al.* (2003).

Semillas

Semillas con chalaza en el dorso, en el extremo opuesto al hilo.

Hilo de alrededor de 2 mm de largo, al mismo o similar nivel que la superficie del tegumento.

Semilla de 4 a 4,5 mm de largo, ligeramente aplanadas. Hilo estrechamente oblongo. (*V. pannonica*, Figura 6)

Semilla ovalada de 5 mm de largo, ligeramente aplanada. Hilo corto-oval. (*V. hybrida*, Figura 5)

Hilo de alrededor de 4 mm de largo, ligeramente deprimido en los márgenes.

Semilla de 6 a 6,5 mm de largo que puede estar comprimida de varios modos. (*V. lutea*, Figura 4)

Semillas con chalaza cerca del extremo del hilo.

Hilo lineal de 1 a 3 mm de largo, con tejido persistente de color blanco, semillas de 3 a 4 mm de largo, ligeramente aplanada pero no lentiforme.

Hilo de 2,5 a 3 mm de largo, semilla de color negro opaco aterciopelado (*V. benghalensis* = *V. atropurpurea*, Figura 12).

Hilo de 1 mm aproximado de largo. Semilla color café débilmente moteada (*V. calcarata*, Figura 9).

Hilo lineal sin tejido persistente de 2 a 3,5 mm de largo.

Semillas relativamente pequeñas de 1,5 a 3 mm de largo, lisas y esféricas.

Hilo de 2 a 2,5 mm de largo, aproximadamente la mitad de la circunferencia de la semilla, con un apéndice de apariencia de pedúnculo flojamente persistente. Semilla brillante, amarillenta o color café, con moteado oscuro (*V. hirsuta*, Figura 13).

Hilo de $\frac{1}{3}$ a $\frac{2}{5}$ de la longitud de la circunferencia de la semilla. Semilla negra lustrosa de 2,5 a 3 mm de largo (*V. cracca*, Figura 8).

Hilo en forma de cuña de menos de $\frac{1}{5}$ de la longitud de la circunferencia de la semilla, hundida en las orillas con hendidura levantada en el centro, longitud de 1,5 mm. Semilla negra y lustrosa, verdosa, con moteado oscuro. (*V. s. subsp. nigra* = *V. angustifolia* Figura 2).

Semillas relativamente grandes, de 3,5 a 6 mm de largo

Chalaza a 2,5-3 mm desde el extremo del hilo. Hilo de alrededor de 1 mm de largo. Semillas color café descolorido, mate y generalmente moteado de verde oscuro con perfil de apariencia triangular. (*V. ervilia*, Figura 15)

Chalaza a 1 mm o menos del extremo del hilo.

Semillas esféricas de 3,5 a 4 mm de largo de color negro opaco, aterciopelada. Hilo al mismo nivel que la superficie del tegumento, liso y plano de 1,5 a 2 mm de longitud. (*V. v. subsp. villosa*, Figura 10)

Semillas ligeramente aplanadas. Hilo con un surco diminuto alrededor de los márgenes hundidos, ordinariamente con una banda de color claro a lo largo de la hendidura central, longitud de 2 mm. Semilla negra opaca o café, a veces moteada levemente, con una longitud de 4-5 mm (*V. v. subsp.*

***dasyarpa*, Figura 11).**

Semillas ligeramente aplanadas. Hilo en forma de cuña angosta, hundidas en la orillas y elevado en la parte media a lo largo de la hendidura, de color claro en centro, con longitud de 2 mm o más. Color de la semilla variable, aunque comúnmente es café rojizo, semipulida, moteada de color oscura, con una longitud variable de 4-5 mm. (*V. s. subsp. sativa*, Figura 1).

Semilla en forma de lente, de 5 a 6 mm de largo. Hilo lineal o en forma de cuña angosta, con una longitud de 1,5 mm. Semilla de color café grisáceo claro, rayada o moteada de varios modos, de negro o café oscuro. (*V. articulata*, Figura 14).

Planta adulta

Plantas erectas, con tallos rígidos tetrágono.

Hojas con zarcillos ramificados y 1-4 pares de foliolos. (*V. narbonensis*, Figura 7)

Hojas sin zarcillos terminales, con más de 4 pares de foliolos. (*V. ervilia*, Figura 15)

Plantas endebles y pubescentes de tallo delgado.

Flores púrpuras numerosas pedunculadas en racimos unilaterales.

Racimos 3-15 flores, cáliz hirsuto. Vainas pubescentes. (*V. benghalensis* = *V. atropurpurea*, Figura 14)

Racimos densos con más de 10 flores. Vainas glabras. (*V. v. subsp. villosa*, Figura 10)

Flores 1-6 en racimos, púrpuras y algunas casi blancas.

Inflorescencia sentada (*V. hybrida*, Figura 5)

Inflorescencia pedunculada.

Estandarte pubescente en el dorso. (*V. pannonica*, Figura 6).

Estandarte glabro, con venas más obscuras. (*V. lutea*, Figura 4)

Plantas endebles, glabras o muy poco pubescentes.

Inflorescencia pedunculada.

Racimos con más de 8 flores.

Planta anual. (*V. v. subsp. dasycarpa*, Figura 11)

Planta perenne. (*V. cracca*, Figura 8)

Racimos con 2-7 flores. (*V. hirsuta*, Figura 13)

Racimos con 1-2 flores.

Una flor suavemente violácea. (*V. articulata*, Figura 14)

Dos flores, púrpuras. (*V. calcarata*, Figura 9)

Inflorescencia sésil o sub-sésil. Racimos con 1-4 flores.

Folíolos angostos. Vainas negras (*V. s. subsp. nigra* = *V. angustifolia*, Figura 2)

Folíolos oblongos, ovales, tras-acorazonados. Vainas amarillo-pajizas. (*V. s. subsp. sativa*, Figura 1)

Clave agronómica de *Vicias* en Argentina

Algunos rasgos morfológicos bien definidos posibilitan distinguir con facilidad a las dos especies cultivadas en Argentina, *V. sativa* subsp. *sativa* y *V. v. subsp. villosa* (Tabla 5). Es importante la identificación de las especies previo a la siembra para no cometer errores de manejo. Si bien *V. villosa* presenta menor tamaño de semilla que *V. sativa*, ambas tienen un solapamiento tal que hace que este carácter no pueda por si solo diferenciar a las dos especies, siendo necesario examinar la forma del hilo o en su defecto los foliolos en la primera hoja en ensayos de laboratorio (Renzi *et al.* 2010).

Tabla 5. Características morfológicas distintivas de las *Vicias* cultivadas en Argentina.

Característica	<i>V. sativa</i>	<i>V. villosa</i>
Foliólos en primera hoja	Dos	Cuatro, ocasionalmente seis
Pubescencia del tallo	Escasa	Densa-sedosa
Tallos de planta adulta	Delgados y frágiles (diámetro = 2 a 4 mm), poco ramificados	Poco consistentes, muy ramificados (largo ~ 100-200 cm)
Foliolos de hojas superiores	Cuatro a 8 pares, ovales, con escotadura y mucrón en el ápice	Cinco a 16 pares, linear-lanceolados hasta aovados-alargados
Estípulas	Dentadas, con un nectario	Enteras, lanceoladas y semi-sagitadas
Racimo floral	Corto (longitud = 15 a 20 mm), axilares, con 1-2 flores	Alargado (largo ~ 150 mm), laxo, unilaterales, con 10-30 flores de 15-18 mm de largo sub-péndulas, violáceas.
Vaina	Lineal, comprimida (largo = 35 a 70 mm, ancho = 5 a 9 mm)	Estipitada, comprimida (largo = 20 a 30 mm, ancho = 5 a 9 mm), glabra
Semilla	Ligeramente aplanada (diámetro = 4 a 5 mm), color variable comúnmente castaño oscuro, café rojizo	Esférica (diámetro = 3,5 a 4,0 mm), negro opaco, aterciopelada
Hilo	Oval-lineal, deprimido en los márgenes y hendidura elevada en la parte media de color claro (largo = 1,8 a 3,0 mm, ancho = 0,5 a 0,8 mm)	Oblongo u ovado, al mismo nivel que la superficie de la semilla, liso y plano (largo = 2,0 a 2,5 mm, ancho = 0,5 a 0,8 mm)

(Parodi 1959, USDA 1962 y 1965, Schoth y McKee 1962, Fu et al. 1996)

La siguiente clave distingue a los taxa de *Vicia* difundidas en el país, conforme a su comportamiento productivo y adaptación al medio según Labarthe y Pelta (1971), Matic y Nagel (2009) y experiencias propias. La descripción incluye cultivares de origen Español, Francés y criollo. Algunas de las variedades descriptas probablemente se encuentren impuras y otras pueden haberse perdido, siendo recomendable su reintroducción desde otros países.

Clave para diferentes materiales de vicia en Argentina

Producción de forraje precoz. Buena a moderada palatabilidad. Floración temprana y determinada. Predominantemente autógama. Baja a nula presencia de semillas con dormancia física a la madurez y resiembra natural.

Buena capacidad de rebrote.

Moderada resistencia al frío, buena producción de forraje. Peso de semilla de 55-65 mg. (***V. sativa* cv. La Enramada INTA**).

Ciclo precoz. Menor resistencia al frío y palatabilidad que *V. sativa*, por su suave pilosidad. Poca dehiscencia de vaina. Peso de semilla de 55-65 mg. (***V. benghalensis* = *V. atropurpurea***).

Escasa capacidad de rebrote.

Ciclo precoz. Muy resistente al frío. Elevada producción de semilla, alto índice de cosecha. Semilla tamaño medio-grande 70-85 mg semilla⁻¹. Porte semi-postrado. Poca dehiscencia de vainas. (***V. sativa* cv Marianna y Francesca**).

Adaptada a zonas húmedas (>350 mm). Flores blancas. Alta dehiscencia de vainas. Susceptible a roya (*Uromyces Vicia-fabae*), *Ascochyta* spp y moderada a *Botrytis* spp. Peso semilla de 65-70 mg, con bajo contenido de factores no nutritivos (ciano-alanina 0,72%) (***V. sativa* cv Blanchefleur**).

Gran resistencia a *Botrytis* spp., ciclo más largo que *V. sativa*, poca dehiscencia de vainas. Prospera bien sobre suelos húmedos y arcillosos donde otras especies de *Vicia* fracasan. (***V. pannonica* cv. La Vincha INTA**).

Producción de forraje tardío. Baja palatabilidad. Floración tardía e indeterminada. Especies predominantemente alógamas y entomófilas. Desarrollan bien sobre suelos arenosos. Alto porcentaje de semillas con dormancia física a la madurez y buena resiembra natural. Tolerantes a pulgones.

Alta resistencia al frío y a la sequía. Peso semilla de 30-40 mg (***V. villosa* subsp. *villosa*, ecotipos locales del SO de la región Pampeana, cv Alborada INTA, cv Savane**).

Escasa capacidad de rebrote. Pastoreo desde planta joven con 10 nudos tallo⁻¹ hasta elongación de vainas. Tallos más resistentes, ciclo más corto y mayor dehiscencia de vainas que la subsp *villosa*. Peso semilla de 40-47 mg. Resistente a la roya (*Uromyces Vicia-fabae*). (***V. villosa* subsp. *dasyarpa*, cv Tolse “FCA”, cv Capelo**).

Morfológicamente similar a *V. sativa*, pero de menor tamaño, producción de semilla, forraje y tamaño de semilla (≈ 20 mg semilla⁻¹). Alta dehiscencia de vainas. Buena tolerancia a bajos pH. (***V. s. subsp. nigra = V. angustifolia***).

Especies de *Vicia* presentes en la flora natural de Argentina

De las 140-210 especies pertenecientes al género *Vicia*, se estima que aproximadamente entre 13 a 20 especies crecen en Argentina (Stuart Lassetter y Gunn 1979). En el caso de especies de *Vicia* nativas del Norte Argentino, Vanni y Kurtz (2005) realizaron un estudio taxonómico y desarrollaron una clave para la identificación de *Vicia epetiolaris* Burkart, *V. gramínea* Sm., *V. linearifolia* Hook & Arn., *V. macrograminea* Burkart, *V. nana* Vogel, *V. pampicola* Burkart, *V. stenophylla* Vogel, *V. tephrosioides* Vogel, *V. setifolia* Kunth y *V. andicola* Kunth.

De estas especies destacan a dos subespecies de *Vicia epetiolaris* como buenas forrajeras y apetecidas por el ganado, de ciclo inverno-primaveral y que se encuentran en pasturas naturales, comúnmente en suelos y lomadas arenosas. También enumera a *V. gramínea* como forrajera utilizada en pasturas naturales del NE Argentino para engorde de vacunos, por su abundancia y productividad (Vanni y Kurtz 2005). Previamente Manganaro (1919), y al igual que para *V. setifolia*, menciona que *V. gramínea* se encuentra ampliamente distribuida desde Chubut hasta el norte de Argentina, siendo una forrajera que se adapta a un amplio rango de suelos, desde pesados e inundables hasta arenosos, con gran plasticidad fenotípica. Además de su uso forrajero, *V. gramínea* es mencionada como una especie rica en lectina, proteína utilizada como reactivo bioquímico para el diagnóstico en medicina (Labouriau 1968, Micucci y Camps 1987).

V. pampicola ocupa una buena distribución en el centro de Argentina y es poco frecuente en suelos arenosos, forrajera anual de desarrollo exiguo, pero de fácil resiembra (Steibel y Troiani 2008). *V. linearifolia* es una especie que se destaca por su adaptación a ambientes secos y suelos pobres del norte de la Patagonia aunque su producción forrajera es baja. Existen antecedentes de cultivo en Bahía Blanca y en la sierra de Curamalal, donde probablemente se citó de forma errónea como *V. montevidensis*. Esta última, es una forrajera de limitada importancia por su corta duración y escaso desarrollo (Manganaro 1919).

Las *Vicia* nativas del sur de Argentina están escasamente estudiadas. Entre ellas se destaca *V. nigricans* Hooker & Arnott subsp. *nigricans*, por el potencial forrajero de las poblaciones espontáneas (Covas 1978). Esta especie, distribuida en el extremo oeste del país pertenece al subgénero *Vicilla* y se caracteriza por ser una planta pubescente, con tallo tetrágono, con 9-10 folíolos oblongo-elípticos, estípulas semisagitadas, pedúnculo el doble más largo que la hoja y con muchas flores reunidas y apretadas (Figura 16) (Stuart Lassetter y Gunn 1979).



Figura 16. *V. nigricans* en floración durante el mes de noviembre en Bariloche-Río Negro (a), inflorescencias (b), vainas en diferente estado de madurez (c y d) y semillas (e).

Stuart Lassetter y Gunn (1979) relacionan a *V. nigricans* subsp. *nigricans* de Sudamérica, con la subsp. *gigantea* de las costas del Pacífico en Norteamérica y *V. menziesii* Sprengel., esta última endémica de la isla de Hawaii y única especie nativa de Oceanía, todas pertenecientes al subgénero *Vicilla*. Es probable que la subsp. *nigricans* nativa del oeste de Argentina, en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut y de Chile, para las provincias de Valparaíso y Aysen, haya ingresado mediante semillas trasportadas por aves migratorias desde Norteamérica. Para *V. menziesii*, el tamaño de la semilla (5-8 mm), la dureza del tegumento y los antecedentes de polinización por aves nativas de Hawaii, favorecidos por el gran tamaño de la flor, confirmarían la hipótesis de migración por aves. *V. bijuga* y *V. pampícola* son otras dos especies del género que habitan en pastizales áridos y semiáridos de la Patagonia. La riqueza y distribución de las especies de leguminosas es limitada posiblemente por un pastoreo selectivo de herbívoros, debido al mayor contenido proteico en relación a especies gramíneas de la comunidad y a condiciones edáficas limitantes para un adecuado crecimiento y desarrollo. Para *V. bijuga* la frecuencia de aparición se incrementó en áreas excluidas del pastoreo por un periodo prolongado en relación a aquellas pastoreadas (Stronati et al. 2009). Finalmente, *V. magellanica* Hook. se desarrolla de forma efímera sobre la parte más austral de la Patagonia (Manganaro 1919). Las *Vicias* junto a otras leguminosas adaptadas a ecosistemas áridos perturbados representan un recurso fitogenético de alto valor agronómico. Un programa de recolección y conservación permitiría reducir el riesgo de erosión genética como resultado de la destrucción de hábitat y posibilitar su empleo en programas de mejoramiento. Varias leguminosas nativas patagónicas sirven de alimento para herbívoros nativos y animales domésticos. También son especies de interés para los apicultores en la Patagonia. Estudios realizados en la Universidad Nacional de la Patagonia certifican la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico por las especies nativas de *Vicia*, lo que posibilitaría incrementar el nitrógeno del suelo, elemento crítico para la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los ecosistemas áridos (Stronati et al. 2009).

En la Figura 17 se detalla la distribución geográfica de las *Vicias* de Argentina presentes como ejemplares de herbarios en el Museo Nacional de La Plata y el Instituto de Botánica Darwiniano. Algunos de los nombres incluidos en la Figura 17 es probable que se encuentren clasificados de forma errónea. Vanni y Kurtz (2005) consideran que los ejemplares citados como *V. stenophylla* en Argentina corresponden a *V. macrograminea*, al igual que *V. selloi* Vogel, y *V. dibentata* Hooker, como sinónimo de *V. gramínea*. Para esta especie, Manganato (1919) menciona como sinónimos entre especies nativas *V. stenophylla* para *V. gramínea* y *V. montevideensis* Vog. para *V. platensis* Speg., y Schifino-Wittmann (2000) menciona *V. epeptolaris* como sinónimo de *V. gramínea* y *V. macrograminea* para *V. stenophylla*. La gran variabilidad que presentan complica la correcta identificación de las especies. Actualmente el herbario del Jardín Botánico de Kew (Hechenleitner *et al.* 2010) está desarrollando una completa revisión taxonómica para 25 especies endémicas de *Vicia* en Sudamérica. Aun así, taxonómicamente el subgénero *Vicilla* requiere más estudios, particularmente en América del sur donde es poco conocido (Francis *et al.* 1999, Van de Wouw *et al.* 2001). Como especies naturalizadas, *V. sativa* subsp. *nigra* (= *V. angustifolia*) se encuentra difundida en algunas regiones del norte de Argentina. Los primeros registros extraídos del Herbario Nacional de La Plata son de 1920. En el sur de Brasil es conocido que *V. sativa* subsp. *sativa* fue introducido por colonos italianos durante el siglo XIX y se cree que *V. sativa* subsp. *nigra* provino junto con el cultivo como maleza, ya que ambas especies son muy similares y difíciles de separar durante la cosecha. Luego de la introducción la expansión de *V. sativa* subsp. *nigra* se produjo en toda el área donde se sembró el cultivo de *V. sativa*, logrando su naturalización (Schifino-Wittmann 2000).

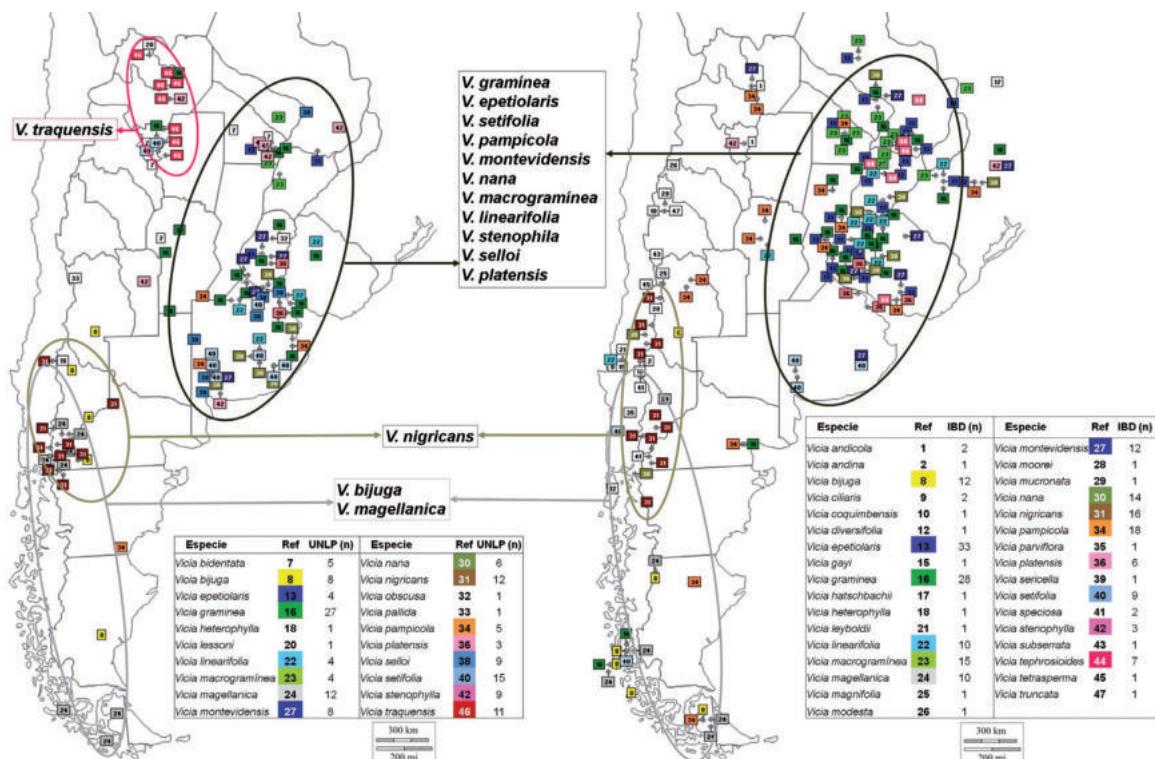


Figura 17. Distribución de especies nativas del género *Vicia* registradas en los Herbarios del Museo Nacional de La Plata (UNLP) y del Instituto de Botánica Darwiniano (IBD).

Otra de las especies de *Vicia* que actualmente se encuentran naturalizadas en Argentina es *V. villosa* subsp. *villosa*. Esta especie posee mayor difusión en el SO de la Región Pampeana sobre suelos de textura arenosa, bien drenados, con precipitaciones mayores a 350 mm anuales (Figura 18). A diferencia de *V. s. subsp. nigra*, su introducción se hizo para uso forrajero y mejorador del suelo. Los primeros registros extraídos del Herbario Nacional de La Plata son de 1898, cuando fue hallada bajo cultivo en La Plata. Es probable que su entrada al país no diste mucho de esa fecha, debido a que en Estados Unidos los antecedentes de importación de semillas de *V. villosa* ocurrieron durante el año 1847, estas provenientes de Europa (Smith 1913).

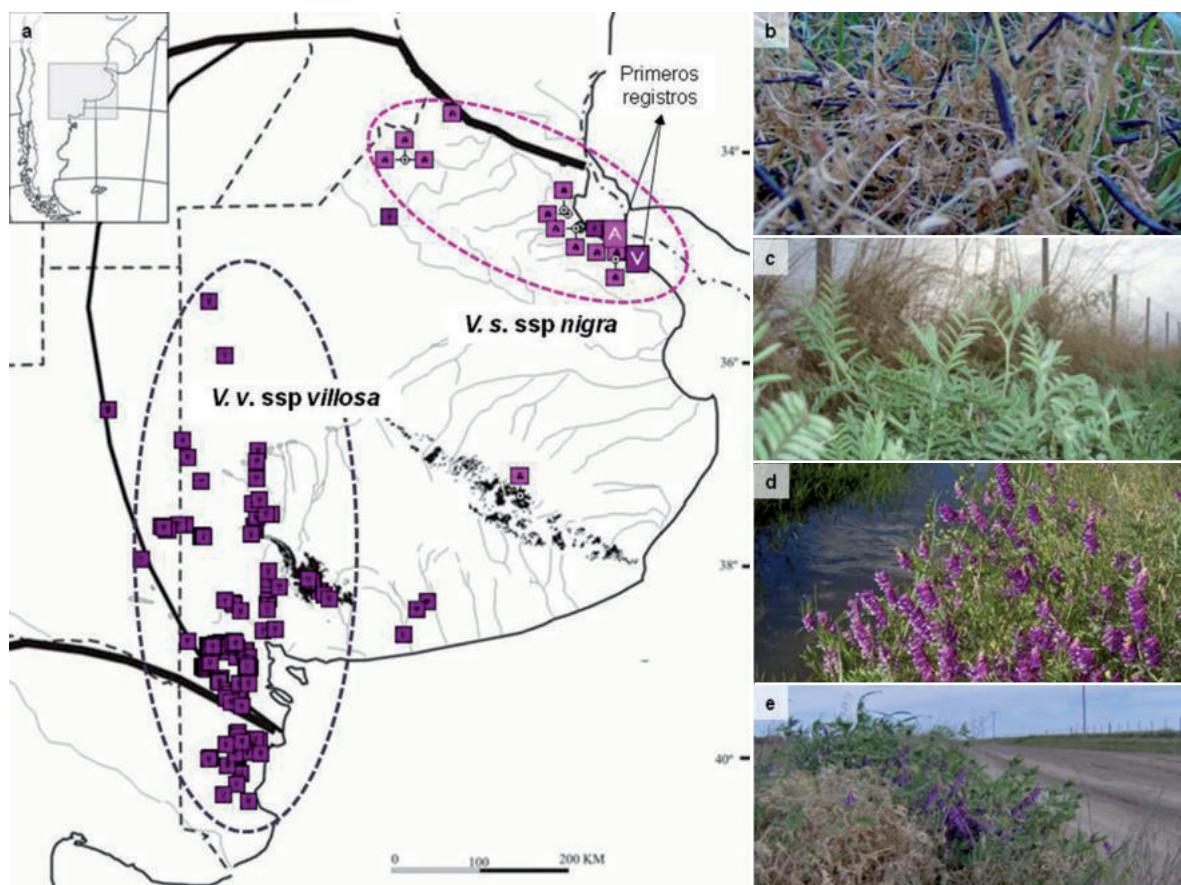


Figura 18. Distribución de *V. sativa* ssp. *nigra* y *V. villosa* ssp. *villosa* naturalizada en la Región Pampeana (a). Imágenes de *V. s. ssp. nigra* (b) en Pergamino, *V. v. ssp. villosa* en Villarino (c), en el valle bonaerense del Río Colorado (d) y en Patagones (e).

Bibliografía

- Aarssen, L.W., Hall, I.V., Jensen, K.I.N. 1986. The biology of Canadian weed: *Vicia angustifolia* L., *V. cracca* L., *V. sativa* L., *V. tetrasperma* (L.) Schreb. and *V. villosa* Roth. Can. J. Plant Sci. 66: 711-737.
- Bartlett, G. 1914. The native and cultivate *Vicieae* and *Phaseoleae* of Ohio. The Ohio Naturalist. 15(2): 393-404.
- Covas, G. 1978. Forrajeras indígenas. Ciencia e Investigación 34:209-213.
- De La Rosa L., González J.M. 2010. The genetic diversity associated with seed proteins in a collection of Spanish underground vetches (*Vicia sativa* L. subsp. *amphicarpa* (Dorthes) Asch. et. Graebn.). Genet. Resour. Crop Evol. 57:565-573.
- De La Rosa, L., Martín, I., Varela, F. 1999. La colección de algarrobas (*Vicia articulata* Hormen) del Centro de Recursos Fitogenéticos del INIA. Invest. Agr. Prod. Prot. Veg 14: 367-381.
- Enneking, D., Maxted, N. 1995. Narbon bean (*Vicia narbonensis* L.). Evolution of Crop Plants, 2nd ed.; Smartt, J., Simmonds, N., Longman, W.: London, pp 316-321
- Francis, C.M., Enneking, D., Abd El Moneim, A. 1999. When and where will vetches have an impact as grain legumes?. En: Knight, R. (ed.) Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21st Century. Proceedings of the Third International Food Legume Research Conference, Adelaide 1997. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture. Vol. 34. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, pp. 671-683.
- Fu, S.M., Hampton, J.G., Forde, M.B. 1996. Identification and seed multiplication of a collection of *Vicia* and *Lathyrus* from southwest Europe. New Zealand Journal of Agricultural Research 39:185-193.
- Gunn, C. 1979. Genus *Vicia* with notes about tribe *Vicieae* (Fabaceae) in Mexico and Central America. U.S. Department of Agricultural, Technical Bulletin N° 1601, 44p.
- Haneit, P., Mettin, D. 1989. Biosystematics of the genus *Vicia* L. (Leguminosae). Annu. Rev. Ecol. Syst. 20:199-223.
- Hechenleitner, P., Burslem, D., Kenicer, G., Pennington, T., Lewis G.P. 2010. Resultados preliminaries sobre la biogeografía y sistemática del género *Vicia* (Leguminosae) en Sudamérica. Actas del X Congreso Latinoamericano de Botánica. La Serena, Chile.
- Hosseinzadeh, Z., Pakravan, M., Tavassoli, A. 2008. Micromorphology of seed in some *Vicia* species from Iran. Rostaniha 9: 96-107.
- Jaaska, V. 1997. Isoenzyme diversity and phylogenetic affinities in *Vicia* subgenus *Vicia* (Fabaceae). Genetic Resources and Crop Evolution 44:557-574.
- Jaaska, V. 2005. Isozyme variation and phylogenetic relationships in *Vicia* subgenus CraCca (Fabaceae). Annals of Botany 96:1085-1096.
- Labarthe, A., Pelta, H. 1971. Informe de *Vicias*. Agencia Cooperativa de Extensión Rural-INTA Tornquist.
- Labouriau, L.G. 1968. Production of seeds of *Vicia graminea* Sm. as a source of Anti-N-lectin. Immunology 15:867-868.
- Ladizinsky, G., Shefer, Y. 1982. Polyploidy in the *Vicia sativa* aggregate. New Phytol. 91: 541-547.
- Laghetti, G., Piergiovanni, A.R., Galasso, I., Hammer, K., Perrino, P. 2000. Single-flowered vetch (*Vicia articulata* Hornem.): A relic crop in Italy. Genetic Resources and Crop Evolution 47: 461–465.
- Linneo, C. 1735-1770. *Systema naturae* [Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis].
- Manganaro, A. 1919. Leguminosas bonaerenses. En: Anales de la Sociedad Científica Argentina. Eds Carrete, E., Lizer, C. Buenos Aires. p77-264.
- Mateo-Box, J.M. 1961. Leguminosas de grano. Salvat eds Barcelona.
- Matic, R., Nagel, S. 2009. Vetch variety sowing guide 2009. National Vetch Breeding Program, SARDI and Richard Saunders Senior Research Agronomist, SARDI, Loxton. 2p.
- Maxted, N. 1993. A phenetic investigation of *Vicia* L. subgenus *Vicia* (Leguminosae, Vicieae). Botanical Journal of the Linnean Society 111:155-182.
- Maxted, N. 1995. An ecogeographical study of *Vicia* subgenus *Vicia*. Systematic and ecogeographic studies on crop gene pools. 8. Rome: International Plant Genetic Resources Institute. 190p.
- Micucci, H., Camps, E. 1987. Lectinas: Obtención, Estructura Química, Propiedades y Aplicaciones Diagnósticas y Farmacológicas. Acta Farm. Bonaerense 6:35-54.
- Nouzová, M., Neumann, P., Navrátilová, A., Galbraith, D.W., Macas, J. 2000. Microarray-based survey of repetitive genomic sequences in *Vicia* spp. Plant Molecular Biology. 45: 229-244.
- Parodi, L.R. 1959. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Ed. Acme SACI. p497-498.
- Piergiovanni, A.R., Taranto, G. 2005. Specific differentiation in *Vicia* genus by means of capillary electrophoresis. Journal of Chromatography A 1069:253-260.
- Potokina, E., Blattner, F.R., Alexandrova, T., Bachmann, K. 2002. AFLP diversity in the common vetch (*Vicia sativa* L.) on the world scale. Theor Appl Genet 105:58–67.
- Potokina, E.K. 1997. *Vicia sativa* L. aggregate (Fabaceae) in the flora of former USSR. Genetic Resources and Crop Evolution 44:199-209.

- Potokina, E.K., Vaughan, D.A., Eggi, E.E., Tomooka, N. 2000. Population diversity of the *Vicia sativa* agg. (*Fabaceae*) in the flora of the former USSR deduced from RAPD and seed protein analyses. *Genetic Resources and Crop Evolution* 47: 171-183.
- Renzi, J.P., Lasa, J.C., Cantamutto, M.A. 2010. Caracterización morfológica de semillas de *Vicia* spp. *Actas de I Jornada de mejoramiento genético de forrajeras*. P139. Instituto Fitotécnico de Santa Catalina-FCAyF-UNLP.
- Romero Zarco, C. 1999. *Vicia en Castroviejo* (coor.), Flora Ibérica Vol. VII (i): 360-417. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- Schifino-Wittmann, M.T. 2000. The cytogenetics and evolution of forage legumes from Rio Grande do Sul: a review. *Genetics and Molecular Biology* 23: 989-995.
- Schoth, H.A., McKee, R. 1962. The vetches. 205-210. En: *Forages: The science of grassland agriculture*. Hugues, H. D., Heath, M.E., Metcalfe, D.S. (Ed.). The Iowa State University Press.
- Sevimay, C.S., Guloglu, D., Khawar, K.M. 2005. Karyotype analysis of eight Turkish vetch (*Vicia sativa* L.) cultivars. *Pak. J. Bot.* 37: 313-317.
- Smith, J., Valenzuela, H. 2002. Woollypod Vetch. Cooperative Extension Service. University of Hawaii at Manoa. Sustainable Agriculture Green Manure Crops. 3p. <http://www.ctahr.hawaii.edu/sustainag>
- Smith, W. 1913. The Book of Vetch. Indiana, EEUU p220.
- Steibel, P.E., Troiani, H.O. 2008. Orden Rosales. Universidad Nacional de la Pampa, Facultad de Agronomía. 7p.
- Stronati, M., Brevedan, R.E., Busso, C.A. 2009. Legume richness in the extra-Andean Patagonia. En: *Frontiers in Biodiversity Studies* (Eds. Thangadurai, D., Busso, C.A., y Hijri, M.). Bioscience Publications (biosciencepublications@asia.com / Agrobios, India (in press).
- Stuart Lassetter, J., Gunn, C. 1979. *Vicia menziesii* Sprengel (*Fabaceae*) Rediscovered: Its Taxonomic Relationships. *Pacific Science*. 33(1): 85-101.
- Tardío Pato, J.F., García Gonzalo, P., Ortiz Marcide, J.M. 1998. Observaciones cariológicas en *Vicia amphicarpa* sensu lato. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 56(2): 261-268.
- Tate, M., Enneking, D. 2006. Vetch: from feed to food?. *Grain legume*. 47:14-15. <http://www.grainlegumes.com>
- USDA. 1962. Seeds. Ed. Continental, S.A. 1962. p 766-769, 330-334, 446-448.
- USDA. 1965. Semillas. Manual para el análisis de su calidad. Ed. Herrero. p293-298.
- Van de Wouw, M., Maxted, N., Ford Lloyd, B.V. 2003. A multivariate and cladistic study of *Vicia* L. ser. *Vicia* (*Fabaceae*) based on analysis of morphological characters. *Plant Syst. Evol.* 237: 19–39.
- Van de Wouw, M., Enneking, D., Robertson, L. D., Maxted, N. 2001. Vetches (*Vicia* L.). Capítulo 9. In: Maxted, N. and Bennett, S. J., Eds. *Plant Genetic Resources of Legumes in the Mediterranean*. Dordrecht: Kluwer. p132-157.
- Vanni, RO., Kurtz, D. 2005. Nueva variedad y precisiones taxonómicas para el género *Vicia* (Leguminosae) en el norte de la Argentina. *Darwiniana* 43: 216-231.
- Weber, L.H., Schifino-Wittmann, M.T. 1999. The *Vicia sativa* L. aggregate (*Fabaceae*) in Southern Brazil. *Genetic Resources and Crop Evolution* 46: 207-211.
- Yeater, K.M., Bollero, G.A., Bullock, D.G., Rayburn, A.L., Rodriguez-Zas, S. 2004. Assessment of genetic variation in hairy vetch using canonical discriminant analysis. *Crop Science* 44:185-189.

CAPÍTULO 2

Panorama Actual

Juan Pablo Renzi

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascásubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Miguel Ángel Cantamutto

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Distribución eco-geográfica del género *Vicia*

Especies de *Vicia* se pueden encontrar en Europa, Asia, Norteamérica, en las zonas templadas de Sudamérica y en regiones tropicales del este de África. El centro de diversificación primaria del género se sitúa en el Próximo Oriente y en Oriente Medio localizándose la mayor parte de las especies en la región florística Oeste-asiática o Irano-turánica. Especies nativas de este género no se hallan presente en Australia, sudeste de Asia y sur de África (Hanelt y Mettin 1989, Reid *et al.* 1992, Van de Wouw *et al.* 2001).

A pesar de que las especies de *Vicia* registradas se aproximan a 200, *V. faba* L., *V. sativa* L., *V. villosa* Roth. y en menor medida *V. ervilia* (L) Willd., *V. pannonica* Crantz y *V. benghalensis* L. se hallan mundialmente difundidas como cultivos de interés (Francis *et al.* 1999). La siembra de otras especies de *Vicia*, como *V. lutea* L., *V. híbrida* L., *V. peregrina* L. y *V. narbonensis* L., se encuentra limitada al sur de Europa, norte de África y norte de Asia occidental. Asimismo existen algunas especies que se hallan restringidas a sitios específicos como, *V. kalakhensis* Khattab, *V. gatmensis* Gomb., *V. tigridis* Mout en Siria y *V. eristaloides* L., y *V. esdraelonensis* L. en Turquía (Maxted 1995).

El área mundial implantada con algunas especies tradicionales como *V. ervilia* y *V. articulata* en general ha ido disminuyendo, mientras que otras especies de reciente domesticación como *V. villosa*, *V. benghalensis* y *V. pannonica* parecerían ir en aumento. La amplia adaptación y excelente capacidad de producción de biomasa forrajera las hacen muy atractivas para los productores (Van de Wouw *et al.* 2001).

El rango de hábitats ocupados por las poblaciones naturales de las *Vicias* es diverso. Este incluye tanto ambientes disturbados, como aéreas cultivadas y márgenes de caminos, así como hábitats sin modificar, como bosques y estepas. En general las especies anuales y perennes del género se adaptan a hábitats abiertos. Los sistemas agrícolas han tenido gran influencia sobre la evolución reciente de este género, particularmente en el “Viejo Mundo”, donde las especies cultivadas han evolucionado en ambientes disturbados, como malezas de cultivos agrícolas. Esta historia evolutiva podría explicar la amplia distribución geográfica observable en la actualidad. Las especies nativas de América rara vez se hallan presentes como malezas en cultivos agrícolas (Hanelt y Mettin 1989). La distribución geográfica de varias especies de *Vicia*, particularmente para las endémicas del subgénero *Vicilla* en Sudamérica, necesita ser revisado, documentado y conservado (Francis *et al.* 1999).

Posibles destinos de las *Vicias*

Las *Vicias* poseen un elevado número de usos agrícolas, que han sido incluso listadas por la amplia base de datos Mansfeld (<http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/>), desarrollada por Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, en Gatersleben (Tate y Enneking 2006). Una clasificación sencilla muestra Mateo-Box (1961) dividiendo a las especies según su principal aprovechamiento agronómico, incluyendo a *V. faba*, *V. narbonensis*, *V. ervilia* y algunos genotipos de *V. sativa* para grano, y *V. sativa*, *V. villosa*, *V. dasycarpa*, *V. benghalensis* y *V. pannonica* para biomasa. Asimismo la mayoría de las especies poseen la ventaja de ser cultivos adaptados al doble propósito, es decir para forraje y semilla (Francis *et al.* 1999). También existen referencias de la utilización de *V. faba*, *V. cracca* L. y *V. sylvatica* L. como ornamentales (Rix 2006).

Aunque la utilización de los granos para consumo humano ha sido limitada, con excepción de *V. faba*, su uso para alimentación animal está bien establecido en diversas regiones del mundo. Desde la década de los 90°, se ha despertado interés por el potencial empleo como legumbre para consumo en monogástricos, limitándose su difusión debido a los factores no nutritivos (FNN) de compleja eliminación, a diferencia de otras leguminosas como lenteja y garbanzo (Enneking *et al.* 1995, Van de Wouw *et al.* 2001).

Debido a la presencia de FNN, *V. sativa* subsp. *sativa* se destina generalmente para forraje o como doble propósito (forraje-semilla). Por su vigor inicial durante el establecimiento y rápido crecimiento invernal presenta elevada aptitud para pastoreos tempranos (Saxena *et al.* 1992). No existe evidencia de que el consumo de granos por los rumiantes produzca efectos adversos sobre la salud animal (Rees 1992). En los animales monogástricos el uso de granos como fuente proteica está limitado por la toxicidad (Francis *et al.* 1999). Existen antecedentes de consumo humano de *V. sativa* cv. Blanchefleur como sustituto barato de lentejas en Egipto, India y Arabia Saudita, importadas desde Australia. No obstante su comercialización se prohibió en 1991 y 1999 debido al contenido de neurotoxinas en las semillas y el riesgo que ello implicaba sobre la salud humana (Rees 1992, Tate *et al.* 1999).

V. sativa subsp. *nigra* (= *V. angustifolia*) puede comportarse como una maleza en varias regiones templadas y sub-tropicales, incluida Argentina, bajo un rango amplio de condiciones edáficas. La subsp. *amphicarpa* posee una distribución más restringida, encontrándose principalmente en zonas más secas del Mediterráneo, Asia occidental y recientemente introducida en Australia. Esta subespecie posee un gran potencial forrajero en ambientes secos de hasta 200 mm anuales, y suelos arenosos o pedregosos. Se destaca por la capacidad para producir frutos aéreos y subterráneos, por lo que puede reproducirse y persistir bajo condiciones de pastoreo continuo (Street *et al.* 2002). Esta especie crece tanto en hábitats con poca intervención humana, en formaciones vegetales abiertas, así como en terrenos agrícolas. Todas estas características hacen que genere un gran interés agronómico para su uso en zonas áridas y semiáridas con capacidad de auto-resiembra y resistente a los efectos del pastoreo durante la floración y fructificación (Tardío Pato 1996). La subsp. *incisa* y *macrocarpa* también se encuentra en el Mediterráneo y Asia occidental, pero ambas tienen una distribución más limitada en relación a otras subespecies.

V. narbonensis L. es utilizada para grano y en menor medida como forrajera. Ocionalmente algunas subespecies se comportan como malezas en regiones del sur de Europa, Mediterráneo y Asia occidental. Actualmente su mayor difusión se produce en Siria, Turquía e Irán. Algunos cultivares de esta especie fueron inscriptos en Australia e Italia (Francis *et al.* 1999). Pertenece a la sección *Narbonensis*, e incluye 5 subespecies o variedades que se diferencian principalmente por el tamaño de la semilla, color del hilo y forma de la vaina entre otras características morfológicas (Enneking 1995). Las subsp. *narbonensis* y *aegyptiaca* son las más utilizadas bajo cultivo y fueron consideradas por Siddique *et al.* (1999) como una de las leguminosas con mayor potencial para su uso en regiones semiáridas. El sabor sulfuroso del grano es una de las limitantes que influye en su utilización para consumo humano (Siddique y Loss 1996). Este sabor se debe a los altos valores (2-3%) de gamma glutamil S- etilen cisteína (GEC, S≈11,6%) reduciendo en gran medida la palatabilidad en rumiantes. Este efecto produce un consumo lento de los granos como suplemento proteico (22-28% de proteína en el grano) por rumiantes pudiendo mejorar la eficiencia en su utilización (Rees 1992). No hay antecedentes de toxicidad aguda por efecto de FNN en rumiantes. No obstante, su uso en vacas lecheras influye en el mal sabor de la leche. En monogástricos, como cerdos y aves de corral, el consumo de granos incluidos en raciones (>10%) reduce la ganancia de peso diario, debido a la baja palatabilidad (Francis *et al.* 1999). El acostumbramiento previo, incrementando paulatinamente la concentración del grano molido en la dieta reduce este inconveniente (Enneking y Maxted 1995). El mayor uso de semillas para animales no rumiantes dependerá de la posibilidad de seleccionar líneas con menores niveles de GEC. Algunos materiales ya se han seleccionado en el sur de Australia (Francis *et al.* 1999). La utilización para forraje o grano se destaca, para climas secos y cálidos, por su buena producción de biomasa, semilla, crecimiento erecto y resistencia a plagas y enfermedades (Saxena *et al.* 1992, Enneking 1995). La mezcla con cereales para su uso en ensilaje se debe realizar cuando el cultivo llega a plena floración (Enneking y Maxted 1995). Rendimientos de granos en el rango de 500 a 1400 kg ha⁻¹ son alcanzables con lluvias de solo 195 a 245 mm durante la

estación de crecimiento (Merbakia *et al.* 2010). La ventaja adicional de crecimiento erecto favorece las operaciones de cosecha (Enneking 1995).

Generalmente este grupo prefiere suelos calcáreos, excepto la var. *jordanica* y la especie *V. hyaenescymus* que se adaptan mejor a suelos arcillosos. *V. serratifolia*, miembro de esta sección, se utiliza frecuentemente como forraje en Europa central y Francia. Del mismo modo, *V. johannis* se encuentra distribuida en el norte de Europa y se adaptada a climas más fríos que *V. narbonensis*. Para esta sección el mayor número de especies y variedades se encuentran en Turquía, Grecia y Siria (Enneking y Maxted 1995, Van de Wouw *et al.* 2001). Varias especies incluidas en la sección *Hypechusa* son también utilizadas como forrajeras. *V. pannonica* Crantz. se cultiva en el sur de Europa, sudoeste de Asia y noreste de África donde crece en hábitats perturbados y puede desarrollarse en altitudes de hasta 2200 m. Su principal uso, al igual que la mayoría de las *Vicias*, es para forraje bajo pastoreo o conservado y como abono verde o cobertura. Los granos de esta especie poseen muy bajos valores de canavanina (CAN), beta ciano-alanina (BCNA) y gamma glutamil S- etilen cisteína (GEC). No obstante el comportamiento de los granos como fuente proteica en rumiantes y monogástricos necesita estudios más detallados para asegurar sus buenas perspectivas como legumbre (Francis *et al.* 1999). Esta especie incluye dos subespecies, *pannonica* de flores amarillas o blancas y *purpurascens* con corola púrpura o violeta. La primera subsp. incluye plantas de mayor longitud y número de tallos, menor cantidad de vainas y peso de semillas, siendo más apropiada para producción de forraje. La subsp. *purpurascens* se caracteriza por tener una floración precoz, mayor periodo de llenado de grano, tallos más cortos, mayor número de vainas por planta con semillas más grande, adaptándose mejor para producción de semilla. Ambas subespecies se pueden cruzar sin dificultad, incrementando la variabilidad en programas de mejora (Firincioglu *et al.* 2011). También dentro de la sección *Hypechusa*, se encuentra *V. noeana* Reuter ex Boiss., una especie de difusión restringida en el noreste del Mediterráneo y cultivada solo en el noreste de Siria. *V. híbrida* se distribuyen ampliamente en todo el Mediterráneo y se utiliza como forraje en Siria. Cultivos de *V. lutea* fueron reportados en la región del Cáucaso e Irán (Francis *et al.* 1999).

Existen varias especies del subgénero *Vicilla* que son cultivadas. Desde comienzo de siglo *V. benghalensis* L. ha sido cultivada para cobertura y abono verde en los estados del noreste de EEUU y más raramente como forrajera en América del sur. En Australia el cultivar Popany es muy popular por su buena producción de biomasa y adaptación a zonas con elevadas precipitaciones. Su distribución natural se encuentra en el Mediterráneo, desde donde se habría extendido a América del Norte. De manera similar que *V. villosa*, esta especie tiene alta concentración de canavanina (>2%) que limita su uso en monogástricos y rumiantes. No obstante su potencial de rendimiento de semilla es bueno debido a la presencia de vainas indehiscentes en la madurez, pudiendo ser cosechada de forma sencilla. Esta especie también puede mostrar efectos de toxicidad ocasional sobre animales bajo pastoreo directo, debido a la acumulación de canavanina en las semillas en formación (Francis *et al.* 1999). Los valores de proteína en el grano son altos, oscilando entre 29 y 33% (Rees 1992).

V. villosa Roth. se distribuye por toda Europa, el Mediterráneo y Asia occidental y se ha naturalizado en América y Japón. Ambas subsp. *villosa* y *dasycarpa* ocupan el segundo lugar de las *Vicias* más cultivadas en el mundo, siendo su principal destino como forraje, abono verde o cultivo de cobertura y apreciadas por su buena producción de biomasa, adaptación al estrés abiótico y resistencia frente a plagas y enfermedades. Ambas subespecies poseen una alta resistencia a nematodos y la maleza parásita *Orobanche crenata*, no conocida en Argentina pero muy difundida en Europa y Asia. El potencial de rendimiento de semilla es muy bajo, y estas poseen una alta concentración de canavanina (>2%) que produce alta mortalidad en bajos porcentajes (<5%) de la dieta en monogástricos. Su uso

para rumiantes también se encuentra limitado. Aunque se han registrado ocasionalmente efectos de toxicidad en animales pastoreando cultivos en estado de formación y llenado de grano, esta especie es muy valorada como forraje debido a su prolongado ciclo, elevada producción de biomasa con bajo índice de cosecha de grano (Saxena et al 1992). Tiene alta resistencia a las heladas y puede ser cultivada en altitudes y latitudes superiores a las otras especies de *Vicia*. Al igual que otras *Vicia*, se comporta como maleza y es utilizada como forrajera, cobertura y abono verde. Los granos de *V. villosa* y *V. benghalensis* contienen altos niveles de aminoácidos tóxicos (CAN) siendo un problema para animales monogástricos, especialmente cuando se presentan como contaminantes en cereales.

Vicia ervilia tiene una distribución mediterránea, y se cultiva como una especie forrajera de menor importancia en el sur de Europa, oeste y centro de Asia y norte de África (Larbi et al. 2011). En relación a otras especies de *Vicia* el contenido de canavanina en semillas es bajo (0,035-0,11%), no así el sabor amargo (Berger et al. 2003). Las semillas pueden utilizarse como fuente proteica (\approx 25%) en rumiantes sin ninguna restricción y poseen un contenido de metionina relativamente alto (Rees 1992). El uso en altas concentraciones en la dieta de aves de corral reduce las ganancias de peso (Sadegui et al. 2004). El remojo del grano incrementa la palatabilidad y digestibilidad en rumiantes (Enneking 1995).

Además de *V. faba*, *V. ervilia* y *V. narbonensis* son las dos únicas especies que poseen atributos morfo-agronómicos adecuados para su uso como grano. No obstante, la presencia de FNN o tóxicos impide su uso como legumbre para consumo humano. Los granos debido a su elevado contenido proteico son adecuados para la alimentación de rumiantes. El desarrollo de granos para animales monogástricos se encuentra todavía en sus primeras etapas (Francis et al. 1999).

Vicia articulata Hornem. también posee una distribución mediterránea y se cultiva en España, Grecia, Turquía y Siria. Es una especie que ha sido designada con muchos nombres botánicos. Era históricamente cultivada en España a principios del siglo pero su área se ha reducido notablemente hasta llegar a cifras irrelevantes. En la actualidad no existen estudios sobre las variedades y tipos agrícolas. El material cultivado está constituido por poblaciones muy heterogéneas (De la Rosa et al. 1999). No obstante esta especie posee un buen comportamiento para su uso como forrajera para pastoreo debido a su crecimiento vigoroso. Asimismo existen antecedentes de uso del grano como fuente proteica en rumiantes. El consumo humano como lenteja negra está documentado en Ecuador, España y Turquía. En algunos sitios de Italia (Sardinia y Apulia) es común que los productores se confundan a *V. articulata* con la lenteja (*Lens culinaris* Medik.) debido al parecido morfológico que tienen las semillas de ambas especies, aunque su valor nutritivo es inferior. Debido a su buen crecimiento, tamaño de grano y rendimiento produce más que la lenteja, pero el elevado contenido de canavanina limita el consumo por parte de animales monogástricos. Actualmente en Australia existen dos líneas experimentales con muy bajos niveles de canavanina (0,1-0,2 %) (Enneking 1995, Francis et al. 1999, Laghetti et al. 2000).

La descripción morfológica de varias especies de *Vicia* cultivadas se detalla en el capítulo 1.

Usos de las vicias en Argentina

Difiriendo con otros países que utilizan el grano de *Vicia* para alimentación animal, los principales destinos de los cultivos de Argentina son la producción de forraje de empleo directo o conservado, como abono verde, cultivo de cobertura y la multiplicación de la semilla para el establecimiento de nuevos cultivos. Para forraje generalmente se utilizan policultivos de *V. villosa* Roth. o *V. sativa* L. consociadas con cereales de invierno, principalmente avena o cebada, y en menor medida centeno y triticale. La difusión del cultivo de soja como fuente proteica probablemente haya influido sobre la escasa superficie

destinada de esta leguminosa para grano. Asimismo el uso de las *Vicias* como legumbres necesita superar una serie de limitantes agronómicas que incluye la inestabilidad en los rendimientos, dificultades para la mecanización de los cultivos y presencia de factores no nutritivos.

Actualmente en Argentina ha resurgido el interés en las *Vicias* para integrarlas a las rotaciones con trigo, maíz o soja. Ello se debe a que poseen capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico y pueden mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, favorecer el reciclado de nutrientes, la presencia de enemigos naturales de plagas, disminuir la incidencia de enfermedades y mejorar la interferencia frente a las malezas (Wheeler y Hill 1957, Schoth y McKee 1962, Puricelli 1996, Howieson *et al.* 2000, Agamennoni y Vanzolini 2006, Capurro y González 2010).

Registro de vicias cultivadas en Argentina

De acuerdo a los ejemplares de herbario del Museo de La Plata, los primeros registros en Argentina de cultivos de *V. sativa* L. datan de 1886, mientras que los de *V. villosa* Roth. se registran a partir de 1898. Es probable que estas dos especies hayan sido introducidas en el país por colonos italianos (Weber *et al.* 1999). No obstante, las investigaciones sobre el potencial agrícola del género se intensificaron luego de 50-60 años. En la Estación Experimental de Pergamino, se difundió en el año 1952 la “selección Pergamino” de *V. sativa*. A partir de 1955 se liberaron al mercado los materiales “La Enramada” de *V. sativa* y “La Vincha” de *V. pannonica* Crantz. Posteriormente los trabajos con *Vicia* se extendieron a Estaciones Experimentales de Bordenave y Anguil distribuyendo entre los productores locales las selecciones mejoradas “Fortinera”, perteneciente a la especie *V. benghalensis* L. (=*V. atropurpurea* Desf.), “Alborada” y “La Tapera”, de *V. villosa* subsp. *villosa* y *V. villosa* subsp. *dasycarpa* respectivamente.

Los informes difundidos hasta la década del 70’ diferenciaban a las especies según su comportamiento agronómico. Sin embargo, la intensidad de los estudios fue decreciendo a partir de los 80’, en consonancia con el crecimiento de la superficie abocada a la agricultura. La mayoría de los materiales genéticos introducidos, mejorados y difundidos por el INTA, se perdieron en este período (Gorostegui 1971, Larreguy 1982).

Las especies de *Vicias* difundidas desde la década del 50’ comúnmente eran utilizadas como forrajeras para pastoreo directo. Es probable que las recomendaciones de la época de mezclas entre especies, incluyendo a *V. sativa*, *V. benghalensis* y *V. villosa* en partes iguales (Labarthe y Pelta 1971), con el fin de estabilizar la oferta forrajera, y la resiembra natural de *V. villosa* en rotación con *V. sativa*, sea la causa de la presencia actual de cultivos con mezcla de especies.

Del total de la superficie bajo cultivo de *Vicia* en la región Pampeana relevada durante 2009 y 2010 se halló que el 19% y el 11% correspondían a la mezcla de *V. sativa* y *V. villosa*. En el relevamiento no se halló a *V. pannonica*, ni *V. benghalensis*, especies que estaban presentes en el país en la década del 70’ (Renzi *et al.* 2010, Renzi *et al.* 2011). En el período 2004 a 2011 se detectó la presencia de *V. villosa* subsp. *villosa* cv. Alborada INTA, ecotipos locales de la misma subespecie, *V. villosa* subsp. *dasycarpa* cv. “Tolse FCA” y Capello, *V. sativa* subsp. *sativa* cv. Francesca, Marianna, Blancheafluor, La Enramada INTA y ecotipos de la subespecie. También se hallaron ecotipos naturalizados de *V. sativa* subsp. *nigra* (= *V. angustifolia*).

En el Catálogo Nacional de Cultivares del Instituto Nacional de Semillas (INASE) solo existen siete cultivares de *Vicia* inscriptos. Es probable que tres de ellos se hayan perdido, mostrando el escaso interés en esta leguminosa por parte de los mejoradores (Tabla 1). Debido a la falta de renovación varietal, las *Vicias* actualmente cultivadas generalmente se corresponden a poblaciones heterogéneas.

La actual tendencia de creciente interés por parte de los productores en la utilización de *Vicia* como cultivo de cobertura o abono verde, y en menor medida como forraje, muestra un escenario favorable para mejorar la especie. Debido a que existe escasa disponibilidad de semilla de *Vicia* en el mercado los precios se han incrementado en los últimos años. La segregación del precio entre especies de *Vicia* más difundida, siendo más costosa en *V. villosa* comparada con *V. sativa*, es probable que se asocie a la demanda diferencial por parte de los productores en función del objetivo de utilización, de su adaptación a diferentes condiciones agroecológicas y de la oferta anual de semillas. Esta última asociada al potencial productivo de cada especie y dificultad en el manejo (ver capítulo 9).

Tabla 1. Cultivares de *Vicia* inscriptos en el catálogo nacional (INASE), año de inscripción, origen y disponibilidad de semilla.

Especie	Cultivar	Año	Origen	Disponible*
<i>V. sativa</i>	Francesca	2006	Italia	Si
	Marianna	2006	Italia	Si
	Hifa	1986	Francia	No
<i>V. villosa</i>	Alborada INTA	1981	Argentina	Si
<i>V. dasycarpa</i>	Tolse FCA	1999	Argentina	Si
<i>V. benghalensis</i>	Fortinera INTA	1981	Argentina	No
<i>V. pannonica</i>	La vincha INTA	1981	Argentina	No

*Disponible en la colección del INTA, EEA H. Ascasubi.

Superficie según destino

Las estadísticas sobre superficie y producción mundial son incompletas, posiblemente debido a la multiplicidad de destinos que tienen las *Vicias*. Los principales países donde se cultiva son Turquía, con 260 mil ha, Australia, con 250 mil ha, China, con 223 mil ha España, con 182 mil ha, y Estados Unidos, con 100 mil ha. El cultivo tiene una importancia secundaria en Líbano, Albania, Siria, Bulgaria, Grecia, Polonia, Lituania, Italia, ex Checoslovaquia y Yugoslavia. Se estima que a nivel mundial el cultivo de las *Vicias* alcanza 1,25 millones de ha (Enneking y Tate 2006).

En Argentina existen escasos registros de superficie implantada anualmente con el cultivo y se considera que la misma es muy fluctuante dependiendo principalmente del precio de la semilla (Puricelli 1996, Brizuela y Cangiano 2011). Debido a que no existen registros de empleo de semilla certificada, se infiere que actualmente solo se utilizan variedades tradicionales o poblaciones impuras mantenidas por los productores.

En base a relevamientos propios realizados en 2010 y 2011 se estimó que la superficie destinada al cultivo de las *Vicias* en la región Pampeana y Cuyo alcanzó aproximadamente unas 30.000 ha por año, representado exclusivamente por *V. sativa*, *V. villosa* subsp. *villosa* y *dasyarpa* y mezcla de ambas especies. Asimismo más del 50 % de la superficie de las *Vicias* se sembró en consociación con cereales de invierno, predominantemente avena. De un total de 13.100 ha relevadas en la región Pampeana durante el periodo 2010 el 63% correspondió a *V. villosa*, el 26% *V. sativa* y un 11% a la mezcla de ambas especies (Renzi et al. 2011). No obstante, en la región de Cuyo *V. sativa* es usada exclusivamente como abono verde debido a su buen comportamiento y facilidad de manejo, en aproximadamente un 4-5% de la superficie total ocupada por viñedos (com. per. P. Guasch).

Para la región Pampeana, *V. villosa* predominó en el sudoeste de la región, mientras que *V. sativa* se distribuyó principalmente el sudeste y norte (Figura 1), coincidiendo con su zona de mayor adaptación (ver capítulo 5). En la campaña 2012 la intención de siembra de *V.*

villosa en el sur de Buenos Aires, específicamente en los partidos de Villarino y Patagones, totalizó unas 3500 ha.

Si bien casi la mitad de la superficie de *V. villosa* se utiliza comúnmente para cobertura del suelo, también se la utiliza para producción de semilla o con doble propósito, pastoreado como verdeo y posterior cosecha de la semilla. La utilización de *V. villosa* como cultivo de cobertura se localiza en el este de Córdoba, sur de Santa Fe y norte de Buenos Aires, generalmente en rotación con maíz. Como cultivo de doble propósito, los lotes de *V. villosa* se ubicaron en el sudoeste de Buenos Aires y este de La Pampa (Figura 1) (Renzi *et al.* 2011).

V. villosa presenta gran adaptación y estabilidad productiva bajo las condiciones semiáridas del sudoeste de Buenos Aires y este de La Pampa, debido a su tolerancia al frío, resistencia a la sequía y adaptación a un amplio rango de condiciones edáficas (Rees 1992, Francis *et al.* 1999, Brandaeter y Netland 1999, Brandaeter *et al.* 2000 2002 2008, Teasdale *et al.* 2004). Esta especie posee capacidad potencial para naturalizarse, debido a la presencia de dormancia en las semillas, entre otros factores (Keatinge *et al.* 1998, Snapp *et al.* 2005, Renzi y Cantamutto 2009). Posiblemente por ello, el 14% de la superficie de *V. villosa* relevada en esta región en 2010 correspondió a cultivos establecidos por resiembra natural (Renzi *et al.* 2011).

Durante 2010 el principal destino de *V. sativa* fue la producción de semilla, aunque también se registró el empleo como cultivo de cobertura. Los lotes para semilla, se ubicaron en el sudeste y norte de Buenos Aires y en el valle bonaerense del Río Colorado (Figura 1). Al igual que *V. villosa*, el empleo de *V. sativa* como cultivo de cobertura ha comenzado a ser incluido en la planificación de los sistemas productivos del centro y norte de la región Pampeana, debido a los beneficios sobre la fertilidad del suelo y sustentabilidad del agroecosistema (Wilke y Snapp 2008).

Los datos obtenidos durante los relevamientos realizados en 2010/11, muestran que los cultivos de *V. villosa* y *V. sativa* se encuentran distribuidos en toda la región Pampeana,

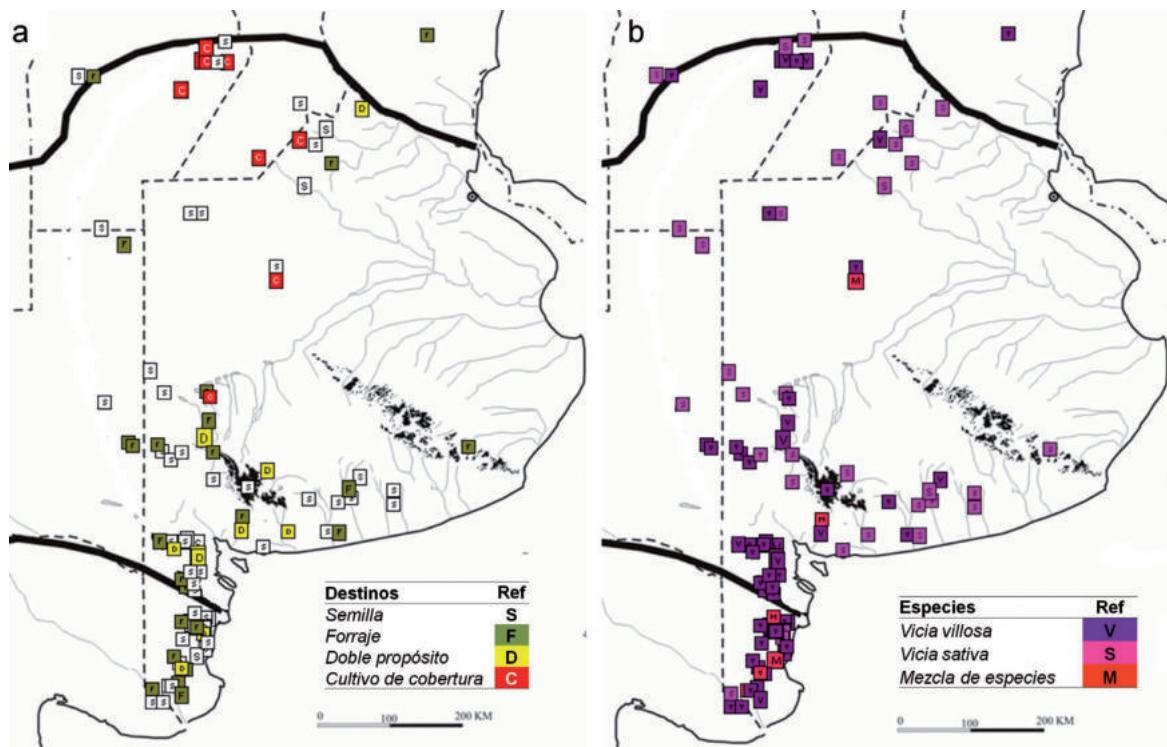


Figura 1. Distribución de lotes con cultivos de *Vicias* en la región Pampeana durante el 2010, discriminada por destinos (a) y especies (b). Cada cuadro representa un lote mayor a 50 ha.

presentando buena adaptación agronómica (Renzi *et al.* 2011). Dada la capacidad para fijar nitrógeno atmosférico, el crecimiento de la superficie cultivada con las *Vicias* en la región Pampeana mejoraría el balance de este nutriente de la agricultura y contribuiría a aumentar la diversidad biológica de los sistemas agrícolas del país.

Perspectivas del cultivo

Nuestro país ha ido centrado su producción agroalimentaria en unos pocos cultivos de granos. Ello resulta peligroso en términos de sustentabilidad ecológica y económica, debido a la escasa biodiversidad y alta dependencia de los insumos externos que esta situación conlleva. Las *Vicias* constituyen una opción para la diversificación agrícola, altamente recomendables para incluir en las rotaciones de zonas con alta productividad y en ambientes semiáridos. Las perspectivas para cada especie de *Vicia* varían en función del objetivo de uso y de las condiciones agroecológicas (ver capítulo 5). En la figura 2 se presenta los potenciales nichos de utilización.

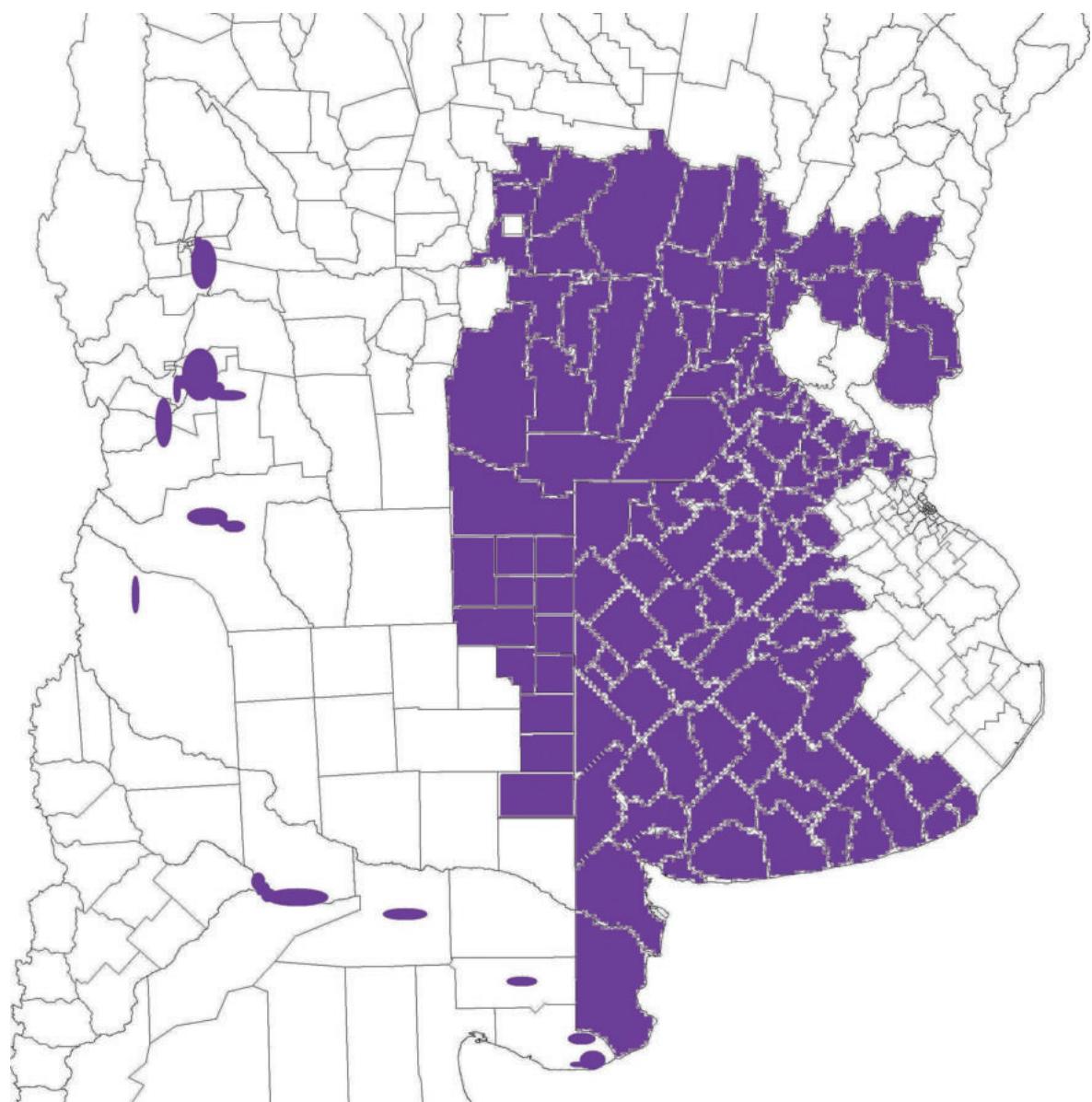


Figura 2. Potenciales sitios de utilización del cultivo de *Vicia*.

En la región de Cuyo y los valles irrigados de Río Negro, el cultivo de *V. sativa* como abono verde en viñedos, frutales y árboles forestales se destaca por su buena adaptación, producción de biomasa y aporte de N, tolerancia al sombreado y facilidad de manejo debido a que los tallos de esta especie no se trepan sobre la vid y frutales como ocurre con *V. villosa* (Clark 1998).

En el sudeste y norte Bonaerense, y valles irrigados el uso de *V. sativa* como forraje se destaca sobre *V. villosa* debido a su mejor crecimiento inicial, mayor contenido de carbohidratos no estructurales (azúcares), mayor palatabilidad y menor concentración de factores anti-nutritivos (Figura 3) (Renzi *et al.* 2009).

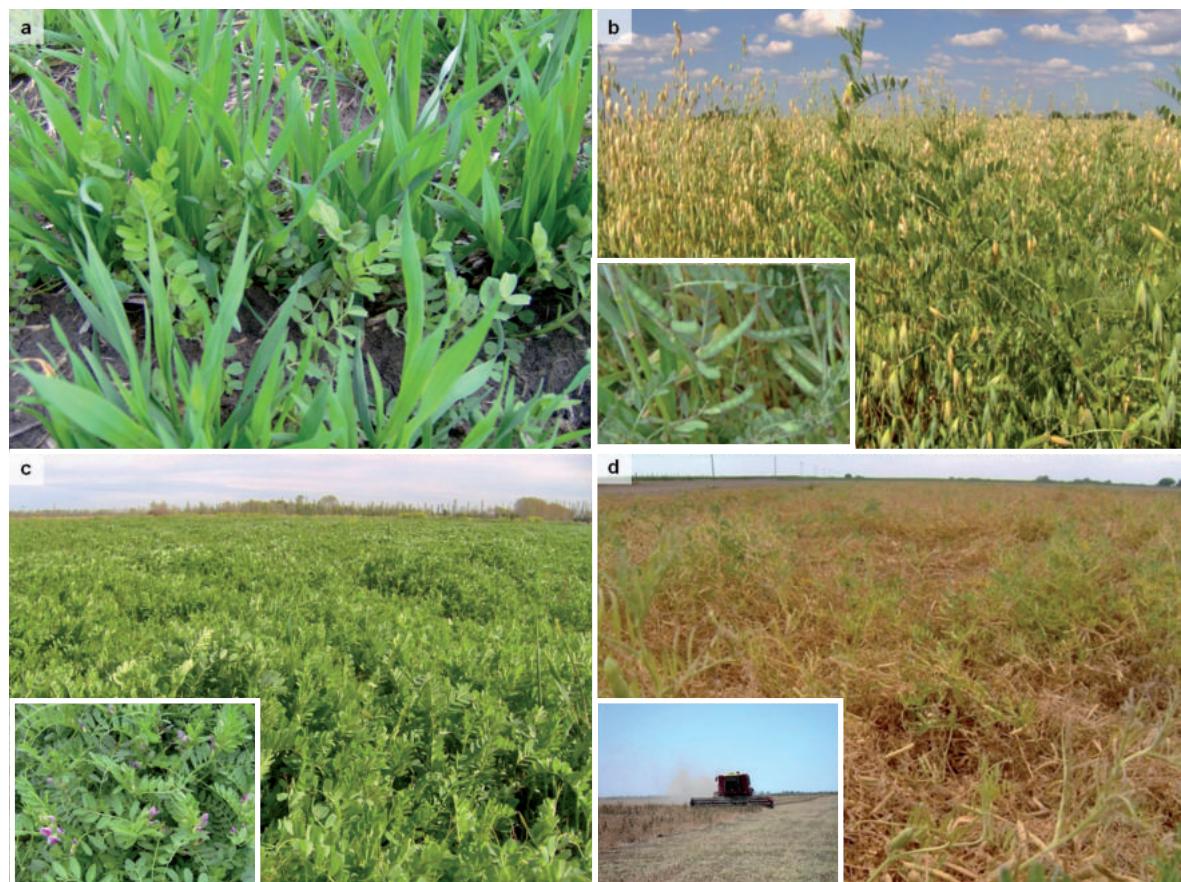


Figura 3. Consociación de *V. sativa* y avena para forraje (a) y semilla (b) y siembra pura de *V. sativa* (c y d).

Como se mencionó, la mayor superficie de *Vicia* utilizada como cultivo de cobertura se localiza en el este de Córdoba y sur de Santa Fe, donde se siembra generalmente como antecesor de maíz. El norte y sudeste Bonaerense, y los valles irrigados del Río Colorado y Río Negro se presentan como zonas potenciales de utilización. Dentro de las *Vicias*, la especie *villosa* es la que mejor se adapta como CC por su producción de biomasa, resistencia al frío y facilidad de control previo a la siembra del cultivo principal (Figura 4). No obstante no se descarta el uso de *V. sativa* como CC.

Es importante destacar que debido al proceso de agriculturización sostenido a lo largo de estos últimos años, la inclusión de *Vicias* en secuencias con cultivos de verano es una práctica que ha cobrado interés. Las razones de su adopción son las múltiples mejoras que se observan tanto en el ambiente de suelo como en el cultivo comercial, y que no están supeditadas únicamente al nitrógeno que aportan. Respecto de este aporte, se ha determinado que la magnitud del mismo es altamente dependiente del volumen de materia

seca que acumule la *Vicia* durante su ciclo de crecimiento. En trabajos realizados por el INTA, se ha establecido un promedio de 37 kg N ha⁻¹ por cada tonelada de materia seca acumulada en *Vicias* en floración (Vanzolini 2011). En el caso de un cultivo de cobertura de *Vicia*, este nitrógeno será liberado durante el ciclo del cultivo comercial, cubriendo parte de sus requerimientos. Este aporte no es menor si consideramos la tendencia creciente en el precio de los fertilizantes de síntesis petroquímica (ver capítulo 10).

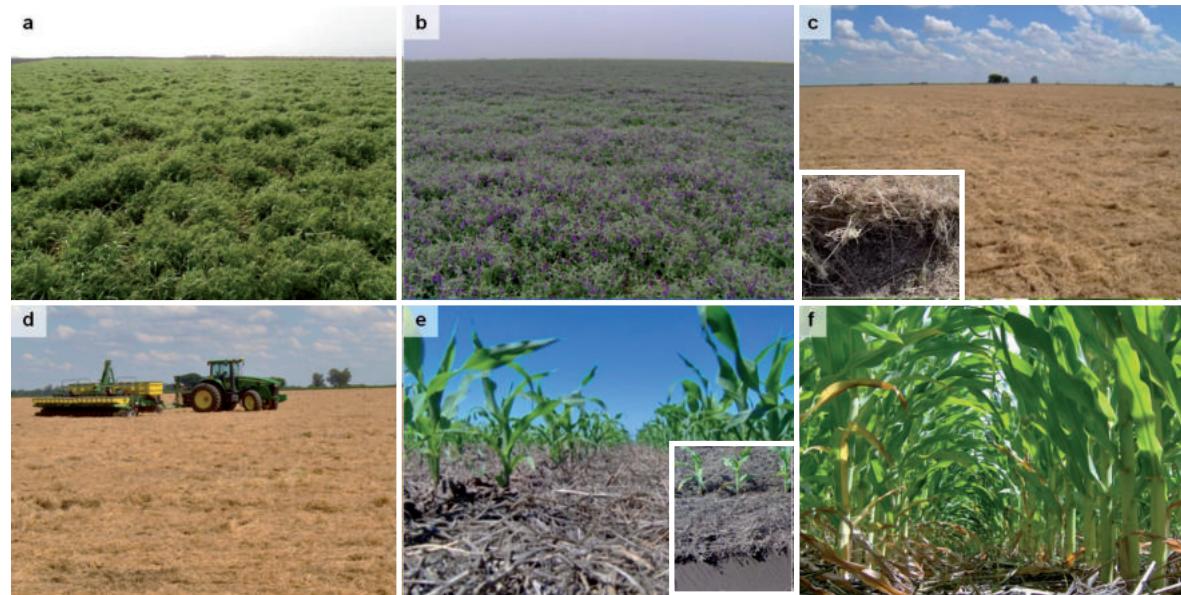


Figura 4. Secuencia de *V. villosa* como cultivo de cobertura (CC), desde el estado vegetativo (a), en floración (b) y desecado (c). Siembra de maíz sobre el residuo de *Vicia* (d), maíz en 3-4 hojas (e), y con 100% de cobertura (f).

En el sur, sudoeste Bonaerense y este de La Pampa la especie con mayor adaptación es *V. villosa* (Figura 5). Los múltiples usos y flexibilidad en el manejo posibilitan al productor destinar al cultivo a pastoreo de bovinos y ovinos, confección de rollos o producción de semilla. A nivel regional existe la oportunidad de abastecer con semilla de *V. villosa* a la zona núcleo para su uso como CC cuando las condiciones ambientales favorezcan una buena producción. Existe también la alternativa de almacenarla durante varios años sin que se vea afectada en gran medida los valores de germinación, ni su calidad física por efecto de algunas plagas frecuentes, como gorgojos o roedores. La posibilidad de utilizar semilla propia para la siembra de verdeos o inter-siembras en pasturas en ambientes marginales reduce en gran medida los costos y riegos de producción debido al elevado precio de la semilla.

Para forraje, la *Vicia* en mezcla con cereales además de mejorar el valor nutritivo contribuye a eliminar los trastornos como la hipocalcemia e hipomagnesemia en animales lactantes, que ocurre en verdeos puros, especialmente en avena (Labarthe y Pelta 1971). Los cultivos de *Vicia* con cereales no producen problemas de empaste en ningún período de pastoreo, mejorando la concentración de proteínas y la digestibilidad del forraje.

Asimismo, desde el punto de vista apícola la floración prolongada de *V. villosa* permite aportar néctar desde noviembre a mediados de diciembre, época donde generalmente se registra un bache de floración (Martínez *et al.* 2008). Un aspecto destacado de esta especie es la posibilidad de resiembra natural e inter-siembra en pasturas perennes degradadas (Renzi y Cantamutto 2009).

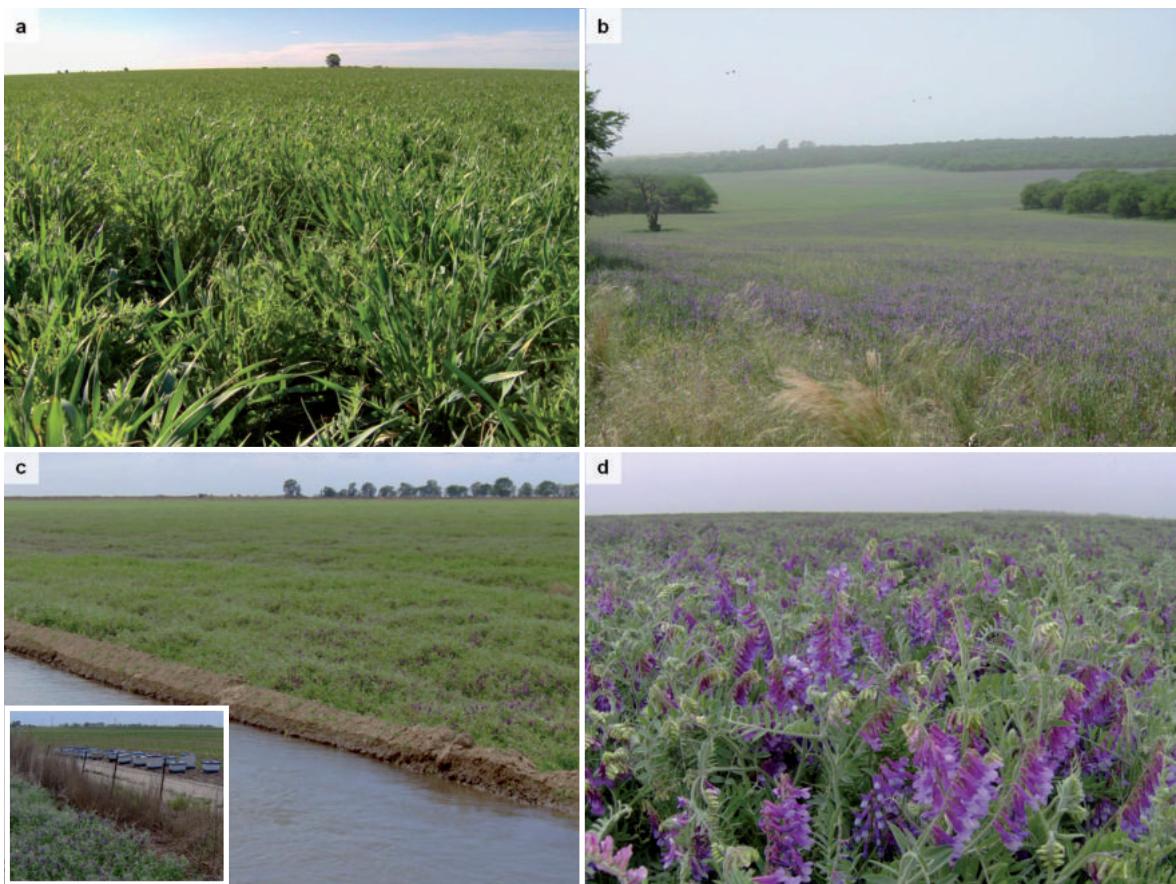


Figura 5. Mezcla de *V. villosa* y avena en el SO Bonaerense (a y b), y siembras puras de *V. villosa* para semilla en el valle bonaerense del Río Colorado.

Limitaciones para la difusión del cultivo

A pesar de que en los últimos años el interés por el cultivo de *Vicia* ha ido incrementándose, todavía se observan algunos problemas de difusión y adopción por parte de los productores en diferentes regiones. Si bien la *Vicia* es conocida en Argentina desde principios de siglo, su utilización ha sido discontinua, con incremento de la superficie a mediados de siglo y reducciones hasta el año 2002, para luego incrementar nuevamente el interés del cultivo hasta la actualidad.

Dentro de los inconvenientes de su utilización se destaca la falta de accesibilidad por parte de los productores a semillas con precio adecuado y de calidad aceptable, particularmente en *V. villosa*. La oferta de semilla de esta especie presenta una elevada variabilidad interanual lo que repercute en su precio. Asimismo, el potencial de rendimiento de semilla de *V. villosa* es menor que el de *V. sativa*, debido a que los cultivos de *V. villosa* necesitan polinización entomófila (por abejas) y generalmente presentan alta dehiscencia, vaneo, bajo peso de las semillas y escaso índice de cosecha.

Debido a esta inestabilidad en el mercado, la demanda de semillas frecuentemente no es abastecida con la producción nacional. La importación de semillas puede solucionar este inconveniente, siempre y cuando los materiales introducidos presenten buena adaptación y productividad para las condiciones locales.

En otros casos, en años con buena producción, la disponibilidad de semillas supera a la demanda, caracterizada por un consumo inestable. Esta situación ocurre ocasionalmente con *V. sativa*, de mayor potencial de rendimiento, que es multiplicada generalmente en ambientes con mejores condiciones agroecológicas.

Otro de los inconvenientes en la difusión del cultivo de *Vicia* se produce por falta de interés de los productores, especialmente en los casos de arrendamiento, debido a que el uso de *Vicia*, principalmente como CC o abono verde, no genera un retorno económico inmediato y los resultados no son visibles en corto plazo (ver capítulo 10).

Entre los factores de manejo, uno de los principales problemas en el uso de la *Vicia* como CC es la dificultad de secado previo a la siembra de cultivo estival. Asimismo, para producción de semillas, la interferencia de malezas, la presencia de algunas plagas y enfermedades muchas veces repercuten en el rinde final de semilla por falta de un adecuado manejo y control. En los capítulos siguientes se discutirán estrategias de manejo con el fin de obtener el máximo aprovechamiento en función del objetivo de uso.

Bibliografía

- Agamennoni, R., Vanzolini, JI. 2006. Diferentes manejos para la *Vicia* y su efecto sobre el rendimiento y la calidad de trigo. Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta, Argentina.
- Berger, J.D., Robertson, L.D., Cocks, P.S. 2003. Agricultural potential of Mediterranean grain and forage legumes: 2) Anti-nutritional factor concentrations in the genus *Vicia*. Genetic Resources and Crop Evolution 50:201-212.
- Brandaeter, L.O., Heggen, H., Riley, H., Stubhaug, E., Henriksen, T.M. 2008. Winter survival, biomass accumulation and N mineralization of winter annual and biennial legumes sown at various times of year in Northern Temperate Regions. European Journal Agronomy 28:437-448.
- Brandaeter, L.O., Netland, J. 1999. Winter annual legumes for use as cover crops in row crops in Northern Regions: I. Field experiments. Crop Science 39:1369-1379.
- Brandaeter, L.O., Olsmo, A., Tronsmo, A.M., Fykse, H. 2002. Freezing resistance of winter annual and biennial legumes at different developmental stages. Crop Science 42:437-443.
- Brandaeter, L.O., Smeby, T., Tronsmo, A.M., Netland, J. 2000. Winter annual legumes for use as cover crops in row crops in Northern Regions: II. Frost resistance study. Crop Science 40:175-181.
- Brizuela, M.A., Cangiano, C.A. 2011. Especies forrajeras cultivadas en Argentina. p. 31-62. En: Producción animal en pastoreo. Cangiano, C.A., Brizuela, M.A Ed. Ediciones INTA. 512 pp.
- Capurro, J., González, MC. 2010. Fertilización y cultivos de cobertura en maíz. Para mejorar la producción 44. INTA EEA Oliveros. 45-48.
- Clark, A. 1998. Woollypod Vetch. Managing Cover Crops Profitably, second edition. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, MD, 152-155.
- Covas, G. 1978. Forrajeras indígenas. Ciencia e Investigación 34:209-213.
- De la Rosa, L., Martín, I., Varela, F. 1999. La colección de algarrobas (*Vicia articulata* Hormen) del Centro de Recursos Fitogenéticos del INIA. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg 14 (3): 367-381.
- Enneking, D. 1995. The toxicity of *Vicia* species and their utilisation as grain legumes. Centre for Legumes in Mediterranean Agriculture (CLIMA) OCCasional Publication No. 6, University of Western Australia, Nedlands W.A. (First edition, Enneking, D. (1994) PhD thesis, University of Adelaide).
- Enneking, D., Lahliou, A., Noutfia, A., Bounejmate, M., 1995. A note of *Vicia ervilia* cultivation, utilisation and toxicity in Moroc. Al Awamia 89: 141-148.
- Enneking, D., Maxted, N. 1995. Narbon bean (*Vicia narbonensis* L.). Evolution of Crop Plants, 2nd ed.; Smartt, J., Simmonds, N., Longman, W.: London, pp 316-321.
- Enneking, D., Tate, M. 2006. Global vetch production. Grain legume. 47:14-15.
- Firincioglu, H.K., Unal, S., Dogruyol, L. 2011. Phenotypic variation of *Vicia pannonica* Crantz (var. *pannonica* and var *purpurascens*) in central Turkey. Journal of Central European Agriculture 12: 82-91.
- Francis, C.M., Enneking, D., Abd El Moneim, A. 1999. When and where will vetches have an impact as grain legumes?. En: Knight, R. (ed.) Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21st Century. Proceedings of the Third International Food Legume Research Conference, Adelaide 1997. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture. Vol. 34. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, pp. 671-683.
- Gorostegui, J. 1971. Variedades vegetales del INTA. Cultivares creados o introducidos desde 1958. Colección Agropecuaria del INTA N° 19. 528 p.
- Hanelt, P., Mettin, D. 1989. Biosystematics of the genus *Vicia* L. (Leguminosae). Annu. Rev. Ecol. Syst. 20:199-223.
- Howieson, J.G., O'Hara, G.W., Carr, S.J. 2000. Changing roles for legumes in Mediterranean agriculture: developments from an Australian perspective. Field Crops Research 65: 107:122.
- Keatinge, J.D.H., Aiming Qi, T.R., Wheeler, R.H., Ellis, R.J., Summerfield, R.J. 1998. Effects of temperature and photoperiod on phenology as a guide to the selection of annual legume cover and

- green manure crops for hillside farming systems. *Field Crops Research* 57:139-152.
- Labarthe, A., Pelta, H. 1971. Informe de *Vicias*. Agencia Cooperativa de Extensión Rural-INTA Tornquist.
 - Laghetti, G., Piergiovanni, A.R., Galasso, I., Hammer, K., Perrino, P. 2000. Single-flowered vetch (*Vicia articulata* Hornem.): A relic crop in Italy. *Genetic Resources and Crop Evolution* 47: 461–465.
 - Larbi, A., Abd El Moneim, A.M.A., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011. Intra-species variations in yield and quality determinants in *Vicia* species: 1.Bitter vetch (*Vicia ervilia* L.). *Animal Feed Science and Technology* 165: 278-287.
 - Larreguy, OC. 1982. Catálogo de cultivares creados e introducidos por el INTA de 1970 a 1977. Colección Agropecuaria del INTA N° 21. 195 p.
 - Martinez, E., Renzi, J.P., Matarazzo, R., Schmid, E. 2008. Efecto de la polinización en cultivos de interés apícola e industrial. Apitrack R, Información apícola N° 177.
 - Mateo-Box, J.M. 1961. Leguminosas de grano. Salvat eds Barcelona.
 - Maxted, N. 1995. An ecogeographical study of *Vicia* subgenus *Vicia*. Systematic and ecogeographic studies on crop gene pools. 8. Rome: International Plant Genetic Resources Institute. 190p.
 - Merbakia, A., Abbas, K., Abdelguerfi, A. 2010. Phenology and agronomic performance of the species *Vicia narbonensis* L. in the Semi-arid Region of Sétif. *Journal of Agronomy* 9: 75-81.
 - Puricelli, CA. 1996. La consociación avena más *Vicia* en el S.O de Buenos Aires una revisión de antecedentes. Serie didáctica N° 2. INTA, EEA Bordenave. p. 14.
 - Rees, R. 1992. The International and Local Market Prospects for *Vicia* and *Lathyrus*. Proceedings of the *Vicia/Lathyrus* Workshop, Perth, Western Australia. p77.
 - Reid, R., Bettencourt, E., Konopka, J. 1992. Genetics Resources of *Lathyrus* and *Vicia*, and Associated Quarantine Problems. Proceedings of the *Vicia/Lathyrus* Workshop, Perth, Western Australia. p77.
 - Renzi, J., Marinissen, J., Oriente, S., Cantamutto, M. 2009. Valor nutritivo de *Vicia* spp. en siembra pura y en mezcla con *Avena sativa* L. *Revista Argentina de Producción Animal* 29:482-483.
 - Renzi, J.P., Lasa, J.C., Cantamutto, M.A. 2010. Caracterización morfológica de semillas de *Vicia* spp. Actas de I Jornada de mejoramiento genético de forrajeras. P139.
 - Renzi, J.P., Reinoso, O., Varela, S., García, F., Cantamutto, MA. 2011. Distribución y destinos del cultivo de *Vicia* spp. en la Región Pampeana. Rev. Análisis de semillas. 5(18):40-42.
 - Renzi, JP., Cantamutto, MA. 2009. Dormancia y germinación en semillas de *Vicia villosa* Roth. Rev. Análisis de semillas. 3(9):84-89.
 - Rix, M. 2006. *Vicia sylvatica* L. (Leguminosae). The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Blackwell Publishing Ltd. pp214-222.
 - Saxena, M.C., Abd El Moneim, A.M., Ratinam, M. 1992. Vetches (*Vicia* spp.) and chicklings (*Lathyrus* spp.) in the farming systems in West Asia and North Africa and improvement of these crops at ICARDA. Proceedings of the *Vicia/Lathyrus* Workshop, Perth, Western Australia. p77.
 - Sadeghi, G., Samie, A., Pourreza, J., Rahmani, H.R. 2005. Canavanine Content and Toxicity of Raw and Treated Bitter Vetch (*Vicia ervilia*) Seeds for Broiler Chicken. *International Journal of Poultry Science* 3: 522-529.
 - Schoth, H.A., McKee, R. 1962. The vetches. 205-210. En: *Forages: The science of grassland agriculture*. Hugues, H. D., Heath, M.E., Metcalfe, D.S. (Ed.). The Iowa State University Press.
 - Siddique, K., Loss, S.P. 1996. Growth and seed yield of vetches (*Vicia* spp.) in south-western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36:587-593.
 - Siddique, K., Loss, S.P., Regan, K.L., Jettner, R.L. 1999. Adaptation and seed yield of cool season grain legumes in Mediterranean environments of south-western Australia. *Australian Journal of Agriculture Research* 50:375-387.
 - Snapp, S.S., Swinton, S.M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J.R., Leep, R., Nyiraneza, J., O'Neil, K. 2005. Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches. *Agronomy Journal* 97:322–332.
 - Street, K.A., Abd El Moneim, A.M., Cocks, P.S. 2002. The performance of subterranean vetch (*Vicia sativa* ssp. *amphicarpa*) in a cereal/pasture rotation in north-west Syria. *Aust. J. Agric. Res.* 53: 609-614.
 - Tardío Pato, J.F. 1996. Ecología, caracterización y evaluación agronómica del taxón *Vicia amphicarpa* Dorthes (Leguminosae). Tesis doctoral. 348p.
 - Tate, M., Enneking, D. 2006. Vetch: from feed to food?. *Grain legume*. 47:14-15. <http://www.grainlegumes.com>.
 - Tate, M., Rathjen, J., Delaere, I., Enneking, D. 1999. Covert trade in toxic vetch continues. *Nature* 400:207.
 - Teasdale, J.R., Devine, T.E., Mosjidis, J.A., Bellinder, R.R., Beste, C.E. 2004. Growth and development of hairy vetch cultivars in the Northeastern United States as influenced by planting and harvesting date. *Agronomy Journal* 92:1266-1271.
 - Vanzolini, J.I. 2011. La *Vicia villosa* como cultivo de cobertura: efectos de corto plazo sobre el suelo y la productividad del maíz bajo riego en el Valle bonaerense del Río Colorado. Tesis de Magister DA-UNS. 134p.

- Van de Wouw, M., Enneking, D., Robertson, LD., Maxted, N. 2001. Vetches (*Vicia* L.). Capítulo 9. In: Maxted, N. and Bennett, S. J., Eds. Plant Genetic Resources of Legumes in the Mediterranean. Dordrecht: Kluwer. p132-157.
- Weber, L.H., Schifino-Wittmann, M.T. 1999. The *Vicia sativa* L. aggregate (Fabaceae) in Southern Brazil. Genetic Resources and Crop Evolution 46: 207–211.
- Wheeler, W.A., Hill, D.D. 1957. Grassland seeds. Van Nostrand Co. Princeton, NJ. p. 439-444.
- Wilke, B.J. Snapp, S.S. 2008. Winter cover crops for local ecosystems: linking plant traits and ecosystem function. Journal of the Science of Food and Agriculture 88:551-557.

CAPÍTULO 3

Recursos Genéticos

Lucía De la Rosa Fernández.

Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos (CRF),
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

Recursos fitogenéticos definición y clases

Se entiende por recursos fitogenéticos la diversidad del reino vegetal con valor para el presente o para el futuro. Según Esquinas Alcázar (1993), se pueden clasificar en los siguientes grupos: especies cultivadas, incluyendo las variedades comerciales, actuales y obsoletas, variedades tradicionales y materiales de mejora y especies silvestres de uso directo, indirecto o potencial. Actualmente, dentro de este último grupo, el interés se centra en las especies silvestres emparentadas con las cultivadas (en inglés, crop wild relatives -CWR). Los términos diversidad agrícola y agrobiodiversidad se emplean también como sinónimos para este material vegetal que constituye la materia prima, tanto para la obtención de nuevas variedades como para la sostenibilidad de los ecosistemas, y muy especialmente en momentos como el que vivimos, cuando el planeta está sometido a condiciones que cambian de forma imprevisible. Es por ello que estos materiales se convierten en recursos imprescindibles para dar respuesta a las nuevas condiciones y necesidades, entre ellas los posibles efectos adversos del cambio climático.

Al igual que sucede con el resto de la biodiversidad, los recursos genéticos vegetales están sufriendo una importante erosión debido a factores como la fragmentación de los hábitats, los cambios climáticos o en los sistemas agrarios, que afectan especialmente a las especies silvestres y a las variedades locales tradicionales. Desde mitad del siglo XX la comunidad internacional no es ajena al problema que supone la erosión acelerada de la biodiversidad. A partir de los años 40, los organismos internacionales, especialmente la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), empezaron a preocuparse por la pérdida de recursos genéticos en el mundo. En 1965 se creó el "Cuadro de Expertos en Prospección e Introducción de Plantas", que se ocupaba principalmente de cultivos y asesoró a la FAO, hasta 1974, sobre recolección, conservación e intercambio de germoplasma. En 1968 se creó el "Cuadro de Expertos en Recursos Genéticos Forestales".

En 1972 el Grupo Consultivo Internacional de Investigación Agraria creó el Consejo Internacional de Recursos Genéticos (IBPGR, actualmente BIOVERSITY, www.bioversityinternational.org) como un organismo no gubernamental, autónomo, con presupuesto propio y sede en Roma que desde entonces ha sido el responsable de promover y facilitar actividades de recolección, conservación, caracterización, evaluación y documentación. Asimismo numerosas organizaciones internacionales, regionales, nacionales y privadas han creado y reforzado programas orientados a la salvaguarda y utilización de recursos genéticos.

En Argentina las primeras actividades de recolección de germoplasma vegetal se iniciaron en la década de 1930 y se consolidaron a partir de 1994 con la puesta en marcha de la Red de Bancos de Germoplasma del INTA del Proyecto Recursos Genéticos: Conservación y Evaluación (Clausen *et al.* 2008). En España las primeras acciones formales en cuanto a conservación de recursos fitogenéticos se iniciaron en los últimos años de la década de los 70 del siglo XX, principalmente dentro del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) adscrito actualmente al Ministerio de Economía y Competitividad. Un hito importante es la creación en 1966 del primer banco español de semillas de especies silvestres en la Escuela de Ingenieros Agrónomos de Madrid, creado por el profesor Cesar Gómez-Campo. Desde 1993 existe el Programa Nacional sobre Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación, en el que participan diversas instituciones, que forman la red española de colecciones de recursos fitogenéticos.

Recursos genéticos del género *Vicia*

Las colecciones de germoplasma de leguminosas a nivel mundial son un reflejo de su importancia como cultivo. Con el objetivo de organizar la gran cantidad de información que se puede encontrar en las bases de datos de recursos fitogenéticos, ésta se va a presentar

en tres apartados: colecciones mundiales, colecciones europeas y colecciones nacionales (Argentina y España).

El género *Vicia* está incluido en la lista del Anexo 1 del Tratado Internacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación y por lo tanto incluido en el sistema multilateral de intercambio de germoplasma vegetal (www.planttreaty.org).

Colecciones internacionales de *Vicia*

Según datos del Sistema Mundial de Información y Alerta sobre los Recursos Fitogenéticos de FAO (<http://apps3.fao.org/wIEWS/wIEWS.jsp>), hay 170 instituciones en el mundo que conservan un total de 80.896 entradas del género *Vicia*. Aunque en la base de datos WIEWS se recoge información de hasta 326 taxones de 158 especies del género, la tabla 1 muestra sólo las especies más importantes, el número de entradas incluidas en todas las colecciones.

Tabla 1. Número entradas por especie conservadas en el total de colecciones del género *Vicia*

Especie	Muestras (n)
<i>Vicia faba</i>	42.996
<i>Vicia sativa</i>	13.635
<i>Vicia ervilia</i>	4.770
<i>Vicia villosa</i>	2.033
<i>Vicia narbonensis</i>	1.291
<i>Vicia peregrina</i>	636
<i>Vicia pannonica</i>	506
<i>Vicia hibrida</i>	408
<i>Vicia angustifolia</i>	399
<i>Vicia lutea</i>	396

Es importante destacar que más de la mitad de las entradas del género corresponden a variedades locales de haba (*Vicia faba*), siendo *V. sativa* la siguiente especie en importancia y seguidas, ya con un número notablemente inferior de muestras, el resto de especie del género. También es preciso mencionar que hay un número importante de entradas del género, más de 9.000 sin asignación de especie.

Las colecciones del género *Vicia* se distribuyen por todo el mundo, así la tabla 2 incluye el número de entradas por institución sólo para los centros que conservan más de 1.000 entradas del género.

Tabla 2. Colecciones mundiales de *Vicia* con más de 1.000 entradas

Código WIEWS	Institución	País	Muestras (n)
SYR002	International Centre for Agricultural Research in Dry Areas	Siria	15.294
RUS001	N.I. Vavilov All -Russian Scientific Research Institute of Plant Industry	Rusia	7.010
AUS039	Australian Temperate Field Crops Collection Genebank, Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research	Australia	5.314
DEU146	Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research	Alemania	5.175
CHN001	Institute of Crop Germplasm Resources, Chinese Academy of Agricultural Sciences	China	4.453
ITA004	Istituto di Genetica Vegetale, Consiglio Nazionale delle Richerche	Italia	3.630
ESP004	Centro de Recursos Fitogenéticos - INIA	España	2.768
USA022	Western Regional Plant Introduction Station, USDA ARS, Washington State University	Estados Unidos de América	2.430
TUR001	Plant Genetic Resources Department	Turquía	2.360

BGR001	Institute for Plant Genetic Resources "K.Malkov"	Bulgaria	2.103
ETH085	Institute of Biodiversity Conservation	Etiopía	2.072
GBR001	School of Biological Sciences, University of Southampton	Reino Unido	1.836
FRA010	Station d'Amélioration des Plantes, INRA	Francia	1.700
ECU003	Instituto de Ciencias Naturales	Ecuador	1.650
POL003	Plant Breeding and Acclimatization Institute	Polonia	1.080

Los bancos de germoplasma conservan una gran cantidad de variedades locales tradicionales, mantenidas por los agricultores generación tras generación. En el caso de *Vicia* este hecho queda patente porque, de las 45.149 entradas a las que se ha asignado categoría para el descriptor “tipo de material”, 26.044 de ellas están clasificadas como variedades locales o landraces.

Por otro lado, el conocimiento del país de origen de las muestras indica la importancia que tienen, o han tenido, las distintas especies para cada país. Así, en la tabla 3 se informa sobre el número de muestras por país de origen para todas las entradas incluidas en WIEWS. En este punto hay un dato que no se puede dejar de comentar y es que casi 29.000 entradas carecen de la información del país de origen, hecho que dificulta su utilización.

Tabla 3. Número de muestras de *Vicia* por país de origen del material.

País origen	Muestras (n)
Turquía	6.498
España	3.395
Etiopía	3.191
Siria	2.848
Rusia	2.173
Italia	2.125
Marruecos	1.970
Alemania	1.827
Portugal	1.624
Grecia	1.489
Bulgaria	1.332
Ecuador	1.247
Perú	1.206
China	1.060
Francia	967

Centrando la atención en la distribución de la colección mundial de *V. sativa*, para la que hay documentadas 13.635 entradas (Tabla 1), se recoge información de 48 taxones para la especie, correspondiendo en mayor número de entradas a la *Vicia* cultivada, identificada de diferentes formas a nivel taxonómico (*V. sativa*, *V. sativa* subsp. *sativa*, *V. sativa* var. *sativa*...) seguida en importancia por número de entradas por *V. sativa* subsp. *nigra*, *V. sativa* subsp. *amphicarpa*. Las colecciones más importantes de este grupo se conservan en instituciones localizadas en, Siria, Rusia, Australia, España, Bulgaria, Estados Unidos, Alemania y Grecia (Tabla 4).

Tabla 4. Instituciones internacionales que mantienen colecciones de *Vicia sativa*.

Código WIEWS	Institución	País	Muestras (n)
SYR002	International Centre for Agricultural Research in Dry Areas	Siria	3.099
RUS001	N.I. Vavilov All-Russian Scientific Research Institute of Plant Industry	Rusia	2.126
AUS039	Australian Temperate Field Crops Collection	Australia	1.307
ESP004	Centro de Recursos Fitogenéticos - INIA	España	939
BGR001	Institute for Plant Genetic Resources "K.Malkov"	Bulgaria	755
USA022	Western Regional Plant Introduction Station, USDA-ARS, Washington State University	Estados Unidos de América	745
DEU146	Genebank, Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research	Alemania	720
GRC006	Fodder Crops and Pastures Institute	Grecia	664

En cuanto al país de origen de las entradas de *V. sativa*, se puede deducir que cada país prioriza la conservación de su propio material puesto que las colecciones más grandes se conservan en los países en los que hay más muestras recolectadas. Dentro de ellos se encuentra Turquía (1.223), Rusia (1.108), España (834), Italia (722), Siria (668), Marruecos (603), Bulgaria (583) y Grecia (565).

Una de las especies de *Vicia* con mayor interés como forraje es *V. villosa*, por lo que a continuación se resume los datos del germoplasma disponible. A nivel mundial se conservan 2.033 entradas de *V. villosa* (Tabla 1), incluyendo tanto entradas de esta especie como subespecies de la misma (subsp. *villosa*, *eriocarpa*, *dasycarpa*). En la tabla 5 se recoge la información de las principales instituciones que conservan entradas de esta especie.

Tabla 5. Instituciones internacionales que mantienen colecciones de *Vicia villosa*.

Código WIEWS	Institución	País	Muestras (n)
SYR002	International Centre for Agricultural Research in Dry Areas	Siria	387
RUS001	N.I. Vavilov All-Russian Scientific Research Institute of Plant Industry	Rusia	245
USA022	Western Regional Plant Introduction Station, USDA-ARS, Washington State University	Estados Unidos de América	156
HUN003	Institute of Agrobotany	Hungría	154
AUS039	Australian Temperate Field Crops Collection	Australia	132
ESP004	Centro de Recursos Fitogenéticos-INIA	España	141
BGR001	Institute for Plant Genetic Resources "K.Malkov"	Bulgaria	137

Los países donde más entradas se han recolectado son: Hungría (198), Turquía (197), Portugal (97), Armenia (75) y Rusia (57).

Colecciones europeas de *Vicia*

La información de este apartado se ha obtenido consultando la base de datos EURISCO (http://eurisco.ecpgr.org/home_page/home.php), que recopila información de los inventarios nacionales desarrollados en cada país, y de bases de datos del Programa Cooperativo Europeo de Recursos Genéticos (ECPGR) http://www.ecpgr.cgiar.org/germplasm_databases.html.

Centrando la atención en las principales colecciones del género *Vicia* europeas, la tabla 6 incluye, identificada por su código en WIEWS y el nombre de la institución, la información del número de entradas de las especies más numerosas del género en cada una de ellas.

Tabla 6. Número de entradas por institución de las especies del género *Vicia* mantenidas en colecciones europeas.

Código WIEWS	Institución	País	Muestras (n)	Entradas más importantes (n)
RUS001	N.I. Vavilov All-Russian Scientific Research Institute of Plant Industry	Rusia	7.010	<i>ervilia</i> 2.879 <i>sativa</i> 2.126 <i>faba</i> 1.259 <i>villosa</i> 245 <i>angustifolia</i> 100 <i>narbonensis</i> 54 <i>pannonica</i> 54 <i>benghlensis</i> 40
DEU146	Genebank, Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research	Alemania	5.175	<i>faba</i> 1.921 <i>sativa</i> 720 <i>angustifolia</i> 157 <i>ervilia</i> 140 <i>villosa</i> 126 <i>johannis</i> 78 <i>narbonensis</i> 77 <i>pannonica</i> 37
ESP004	Centro de Recursos Fitogenéticos - INIA	España	3.241	<i>faba</i> 1626 <i>sativa</i> 963 <i>ervilia</i> 305 <i>villosa</i> 138 <i>articulata</i> 112
BGR001	Institute for Plant Genetic Resources 'K.Malkov'	Bulgaria	2.128	<i>sativa</i> 755 <i>faba</i> 729 <i>villosa</i> 137 <i>angustifolia</i> 82 <i>ervilia</i> 61
POL003	Plant Breeding and Acclimatization Institute	Polonia	1.736	<i>faba</i> 947 <i>sativa</i> 290
HUN003	Institute for Agrobotany	Hungría	866	<i>faba</i> 330 <i>sativa</i> 218 <i>narbonensis</i> 55 <i>ervilia</i> 37
ROM007	Suceava Genebank	Rumania	812	<i>faba</i> 793
NLD037	Centre for Genetic Resources, the Netherlands Plant Research International	Holanda	732	<i>faba</i> 732
CZE090	AGRITEC, Research, Breeding and Services Ltd.	República Checa	730	<i>faba</i> 391 <i>sativa</i> 313
UKR008	Ustymivka Experimental Station of Plant Production	Ucrania	472	<i>sativa</i> 246 <i>narbonensis</i> 51
ARM005	Institute of Botany	Armenia	316	<i>sativa</i> 69 <i>peregrina</i> 36 <i>narbonensis</i> 28

En este punto es preciso destacar el hecho de que, si se comparan los datos de esta con los presentados en la tabla 3 hay algunas discordancias de información, por ejemplo, en EURISCO no aparece el material conservado en el banco de germoplasma de Bari (ITA004) y existe una diferencia en el número de entradas en algunos bancos. Este hecho se puede justificar considerando que los proveedores de material en las dos bases de datos

pueden no ser los mismos o a que los momentos de actualización de toda la información no coinciden.

En Europa, el Programa Cooperativo Europeo de Recursos Genéticos de Plantas tiene entre sus intereses asegurar la conservación de germoplasma a largo plazo, así como fomentar la utilización de recursos fitogenéticos en Europa. Para ello, entre otras actuaciones, dispone de bases de datos por cultivos mantenidas en diferentes centros. Así, en la tabla 7 se recoge la información de las instituciones responsables de las distintas bases de datos de leguminosas.

Tabla 7. Bases de datos, por cultivos, del ECPGR.

Espece/cultivo	Código WIEWS	Institución
Leguminosas menores*	HUN003	Instituto de Agrobotanica, Tápiószele, Hungary
<i>Arachis</i>	BGR001	Instituto de Recursos Genéticos de Plantas K.Malkov, Plovdiv, Bulgaria
<i>Glycine</i>	RUS001	Instituto de Investigacion de Plantas industriales N.I. Vavilov ,St Petersburg, Russian Federation
<i>Lathyrus</i>	FRA092	Laboratorio de Ecología Molecular , Pau, France
<i>Lens</i>	TUR075	Aegean Agricultural Research Institute (AARI), Izmir, Turkey
<i>Lupinus</i>	POL027	Instituto de Genética de Plantas, Poznan, Poland
<i>Phaseolus</i>	AUT002	Austrian Agency for Health and Food Safety, Linz, Austria
<i>Pisum</i>	GBR150	John Innes Institute, Norwich , Reino Unido
<i>Vicia faba</i>	-	Unidad de investigación en genética y ecofisiología de leguminosas, Dijon,France
<i>Vigna</i>	AUT002	Austrian Agency for Health and Food , Linz, Austria

*Información de pasaporte aproximadamente 1.100 de *Astragalus*, *Anthyllis*, *Coronilla*, *Desmodium*, *Hedysarum*, *Melilotus*, *Lotus*, *Onobrychis*, *Ornithopus*, *Physanthurus*, *Tetragonolobus* y *Vicia*.

Estos datos dejan patente que la *Vicia* no es un cultivo con gran extensión en Europa, donde su distribución se centra en algunos países del área mediterránea por lo que a efectos de documentación sólo se ha incluido en una base de datos de leguminosas menores.

Colecciones nacionales de *Vicia*

En este apartado se expondrá la situación de dos colecciones nacionales de *Vicia*, la de Argentina y la de España. En Argentina, la información recogida en WIEWS indica que hay tres instituciones que mantienen colecciones de *Vicia* y que son las que aparecen en la tabla 8.

Tabla 8. Principales instituciones que conservan colecciones de *Vicia* en Argentina

Código WIEWS	Institución
ARG1115	Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz
ARG1342	Banco Base de Germoplasma, Instituto de Recursos Biológicos, INTA, Castelar
ARG1350	Banco Activo de Germoplasma de La Consulta

En la Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz se conservan principalmente especies forrajeras, entre ellas algunas muestras de *V. bijuga* y *V. magellanica*; en el Banco Base de Germoplasma del INTA se conservan muestra de *V. dasycarpa*, *V. epetiolaris* y alguna entrada más en la que no se indica especie. Finalmente, en el Banco de Germoplasma de La Consulta se conservan muestras de *V. faba*, *V. dasycarpa* y *V. epetiolaris*. Además

de esta información, y según comunicación personal de JP Renzi (2012), en la Estación Experimental del INTA Hilario Ascasubi, en Buenos Aires, se están realizando experiencias en agronomía con 55 poblaciones y 10 cultivares de *V. villosa* subsp. *villosa* y *dasycarpa*, y *V. sativa*.

En España, la erosión genética de las leguminosas grano ha sido siempre objeto de interés en el INIA, que a partir de 1977 empezó a realizar expediciones de recolección por toda la Península, financiadas por el propio INIA, la FAO y otros organismos. Simultáneamente las colecciones se incrementaron con donaciones de instituciones nacionales e internacionales. El Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF) es el centro de conservación de duplicados en colección base de semillas de la red española de bancos de germoplasma, y es el centro de documentación de dicha red, responsable de la elaboración y mantenimiento del Inventario Nacional de Recursos Fitogenéticos. También, como banco de Germoplama, desarrolla actividades de multiplicación y caracterización de leguminosas, entre ellas de *V. sativa*. Ya se ha señalado anteriormente la importancia de las colecciones de leguminosas grano en España (Figura 1).

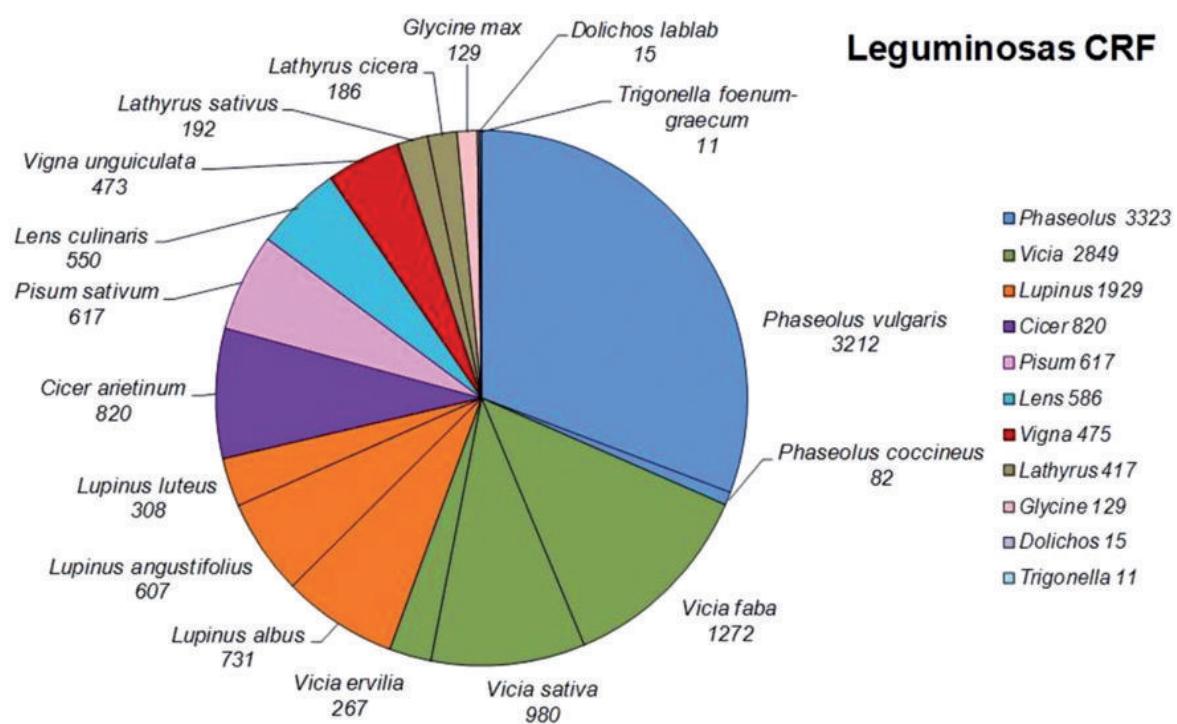


Figura 1. Distribución por géneros de las muestras de especies leguminosas conservadas en el CRF-INIA (España).

Además de los géneros indicados se conserva una pequeña cantidad de muestras de *Cajanus cajan*, *Mucuna deeringiana*, *Rhynchosia minima*, *Canavalia ensiformis* y *Clitoria* sp. procedentes de actividades internacionales de recolección.

Como se puede apreciar, entre las leguminosas grano, el género *Vicia* es el segundo en importancia, siguiendo cuantitativamente a la colección de *Phaseolus*. El número de entradas de cada una de las especies del género muestra a *V. faba* (1.693) como la más importante seguida por *V. sativa* (1.073) y en menor medida por *V. ervilia* (325), *V. articulata* (133), *V. lutea* (43), *V. narbonensis* (35) y *V. peregrina* (19).

En la colección, además de estas especies que se cultivan o que han sido cultivadas en algún momento, se mantienen especies silvestres, que se colectan y se conservan por su

interés como posibles donantes de genes en programas de mejora de las especies cultivadas (*V. benghalensis*, *V. disperma*, *V. hirsuta*, *V. pannonica*, *V. pilosa*, y *V. tetrasperma*). En la figura 2 se muestran algunas de las especies mencionadas.



Figura 2. Flores de distintas especies del género *Vicia*: a) *V. lutea*; b) *V. disperma*; c) *V. benghalensis*; d) *V. hybrida*; e) *V. sativa*; f) *V. pannonica*; g) *V. narbonensis*; h) *V. peregrina*

Finalmente se pasa a detallar el estado de la colección activa de *V. sativa* mantenida en el CRF, que en la actualidad está integrada por 962 entradas, datándose la fecha de recolección más antigua en 1941. Más de la mitad de las entradas son de origen español, aunque también se dispone de material procedente de otros países como Grecia, Siria, Turquía, Irán o Alemania. Más del 80% de las entradas conservadas son variedades tradicionales, adaptadas a condiciones locales de cultivo que, a diferencia de las comerciales caracterizadas por tener una estrecha base genética, conservan la diversidad necesaria para dar respuesta a condiciones ambientales cambiantes. La proporción de variedades locales de *Vicia*, respecto al valor medio para todas las especies conservadas en el CRF está conforme con la afirmación anterior sobre el uso mayoritario de variedades locales de la especie. El resto de entradas de *Vicias* conservadas son materiales silvestres o asilvestrados (15%) mientras que sólo el 2% corresponde a variedades comerciales. Las semillas de *Vicia* son ortodoxas en cuanto a su conservación, por lo tanto la disminución de la humedad del interior de la semilla y la temperatura del lugar de almacenamiento incrementa su viabilidad (Harrington 1965). En el CRF, la conservación de *Vicias* sigue un proceso estandarizado que se inicia con su limpieza seguida de un ensayo de germinación para comprobar la viabilidad de la muestra. Las semillas limpias y con el nivel de germinación

adecuado son desecadas lentamente y envasadas para su correcta conservación, de forma diferencial según sea su destino, así la colección activa se guardan en envases de cristal reutilizables y a -2°C, mientras que la colección base se dispone en envases metálicos no reutilizables y a -18°C.

La caracterización de las colecciones de germoplasma permite mejorar su utilización; con este objetivo se ha trabajado clasificando las entradas españolas de la colección de *Vicia* en tres niveles, morfológico, bioquímico y mediante atributos relacionados con el estrés hídrico. Para el primer nivel se han establecido una lista de descriptores que incluyen variables de tipo fenológico y datos sobre estructuras de la planta, las inflorescencias, los frutos y las semillas (De la Rosa *et al.* 2008, Marcos *et al.* 2010) (Figura 3). Los datos de caracterización obtenidos están a disposición de los usuarios en la web del INIA a través del siguiente enlace: <http://wwwx.inia.es/crf/WWWCRF/CRFesp/Paginaprincipal.asp>

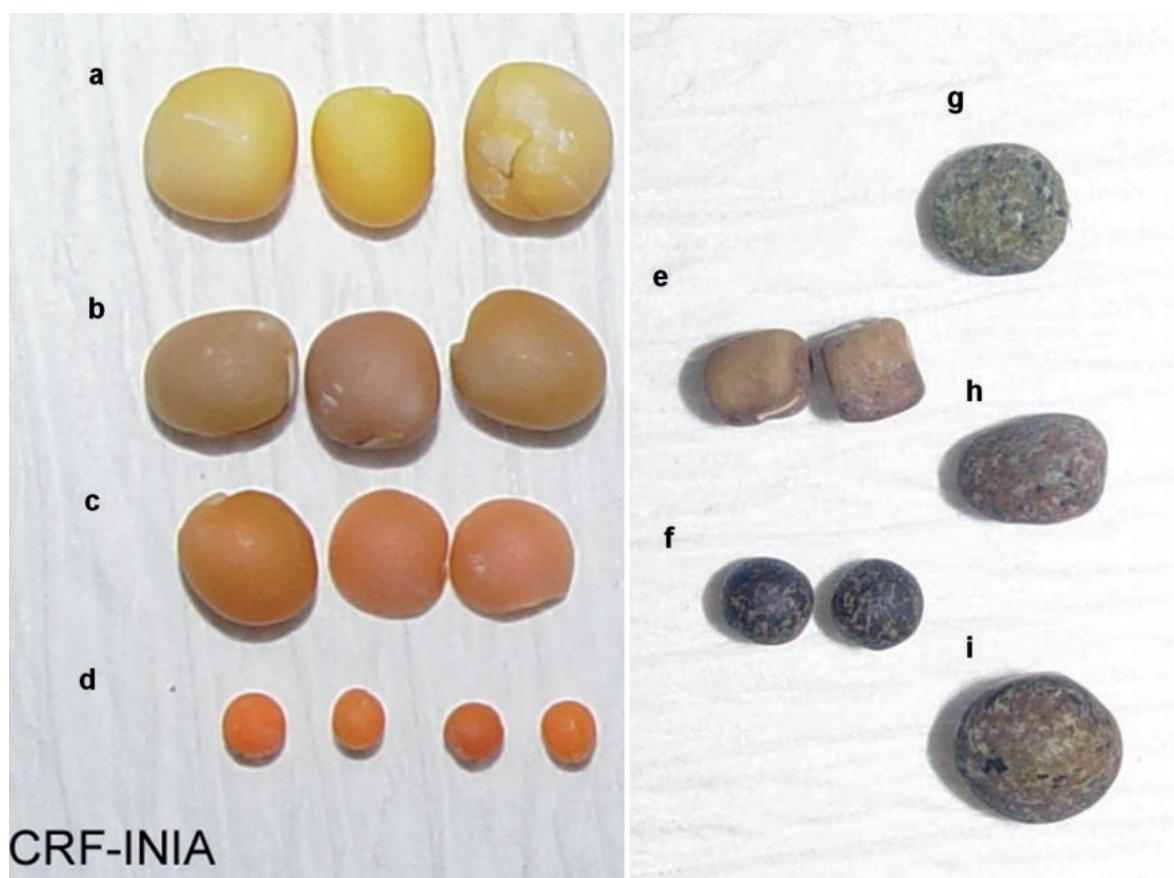


Figura 3. Variabilidad en color del cotiledón en semillas de *Vicia*: a) amarillo (BGE022240), b) amarillo verdoso (BGE004375), c) naranja pálido (BGE041901), d) naranja (BGE029691), y en la forma de la semilla: e) cuadrada (BGE016923), f) esférica (BGE022211), g) lenticular (cv. Vereda), h) angulosa (BGE002035) y i) ovalada (cv. Prontivesa)

La caracterización morfológica se ha complementado con información de variabilidad a nivel bioquímico, mediante el estudio de la diversidad de proteínas de reserva de las semillas (De la Rosa y González 2010, De la Rosa *et al.* 2010), así mismo se ha realizado una evaluación en función de caracteres relacionados con el estrés hídrico, entre ellos niveles de clorofillas, temperatura de la cubierta, contenido en ceras epicuticulares, transpiración

residual o epicuticular, peso específico o superficie foliar específica o contenido hídrico relativo (De Andrés et al. 2008 a y b, De Andrés et al. 2010).

Por lo que respecta a la utilización del material, en el registro histórico del CRF sobre el intercambio puede verse que las primeras peticiones documentadas de esta colección están fechadas en 1993, enviándose desde entonces 440 entradas de *V. sativa*, a las que habría que añadir las entradas que se han movido dentro del CRF para realizar los trabajos de caracterización que se mencionan en los párrafos superiores. Las peticiones se han producido principalmente desde España, aunque también se han producido algunas desde Francia o Siria. La mayoría del intercambio se ha producido con fines de investigación o mejora por parte de centros de investigación, seguido de empresas, mientras que las peticiones recibidas de agricultores o asociaciones agrarias para cultivo directo de *Vicias* suponen sólo el 17% del total.

Finalmente señalar que las colecciones de germoplasma deben estar a disposición de los usuarios. En la actualidad la forma más cómoda y eficaz es su publicación electrónica, a través de formularios que se pueden encontrar en las sedes *on line* de gran cantidad de bancos.

Agradecimientos

Mi gratitud a Edurne Aguiriano, Juan Fajardo y Teresa Marcos, su ayuda ha sido esencial para realizar este trabajo.

Bibliografía

- Clausen, A.M., Ferrer, M.E., Formica, M.B. 2008. Informe nacional sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación en Argentina. FAO 45p.
- De Andrés, E., Zambrana, C., Cadorniga, D., Martín Lammerding, T., Marcos, L., De la Rosa, J.L. Tenorio. 2008a. Estudio preliminar de caracteres fisiológicos de resistencia a la sequía de la colección activa de *Vicia sativa* L. del CRF-INIA. IX Simposium Hispano Portugués de Relaciones Hídricas en las Plantas. Lloret de Mar, Girona (España). Octubre 2008
- De Andrés, EF., Sánchez, F.J., Zambrana, E., Cadorniga, C., Tenorio, J.L. 2010. Estudio de caracteres de resistencia a la sequía en *Vicia sativa* L. En: "X Simposium Hispano-Portugués de Relaciones Hídricas en las Plantas". Cartagena (Murcia) Octubre 2010. CSIC-UPCT. pp. 177-180.
- De Andrés, EF., Zambrana, E., Cadorniga, C., Martín, D., Marcos, T., De la Rosa, L., Tenorio, JL. 2008b. Estudio de caracteres de resistencia a la sequía en la colección activa de *Vicia sativa* L. del CRF-INIA. III Jornadas de la Asociación Española de Leguminosas. IV Seminario de Judíos de la Península Ibérica. Valladolid (España). Septiembre 2008. Actas de la Asociación Española de Leguminosas 3:124-125.
- De la Rosa, L., González, J.M. 2010. The genetic diversity associated with seed proteins in a collection of Spanish underground vetches (*Vicia sativa* L. subsp. *amphicarpa* (Dorthes) Asch. Et Graebn.). Genetic Resources and Crop Evolution. 57: 565- 573
- De la Rosa, L., Marcos, T., González, J.M. 2010. Estudio de la variabilidad de proteínas de reserva de la semilla en una colección de *Vicia sativa* L., conservada en el CRF-INIA. Actas de Horticultura 55:151-152.
- De la Rosa, L., Marcos, T., González, JM. 2008. Análisis de la variabilidad genética en poblaciones locales de veza (*Vicia sativa* L.) mediante el uso de marcadores morfológicos y bioquímicos. IV Congreso de Mejora Genética de Plantas, Córdoba (España), Octubre 2008. Actas de Horticultura. Editores: C.M. Avila, S.G. Atienza, J.I. Cubero, M.T Moreno. Vol 51: 75-76
- Esquinias-Alcázar, JT. 1993. La diversidad genética como material básico para el desarrollo agrícola. En: La Agricultura del siglo XXI. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Harrington, J.F. 1965. New theories on the biochemistry of seed aging. Agron. Abstr., Annual meeting of the American Society of Agronomy, p 41.
- Marcos, T., García, R.M., De Andrés, E.F., De la Rosa, L. 2010. Estudio de caracteres agro-morfológicos y fisiológicos, en una Colección Nuclear preliminar en Veza, conservada en el CRF-INIA. Actas de Horticultura 55:153-154.

CAPÍTULO 4

Caracterización y Mejora

Juan Pablo Renzi

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascasubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Miguel Ángel Cantamutto

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Lucía De la Rosa Fernández

Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos (CRF),
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

Salvador Nadal

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA).

Principios de domesticación

Leguminosas y cereales compartieron el inicio de la agricultura en el Viejo Mundo (Zohary y Hopf 1973). La existencia de registros fósiles en aldeas agrícolas del “Creciente Fértil”, que incluye desde el Valle del Nilo hasta la Mesopotamia, entre los ríos Tigris y Éufrates, pasando por la franja costera del Levante Mediterráneo y la región montañosa del sudeste de la actual Turquía así lo demuestran. Entre las leguminosas, *V. ervilia* (L.) Willd. (yero en castellano), fue pionera, siendo domesticada durante el Neolítico, posiblemente en Anatolia, unos 9.000 años atrás habiéndose encontrado su antecesor silvestre (Zohary y Hopf 1973, Hanelt y Mettin 1989, Zohary 1999). Por su parte, *V. faba* L. (“haba”) fue domesticada algo después que *V. ervilia*, hace alrededor de 7.000 años. La búsqueda del progenitor directo de esta especie todavía continúa, aunque se considera que *V. narbonensis* L. podría ser el antecesor más cercano. Dado que existe incompatibilidad reproductiva entre ambas especies, atribuida a diferencias citológicas, no se descarta que el progenitor de *V. faba* aún este oculto en áreas poco exploradas, como el sudeste de Turquía, Irán o Afganistán (Hanelt y Mettin 1989, Reid *et al.* 1992, Francis *et al.* 1999, Van de Wouw *et al.* 2001). En el caso de *V. sativa* los registros arqueológicos sugieren que era una maleza de los cultivos de trigo, lenteja y de *V. ervilia*, extendiéndose como tal por todo el Mediterráneo. Se considera que la subespecie *nigra* (= *V. angustifolia*), con un amplio polimorfismo y actualmente difundida como maleza en todo el mundo, probablemente dio origen al resto de las subespecies, como *sativa*, *cordata*, *macrocarpa*, *segetalis* entre otras (Sliesaravieius *et al.* 2005). Actualmente todavía no está confirmado si la domesticación de *V. sativa* y *V. ervilia* se produjo primariamente para su uso como forraje o para grano (Van de Wouw *et al.* 2001).

Tabla 1. Algunas especies del género *Vicia* cultivadas para grano o forraje. Se consigna la identificación de factores no-nutritivos (FNN) principales en el grano.

Especie	Uso		Grano	Consumo humano*
	Grano	Forraje	FNN	
<i>V. articulata</i> Hornem.	X	X	CAN ¹	Grano utilizado como lentejas negras
<i>V. benghalensis</i> L.		X	CAN	
<i>V. monantha</i> Retz	X		CAN	Granos para sopa
<i>V. cracca</i> L.		X	GEC ² , CAN	Brotes para guisos y las hojas como té
<i>V. ervilia</i> Willd	X	X	CAN	Granos para sopa
<i>V. faba</i> L.	X		V/CV ⁴	Granos frescos o secos
<i>V. graminea</i> Smith	X		CAN	
<i>V. hirsuta</i> (L.) Gray		X	CAN	Hojas y brotes tiernos hervidos. Granos tostados
<i>V. johannis</i> Taman.	X		V/CV	
<i>V. narbonensis</i> L.	X	X	GEC, V/CV	Hojas y tallos para guisos. Granos.
<i>V. pannonica</i> Crantz	X	X	CAN, BCNA ³ , GEC	
<i>V. peregrina</i>		X	BCNA, V/CV	
<i>V. sativa</i> L. ssp. <i>sativa</i>	X	X	BCNA, V/CV	Harina de granos para panificación, sopas o guisos. Hojas para té. Brotes tiernos para guisos
<i>V. sativa</i> L. ssp. <i>amphicarpa</i>		X	BCNA	
<i>V. villosa</i> ssp. <i>villosa</i> Roth		X	CAN, GEC	Hojas y brotes tiernos para guisos
<i>V. villosa</i> ssp. <i>dasyarpa</i> (Ten) Cav.		X	CAN, GEC	

¹CAN: Canavanina

²GEC: γ -glutamil-S-étilen cisteína

³BCNA: β cianoalanina y γ -glutamil-β cianoalanina

⁴V/CV: Vicina y Covicina

*No debe ser visto como recetas culinarias sino como antecedentes de uso en el pasado, sin conocimiento detallado de la forma de preparación, pudiendo ser riesgoso para el consumo humano.

La co-evolución de algunas especies del género junto a especies de aves, insectos y animales de pastoreo no ha sido suficientemente investigada hasta la actualidad. Los futuros estudios co-evolutivos podrían incluir la dormancia de semillas, la dispersión, toxicidad, palatabilidad, estructura floral e interacción con polinizadores, entre otros factores posiblemente explicativos de esa transformación (Archer y Pyke 1991). Hay que considerar que con la desaparición de algunos ambientes naturales la fauna asociada puede afectarse antes que la interacción pueda ser observada y estudiada. Especies endémicas probablemente dependan de polinizadores específicos para generar la diversidad necesaria y poder evolucionar con las cambiantes condiciones climáticas. Ejemplos interesantes de interacción planta-insectos benéficos y perjudiciales asociados con nectarios extra-florales en *Vicia* (Figura 1) fueron estudiados por Koptur en ambientes nativos y exóticos (1979, 1988 y 1996). Otros estudios ecológicos similares fueron realizados con *V. argentea* Lapeyr. y *V. sepium* L. (García y Antor 1994, Lenoir y Pihlgrin 2006).



Figura 1. Interacción entre insectos benéficos y nectarios extra-florales en *V. grandiflora* y *V. s. subsp. sativa*.

Dentro de las especies de *Vicia* existe gran variabilidad en los atributos agro-morfológicos que determinan la aptitud para el uso del grano. El ideotipo de la *Vicia* para grano es de porte erecto, alto índice de cosecha, elevado rendimiento, bajo contenido de FNN, altos valores de proteínas con un buen contenido de aminoácidos azufrados, además de presentar adaptación al ambiente (Figura 2).

El estado actual de avance en el proceso de domesticación de las principales especies se resume en la Tabla 2. Si bien existen especies aptas para la producción de grano, como *V. faba*, *V. ervilia*, *V. narbonensis* y en menor medida *V. sativa*, la mejora es todavía muy incompleta y su potencial productivo no ha sido completamente explotado hasta la actualidad (Weber *et al.* 1999). Podrían bajarse los niveles de dureza de semilla en la mayoría de las especies y lograr mayor adaptación a condiciones ambientales amplias. Existen líneas experimentales con baja dehiscencia de vainas en *V. sativa* y *V. villosa*, y fuentes de resistencia duradera a enfermedades como *Ascochyta pisi* f.sp. *Viciae*, *Peronospora Viciae*, *Erysiphi pisi* f.sp *Viciae*, *Botrytis cinerea* y nematodos (*Heterodera ciceri* y *Meloidogyne artiellia*) (Francis *et al.* 1999).

El mayor rendimiento de grano de un cultivar doméstico de *V. sativa* frente a los biotipos silvestres se explica por el mayor tamaño de grano ($60 \text{ mg semilla}^{-1}$), sin que existan diferencias en el número de estructuras reproductivas por planta (vainas y semillas) ni en la fenología (Celiktas *et al.* 2006). Si bien algunas especies se incluyen entre las plantas domesticadas más antiguas, desde hace 9.000 años, el progreso genético de las *Vicias* cultivadas como legumbres es menor a los cereales y oleaginosas. La falta de avance en la

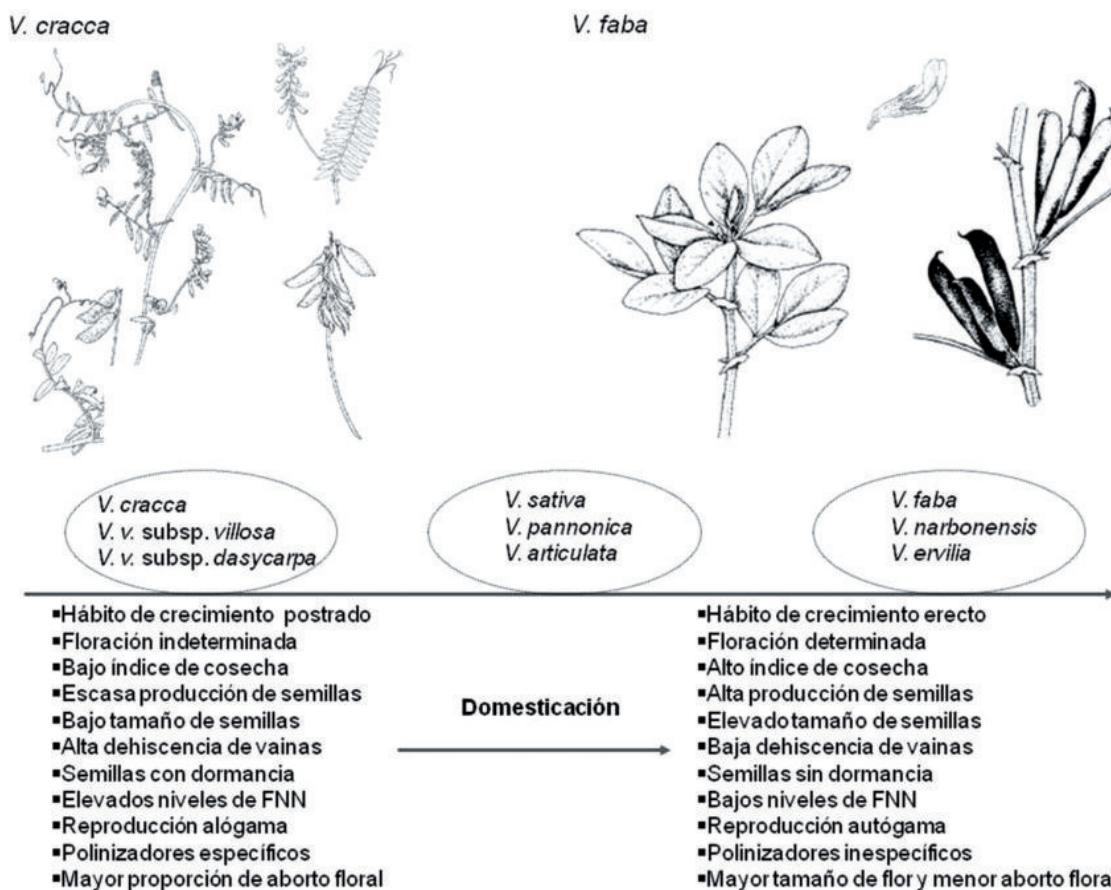


Figura 2. Características agro-morfológicas de *Vicia* asociadas a la domesticación.

mejora puede deberse a que el uso más difundido de las *Vicias* es el forrajero. La presión de selección impuesta a los cultivos forrajeros es en muchos casos opuesta a la requerida para el uso como grano. La semilla de gran tamaño no es necesaria en un cultivo forrajero, así como la producción de biomasa tampoco lo es para uno destinado a grano (Campbell 1997). Aunque hay alguna variedad comercial española para uso específico como grano o forraje, en general la falta de materiales mejorados para fines específicos sin dudas es el principal motivo que atenta contra la difusión del cultivo de las *Vicias* (Hamadi *et al.* 2011).

Tabla 2. Resumen de las características agronómicas de las *Vicias* spp. (modificado de Francis *et al.* 1999).

Especie	Semilla					Hábito de crecimiento	Dehisencia de vainas
	Rinde	Tamaño	Dureza	Proteínas (%)	FNN ¹		
<i>V. articulata</i>	medio	medio	baja	22-26	B-M	Postrado	Media
<i>V. benghalensis</i>	bajo	chico	nula	28-34	A	Postrado	Baja
<i>V. ervilia</i>	medio	chico	nula	21-25	B-M	Erecto	Baja
<i>V. faba</i>	muy alto	muy grande	nula	21-24	B ²	Erecto	Baja
<i>V. híbrida</i>	bajo	muy chico	alta	22-24	B-M	Postrado	Alta
<i>V. narbonensis</i>	alto	grande	baja	21-30	B	Erecto	Baja
<i>V. monantha</i>	bajo	chico	media	22-26	M-A	Postrado	Alta
<i>V. pannonica</i>	bajo	chico	baja	24-26	B	Postrado	Media
<i>V. sativa</i>	alto	chico	baja-media	26-33	M-A	postrado ³	Media
<i>V. villosa</i>	muy bajo	muy chico	muy alta	28-34	A	Postrado	Media

¹- FNN: Factores no-nutritivos. Nivel bajo (B), medio (M) y alto (A).

²- Alto en personas genéticamente susceptibles al favismo.

³-En programas de mejora del ICARDA se han logrado líneas con hábito de crecimiento erecto.

Estructura floral y sistemas de reproducción

Las flores de la *Vicia* presentan la estructura floral típica de las *Papilionoideas* (Figura 3). Con un pétalo estandarte, dos que forman las alas y dos parcialmente unidos que conforman la quilla. Presenta 10 estambres, nueve de los cuales tienen sus filamentos unidos para formar un tubo que encierra al estilo, el décimo estambre permanece separado de los demás. Los cinco pétalos se unen para formar una corola de forma tubular que envuelve a los estambres y al pistilo. En la base de la corola tubular se produce la secreción de néctar. Para las especies de reproducción cruzada, esta estructura floral favorece la acción de polinizadores, específicamente himenópteros, como abejas melíferas, nativas y abejorros (Hanelt y Mettin 1989).

En las especies autógamas, el polen se vierte directamente sobre el estigma cuando las anteras se abren. En las de polinización cruzada, el estigma sobresale ligeramente de las anteras en floración. Los pétalos quilla forman un receptáculo que encierra el tubo estaminal. Cuando un insecto se sitúa sobre el conjunto alas-quilla, frente al estandarte, desplaza dicho conjunto hacia abajo, y hace que salte literalmente el tubo estaminal que rodea al estilo. El abdomen del insecto roza el estigma con lo que el polen que aquel lleva adherido, o bien el de la propia flor se ponen en contacto con las papilas estigmáticas. Este proceso se denomina “tripping”. Cuando el insecto abandona la flor, la quilla recupera su posición original encerrando a las anteras (Poehlman y Sleper 2003).

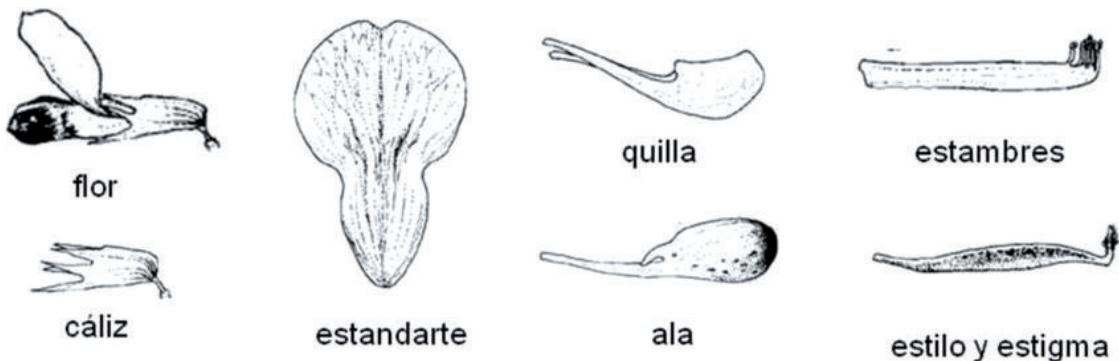


Figura 3. Estructura floral de *Vicia* spp.

El conocimiento del sistema reproductivo resulta prioritario antes de comenzar cualquier trabajo de mejora genética o de conservación del germoplasma de una especie, ya que éste junto con las fuerzas de selección existentes determinará la estructura genética de las poblaciones; estructuras que se verán modificadas por la influencia de la consanguinidad y de la exogamia (Allard 1967).

En las poblaciones de plantas alógamas, la exogamia se ve favorecida por diversos mecanismos, alcanzando dichas poblaciones niveles de heterosis altos. En las poblaciones de plantas autógamas, en cambio, se ven favorecidos los mecanismos que llevan a la consanguinidad, siendo por ello dichas poblaciones, una mezcla de muchas líneas homocigóticas (líneas puras), permaneciendo más o menos independientes entre sí en la reproducción. Estas plantas son homocigotos vigorosos, mientras que si las poblaciones de plantas alógamas las sometemos a autofecundaciones continuadas, con el sustancial aumento del nivel de consanguinidad, en líneas generales sufren una disminución de vigor, además de otros efectos (Allard 1967).

De ahí la importancia de elegir un método de mejora u otro, o de planificar la estrategia ligada a la conservación de su germoplasma. Además, se deberá tener presente que la alta tasa de polinización cruzada, sumada a la selección natural, e inadecuados procedimientos de aislamiento, pueden producir deriva y erosión genética (Zhang y Mosjidis 1998).

Sin embargo, y a pesar de la gran importancia que el mecanismo específico de reproducción tiene, no se encuentra completamente estudiado para la mayoría de las *Vicias* (Tabla 3), aunque debido a la importancia agrícola ello no es así para *V. faba* (Suso *et al.* 1996). En general, las especies perennes son alógamas y aunque las anuales presentan hibridación natural, la mayoría son autofértiles, con algunas excepciones en *V. villosa* ssp. *villosa* y *dasycarpa* (Hanelt y Mettin 1989).

En estudio de la diversidad de caracteres dentro de cada accesión puede ser complementado con marcadores moleculares o polimorfismo enzimático (Van de Wouw *et al.* 2001). Zhang y Mosjidis (1998) clasificaron dos grupos de *Vicia*. En uno con mayor a menor grado de autogamia incluyeron a *V. articulata*, *V. narbonensis*, *V. sativa*, *V. ervilia*, *V. benghalensis*, *V. lutea*, *V. pannonica* y *V. cracca*. En el otro grupo, *V. v. subsp. villosa* y *V. v. subsp. dasycarpa* se caracterizaron por ser predominantemente alógamas, mostrando una mayor variabilidad intra-específica que inter-específica (Figura 4). Es por ello, que un incremento de la diversidad genética es factible mediante mayor número de entradas en relación al tamaño de las mismas para las *Vicias* predominantemente autógamas, y viceversa para las alógamas (Zhang y Mosjidis 1998).

De todas formas, se tendrá que tener en cuenta que las condiciones climáticas, la

entomofauna y su actividad, así como los métodos de cálculo utilizados y otros factores, hacen que los valores obtenidos de fecundaciones cruzadas puedan variar, y en consecuencia su modo de reproducción y su clasificación puede verse afectada.

De forma complementaria al análisis enzimático mencionado, estudios conducidos a campo revelaron que en *V. v. subsp. villosa* la ausencia de insectos entomófilos produjo el aborto de las flores (Figura 5). Flores sin polinizar abortan dentro de los dos días en ambientes cálidos, a diferencia de aquellas polinizadas que se marchitan a las pocas horas para fructificar (Aarssen *et al.* 1986). Asimismo la autopolinización forzada manual tampoco promovió la formación de semillas, probablemente debido a algún tipo de autoincompatibilidad que inhibió la germinación del polen en el estigma de la flor. Para esta subespecie, cruzamientos manuales entre distintas plantas tampoco produjeron semilla, a diferencia de lo observado para la subsp. *dasycarpa* (Zhang y Mosjidis 1998). En *V. v. subsp. villosa* la dehiscencia de las anteras se produce cuando la flor ha completado casi su tamaño final, y es probable que las abejas no solo produzcan el “tripping” sino que también faciliten la ruptura de la membrana estigmática con la liberación de ácidos grasos adherentes promoviendo la germinación del polen y la posterior fecundación (Aarssen *et al.* 1986).

Tabla 3. Sistemas de reproducción de algunas *Vicias* y número cromosómico predominante, de acuerdo a varios autores (Ref.).

Especie	Forma de reproducción	Ref.	Número cromosómico X	2n
<i>V. sativa</i> subsp. <i>sativa</i>	Autógama	1, 4, 7, 11, 15		
<i>V. sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	Predominantemente autógama, con ~ 10-13% de cruzamiento	2, 13, 14, 18	5, 6, 7	10, 12, 14
<i>V. sativa</i> subsp. <i>amphicarpa</i>	Alógama	3, 14	5, 6, 7	10, 12, 14
	Flores subterráneas cleistogamas, aéreas proterandras* predominantemente autógamas	12, 18	6, 7	12, 14
<i>V. villosa</i> subsp. <i>villosa</i>	Autógama	1		
	Predominantemente alógama	3, 6, 7, 14	7	14
	Alógama, auto-incompatible	4		
<i>V. villosa</i> subsp. <i>dasycarpa</i>	Predominantemente alógama	3, 4		
	Predominantemente autógama	8	7	14-28
<i>V. hirsuta</i>	Autógama	2	7	14
<i>V. ervilia</i>	Autógama	2, 4	-----	-----
<i>V. articulata</i>	Autógama, ocasionalmente flores visitadas por insectos.	2, 4, 5, 10	7	14
<i>V. benghalensis</i>	Autógama	4, 7	-----	-----
<i>V. lutea</i>	Autógama	4	-----	-----
<i>V. pannonica</i>	Alógama	3		
	Alógama, auto-fértil	4	6	12
<i>V. narbonensis</i>	Predominantemente autógama, con 5-10% de cruzamiento	9	7	14
<i>V. nana</i>	Autógama	2	-----	-----
<i>V. cracca</i>	Predominantemente autógama	2, 14	7	14-21-28
<i>V. magellanica</i>	-----	2	7	28
<i>V. faba</i>	Parcialmente alógama	16, 17	6	12

1-Poehlman y Sleper, 2003. 2- Hanelt y Mettin, 1989. 3- McGregor, 1976. 4- Zhang y Mosjidis, 1995. 5- De la Rosa *et al.* 1999. 6- Yeater *et al.* 2004. 7- Fu *et al.* 1996. 8- Coraglio *et al.* 2001. 9. Enneking y Maxted 1995. 10: Laghetti *et al.* 2000. 11: Potokina 1997. 12: Tardío Pato *et al.* 1998. 13: Van den Eynden 1953. 14: Aarssen *et al.* 1986. 15: Celiktas *et al.* 2006. 16: Bond y Poulsen 1983. 17: Suso *et al.* 1998. 18: Tardío Pato 1996.

*Anteras alcanzan la madurez en una fase muy temprana, cuando la flor no tiene más de unos milímetros de longitud, mientras que el estigma la alcanza unos pocos días más tarde, todavía con la yema floral cerrada.

En el caso de *V. pannonica* se observó que si bien plantas aisladas y cruzadas manualmente producían semilla, la fructificación se incrementó forzando la autofecundación (Zhang y Mosjidis 1995). La posición relativa del estigma en relación a las anteras probablemente controla la fecundación. En las especies longistilas, de estilos largos y estambres cortos, la tasa de autofecundación disminuye debido a la dificultad de llegada del polen al estigma. Para este último caso, es probable que la formación de semillas se incremente por acción de polinizadores al igual que para las alógamas.

En *V. s. subsp. sativa* la hibridación (cruzas) entre diferentes materiales se realiza generalmente sin inconvenientes. Luego de un día de realizada la emasculación, mediante la extracción de los pétalos (estandarte, quilla y alas) y anteras, se recomienda realizar la polinización para luego cubrir con una bolsa la inflorescencia durante 24 horas (Chowdhury 2004).



Figura 4. Polinización con abejas en *V. villosa* subsp. *villosa*



Figura 5. Jaula de exclusión (a) y aborto floral en ausencia de polinizadores en *V. v. subsp. villosa* (b), y presencia de polinizador natural en *V. s subsp. sativa* (c)

El conocimiento del número de cromosomas y nivel de ploidía resulta de interés para establecer cruzamientos amplios en los programas de mejoramiento. Las especies que incluyen el subgénero *Vicia* son diploides, con variaciones en el número básico cromosómico ($x = 5, 6$ y 7), y del cariotipo, tamaño y morfología de cromosomas. El subgénero *Vicilla* además de presentar una alta frecuencia de especies diploides, posee individuos poliploides (Hanelt y Mettin 1989, Yeater *et al.* 2004).

La variación en el cariotipo determina la factibilidad de obtener híbridos inter-específicos. Existen antecedentes de cruzamiento exitosos entre especies muy distantes, para el agregado de *V. sativa*, con híbridos frecuentemente estériles, pudiendo obtener progenie solamente mediante retro-cruzas y auto-fecundaciones. La obtención de híbridos entre subgéneros o secciones es menos frecuente, con pocos casos reportados (Hanelt y Mettin 1989, Tardío Pato 1996).

La duplicación de cromosomas mediante colchicina puede ser utilizado como estrategia de mejora. En *V. narbonensis* y *V. v. subsp. *villosa** fue posible la creación de individuos autotraploides ($2n = 4x = 28$), logrando el incremento de la variabilidad en la progenie, el tamaño de la planta y reduciendo la división celular y tasa de crecimiento. No obstante, la complejidad del fenómeno, sobre todo en la capacidad para la reproducción sexual, dificulta en gran medida su utilización (Petrattyte *et al.* 2007, Hamadi *et al.* 2011, Tulay y Unal 2010).

Caracterización agro-morfológica e interacción genotipo-ambiente

La caracterización de plantas informa sobre los atributos que permiten establecer las peculiaridades de cada una de ellas y diferenciarla del resto. Las variables de tipo agro-morfológico son las primeras que se deben considerar de cara a las actividades de mejora, porque estos trabajos se van a centrar en la modificación dirigida de estas características para satisfacer necesidades agrícolas concretas.

A pesar de que se estudian las mismas estructuras de la planta, las variables que se consideran y su forma de medirlas son diferentes según se trate de colecciones de germoplasma (ver capítulo 3) o se esté desarrollando material mejorado. En el primer caso, es habitual utilizar listas de descriptores publicados por Bioversity International (www.bioversity.org), mientras que en el segundo se siguen las Guías UPOV (www.upov.int).

Si bien hay que evitar interpretaciones muy generales, los estudios de variabilidad fenotípica proporcionan información de interés (Berger *et al.* 2002a). El estudio y conocimiento de las relaciones directas e indirectas entre el rendimiento y sus componentes son de gran utilidad para la selección en programas de mejoramiento (Yucel 2004, Albayrak y Tongel 2006, Firincioglu *et al.* 2011).

Las relaciones entre rasgos agro-morfológicos puede dar indicios del comportamiento fenológico y productivo (Berger *et al.* 2002a). Berger *et al.* (2002 b), clasificó a varias especies de *Vicias* conforme al tamaño de la semilla, diferenciándolas por su estrategia reproductiva. Los taxones con semilla chica ($\approx <50$ mg semilla $^{-1}$), se destacan por tener una prolongada fase vegetativa, floración-fructificación tardía, corto período de llenado de grano y elevada fecundidad (semillas planta $^{-1}$). Las especies con esta estrategia incrementan la probabilidad de llenar el grano bajo estrés hídrico terminal, en ambientes Mediterráneos, pudiendo compensar parcialmente su producción por la alta generación de estructuras reproductivas (Berger *et al.* 2002b). El incremento del tamaño de semilla en *Vicia* ($> 50-250$ mg semilla $^{-1}$) se relaciona con una menor fecundidad (semillas planta $^{-1}$) y longitud del ciclo (fenología). El mayor tamaño de la semilla impacta sobre el vigor inicial acortando el período vegetativo y entrando rápidamente en la fase reproductiva, logrando una rápida acumulación de biomasa. Al anticiparse el período reproductivo se reduce la probabilidad de estrés hídrico terminal en climas Mediterráneos, y la duración de la fase de llenado de

grano se incrementa repercutiendo en el peso del grano a madurez. La menor influencia de la fenología sobre el rinde junto a la gran variabilidad que presentan los componentes del rendimiento, como peso del grano, dehiscencia, hábito de crecimiento y altura, incrementan la estabilidad de la producción frente a diferentes ambientes y años (Berger *et al.* 2002b). La relación entre fenología y rendimiento para cada genotipo depende de la sincronización en las fases del cultivo y la influencia de las condiciones ambientales (Berger *et al.* 2002b, Firincioglu *et al.* 2007 y 2010). No siempre existe una relación positiva entre el ciclo fenológico y rendimiento forrajero y de semilla (Berger *et al.* 2002a). En implantaciones tempranas la productividad se asocia a una floración precoz, a diferencia de emergencias tardías donde un periodo vegetativo prolongado favorece una mayor acumulación de biomasa y rendimiento de semilla. Asimismo, este es dependiente de la estacionalidad de las lluvias y temperaturas.

En ambientes semiáridos, con precipitaciones irregulares, genotipos con prolongada fase vegetativa y floración tardía e indeterminada pueden aumentar la acumulación de biomasa, cobertura e intercepción de la radiación, incrementando el transporte de asimilados hacia el grano (Berger *et al.* 2002b) (Figura 6). Aunque algunos antecedentes (Larbi *et al.* 2011c) adjudican requerimientos hídricos similares para *V. sativa* y *V. villosa* (≈ 300 mm), esta última podría estar más adaptada a condiciones semiáridas debido a mayor su plasticidad fenológica. No solo la tolerancia al frío y sequía se destaca en *V. v. subsp. villosa* y *dasyarpa*, sino también su respuesta flexible a condiciones ambientales variables (estrés) y propiedades físicas del suelo limitantes (Keatinge *et al.* 1991, Petraityte *et al.* 2007).

Los ciclos precoces son más productivos en climas Mediterráneos, con lluvias desde otoño a principios de primavera, debido a la mayor capacidad de explorar tempranamente los recursos disponibles y “escapar” al estrés hídrico estival durante el llenado de grano (Thomson *et al.* 1997, De la Rosa *et al.* 2002, Seymour *et al.* 2003, van de Wouw 2003, Albayrak y Tongel 2006, Firincioglu *et al.* 2010, 2011, Larbi *et al.* 2011) (Figura 6). El exceso de lluvia durante la maduración también impacta de manera negativa sobre el rinde y calidad de las semillas, siendo preferible genotipos precoces (Van den Eynden 1953, Lloveras *et al.* 2004). Genotipos precoces también poseen mayor productividad en ambientes alpinos (> 2500 m de altura) con temperaturas medias debajo de los 5°C debido a la corta estación de crecimiento (Nan *et al.* 2006).

En ambientes continentales, con inviernos rigurosos y veranos frescos, Firincioglu *et al.* (2010) informaron que siembras otoñales de *V. sativa* incrementaron la duración del periodo de llenado de grano, el peso de semilla e índice de cosecha. A pesar de esto la biomasa y el rendimiento fue mayor en las siembras primaverales por incremento de las tasas de crecimiento y llenado de grano, debido a mejores condiciones ambientales y a la posibilidad de evitar las bajas temperaturas invernales. Es posible que periodos extensos de llenado de grano incrementen la susceptibilidad de ser afectados negativamente por estrés ambiental, como frío o sequía, siendo conveniente genotipos con corto periodo de llenado de grano, pero con altas tasas (Thomson *et al.* 1997, Firincioglu *et al.* 2010).

Para diferentes ambientes, el hábito de crecimiento también puede ser indicador de la productividad y adaptación. El crecimiento postrado de algunos genotipos (p.e: *V. villosa*), en ambientes donde la disponibilidad de recursos no es limitante, con activo crecimiento vegetativo, incrementa el sombreado entre plantas vecinas, reduciendo la eficiencia fotosintética y los rendimientos de forraje y semilla. Asimismo incrementos en la longitud de los tallos también impactan negativamente sobre el peso y rendimiento de semilla en genotipos de crecimiento indeterminados, no así en su producción de forraje que es mayor que en los genotipos determinados (Andrzejewaka *et al.* 2006). Especies con crecimiento erecto, o semi-erecto en menor medida, (*V. faba* > *V. narbonensis* > *V. ervilia* > *V. sativa*) maximizan la captura de recursos del ambiente, tal como luz, agua y nutrientes, debido al menor sombreado y mayor intercepción de la radiación (Berger *et al.* 2002b, Firincioglu *et al.* 2010) (Figura 6).

Los mayores rendimientos de semillas para varias especies de *Vicia* y bajo amplias condiciones ambientales generalmente se correlacionan con un mayor peso absoluto de la semilla, biomasa e índice de cosecha (Tardío Pato 1996, Firincioglu *et al.* 2010, Larbi *et al.* 2011a,b,c,d). El peso del grano tiende a presentar un coeficiente de heredabilidad elevado y estable, facilitando la selección de líneas promisorias (Van de Wouw 2003, Sliesaravierus *et al.* 2005). Debido a que el tamaño del grano tiende a ser un atributo bastante estable, el numero de semillas por superficie (vainas planta⁻¹ x semillas vaina⁻¹) es el factor que más impacta sobre el rendimiento de semillas (Firincioglu *et al.* 2011). En función del tamaño de la semilla el potencial de rendimiento se reduce para los taxones de *V. narbonensis*, *V. sativa*, y *V. villosa*, respectivamente (Siddique *et al.* 1996, Cakmakci *et al.* 1997). Un índice de cosecha estable indica que la producción de biomasa y semilla en *Vicia* se encuentran fuertemente correlacionadas, y es por ello que genotipos de ciclo largo en ambientes marginales poseen una mayor plasticidad para acumular una buena producción de biomasa (Firincioglu *et al.* 2010).

La relación entre rendimiento y tamaño de la semilla puede ser deseable con el objetivo de maximizar la producción de grano. Para cultivos forrajeros la selección de líneas con bajo peso de semilla posibilita reducir la densidad de siembra, manteniendo el estándar de plantas óptimo y reduciendo los costos de implantación (Van den Eynden 1953). No obstante, es importante no dejar de lado la relación positiva entre tamaño de semilla y vigor inicial durante la implantación (Ekpo *et al.* 2002). Con este fin, especies y genotipos de ciclo largo, como *V. villosa* para el primer caso, aportarían más biomasa al rendimiento forrajero final (Rees 1992, Larbi *et al.* 2011d). Existen pocas publicaciones sobre variación intra-específica en producción y calidad de forraje debido a que los estudios generalmente se han focalizado en el potencial para el rendimiento de semillas (Larbi *et al.* 2011a).

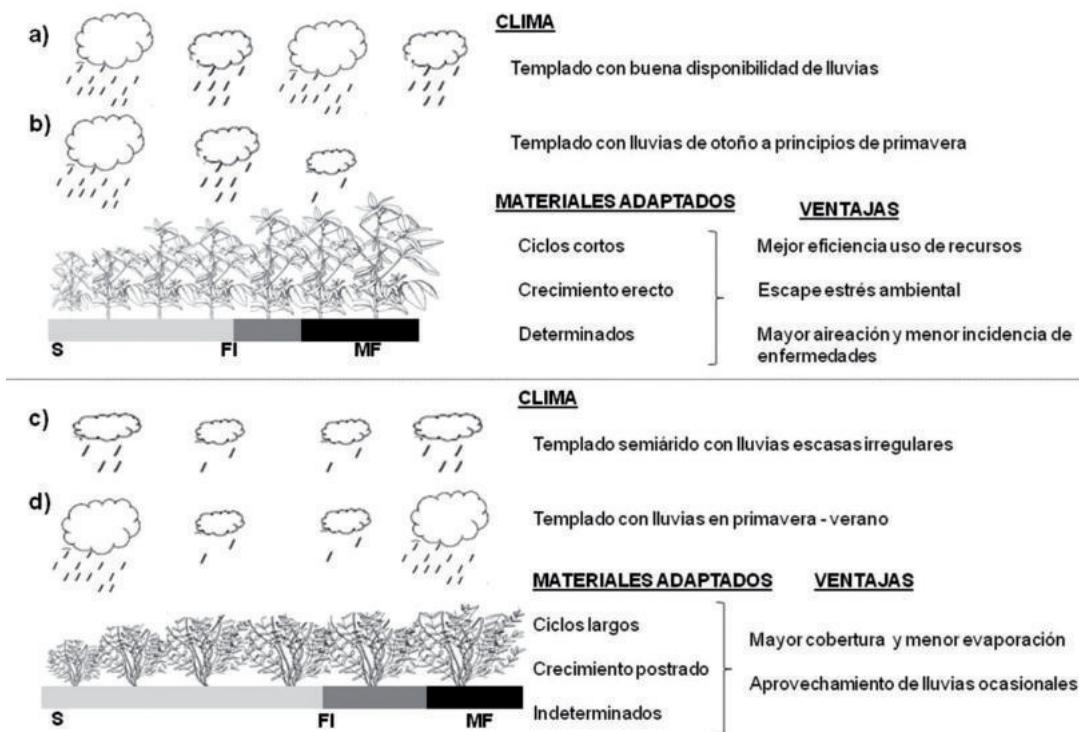


Figura 6. Características de los materiales de *Vicia* adaptados a diferente frecuencia y abundancia de lluvias para ambientes templados húmedos (a), mediterráneos (b), semiáridos (c) y continentales (d).
S: siembra, FI: floración, MF: llenado de grano y madurez fisiológica.

Además de algunos factores ambientales que limitan la producción de *Vicia*, como la ocurrencia de heladas tardías en floración y las condiciones de sequía durante la floración, formación y llenado de grano, existen cuestiones de manejo. Dentro de estos se puede mencionar la baja densidad de plantas bajo cultivo, la interferencia con malezas, el daño por isocas y las pérdidas de cosecha, ya sea por retrasos o por ineficiencias en las operaciones de recolección (Seymour *et al.* 2003).

Es así que una amplia gama de factores agroecológicos determinan el rendimiento a través de su influencia sobre cada genotipo y manejo, afectada por la oferta ambiental en relación al cumplimiento de las distintas etapas fenológicas. La demanda del cultivo y la oferta del ambiente son procesos interrelacionados que determinarán la producción y arquitectura de los órganos que serán efectivamente cosechados. De manera aproximada y en función de diferentes antecedentes se muestra en la Tabla 4 algunos valores medios de rendimiento y componentes registrados en diferentes especies cultivadas de *Vicia*.

Tabla 4. Valores de productividad para algunas especies de *Vicia* bajo amplias condiciones agroecológicas.

Variable	Especie de <i>Vicia</i>								
	<i>amphicarpa</i>	<i>angustifolia</i>	<i>enghalensis</i>	<i>v.subsp. dasycarpa</i>	<i>ervilia</i>	<i>narbonensis</i>	<i>pannonica</i>	<i>sativa</i>	<i>v. subsp. villosa</i>
Plantas por m ²	60	55	30	100	120	60	180	150	75
Semillas por planta (n)	23	49	-----	-----	-----	80	110	40	82
Semillas por vaina (n)	1,8	6,2	-----	-----	-----	3,2	4,3	6,0	4,1
P ₁₀₀₀ (g)	26	20	-----	41	37	212	40	56	34
Rinde de semillas (kg ha ⁻¹)	300	650	1400	810	2200	3200	1240	1600	960
Biomasa total (kg ha ⁻¹)	2000	3200	4740	5500	5800	7560	4130	5900	7000
IC (%)	20	9	30	19	33	35	22	31	18
Referencia*	1, 2	1, 2, 3, 4, 5.	6	7, 8, 9, 10, 11, 12,	1, 8, 9, 10, 12, 13	1, 6, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17	9, 18, 19, 20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28	9, 19, 28
País de estudio**	SYR LIT TUR	SYR PAK CHN	AUS	TUR SYR PAK ESP	SYR ASA TUR PAK CHN AUS ARE	SYR ASA TUR PAK CHN AUS ARE	TUR PAK	ESP SYR TUR POL ARE PAK CHN AUS ARG	TUR PAK ARG

*Referencias: 1: Berger *et al.* 2002a, 2: van de Wouw *et al.* 2003, 3: Sliesaravieus *et al.* 2005, 4: Firincioglu *et al.* 2007, 5: Basbag 2004, 6: Thomson *et al.* 1997, 7: Bucak 2006, 8: Abd El Moneim 1998, 9: Keatinge *et al.* 1991, 10: Larbi *et al.* 2011a,b,c,d, 11: Nan *et al.* 2006, 12: Saxena *et al.* 1992, 13: Castas 2004, 14: Al Doss *et al.* 1996, 15: Yucel 2004, 16: Siddique *et al.* 1996, 17: Mebarkia *et al.* 2010, 18: Firincioglu *et al.* 2011, 19: Kendir 1999, 20: Nizam *et al.* 2011, 21: De la Rosa 2002, 22: Orak y Nizam 2004, 23: Firincioglu *et al.* 2010, 24: Albayrak y Tongel 2006, 25: Lloveras *et al.* 2004, 26: Seymour *et al.* 2002, 27: French 2002, 28: Renzi 2009.

**País de estudio: SYR: Siria, LIT: Lituania, TUR: Turquía, AUS: Australia, PAK: Paquistán, ESP: España, ASA: Arabia Saudita, CHN: China, ARE: Argelia, POL: Polonia, ARG: Argentina.

Objetivos de la mejora en *Vicia*

Los objetivos de mejoramiento de *Vicia* varían con la especie y el aprovechamiento que se deseé; pastura, forraje conservado, grano para alimentación animal, grano para alimentación humana, abono verde, cubierta vegetal o cultivo trampa.

Rendimiento de grano: Generalmente el rendimiento de los materiales se evalúa en función del peso por unidad de superficie, en ensayos comparativos utilizando algún material conocido como testigo. Una alternativa de selección indirecta, debido a la baja heredabilidad que presenta el rinde, es mediante los componentes del rendimiento (Poehlman y Sleper 2003). Existen varios trabajos que evalúan la relación entre diferentes componentes y el rinde, sus efecto directos e indirectos (Yucel 2004, Albayrak y Tongel 2006, Firincioglu *et al.* 2011). La estabilidad en el rendimiento se encuentra pendientes en muchas leguminosas de grano como en *Vicia*. Para determinados sitios y temporadas se dificulta la selección de un ideotipo ideal para ambientes favorables y que sean estables cuando se producen condiciones de estrés ambiental o biótico.

Producción de forraje: El alto rendimiento de forraje y de semilla no siempre son caracteres compatibles, limitando muchas veces la posterior difusión y comercialización del cultivar. Con frecuencia los genotipos que se seleccionan por su alta producción de forraje se asocian a escasos rendimientos de semilla. El rendimiento de forraje se mide por la cantidad producida, pero la calidad y desempeño productivo del animal es un aspecto importante a considerar en las evaluaciones. Asimismo se debe tener en cuenta si la especie de *Vicia* se utilizará como pastura o forraje conservado. En el primer caso la selección se orientará a plantas con rápido establecimiento, muy ramificadas y con alta producción de tallos secundarios, con porte bajo y buena capacidad de resistir el pastoreo intenso. Para forraje conservado la selección se hará en función de plantas vigorosas de porte erecto, alta capacidad reproductiva y buena retención foliar. Para ambos fines su adaptación en mezclas con cereales de invierno en policultivos es deseable (Van de Wouw 2003). Altos valores de producción de biomasa generalmente se asocian a materiales de ciclo más prolongado, elevada longitud de tallos, retención de hojas en etapas avanzadas y buen tamaño de foliolos. Para este último carácter la selección de plantas forrajeras en *V. sativa* se podría realizar en función del largo y ancho del foliolos (De la Rosa *et al.* 2002).

Crecimiento inicial: La capacidad de las plántulas de establecerse de forma rápida permite incrementar la tolerancia a factores ambientales desfavorables como calor, sequía y frío y favorecerá la competencia frente a las malezas durante el establecimiento del cultivo. Esta característica es particularmente deseable si la especie es llevada de un área con un ambiente óptimo a regiones de producción marginal. En todos los programas de mejora, independientemente de los objetivos de uso, se buscan genotipos con elevado vigor inicial.

Calidad de forraje: Una mayor calidad de forraje está relacionada con un incremento del valor nutritivo, una mayor ingesta, digestibilidad y menor contenido de FNN. El valor nutritivo de los forrajes está determinado por su contenido de proteínas, fibras, minerales y vitaminas. Dado que las hojas son más ricas en proteínas y minerales y más bajas en fibras que los tallos, la selección para obtener materiales con una mayor área foliar es una manera directa de incrementar el valor nutritivo. El valor nutritivo también es afectado por la madurez, el contenido de proteínas disminuye y la lignificación aumenta en los tejidos más viejos. La ingesta y digestibilidad se refieren a la cantidad de forraje consumido y cuanto es aprovechado por el animal. Por lo general ambos parámetros se encuentran relacionados y la ingesta se incrementa con forraje de alta digestibilidad, siendo mayor en materiales con

mayor proporción de hojas que tallos, menor aspereza y pilosidad foliar y menor contenido de sustancias tóxicas o no-nutritivas. La digestibilidad varía según el tejido vegetal que se trate y su nivel de madurez. Las proporciones significadas de los tejidos de la pared celular o estructurales del tallo se digieren poco en relación a tejidos foliares, y en ambos la digestibilidad disminuye con la madurez. La selección de materiales con mayor área foliar y una rápida recuperación después del pastoreo/corte es una forma de mejorar la digestibilidad (Poehlman y Sleper 2003). Es importante mencionar que una mayor área foliar podría no ser compatible con el máximo rendimiento de forraje, ya que los genotipos con alto rinde por lo general presentan una proporción de tallos elevada.

Factores no-nutritivos (FNN): Una característica generalizada de las leguminosas es la presencia de determinadas sustancias en su composición denominadas tradicionalmente como factores o sustancias anti-nutritivas. La mayoría de las *Vicias* producen sustancias tóxicas que reducen la palatabilidad del forraje o grano y algunos pueden tener efectos nocivos sobre los animales que la consumen. Una vez conocido el tipo de FNN este puede ser reducido mediante el mejoramiento. El conocimiento de los genes o características morfo-fisiológicas de las plantas que se relacionan con la concentración de FNN todavía necesita ser estudiado con mayor profundidad (Firincioglu *et al.* 2007). En *V. sativa* el contenido de β-cianoalanina (BCNA), vicina y cobicina en el grano limitan su utilización en animales monogástricos y su uso para consumo humano. Para la subsp. *nigra* (= *V. angustifolia*) el peso del grano se relacionó de forma indirecta con el contenido de BCNA. Esta relación no se observó en la ssp. *sativa*, donde es posible que la síntesis de BCNA sea proporcional a la de almidón y tamaño de grano, no así en la subsp. *nigra* donde la acumulación de almidón en granos de mayor tamaño provocaría la disolución de la concentración a una síntesis constante de BCNA. El tamaño del grano para la subsp. *nigra* sería de gran utilidad como atributo para seleccionar de forma indirecta y para la utilización de materiales parentales con bajo contenido de BCNA en programas de mejora. No obstante, es factible que la reducción de un tipo de FNN incremente otro (Firincioglu *et al.* 2007). En *V. narbonensis* L. la concentración de compuestos azufrados en el grano (1-3% Gamma glutamil S- etilen cisteína = GEC) impactan sobre la palatabilidad en rumiantes y monogástricos, en estos últimos reduciendo las tasas de crecimiento. Posiblemente la concentración de este compuesto tiene implicancias ecológicas, para evitar la predación por roedores, aves e insectos. No obstante, su uso como alimento en palomas fue reportado en Italia. La eliminación del GEC por mejoramiento genético dependerá de un análisis del costo adaptativo y beneficios asociados. Un enfoque alternativo y económicamente viable sería el de mejorar la palatabilidad del grano previo a su uso (Enneking y Maxted 1995). La elección de materiales con bajo contenido de FNN es uno de los objetivos de selección, aunque su grado de avance continua siendo incipiente (Firincioglu *et al.* 2007, De Andrés *et al.* 2008).

Sin embargo, como ya se ha comentado, actualmente existen estudios que ponen de manifiesto el papel beneficioso que estas sustancias a determinadas concentraciones pueden tener. Un ejemplo son los taninos condensados, macromoléculas complejas capaces de interferir en los procesos digestivos afectando el consumo, el crecimiento y hasta el valor nutritivo de los forrajes que los contienen (Hagerman y Calson 1998). Actualmente se están introduciendo estas sustancias en las dietas de los rumiantes al tener efectos de control sobre los parásitos gastrointestinales, siendo una estrategia sostenible a su control frente al uso convencional de antihelmínticos (Robertson *et al.* 1995). La ingesta de plantas forrajeras con cantidades idóneas de taninos condensados parece proporcionar una solución parcial al control de los parásitos intestinales de los rumiantes en pastoreo, a través de los efectos en el ciclo de vida de estos parásitos (Hoste *et al.* 2006). Plantas con contenidos medios entre 2-4% en materia seca de taninos condensados, deben de ser

seleccionadas por presentar las concentraciones beneficiosas en la nutrición animal por los efectos expuestos (Barry y Mc Nabb 1999).

Estructura de la planta: El hábito de crecimiento y la disposición foliar son parámetros que se consideran en la selección de leguminosas. Dependiendo del objetivo de mejora y del ambiente la selección se puede dirigir hacia diferentes tipos de arquitecturas de plantas. En ambientes de alta productividad, los materiales con hábito de crecimiento determinado y porte erecto maximizan la captura de recursos del ambiente y los rendimientos de biomasa y semilla, favoreciendo la cosecha mecánica debido a una madurez uniforme y mayor despeje de las vainas. El tipo determinado reduce la competencia de asimilados entre las estructuras vegetativas y el rápido desarrollo reproductivo de las vainas, favoreciendo de este modo la partición y transporte de asimilados al grano. Asimismo el desarrollo de enfermedades foliares disminuye en materiales de porte erecto, por una menor humedad en la canopia del cultivo. Para ambientes de baja productividad, con lluvias irregulares y de escasa magnitud, el hábito de crecimiento indeterminado posee la ventaja de no concentrar el periodo crítico de floración. Asimismo un crecimiento postrado con elevado número de tallos por planta incrementa la interferencia frente a las malezas y la cobertura del suelo, adaptándose de forma más eficiente a bajas densidades de planta (Renzi 2009). Tanto para genotipos de crecimiento determinado o como indeterminado, la longitud del tallo se encuentra inversamente relacionada a la longitud de ciclo y uniformidad en la madurez, siendo un atributo interesante para la selección indirecta de materiales con mayor determinación. La selección de genotipos con crecimiento erecto requiere además de una menor longitud de tallo una menor predisposición al vuelco. El vuelco previo a la cosecha además de reducir el rendimiento por interferencia en el llenado de grano y pérdidas de semilla, incrementa las condiciones de humedad en la canopia y el desarrollo de enfermedades e insectos perjudiciales. La menor predisposición al vuelco puede mejorarse mediante materiales con crecimiento erecto, tallos cortos, anchos y firmes, sumados a sistemas radicales fuertes y vigorosos. A diferencia de la medición de los rendimientos, en que la cantidad se mide físicamente, la evaluación de la resistencia al vuelco es casi por completo una evaluación visual. El índice de vuelco, que mide la relación entre la altura del canopeo del cultivo y longitud de tallo, es la forma más objetiva de evaluación. Debido al grado de semi-domesticación de algunos materiales de *Vicia*, la mezcla con cultivos soportes, especialmente cereales, sigue siendo la forma más eficaz de reducir el vuelco en genotipos susceptibles (Andrzejewska *et al.* 2006).

Fijación de nitrógeno: La selección de líneas con alta capacidad de fijar nitrógeno atmosférico es compleja, por su carácter cuantitativo sumado a que interviene no solo el genotipo de planta sino también la cepa específica de rizobio. La interacción simbiótica puede ser elevada, como se demostró para *V. faba* donde el 74% de la variación observada se debió al genotipo del rizobio. Debido a esta interacción alta y poco predecible, muchos programas de mejora en leguminosas han omitido esta complicación y se han centrado en la selección de plantas con alta fijación de N atribuible solamente al hospedante. Para este último caso la selección puede realizarse mediante métodos directos, midiendo la reducción del acetileno, el contenido de solutos nitrogenados en xilema o de ureidos, y también por métodos indirectos, evaluando la producción de biomasa, el número de nódulos en las raíces, la relación raíz-tallo y el vigor de la planta. Por otro lado existen programas de mejora de inoculante mediante la evaluación de cepas específicas de acuerdo a su habilidad competitiva frente a otras cepas nativas, su supervivencia y persistencia en el suelo, la resistencia a bajos pH, a fungicidas, y con aceptable movilidad en el suelo (Ranalli y Cubero 1997). Actualmente existen cepas específicas y eficaces en la fijación de nitrógeno y métodos de inoculación adecuados para las especies de *Vicia* difundidas.

Madurez: En el proceso de obtención de cultivares ha habido una tendencia a conseguir una madurez temprana. Este atributo posibilita escapar de daños y pérdidas de rendimiento por causas como calor, sequía, daño por enfermedades e insectos, o permitir levantar la cosecha antes de que sea dañada por lluvias, granizo, inundaciones o heladas tempranas. La madurez precoz resulta ventajosa en varios sistemas de rotación de cultivos porque permite la remoción temprana de manera que pueda ser establecido el cultivo siguiente. Sin embargo, la madurez precoz tiene también algunas desventajas. El rendimiento puede disminuir ya que las plantas tienen un periodo de crecimiento más corto para sintetizar y almacenar fotoasimilados fundamentalmente en ambientes marginales donde la disponibilidad de recursos no permite un crecimiento inicial óptimo. Además del genotipo, los factores ambientales como fotoperiodo, temperatura, altitud, tipo de suelo y la distribución estacional de las lluvias afectan la madurez. Para la selección de materiales silvestres de *V. sativa*, el ciclo se asoció con las condiciones ambientales del sitio de origen, siendo precoz a medida que se incrementaba la latitud del lugar de recolección (Berger *et al.* 2002a). No obstante, para especies cultivadas esta relación no siempre se observa, ya que varía dependiendo de la fecha de siembra, ya sea utilizado como cultivo invernal o estival (Van de Wouw *et al.* 2003).

Resistencia al desgrane y dormancia en semillas: El nivel de dehiscencia de las vainas y los cambios en el mecanismo de dispersión son atributos indicadores del grado de domesticación de la especie (Van de Wouw *et al.* 2003). La pérdida de semillas por dehiscencia de las vainas es común en varias especies de *Vicia*, produciendo mermas económicas importantes y complicaciones en los cultivos siguientes de la rotación debido a la emergencia de plantas voluntarias de *Vicia* como malezas. Este último inconveniente es mayor en especies que presentan altos valores de dormancia en las semillas diseminadas. Es por ello, que un atributo importante en la selección para su aprovechamiento como especie productora de grano consista en obtener cultivares con capacidad de retener sus semillas por un tiempo suficiente para permitir la cosecha mecánica luego de madurez y con bajos niveles de dormancia. Este último con el objetivo de evitar la resiembra natural y persistencia de semillas en el suelo en caso de que esta no sea deseable según el sistema de producción y ambiente (Renzi y Cantamutto 2009). Sin embargo, también sería posible establecer otros criterios de mejora si el aprovechamiento fuese para consumo del ganado buscando la resiembra natural y la implantación de pastos. En estos casos sería necesario seleccionar genotipos con un determinado grado de dehiscencia en sus vainas, los cuales aseguraran la dispersión de la semilla para años próximos, con la dormancia precisa. En *V. sativa* cultivares con baja dehiscencia de vainas fueron obtenidos mediante retro-cruzas entre líneas con buenos atributos agronómicos y materiales silvestres indehiscentes. La indehiscencia de las vainas estaría condicionada por un gen simple recesivo. La incorporación de este gen en las líneas promisorias se logró en el ICARDA mediante retrocruzamientos, autofecundación y selección. Después de 5 generaciones de retrocruzas fue posible obtener líneas con buenas aptitudes agronómicas y con el 97-99% de vainas indehiscentes en relación con el 40-50% del material original (Abd el Moneim 1993, 1998).

Tolerancia a sequía: Debido a la gran variabilidad existente entre especies y dentro de cada especie, se encuentran genotipos adaptados a las diferentes condiciones de cultivo, especialmente para condiciones de secano y mínimos insumos. Los efectos del estrés por sequía varían con la especie cultivada, la etapa de desarrollo y la duración (Ranalli y Cubero 1997). Las estrategias de adaptación a la sequía pueden clasificarse en “escape”, cuando el cultivo completa su ciclo antes que se produzca el estrés; “evitación”, cuando el cultivo maximiza la absorción de agua y minimiza las pérdidas por traspiración; y

“tolerancia”, cuando el cultivo continúa su desarrollo reduciendo el contenido de agua en sus tejidos internos (Thomson *et al.* 1997). En cultivos destinados a semilla, los daños que causa la ausencia de lluvias son críticas durante el periodo de post-floración, por reducción de la viabilidad del polen, la receptividad del estigma, que incrementan el aborto floral, y la disminución de la formación y llenado de grano (Ranalli y Cubero 1997). La selección frente a condiciones ambientales adversas, principalmente sequía, es uno de los atributos que se busca en las líneas experimentales. Por la dificultad en la selección directa, la expresión de distintos caracteres fisiológicos relacionados es usada para la selección indirecta. Generalmente los materiales difundidos como resistentes se asocian con la “evitación” de este factor ambiental. Los mecanismos que permiten evitar la sequía incluyen sistemas radicales profundos para absorber la humedad a niveles del suelo más bajos y características de la planta que disminuyan la pérdida de agua, como estomas cerrados, baja área foliar, elevada pubescencia en hojas o ceras sobre la superficie. En climas mediterráneos, la selección de genotipos de corto ciclo de crecimiento coincidentes con el periodo de lluvias (< 350 mm anuales) es utilizada como método de mejora para lograr adaptación al ambiente por “escape” a la sequía (Thomson *et al.* 1997). Debido a que la sequía se presenta generalmente con altas temperaturas, la tolerancia a la sequía y al calor se las considera en forma conjunta, y se encuentran determinadas por características morfológicas y fisiológicas complejas, es así que no puede determinarse con precisión mediante una sola prueba de laboratorio. La tolerancia al calor y a la sequía son características cuantitativas de herencia compleja. En *V. sativa* se encontró que el contenido de ceras epicuticulares es uno de los factores que contribuye a la resistencia a sequía. Los materiales con alto nivel de ceras cuando se hallaban en floración se correlacionaron con una menor temperatura del canopeo y una mejor capacidad de regular la transpiración, con reducción de la pérdida de agua por las hojas (De Andrés *et al.* 2008, Marcos *et al.* 2010). Asimismo menores tamaño de hojas y foliolos disminuyen la pérdida de agua por traspiración (Van den Eynden 1953). Durante las evaluaciones de materiales de *Vicia* en ambientes con baja precipitaciones, es esperable que registros de lluvias menores a 150 mm durante el ciclo del cultivo, provoquen la pérdida de los materiales por senescencia (ver capítulo 5). Los riegos complementarios o copias de las líneas en bancos de germoplasma deben ser previstos para evitar la pérdida de genotipos promisorios (Keatinge *et al.* 1991).

Resistencia al frío: La resistencia al frío es un carácter complejo cuya expresión es afectada por factores genéticos, de manejo y ambientales, como bajas temperaturas, frecuencia y duración, viento, contenido de humedad de suelo, fertilidad física y química, época y densidad de siembra y daños por factores bióticos entre otros. Las plantas resistentes al frío son por lo general tolerantes a la sequía. Es así que los daños que causan las heladas varían según la especie y los genotipos dentro de esta (Acikgoz 1982). Los cultivares y líneas experimentales son evaluadas comúnmente con mejores resultados bajo condiciones de campo en regiones con inviernos fríos, sin embargo el tiempo necesario y los recursos necesarios son mayores que los métodos indirectos de laboratorio. Estos se realizan comúnmente mediante la exposición de las plantas al frío, midiendo una sola forma de estrés por baja temperatura (Brandsaeter y Netland 1999, Brandsaeter *et al.* 2000). No obstante, su simplicidad y buena correlación frente al comportamiento a campo facilitan mucho su uso (Acikgoz 1982).

Tolerancia a sales: Debido a que grandes áreas de suelo contienen altas concentraciones de sales, es importante realizar esfuerzos para obtener genotipos tolerantes a esta condición. La salinidad afecta a las plantas reduciendo el potencial agua del suelo, incrementando la concentración de iones tóxico en tejidos vegetales (Na, Cl) e interfiriendo en la absorción de nutrientes esenciales (Bilgili *et al.* 2011). Los antecedentes muestran que las *Vicias* en general poseen moderada sensibilidad a concentraciones de sales en el suelo, siendo

variable en función de la especie y cultivar (Mitchell *et al.* 1999). No obstante, existen antecedentes de evaluación de materiales con buen comportamiento en condiciones de suelos salinos, ácidos, con alta concentración de aluminio o alcalinos (Orak y Ates 2005, Akhtar y Hussain 2009, Dastikaite *et al.* 2009). La identificación de materiales tolerante durante los primeros estadios de la planta, correspondiente al estadio de mayor sensibilidad a la salinidad, y la cuantificación de la concentración de iones tóxicos en tejidos vegetales suele ser los métodos más usuales de selección (Bilgili *et al.* 2011).

Resistencia a enfermedades: Los cultivares con tolerancia-resistencia a fitopatógenos están entre una de las principales contribuciones que se han realizado en el mejoramiento de algunas especies de *Vicia*. Las variedades resistentes a enfermedades se obtuvieron identificando genes de resistencia en la especie hospedante, o en especies silvestres emparentadas, y transfiriendo el gen o los genes a variedades y líneas experimentales adaptadas y con buenos atributos agronómicos, normalmente mediante técnicas de hibridación. La reducción de los daños a causa de enfermedades también es factible de lograr mejorando algunas características de la planta que le permitan escapar o evitar la enfermedad (Francis *et al.* 1999).

Especial atención debería de prestarse a los graves problemas que en toda la cuenca mediterránea presenta el jopo, especies de *Orobanche*, en particular *O. crenata* Forsk. y que obliga al desarrollo de variedades tolerantes para posibilitar su cultivo en estas zonas. Esta fanerógama parásita puede ataca a *Vicia faba* (Cubero and Moreno 1979), *V. ervilia* (Enneking *et al.* 1995), *V. narbonensis* (Nadal *et al.* 2007) y *V. sativa* (Gil *et al.* 1987) dentro de las especies de *Vicias*. En Argentina no existen antecedentes de daño de cultivos de *Vicias* por presencia de esta maleza.

Métodos de mejora

En general, la mejora convencional destinada al único objetivo de obtener nuevos y mejores variedades, contempla tres únicos pasos, aunque dentro de estos pueden darse distintos ciclos: a) la reunión y generación de nueva variabilidad, b) la evaluación y selección de los “mejores” entre los materiales recombinantes y c) el desarrollo y comercialización de los cultivares-variedades (Gepts 2002). En la primera etapa es importante tener en claro los objetivos de mejora y procedimientos, disponer de recursos genéticos y la elección apropiada de los progenitores (Ranalli y Cubero 1997).

Los recursos genéticos para *Vicia* pueden ser básicos, como taxones silvestres relacionados con la especie de cultivo, malezas, variedades o cultivares primitivos, y aquellos derivados de variedades obsoletas, líneas y cultivares avanzados. Los bancos de germoplasma de *Vicia* disponibles para la mejora se mencionan en el capítulo 3.

La elección del método de mejora a emplear en cada especie dependerá como se comentó en párrafos anteriores del sistema de reproducción, incluyendo la biología floral, el porcentaje de fecundación cruzada y la característica a mejorar. Es así que algunos rasgos son simplemente heredados, como color de la flor, del tegumento, dehiscencia de vainas, pudiendo cambiar la frecuencia en una población mediante métodos simples (Tabla 5 y Figura 7 y 8). Otros atributos, como la resistencia a algunas enfermedades y a factores abióticos, requieren un procedimiento más complejo mediante cruzas, retrocruzadas y autofecundaciones controladas en cada generación, dependiendo del sistema de reproducción. Tradicionalmente se buscaban variedades muy plásticas, que se adaptaran a muchos ambientes, lo cual no siempre era posible debido a la interacción genotipo-ambiente, haciendo que las respuestas de las variedades fuese distinta en función del ambiente, impidiendo una amplia adaptación. En estos casos, la selección debería hacerse para cada localidad, desarrollando variedades específicas para cada ambiente.

Los métodos de mejora para *Vicias* autógamas pueden clasificarse en selección individual,

masal e hibridación seguidos por procedimientos de tipo genealógico o pedigree, masal, por retrocruzamientos y por descendencia uniseminal (de semilla única-SSD), dando generalmente como resultado una línea pura (Ranalli y Cubero 1997).

En las especies alógamas la clasificación no es tan nítida como en autógamas, siendo el método masal uno de los más usados para esta forma de reproducción. Por este procedimiento solo se puede efectuar selección por las características maternas, ya que no es posible tener control sobre la fuente de polen y sobre los aportes de genes a la progenie a través de los gametos del polen. El producto final de esta mejora es una población de polinización abierta con atributos deseables. Para evitar este inconveniente es factible utilizar la selección por aptitud combinatoria dando origen a variedades sintéticas. La selección masal es efectiva para modificar materiales no mejorados en gran medida, pero la selección debe basarse en ensayo de la descendencia si hay que realizar una mejora posterior de los tipos adaptados (Allard 1967, Poehlman y Sleper 2003).

Otra posibilidad, utilizada en *V. faba* por diferentes equipos de mejoradores, es manejar una especie parcialmente alógama como si fuese autógama, para lo cual debe tener un grado lo suficientemente alto de autofertilidad, ya que se está forzando a que produzca semilla en ausencia de polinizadores. En el caso de las habas, se fuerza su autofecundación en estructuras (jaulas) que evitan la entrada de insectos polinizadores, llegando a la obtención de líneas puras, mediante el método de selección genealógica. Sin embargo, debido a someter a autofecundaciones continuadas una especie con modo de reproducción parcialmente alógama, se producirán cambios ligados al aumento de consanguinidad, cambios que variarán según el grupo botánico de la especie y que habrá que considerar ya que tendrán efectos importantes en la mejora (Nadal *et al.* 2003).

En la figura 9 se muestra un esquema modelo con el método genealógico aplicable a especies consideradas predominantemente autógamas como *V. ervilia*, *V. narbonensis* o *V. sativa*. En este esquema se parte del bloque de cruzamientos realizado en condiciones controladas en invernadero, en el cual la selección de los parentales dependerá de los criterios de mejora que se establezcan. El bloque de cruzamientos y el desarrollo de materiales hasta la generación F_3 se puede realizar en una sola localidad (macroambiente 1), pasando a compartir y evaluar las líneas F_4 que se generen en los ambientes posibles; o comenzar desde el principio los cruzamientos en cada localidad, realizando por tanto la selección negativa de las familias F_2 en cada macroambiente, compartiendo las F_4 posteriormente.

Hasta la actualidad solo existen antecedentes de mejora en *Vicia* por métodos convencionales. La utilización de herramientas de ingeniería genética destinadas a aumentar la diversidad e introducir genes que por vía sexual, con la obtención de plantas transgénicas transformadas con *Agrobacterium tumefaciens*, solo ha sido realizada en *V. faba* y *V. narbonensis* (Christou 1997).

Como parte final de proceso de mejora, es muy importante todo lo referente a la conservación y desarrollo comercial de las variedades, conforme a las requerimientos específicos de las normas establecidas.

Tabla 5. Herencia y valor para la mejora de algunos atributos morfológicos de *V. sativa* y *V. villosa*.

Especie	Atributo	Variable	Alelos	Componente genético	Valor del atributo	Ref.
<i>Vicia sativa*</i>	color cotiledón	naranja amarillo beige/rosa	<i>Ct</i> ₁ <i>Ct</i> ₁ <i>Ct</i> ₁ <i>Ct</i> ₂ <i>Ct</i> ₂ <i>Ct</i> ₂	Un gen codominante	Asociado con el nivel de FNN (BCNA). Taxonomía	1, 2
	color testa	oscuro claro	<i>H</i> __ <i>Hh</i>	Un gen simple. Color oscuro dominante	Asociado con el nivel de FNN (taninos). Marcador visual	1
	tipo y color de testa	oscuro a claro	-----	No menos de 10 genes		2
	color hilo	blanco negro	<i>Ch</i> __ <i>Chch</i>	Un gen simple. Color blanco dominante	Clasificación taxonómica	2
	color de la vaina	negra marrón amarilla	<i>L</i> ₁ <i>L</i> ₂ __ / <i>L</i> ₁ <i>I</i> ₂ __ <i>I</i> ₁ <i>I</i> ₁ <i>L</i> ₂ __ <i>I</i> ₁ <i>I</i> ₁ <i>I</i> ₂ __	Dos genes complementarios con epistasis simple dominante	Estudios genéticos. Determinación de la pureza varietal	4
	desgrane	bajo alto	<i>Nsns</i> <i>NS</i> __	Un gen simple. Vaina dehiscente dominante	Reducción de las pérdidas de cosecha	3
	DF** semilla (%)	0-30 31-70 71-100	<i>aaB</i> __ <i>AaB</i> __ <i>AA</i> __ / <i>a bb</i>	Dos genes complementarios. A __ dominante (duras) y con epistasis sobre el gen B __ (frescas)	Selección líneas con baja dormancia	5
	color plántula	púrpura verde	<i>S</i> __ <i>F</i> __ <i>ssF</i> __ / <i>S</i> __ <i>ff</i>	Dos genes complementarios con epistasis doble recesiva. Los dos dominantes producen color púrpura en ambos atributos	Estudios genéticos. Determinación de la pureza varietal. Color plántula y flor caracteres pleiotrópicos	1
	color de la flor	púrpura blanco	<i>S</i> __ <i>F</i> __ <i>ssF</i> __ / <i>S</i> __ <i>ff</i>	Un gen simple. Color púrpura dominante	Estudios genéticos. Determinación de la pureza varietal	1, 5
<i>Vicia villosa</i>		púrpura blanco	<i>R</i> __ <i>rr</i>	Un gen simple. Color púrpura dominante	Estudios genéticos	5

*Incluye a *V. sativa* ssp. *nigra* (= *V. angustifolia*).

**Dormancia física en semillas (%)

Referencias (Ref.): 1: Chowdhury *et al.* 2004, 2: Potokina 1997, 3: Abd El Moneim 1993, 4: Yamamoto 1971, 5: Donnelly *et al.* 1972.



Figura 7. Color y ornamentos de la testa (a y b), color del cotiledón (c) y del hilo (d) en *V. sativa* y *V. villosa*.

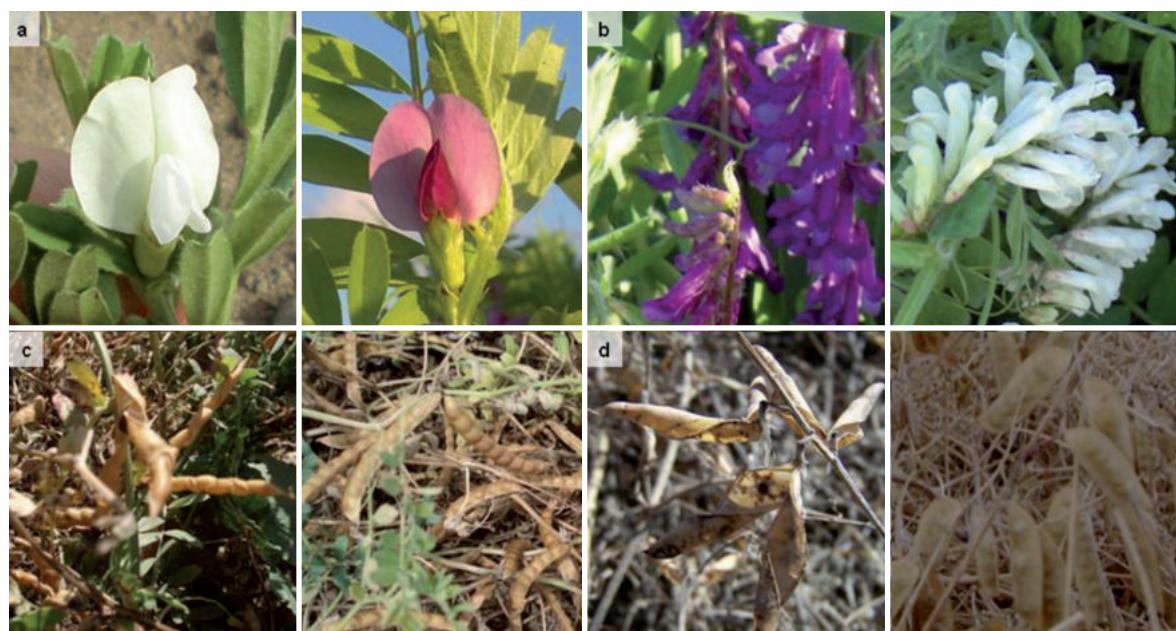


Figura 8. Color de la flor y desgrane en *V. sativa* (a y c) y *V. villosa* (b y d).

Programas de mejora a nivel mundial

El Centro Internacional de Investigación Agrícola de Zonas Áridas (ICARDA) posee un programa de mejoramiento de *Vicias* con el objetivo de seleccionar líneas para uso forrajero en rumiantes, ganado bovino y ovino, en ambientes semiáridos marginales con rangos de lluvias anuales de 230-540 mm y temperaturas medias anuales por encima de los 5,8°C, para suelos agrícolas y para suelos no cultivables (Saxena *et al.* 1992, Nan *et al.* 2006). Además de la productividad y adaptación a diferentes condiciones agroecológicas este

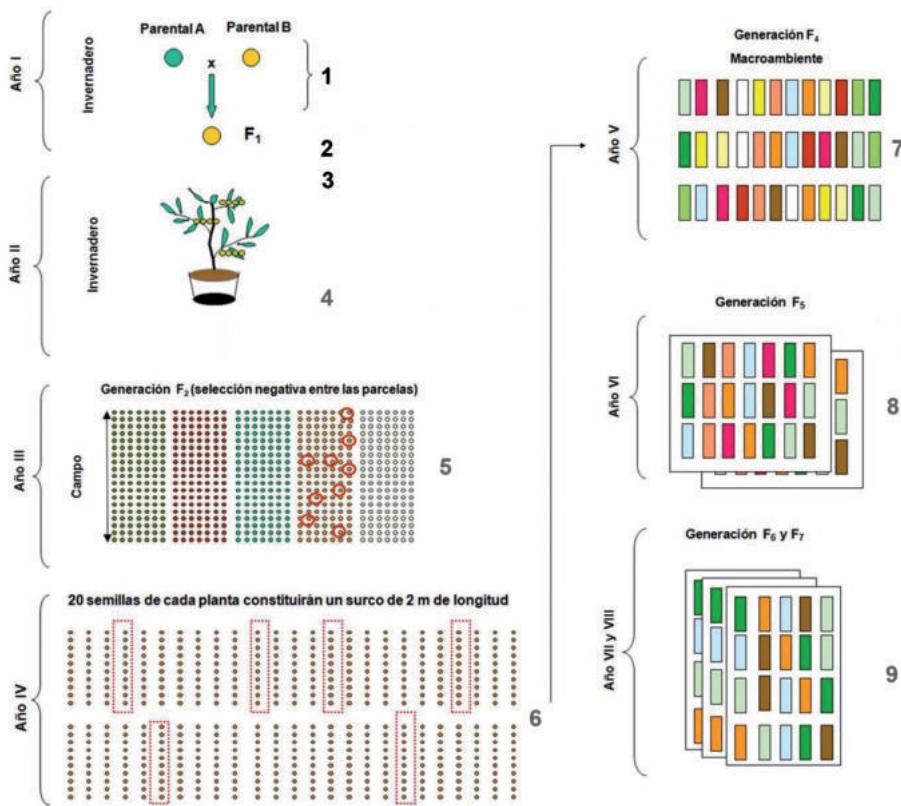


Figura 9. Esquema general del método genealógico y programa de mejora para especies de *Vicia* predominantemente autógamas. **Referencias:** 1; Cruzamientos dirigidos (100 por campaña). 2; Recolección de la semilla F₁. 3; Siembra de 15 semillas F₁ de cada cruzamiento en macetas en invernadero. 4; Recolección de la semilla F₂ de cada planta F₁ y mezcla de las procedentes del mismo cruzamiento para formar la generación siguiente. 5; Parcelas F₂, con siembra de 700 semillas F₂ de cada cruzamiento en una parcela de 7 líneas de 10 m de longitud separadas por 20 cm. Selección de las 50 plantas (F₂) de cada cruzamiento en las parcelas que no hayan sido desecharadas. Obtención de la semilla F₃. 6; Cincuenta surcos F₃ por cruzamiento. Selección de los mejores surcos, y recolección masalmente de las plantas del surco. La semilla de cada surco se distribuirá en dos parcelas F₄ hermanas. 7; Parcela elemental (7 surcos de 5 m de largo separadas por 20 cm). Evaluación del rendimiento en cada macroambiente ($n=x$). 8; Parcela elemental en dos localidades por macroambiente. Evaluación rendimiento. 9; Parcela elemental en 3 localidades por macroambiente. Selección de líneas avanzadas por localidad y macroambiente. Solicitud de registro. Ensayos de identificación y valor agronómico.

Instituto es uno de los pocos en el mundo que selecciona persiguiendo incrementar el valor nutritivo, la palatabilidad y reducir los niveles de FNN (Francis *et al.* 1999). Para lograr estos objetivos primero se evalúa y selecciona partiendo de germoplasma silvestre, y se realizan cruzamientos controlados entre materiales silvestres y cultivares locales, con el fin de fijar atributos deseables (Saxena *et al.* 1992).

El programa enfatiza la necesidad de comprender los factores bióticos y abióticos que limitan la productividad de la *Vicia* en las zonas agroecológicas y sistemas de manejo. La mejora se encuentra enfocada tratando de lograr variedades adaptadas a ambientes menos favorables y tolerantes a estrés, cuya fenología coincide con la disponibilidad de recursos del ambiente, temperatura y lluvia entre otros.

En los últimos 20 años los programas de *Vicias* forrajeras se encuentran centrados sobre *V. pannonica*, *V. v. subsp. dasycarpa*, *V. ervilia*, *V. narbonensis* y *V. sativa* (Reid *et al.* 1992). Para las dos primeras especies las cruzas entre diferentes líneas se realizan en Siria (Tel Hadya) y el material segregado es enviado a Turquía donde se selecciona por su tolerancia a bajas temperaturas (Figura 10). En *V. sativa* los esfuerzos se encuentran concentrados en lograr materiales versátiles y mejorados para diferentes usos, como forraje para pastoreo y

conservado y producción de grano para consumo animal. Otros atributos de selección son, tolerancia al frío y sequía, crecimiento invernal y primaveral, resistencia a enfermedades foliares como *Peronospora Viciae*, *Erysiphi pisi* f. sp. *Viciae*, *Botrytis* spp, *Ascochyta pisi* f. sp. *Viciae*, y reducción del desgrane. Asimismo, híbridos de *V. s.* subsp. *amphicarpa* y *V. s.* subsp. *sativa* se realizaron desde el ICARDA con el objetivo de combinar los atributos de resistencia del frío y sequía de la subsp. *amphicarpa* con los de alta producción de forraje y retención de semillas de la subsp. *sativa* (Saxena et al. 1992). Estos programas se realizan en colaboración con varios países de Asia (Abd El Moneim 1998). El comportamiento de *V. narbonensis* en condiciones de clima seco, su aptitud para producción de grano y resistencia a enfermedades (*Ascochyta*, *Botrytis*, *Peronospora*) y nematodos, ha llevado a considerarla en programas de selección y mejoramiento (Francis et al. 1999).



Figura 10. Evaluación de materiales de *V. sativa* y *V. pannonica* en Edirne-Turquía (a y b), detalle de materiales tolerantes y susceptibles al frío (c) y selección de plantas individuales (d) en Izmir-Turquía.

El Instituto de Investigación y Desarrollo del sur de Australia (SARDI) es otro organismo que trabaja en mejoramiento de especies de *Vicia* cultivadas para forraje y grano, por medio de un programa nacional (<http://www.sardi.sa.gov.au>). El método de mejora que utilizan es el tradicional mediante cruzamientos intra e inter específicos (*V. sativa*, *V. pannonica*, *V. villosa*), con selección temprana de la progenie (F_{2-4}) y dos generaciones anuales, mediante el cultivo de plantas en invernáculos. Asimismo se realizan ensayos en diferentes sitios del sur de Australia para evaluar el comportamiento y adaptación de los materiales experimentales a diferentes condiciones de suelo, clima y con diferente presión de enfermedades.

De las especies y subespecies evaluadas estos últimos años, como *V. s.* subsp. *sativa*, *macrocarpa* y *nigra*, *V. benghalensis*, *V. v.* subsp. *villosa*, *dasycarpa* y *ericarpa*, *V. pannonica*,

V. ervilia y *V. palestine*, el mejor comportamiento y adaptación se logró con *V. sativa* y *V. villosa*. De la superficie cultivada con *Vicia* en Australia más del 65% se realiza para uso como forraje conservado (heno y silo), siendo este el primer objetivo de mejora, quedando el resto para pastura, grano y abono verde.

Entre los objetivos de selección para su uso como forraje conservado se pueden mencionar un rápido establecimiento inicial, alta producción de biomasa, una floración tardía y prolongada, elevada retención foliar y resistencia a enfermedades foliares (roya, *Ascochyta*, *Botrytis*) y plagas. Para producción de granos en regiones de Australia con lluvias en otoño-invierno y corta estación de crecimiento las características deseables de selección se orientan a materiales con un periodo de crecimiento menor a 6 meses, tolerancia a factores bióticos, plagas y enfermedades, y abióticos, como frío y sequía, elevado peso del grano, aptos para cosecha mecánica, de madurez uniforme y bajos niveles de desgrane, buen rendimiento y valor nutritivo de grano, y bajos niveles de factores anti-nutritivos y dureza en semilla (Francis *et al.* 1999).

Dentro del sistema de rotación en ambientes semiáridos del sur de Australia, la inclusión de variedades mejoradas de *Vicia* ha permitido aumentar la estabilidad, productividad y calidad forrajera, mejorar el manejo de enfermedades, plagas y malezas e incrementar la fertilidad del suelo. Para la secuencia *Vicia*-trigo se logró incrementos en los rendimientos en un 30-37% de trigo, al igual que los valores de proteína en 1,7-2,3% y reducir el uso de fertilizantes nitrogenados en un 20-25%. Asimismo siembras puras de *Vicia* ayudaron a controlar de forma más eficaz a malezas gramíneas, específicamente con resistencia a glifosato como *Lolium* ssp. y *Avena* ssp., mediante aplicación de herbicidas selectivos. En sistemas lecheros con la inclusión de *Vicia* en mezcla con cereales se ha logrado aumentar la producción de leche en un 12% en relación a verdes puros de cereales. Para cosecha se han logrado cultivares con mayor rendimiento y menor desgrane, tanto para *V. sativa* y *V. villosa* (Kahne y Bull 1992, Matic 2007).

Dentro de los materiales más difundidos y seleccionados por el SARDI se encuentran los cultivares Blancheleur, Cummins, Languedoc, Morava y Rasina de *V. s. subsp. sativa*, cv. Popany de *V. benghalensis*, cv. Haymaker y Capelo de *V. v. subsp. villosa* y *dasyarpa* (Matic y Nagel 2009). Introducciones del cv Blancheleur y Capelo en Argentina se realizaron en los últimos 5 años.

En España, en el IFAPA (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera) existen programas de mejora de *V. faba*, *V. ervilia*, *V. narbonensis* y *V. sativa*, destinados a la obtención de nuevos cultivares para su aprovechamiento como leguminosa grano, buscando principalmente mayores rendimientos en condiciones de secano, líneas con bajo contenido en vicina (FNN) y la tolerancia a condiciones ambientales adversas, principalmente sequía. La tolerancia al jopo (*Orobanche crenata* Forsk.) es uno de los principales objetivos tanto para su uso como grano, para el aprovechamiento forrajero, como abono verde, como cubiertas vegetales en olivares y como cultivos trampa (Goldwasser *et al.* 2000). Este último con el fin de reducir la diseminación de semilla de jopo de suelos infestados. Como materiales de partida de los distintos programas de mejora se cuenta con importantes colecciones de germoplasma de amplia variabilidad (Figura 11).

En el Servicio de Investigación Agrícola (ARS) del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) desde 1998 existe un programa de mejoramiento de *V. villosa*, a cargo del genetista Thomas Devine, para su uso como cultivo de cobertura y abono verde en sistemas agrícolas orgánicos y sustentables en estados del norte de EEUU. No obstante, también los productores convencionales están interesados en el uso de *Vicia* ya que puede reducir el empleo de fertilizantes nitrogenados en un tercio o un medio del requerimiento del cultivo estival siguiente, manteniendo la humedad de suelo, reduciendo la pérdida de agroquímicos por escorrentía y la erosión hídrica (Becker 2011, Comis 2008).

La selección se concentra en materiales de *V. villosa* de crecimiento inicial vigoroso, tolerancia a bajas temperaturas y floración precoz. Hasta la actualidad como cultivo de

cobertura una de las principales limitantes del uso de *Vicia* en los sistemas de producción se debía a su floración tardía e indeterminada. Destinado a semilla, la floración y madurez indeterminada y dehiscencia de vainas determinan el elevado costo de la misma, sumado al efecto negativo de altos valores de semillas con dormancia física que promueven el establecimiento de plántulas del banco de semillas del suelo en la rotación. Debido a la polinización cruzada y entomófila, las líneas seleccionadas de *V. villosa* se cruzan y multiplican en jaulas de exclusión con presencia de polinizadores (*Bombus spp.*), de manera de mejorar el control del progenitor masculino así como del femenino (Becker 2001, Tilley 2007).

Uno de los materiales de reciente difusión es el cultivar “Purple Bounty” de *V. villosa*, el cual presenta una buena resistencia a las bajas temperaturas invernales y floración precoz, dos semanas antes que los materiales tradicionales, permitiendo la siembra del cultivo siguiente a principios de primavera (Comis 2008).

Previamente a este programa de mejoramiento conducido por el USDA, en la Universidad de Auburn junto con la Estación Experimental de Alabama fueron desarrollados y liberados dos cultivares de *V. villosa* Roth. “AU Early Cover” inscripto en 1994 y “AU Merit” en 1999. Las características destacadas para ambos cultivares son una alta producción de forraje y floración precoz (Mosjidis *et al.* 1995, 2002).

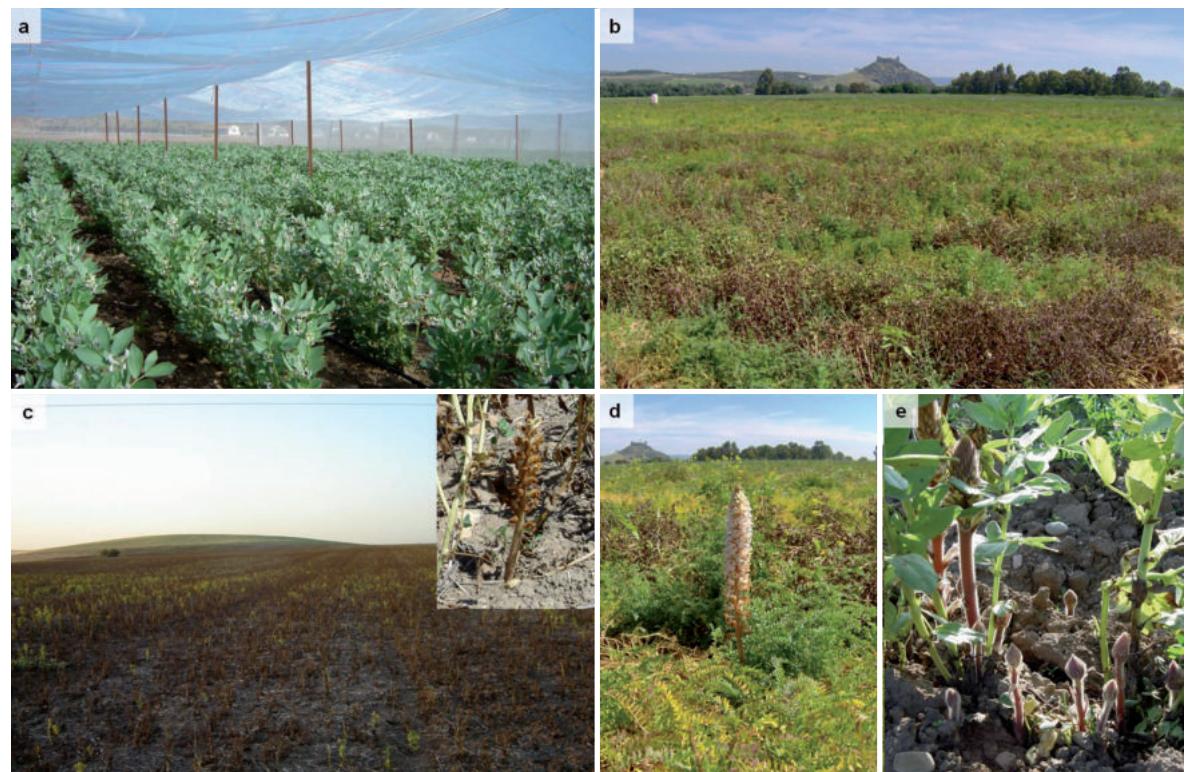


Figura 11. Mejoramiento de *V. faba* en invernáculo (a) y de *V. ervilia* y *V. narbonensis* a campo (b). Cultivo de *V. narbonensis* (c), *V. ervilia* (d) y *V. faba* (e) afectados por jopo (*Orobanche crenata* Forsk.).

Programas de mejora en Argentina

En Argentina, excluyendo *V. faba* hortícola, los antecedentes de mejoramiento de *Vicia* con fines forrajeros o para cobertura son escasos. El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) realizó los mayores aportes a nivel nacional hasta 1981 cuando

inscribió el último cultivar registrado. Desde esa década hasta la actualidad, la mayoría de los materiales genéticos introducidos, mejorados y difundidos por el INTA se perdieron (Gorostegui 1971, Larreguy 1982).

El cultivar "Tolse FCA" fue el último registro de mejoramiento de *Vicia* en Argentina. Este material pertenece a la especie *V. v. subsp. dasycarpa* (= *V. dasycarpa* o *V. v. subsp. varia*) y fue obtenido producto de una selección masal realizada por la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (FCA) entre los años 1983 y 1989. La población original se obtuvo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y fue mejorada siguiendo los criterios de mayor tolerancia al frío y sequía, crecimiento vigoroso, ciclo corto, tolerancia al pulgón de la alfalfa (*Acyrthosiphon pisum* (Harris), enfermedades (*Botrytis cinerea* Pers, y *Ovularia Viciae* Frank. = *Ramularia sphaeroidea* Sacc.) y mayor peso de semillas (Coraglio et al. 2001).

Actualmente, la mayoría de los cultivos de *Vicia* no poseen una identidad varietal, a excepción de los materiales introducidos durante los últimos 5 años desde España, Australia y recientemente desde Francia. Entre ellos se encuentran los cultivares Marianna, Francesca y Blanchefleur de *V. sativa*, Capelo de *V. v. subsp. dasycarpa* y Savane de *V. v. subsp. villosa*. No obstante, el nivel de difusión actual es escaso en relación a los ecotipos multiplicados por los productores.

Debido a la carencia de cultivares seleccionados para diferentes agro-ecosistemas y usos específicos a nivel nacional, en la Estación Experimental Agropecuaria de H. Ascasubi del INTA, en 2006 se inició la caracterización agro-morfológica de los biotipos utilizados por los productores de diferentes regiones de Argentina, y de algunos cultivares introducidos desde otros países (Figura 12). El objetivo fue constituir un germoplasma potencialmente útil para el mejoramiento del cultivo, para forraje o como cultivo de cobertura, con alto rinde de semilla.

En Argentina existe buena variabilidad fenotípica para varios parámetros fenotípicos de interés agronómico (Renzi 2008, Renzi et al. 2010). Los rangos observados mostraron que el germoplasma de *Vicia* difundido se encuentra constituido predominantemente por poblaciones heterogéneas de *V. v. subsp. villosa*, *V. v. subsp. dasycarpa* y *V. sativa* subsp. *sativa*, con un amplio gradiente agro-morfológico (Tabla 6). Dada la variabilidad fenotípica del material colectado y su potencial como recurso fitogenético para la mejora, durante el ciclo 2008 se comenzó un programa de selección de *V. v. subsp. villosa*, y *V. v. subsp. dasycarpa*.

La elección de estas dos subespecies se debió a su demostrada adaptación para las condiciones semiáridas templadas del sur de Buenos Aires, el potencial forrajero y de producción de semilla. Estas subespecies poseen buena aptitud para cubrir el suelo en ambientes con mayor potencial productivo (ver capítulo 2). La producción de biomasa de la subsp. *villosa* es más elevada que subsp. *dasycarpa* y *V. sativa*, asociada a una mayor longitud del ciclo (Figura 13). *V. sativa* posee mayor potencial para grano debido a su elevado índice de cosecha y peso del grano, que se expresa cuando la disponibilidad de lluvias durante el ciclo supera 250 mm. Aunque la lluvia acumulada durante el ciclo del cultivo en dos años evaluados fue similar (≈ 250 mm), la acumulación de biomasa y semilla fue mayor en 2007, debido a que el 57% del agua de lluvia cayó en el período septiembre a noviembre, en coincidencia con el mayor crecimiento y demanda hídrica del cultivo.

La subsp. *dasycarpa* se caracteriza por alto crecimiento inicial, particularmente cuando existe buena disponibilidad de humedad en otoño luego de la siembra. Debido a la falta de mejoramiento *V. villosa* presenta bajo rendimiento de grano por alta dehisencia de las vainas, vaneo, bajo peso de las semillas y escaso índice de cosecha (Abd El Moneim 1989, Renzi 2009). Cuando se la destina para cobertura del suelo la producción de biomasa se encuentra condicionada tanto por el cultivo precedente como por el sucesor. Es por ello que la eficiencia de esta leguminosa como mejoradora de las condiciones edáficas depende de la acumulación de materia seca durante ese período de tiempo, siendo deseable la siembra

de genotipos con alto vigor inicial y rápida acumulación de biomasa durante el invierno y principios de primavera.

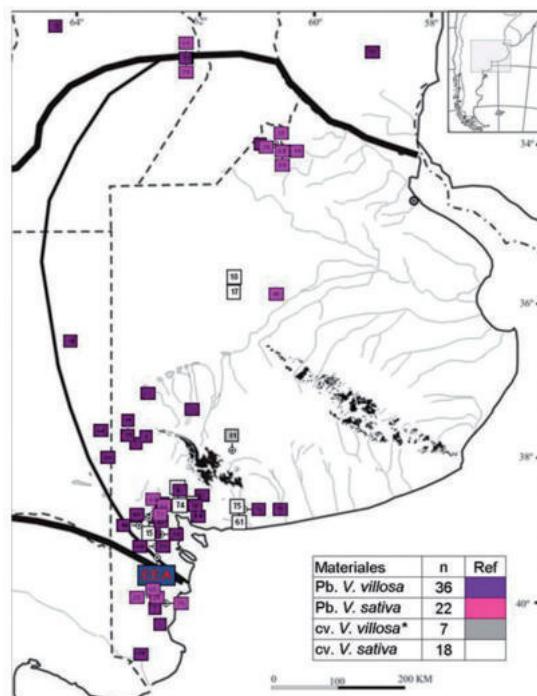


Figura 12. Poblaciones (Pb.) y cultivares (cv.) de *V. v. subsp. villosa*, *dasycarpa* y *V. sativa* evaluados en la EEA H. Ascasubi. *Incluye a las dos subespecies.

Tabla 6. Variables agro-morfológicas observadas en *V. sativa*, *V. v. subsp. villosa* y *dasycarpa* en una muestra de 83 biotipos evaluados en 2007 y 2008 en el sur de Buenos Aires (EEA H. Ascasubi).

Variable	<i>V. sativa</i>			subsp. <i>dasycarpa</i>			subsp. <i>villosa</i>			LSD $\alpha=0,05$
	Media	Mín	Máx	Media	Mín	Máx	Media	Mín	Máx	
Días a inicio de floración (n)*	132	118	147	122	111	133	135	126	142	4
Días a cosecha (n)	189	172	215	190	181	198	201	188	215	5
Cobertura inicial (%)**	32,1	20,5	43,0	39,7	28,5	50,0	37,0	23,6	49,0	4,9
Cobertura floración (%)	58,8	41,0	85,3	98,1	94,5	100,0	92,2	71,7	100,0	6,0
Altura cultivo floración (cm)	20,1	10,0	31,0	35,7	27,0	47,0	37,9	15,0	60,0	6,5
Altura cultivo cosecha (cm)	33,0	15,0	50,0	49,2	40,0	55,0	59,4	32,0	80,0	6,2
Biomasa floración ($t\ ha^{-1}$)	3,66	0,81	6,50	3,72	1,69	5,77	6,80	3,56	10,83	0,79
Rinde de semilla ($t\ ha^{-1}$)	1,43	0,28	2,92	1,32	0,64	2,08	1,62	0,89	2,94	0,37
Índice de cosecha (%)	34,0	14,0	42,0	28,0	18,0	36,0	23,0	15,0	34,0	4,8
Vainas por planta (n)	3,2	0,6	7,5	8,9	4,9	12,9	10,1	3,5	17,7	1,7
Largo de vaina (mm)	49,7	37,2	60,4	27,0	25,3	28,8	28,0	25,1	43,7	2,3
Ancho de vaina (mm)	7,7	6,8	8,5	7,4	7,1	7,9	8,0	6,8	8,8	0,3
Semillas por vaina (n)	6,3	3,1	7,6	3,8	3,3	4,1	4,8	3,5	6,6	0,4
Semillas por m^2 (n)	2203	170	4746	3475	1794	5277	4551	1904	7792	826
Peso por semilla (mg)	62,9	43,3	85,6	35,9	30,2	42,9	35,3	25,9	51,9	5,2
Largo semilla (mm)	5,17	4,64	5,72	4,75	4,66	5,21	4,18	3,69	4,86	0,13
Ancho semilla (mm)	4,71	4,35	5,20	4,32	4,28	4,53	3,93	3,56	4,48	0,11
Espesor semilla (mm)	3,99	3,57	4,27	3,52	3,30	3,76	3,50	2,99	4,01	0,11
Largo del hilo (mm)	2,46	2,10	2,91	1,63	1,53	2,02	1,66	1,45	2,10	0,09
Diámetro semilla (mm)	4,59	4,28	4,95	4,16	4,05	4,46	3,86	3,42	4,41	0,10
Circunferencia semilla (mm)	14,4	13,4	15,5	13,1	12,7	14,0	12,1	10,7	13,8	0,3
Esfericidad	89,1	83,0	93,7	87,9	85,6	89,7	92,5	90,7	96,0	1,0

*Para siembras a fines de mayo. **Dos meses desde la siembra.

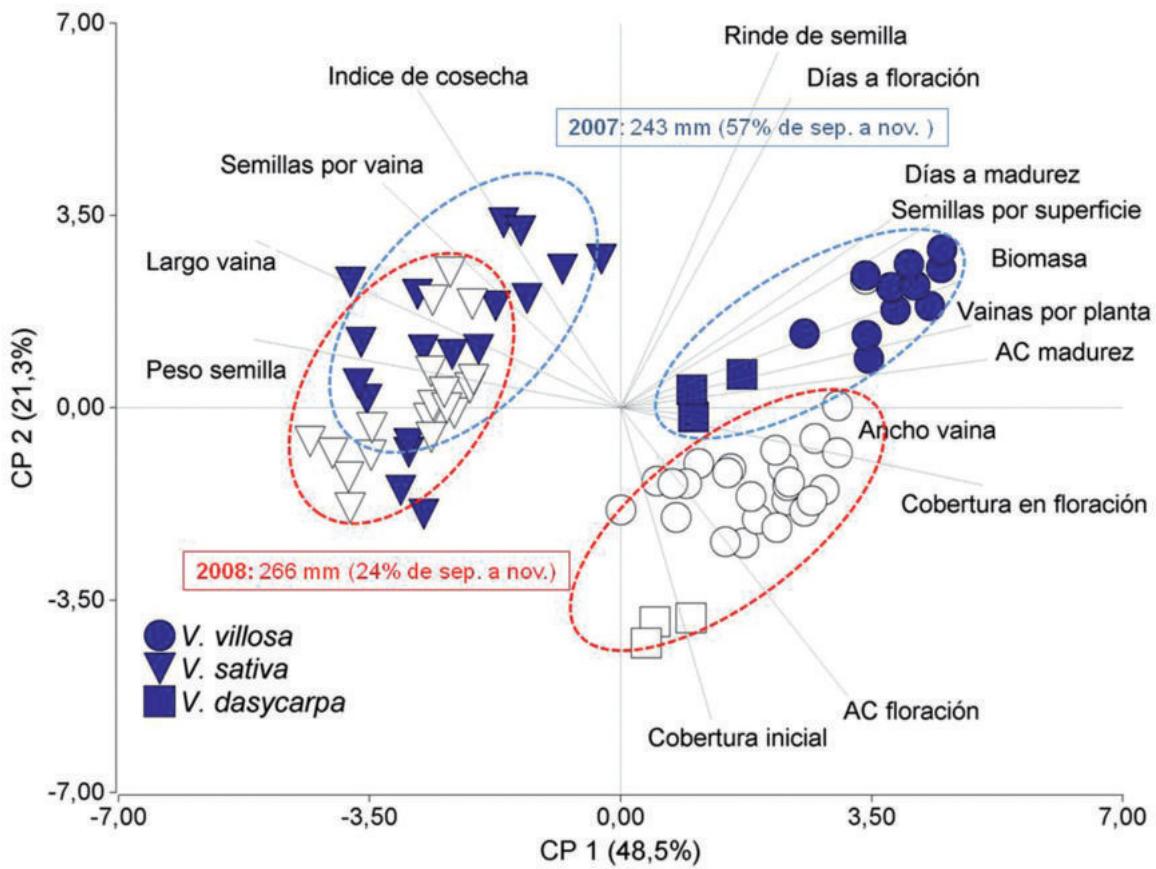


Figura 13. Biplot de los dos primeros componentes principales (CP) para caracteres agro-morfológicos en materiales de *V. sativa*, *V. v. ssp. villosa* y *dasycarpa*, en 2007 (azul) y 2008 (blanco).

Luego del estudio de la variabilidad de los materiales recolectados se comenzó una selección masal utilizando las mejores poblaciones como punto de partida (Figura 14). Los objetivos que se buscan en estas primeras generaciones, para su uso como forraje en climas semiáridos templados, son un buen crecimiento inicial, tolerancia al frío y sequía, buena capacidad de rebrote luego del corte y alta producción de biomasa total, además de considerar todos los atributos que influyen para lograr una aceptable producción de semillas, fundamentalmente una baja dehiscencia y vaneo de vainas. Para su utilización como cultivo de cobertura los objetivos de selección actuales se basan en un crecimiento inicial vigoroso, tolerancia al frío y sequía, floración precoz con alta producción de materia seca. En etapas más avanzadas de selección es probable que se consideren otros objetivos mencionados precedentemente, y de mayor complejidad, como valor nutritivo de forraje, concentración de nitrógeno en planta, tolerancia a sales, entre otros.

La evaluación realizada en 2011 destacó a la línea experimental H. Ascasubi de *V. v. subsp. villosa* por su aptitud para uso forrajero (Recarte 2012). Esta línea mostró una destacada producción de biomasa en un ciclo con escasas lluvias (209 mm en el ciclo, 59% en septiembre a noviembre), largo periodo vegetativo, elevado tamaño de semilla y bajo nivel de vaneo de granos (Figura 15). Actualmente se continúa con el programa de evaluación y selección, tendientes a lograr la disponibilidad de materiales adaptados y con buena productividad regional.



Figura 14. Evaluación de poblaciones de *Vicia* (a) y selección masal en *V. v. ssp. villosa* y *dasyarpa* (b).

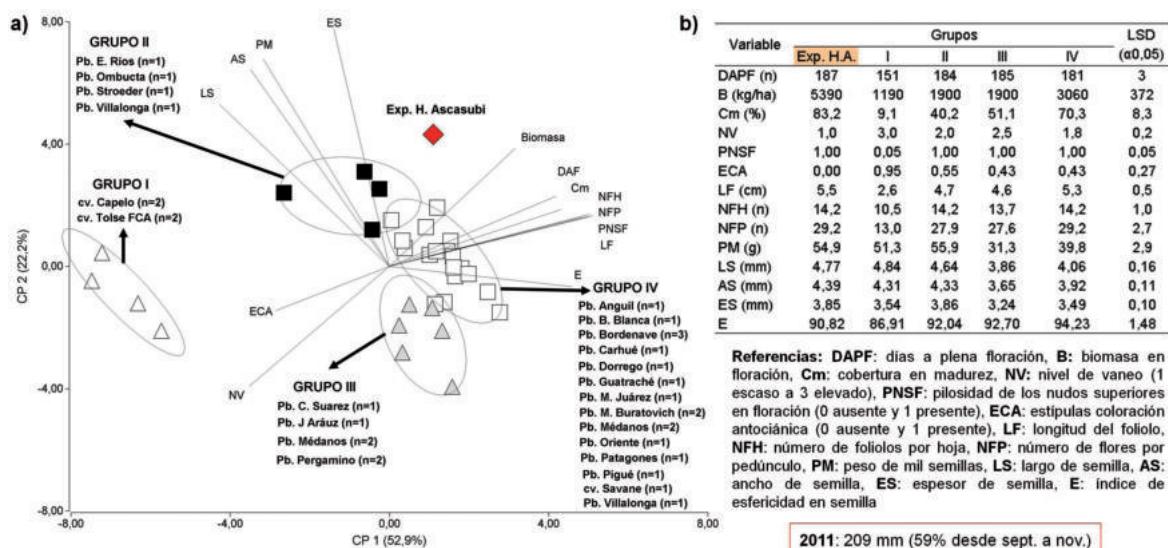


Figura 15. Biplot de los dos primeros componentes principales (a) en materiales de *V. v. ssp. villosa* y *dasyarpa* evaluados bajo diferentes atributos agro-morfológicos (b) en la EEA H. Ascasubi durante el ciclo 2011. Los grupos fueron calculados según análisis de conglomerado (Mahalanobis) y todas las distancias entre grupos fueron significativas ($p<0,001$).

Agradecimientos

Un especial reconocimiento a los Ings Agrs. Juan C. Lasa y Alejandro Presotto por el apoyo incondicional brindado para la realización de ensayos a campo y su análisis.

Bibliografía

- Aarssen, L.W., Hall, I.V., Jensen, K.I.N. 1986. The biology of Canadian weed: *Vicia angustifolia* L., *V. cracca* L., *V. sativa* L., *V. tetrasperma* (L.) Schreb. and *V. villosa* Roth. Can. J. Plant Sci. 66: 711-737.
- Abd El Moneim, A.M. 1989. Breeding for non-shattering forage vetch, *Vicia sativa* L. Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Nice, France. 321-322.
- Abd El Moneim. 1993. Selection for Non-Shattering Common Vetch, *Vicia sativa* L. Plant Breeding 110: 168-171.
- Abd El Moneim. 1998. Forage legume improvement. Germplasm programs legumes. Annual Report 127-132.
- Acikgoz, E. 1982. Parameters of cold tolerance in common vetch (*Vicia sativa*). Euphytica 3:997-1001.
- Akhtar, P., Hussain, F. 2009. Growth performance of *Vicia sativa* L. under saline conditions. Pak. J. Bot. 41: 3075-3080.
- Archer, S., Pyke, D. 1991. Plant-animal interactions affecting plant establishment and persistence on revegetated rangeland. Journal of Range Management 44:588-565.
- Al Doss, A.A., Assaeed, A.M., Soliman, A.S. 1996. Growth characters and yield of some selected of lines of common and narbon vetch. Res. Bull Agr. Res. Center, King Saud Univ. 63:5-17.
- Albayrak, S., Tongel, M.O. 2006. Path analyses of yield and yield-related traits of common vetch (*Vicia sativa* L.) under different rainfall conditions. Journal of the Faculty of Agriculture 21:27-32.
- Allard R.W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Ed Omega S.A., Barcelona. 498p.
- Andrzejewska, J., Dolata, A., Wiatr, K. 2006. Variability of length of stem of determinate and indeterminate cultivars of common vetch (*Vicia sativa* ssp. *sativa*) and its impact on selected cropping features. Journal Central European Agricultural 7: 251-258.
- Barry, T.N., Mc Nabb, W.C. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to rumiant. Br J Nutr. 81: 263-272.
- Basbag, M. 2004. Investigation of yield and yield components in some vetch species (*Vicia* spp.) under Diyarbakir conditions. Journal of the Agriculture Faculty of Harran University 8:37-47.
- Becker, H. 2001. Putting the Soil to Bed Over Winter. Agricultural Research 2:14-15.
- Berger, J.D., Robertson, L.D., Cocks, P.S. 2002a. Genotype x environment interaction for yield and other plant attributes among undomesticated Mediterranean *Vicias* species. Euphytica 126:421-435.
- Berger, J.D., Robertson, L.D., Cocks, P.S. 2002b. Agricultural potential of Mediterranean grain and forage legumes: Key differences between and within *Vicia* species in terms of phenology, yield, and agronomy give insight into plant adaptation to semi-arid environments. Genetic Resources and Crop Evolution 49:313-325.
- Bilgili, U., Budakli Carpici, E., Asik, B.B., Celik, N. 2011. Root and shoot response of common vetch (*Vicia sativa* L.) forage pea (*Pisum sativum* L.) and canola (*Brassica napus* L.) to salt stress during early seedling growth stages. Turkish Journal of Field Crops 16: 33-38.
- Brandsaeter, L.O., Netland, J. 1999. Winter annual legumes for use as cover crops in row crops in Northern Regions: I. Field experiments. Crop Science 39:1369-1379.
- Brandsaeter, L.O., Smeby, T., Tronsmo, A.M., Netland, J. 2000. Winter annual legumes for use as cover crops in row crops in Northern Regions: II. Frost resistance study. Crop Science 40:175-181.
- Bucak, B. 2006. Determination of some agronomic characteristics of vetch (*Vicia* spp.) advance lines and cultivars under Harran plain conditions. J. Agric. Fac. HR. U. 11: 53-58.
- Cakmakci, S., Cecen, S., Aydinoglu, B. 1997. A Comparison of Seed and Straw Yield in Vecth Species With. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23: 613-618.
- Campbell, C.G. 1997. Grass pea. *Lathyrus sativus* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 18. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Casta, P., Sombrero, A. 2004. Las leguminosas de grano en Castilla y León: Resultados de la campaña 2003/04. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. p61.
- Celiktas, N., Can, E., Hatipoglu, R., Avci, S. 2006. Comparison between a wild population and cultivar of common vetch (*Vicia sativa* L., Fabaceae) on cytological and agronomic characteristics. New Zealand Journal of Agricultural Research 49: 389-393.
- Chowdhury, D.M.S., Rathjen, J.M., Tate, M.E., McDonald, G. 2004. Genetics of colour traits in common vetch (*Vicia sativa* L.). Euphytica 136: 249-255.
- Christou, P. 1997. Biotechnology applied to grain legumes. Field Crops Research 53: 83-97

- Comis, D. 2008. New Vetch for Northern Climes and Organic Growers. Agricultural Research 4:18-19.
- Coraglio, J.C., Vieyra, C.A., Nienstedt, E.F. 2001. Obtención del cultivar "Tolse F.C.A" de *Vicia dasycarpa* (Ten.). Agriscientia 18:59-62.
- Cubero, J.I., Moreno, M.T. 1979. Agronomic control and sources of resistance in *Vicia faba* to *Orobanche* sp. Pp. 41-80. In Bond D.A., Scarascia Mugnozza, G.T., Poulsen, M.H. (eds.). Some current research on *Vicia faba* in Western Europe. Commission of the European Communities: Luxembourg.
- Dastikaite, A., Sliesaravičius, A., Maršalkienė N. 2009. Sensibility of two hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) genotypes to soil acidity. Agronomy Research 7: 233-238.
- De Andrés, E.F., Zambrana, E., Cadorniga, C., Martín, D., Marcos, T., De la Rosa, L., Tenorio, J.L. 2008. Estudio de caracteres de resistencia a la sequía en la colección activa de *Vicia sativa* L. del CRF-INIA. III Jornadas de la Asociación Española de Leguminosas. Valladolid-España. p124-125.
- De La Rosa, L., Lázaro, A., Varela, F. 2002. El Centro de Recursos Fitogenéticos INIA: Utilización en mejora de la variabilidad morfo/agronómica de *Vicia sativa* L. Congreso de Mejora Genética de Plantas. Almería, España. p319-324.
- De La Rosa, L., Martín, I., Varela, F. 1999. La colección de algarrobas (*Vicia articulata* Hormen) del Centro de Recursos Fitogenéticos del INIA. Invest. Agr. Prod. Prot. Veg 14: 367-381.
- Donnelly, E.D., Watson, J.E., McGuirre, J.A. 1972. Inheritance of Hard Seed in *Vicia*. J. Hered. 63: 361-365.
- Ekpo, J.I., Bartholomew, P.W., Williams, R.D. 2002. Does seed size affect the rate of germination and early seedling growth in hairy vetch?. Research day abstracts: Regional Universities Research Day. p74.
- Ennекинг, D. 1995. The toxicity of *Vicia* species and their utilisation as grain legumes. Centre for Legumes in Mediterranean Agriculture (CLIMA) Occasional Publication No. 6, University of Western Australia, Nedlands W.A. (First edition, Ennекинг, D. (1994) PhD thesis, University of Adelaide).
- Ennекинг, D., Lahliou, A., Noutfia, A., Bounejmate, M., 1995. A note of *Vicia ervilia* cultivation, utilisation and toxicity in Moroc. Al Awamia 89: 141-148.
- Ennекинг, D., Maxted, N. 1995. Narbon bean (*Vicia narbonensis* L.). Evolution of Crop Plants, 2nd ed.; Smartt, J., Simmonds, N., Longman, W.: London, pp 316-321
- Firincioglu, H.K., Tate, M., Unal, S., Dogruyol, L., Ozcan, I. 2007. A Selection Strategy for Low Toxin Vetches (*Vicia sativa* spp.). Turk. J. Agric. For. 31: 303-311.
- Firincioglu, H.K., Unal, S., Dogruyol, L. 2011. Phenotypic variation of *Vicia pannonica* Crantz (var. *pannonica* and var *purpurascens*) in central Turkey. Journal of Central European Agriculture 12: 82-91.
- Firincioglu, H.K., Unal, S., Erbektas, E., Dogruyol, L. 2010. Relationships between seed yield and yield components in common vetch (*Vicia sativa* ssp. *sativa*) populations sown in spring and autumn in central Turkey. Field Crops Research 116: 30-37.
- Francis, C.M., Ennекинг, D., Abd El Moneim, A. 1999. When and where will vetches have an impact as grain legumes?. En: Knight, R. (ed.) Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21st Century. Proceedings of the Third International Food Legume Research Conference, Adelaide 1997. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture. Vol. 34. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, pp. 671-683.
- French, B. 2002. Pulse species. Pulse Research and industry development in Western Australia. ISSN 1445-0592. 117p.
- Fu, S.M., Hampton, J.G., Forde, M.B. 1996. Identification and seed multiplication of a collection of *Vicia* and *Lathyrus* from southwest Europe. New Zealand Journal of Agricultural Research 39:185-193.
- García, M.B., Antor, R.J. 1994. Datos para la conservación de especies endémicas: reproducción y estructura poblacional de *Vicia argentea* Lapeyr (Fabaceae). Lucas Mallada 6:77-86.
- Gepts, P. 2002. A comparison between crop domestication, classical plant breeding, and genetic engineering. Crop Sci., 42: 1780-1790.
- Gil, L., Martín, L.M., Cubero, J.I. 1987. Genetics of resistance in *Vicia sativa* to *Orobanche crenata* Forsk. Plant Breeding 99: 134-143
- Gorostegui, J. 1971. Variedades vegetales del INTA. Cultivares creados o introducidos desde 1958. Colección Agropecuaria del INTA N° 19. 528 p.
- Goldwasser, Y., Plakhine, D., Kleifeld, Y., Zamski, E., Rubin, B. 2000. The Differential Susceptibility of Vetch (*Vicia* spp.) to *Orobanche aegyptiaca*: Anatomical Studies. Annals of Botany 85: 257-262.
- Hagerman, A.E., Carlson, D.M. 1998. Biological responses to dietary tannins and other polyphenols. Agricultural and Food Chem. 2: 689-704.
- Hamadi, H., Karray, R.H., Safia, E.B., Tunis, E.M. 2011. Study of some characteristics related to the sexual reproduction in autotetraploid *Vicia narbonensis*. Journal of Agricultural Science 3: 153-162.
- Hanelt, P., Mettin, D. 1989. Biosystematics of the genus *Vicia* L. (Leguminosae). Annu. Rev. Ecol. Syst. 20:199-223.
- Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S.M., Hoskin, S.O. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. Trends Parasitol. 22: 253-261.
- Kahne, I., Bull, W. 1992. Situation Statement for Vetches in South Australia. Proceedings of the *Vicia*/

- Lathyrus Workshop, Perth, Western Australia. p77.
- Keatinge, J.D.H., Ali, A., Khan, B.R., Abd El Moneim, A.M., Ahmad, S. 1991. Germplasm evaluation of annual sown forage legumes under environmental conditions marginal for crop growth in the highlands of West Asia. *Journal Agronomy and Crop Science* 166: 48-57.
 - Kendir, H. 1999. Determination of some yield components of winter vetch species (*Vicia* spp.) grown in Ankara conditions. *Tarim Bilimleri Dergisi* 5:85-91.
 - Koptur, S. 1979. Facultative mutualism between weedy vetches bearing extrafloral nectarines and weedy ants in California. *Amer. J. Bot.* 66: 1016-1020.
 - Koptur, S., Lawton, J.H. 1988. Interaction among vetches bearing extrafloral nectarines, their biotic protective agents and herbivores. *Ecology* 69: 278-283.
 - Koptur, S., Smith, C.L., Lawton, J.H. 1996. Effects of artificial defoliation on reproductive allocation in the common vetch, *Vicia sativa* (Fabaceae: Papilionoideae). *American Journal of Botany* 83:886-889.
 - Laghetti, G., Piergiovanni, A.R., Galasso, I., Hammer, K., Perrino, P. 2000. Single-flowered vetch (*Vicia articulata* Hornem.): A relict crop in Italy. *Genetic Resources and Crop Evolution* 47: 461–465.
 - Larbi, A., Abd El Moneim, A.M.A., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011a. Intra-species variations in yield and quality determinants in *Vicia* species: 1.Bitter vetch (*Vicia ervilia* L.). *Animal Feed Science and Technology* 165: 278-287.
 - Larbi, A., Abd El Moneim, A.M.A., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011b. Intra-species variations in yield and quality determinants in *Vicia* species: 2. Narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.). *Animal Feed Science and Technology* 162: 20-27.
 - Larbi, A., Abd El Moneim, A.M.A., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011c. Intra-species variations in yield and quality determinants in *Vicia* species: 3.Common vetch (*Vicia sativa* ssp. *sativa*). *Animal Feed Science and Technology* 164: 241-251.
 - Larbi, A., Abd El Moneim, A.M.A., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011d. Intra-species variations in yield and quality determinants in *Vicia* species: 4.Woolly-pod vetch (*Vicia villosa* ssp. *dasyarpa* Roth). *Animal Feed Science and Technology* 164: 252-261.
 - Larreguy, OC. 1982. Catálogo de cultivares creados e introducidos por el INTA de 1970 a 1977. Colección Agropecuaria del INTA N° 21. 195 p.
 - Lenoir, L., Pihlgren, A. 2006. Effects of grazing and ant/beetle interaction on seed production in the legume *Vicia sepium* in a seminatural grassland. *Ecological Entomology* 31: 601-607.
 - Lloveras, J., Santiveri, P., Vendrell, D., Torrent, D., Ballesta, A. 2004. Varieties of vetch (*Vicia sativa* L.) for forage and grain production in Mediterranean areas. *CIHEAM Options Méditerranéennes* 62:103-106.
 - Marcos, M.T., García, R.M., De Andrés, E.F., De La Rosa, L. 2010. Estudio de caracteres agromorfológicos y fisiológicos en una colección nuclear preliminar en veza conservada en el CRF-INIA. V Congreso de Mejora Genética de Plantas. Madrid-España. 3:153-154.
 - Matic, R. 2007. Improved vetch varieties for fodder production. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication N 07/123. 11p.
 - Matic, R., Nagel, S. 2009. Vetch variety sowing guide 2009. National Vetch Breeding Program SARDI. 2p.
 - McGregor, S.E. 1976. Insects pollinations of cultivated crop plants. Agriculture Service. Unites States Departament of Agriculture. p369-372.
 - Merbakia, A., Abbas, K., Abdelguerfi, A. 2010. Phenology and agronomic performance of the species *Vicia narbonensis* L. in the Semi-arid Region of Sétif. *Journal of Agronomy* 9: 75-81.
 - Mitchell, J.P., Thomsen, C.D., Graves, W.L., Shennan, C. 1999. Cover Crops for Saline Soils. *J. Agronomy and Crop Science* 183: 167-178.
 - Mosjidis, J.A., Owsley, C.M., Kirkland, M.S., Rogers, K.M. 1995. Registration of AU EarlyCover Hairy Vetch. *Crop Science* 35:1509.
 - Mosjidis, J.A., Owsley, C.M., Kirkland, M.S., Rogers, K.M. 2002. Registration of AU Merit Hairy Vetch. *Crop Science* 42:1751.
 - Nadal, S., Cubero, J.I., Moreno, M.T. 2007. Sources of resistance to broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) in narbon bean. *Plant Breeding* 126: 110-112.
 - Nadal, S., Suso, M.J., Moreno, M.T. 2003. Management of *Vicia faba* genetic resources: changes associated to the selfing process in the major, equina and minor groups. *Genetic resources and Crop Evolution* 50: 183-192.
 - Nan, Z.B., Abd El Moneim, A.M., Larbi, A., Nie, B. 2006. Productivity of vetches (*Vicia* spp.) under alpine grassland conditions in China. *Tropical Grasslands* 40:177-182.
 - Nizam, I., Cubuk, M.G., Moralar, E. 2011. Genotype × environment interaction and stability analysis of some Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) genotypes. *African Journal of Agricultural Research* 6: 6119-6125.
 - Orak, A., Ates, E. 2005. Resistance to salinity stress and available water levels at the seedling stage of the common vetch (*Vicia sativa* L.). *Plant Soil Environ* 51: 51-56.
 - Orak, A., Nizam, I. 2004. Agronomic and morphological characters of some common vetch (*Vicia sativa*

- L.) genotypes under Trakya Region Conditions. Journal of Agronomy 3: 72-75.
- Petraityte, N., Sliesaravicius, A., Dastikaite, A. 2007. Potential reproduction and real seed productivity of *Vicia villosa* L. Biologija 53:48-51.
 - Poehlman, J.M., Sleper, D.A. 2003. Mejoramiento genético de las cosechas. Iowa State University Press. 511p.
 - Potokina, E.K. 1997. *Vicia sativa* L. aggregate (Fabaceae) in the flora of former USSR. Genetic Resources and Crop Evolution 44:199-209.
 - Ranalli, P., Cubero, J.I. 1997. Bases for genetic improvement of grain legumes. Field Crops Research 53: 69-82.
 - Rapoport E.H., MarzoCca, A., Drausal, B.S. 2009. Malezas comestibles del cono sur y otras partes del planeta. Ed. INTA. 215p.
 - Recarte, D. 2012. Caracterización morfológica y productiva de *Vicia villosa* subsp. *villosa* y *V. villosa* subsp. *dasyarpa*. Trabajo de Intensificación UNS-DA. 33p
 - Rees, R. 1992. The International and Local Market Prospects for *Vicia* and *Lathyrus*. Proceedings of the *Vicia/Lathyrus* Workshop, Perth, Western Australia. p77.
 - Reid, R., Bettencourt, E., Konopka, J. 1992. Genetics Resources of *Lathyrus* and *Vicia*, and Associated Quarantine Problems. Proceedings of the *Vicia/Lathyrus* Workshop, Perth, Western Australia. p77.
 - Renzi, J.P. 2008. Producción de semillas de cultivares y poblaciones de *Vicia* spp. Actas XXI Congreso Panamericano de Semillas. Cartagena (Colombia). <http://: foroalianzas.com>.
 - Renzi, J.P., Lasa, J.C., Cantamutto, M.A. 2010. Caracterización morfológica de semillas de *Vicia* spp. Actas de I Jornada de mejoramiento genético de forrajeras. P139. 9 y 10 de septiembre Instituto Fitotécnico de Santa Catalina-FCAyF-UNLP.
 - Renzi, JP. 2009. Efecto de la estructura de cultivo y grado de madurez a cosecha sobre el rendimiento y la calidad de semillas de *Vicia sativa* L. y *V. villosa* Roth., bajo riego. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. 126p.
 - Renzi, JP., Cantamutto, MA. 2009. Dormancia y germinación en semillas de *Vicia villosa* Roth. Rev. Análisis de semillas 3:84-89.
 - Robertson, H.A., Niezen, J.H., Waghorn, C.G., Charleston, W.A.G., Jinlong, N. 1995. The effect of six herbage's on live weight gain, wool growth and fecal egg count of parasite ewe lambs. Proc. NZ Soc Animal Prod. 55: 199-201.
 - Saxena, M.C., Abd El Moneim, A.M., Ratinam, M. 1992. Vetches (*Vicia* spp.) and chicklings (*Lathyrus* spp.) in the farming systems in West Asia and North Africa and improvement of these crops at ICARDA. Proceedings of the *Vicia/Lathyrus* Workshop, Perth, Western Australia. p77.
 - Seymour, M., Siddique, K., Brandon, N., Martin, L., Jackson, E. 2002. Response of vetch (*Vicia* spp.) to plant density in southwestern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 42:1043-1051.
 - Seymour, M., Siddique, K., Pritchard, I., Brandon, N., Riethmuller, G., Latham, L. 2003. Common vetch production technology. Bull. 4578, Department of Agriculture, South Perth, Australia, ISSN 1448-0352.
 - Siddique, K., Loss, S.P. 1996. Growth and seed yield of vetches (*Vicia* spp.) in south-western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 36:587-593.
 - Sliesaravieius, A., Petraityte, N., Dastikaite, A. 2005. A study of phenotypical diversity in wild narrow-leaved vetch (*V. angustifolia* L.). Biologija 3: 31-35.
 - Suso, M.J., Moreno, M.T., Mondragao-Rodrigues, F., Cubero, J.I. 1996. Reproductive biology of *Vicia faba*: role of pollination conditions. Field Crops Research 46:81-91.
 - Tardío Pato, J.F., García Gonzalo, P., Ortiz Marcide, J.M. 1998. Observaciones cariológicas en *Vicia amphicarpa* sensu lato. Anales Jardín Botánico de Madrid 56: 261-268.
 - Tardío Pato, J.F. 1996. Ecología, caracterización y evaluación agronómica del taxón *Vicia amphicarpa* Dorthes (Leguminosae). Tesis doctoral. 348p.
 - Thomson, B.D., Siddique, K., Barr, M.D., Wilson, L.M. 1997. Grain legume in low rainfall Mediterranean type environments. 1. Phenology and seed yield. Field Crop Research 54:173-187.
 - Tilley, D. 2007. Hairy Vetch Adaptation Trial 2006-2007. Study Number: IDPMC-0613-CP. NRCS Aberdeen Plant Materials Center Aberdeen, Idaho. 2p.
 - Tulay, E., Unal, M. 2010. Production of colchicines induced tetraploids in *Vicia villosa* Roth. Caryologia 63: 292-303.
 - Turk, M.A., 1999. Effect of sowing rate and irrigation on dry biomass and grain yield of bitter vetch (*Vicia ervilia*) and narbon bean (*Vicia narbonensis*). Indian Journal of Agricultural Sciences 69: 438-443.
 - Van de Wouw, M., Maxted, N., Ford Lloyd, B.V. 2003. A multivariate and cladistic study of *Vicia* L. ser. *Vicia* (Fabaceae) based on analysis of morphological characters. Plant Syst. Evol. 237: 19–39.
 - Van de Wouw, M., Enneking, D., Robertson, LD., Maxted, N. 2001. Vetches (*Vicia* L.). Capítulo 9. In: Maxted, N. and Bennett, S. J., Eds. Plant Genetic Resources of Legumes in the Mediterranean. Dordrecht: Kluwer. p132-157.
 - Van den Eynden, G.P.A. 1953. Some aspects of the breeding of summer vetch (*Vicia sativa*). Euphytica 2:122-126.

- Weber, L.H., Schifino-Wittmann, M.T. 1999. The *Vicia sativa* L. aggregate (Fabaceae) in Southern Brazil. Genetic Resources and Crop Evolution 46: 207–211.
- Yamamoto, K. 1971. On the cytogenetical analysis of flower color and pod color in the interspecific hybrid between *V. sativa* and *V. macrocarpa*. Japan J. Breed 21:204-210.
- Yeater, K.M., Bollero, G.A., Bullock, D.G., Rayburn, A.L., Rodriguez-Zas, S. 2004. Assessment of genetic variation in hairy vetch using canonical discriminant analysis. Crop Science 44:185-189.
- Yucel, C. 2004. Correlation and path coefficient analyses of seed yield components in the narbon bean (*Vicia narbonensis* L.). Turk. J. Agric. For. 28: 371-376.
- Zhang, X., Mosjidis, J.A. 1995. Breeding systems of several *Vicia* species. Crop Science 35:1200-1202.
- Zhang, X., Mosjidis, J.A. 1998. Rapid prediction of mating system of *Vicia* species. Crop Science 38:872-875.
- Zohary, D. 1999. Monophyletic vs. polyphyletic origin of the crops on which agriculture was founded in the Near East. Genetic Resources and Crop Evolution 46: 133–142.
- Zohary, D., Hopf, M. 1973. Domestication of pulses in the Old World. Science 182: 887-894.

CAPÍTULO 5

Adaptación, Crecimiento y Desarrollo

Juan Pablo Renzi

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascasubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Desarrollo fenológico de *V. sativa* y *V. villosa*

Para las *Vicias* no existe una escala de desarrollo que haya alcanzado adopción internacional. A partir de observaciones propias adaptando la metodología utilizada por Siddique y Loss (1996) y Berger et al. (2002), se destacan las siguientes fases fenológicas para *V. sativa* (Figura 1) y *V. villosa* (Figura 2):

Emergencia (E): 90% de las plántulas sobre la superficie del suelo, con las dos primeras hojas expandidas,

Comienzo de floración (CF): primera flor abierta,

Plena floración (PF): más del 50% de las plantas con flores,

Fin de floración (FF): menos del 10% de las plantas con flores abiertas,

Formación de vainas (FV): 50% de las plantas con la primera vaina en expansión,

Vainas verdes (VV): más del 75% de las vainas llenas de color verde,

Vainas amarillas (VA): más del 75% de las vainas virando al color amarillo (madurez fisiológica),

Vainas marrones (VM): más del 75% de las vainas virando al color marrón,

Madurez (M): 75% de las plantas con presencia de la primera vaina decolorada y seca, amarillamiento y senescencia de hojas (Renzi 2009).

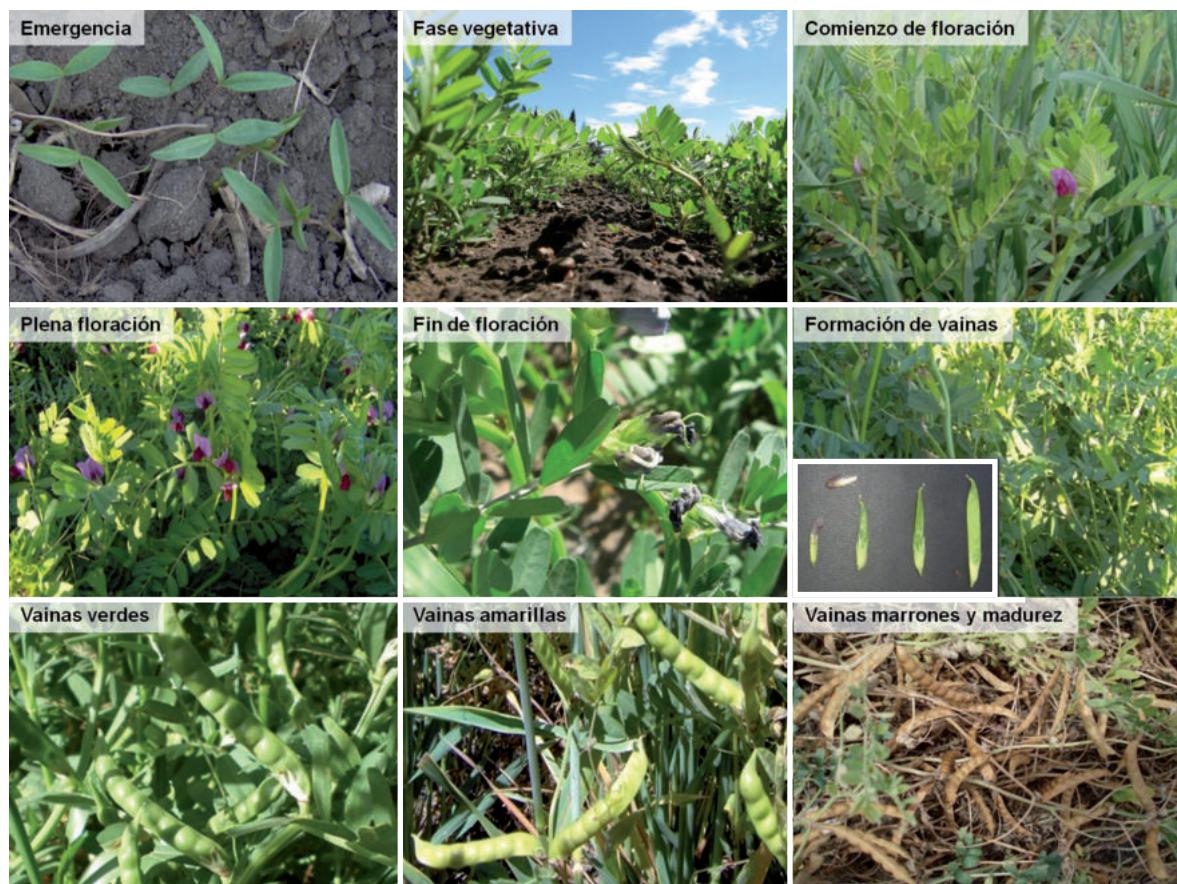


Figura 1. Fases fenológicas en el cultivo de *V. sativa*



Figura 2. Fases fenológicas en el cultivo de *V. villosa*

Curran y Ryan (2010) desarrollaron una escala fenológica para *V. villosa* basada en el estado de desarrollo de los cinco nudos superiores del tallo (Figura 3). Esta escala puede utilizarse en forma complementaria para mejorar la descripción definida utilizando las fases descriptas previamente, debido a la superposición de fases que se observa desde fines de floración a formación de vainas.

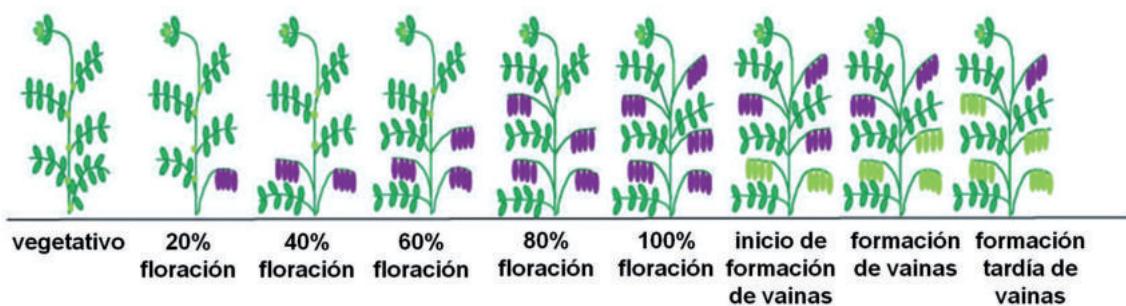


Figura 3. Escala fenológica para *V. villosa* según Curran y Ryan (2010).

Las *Vicias* cultivadas poseen germinación hipogea. En suelos con escasa humedad superficial, encostrados o con rastrojos densos es posible realizar siembras profundas, debido a la capacidad que tienen estas especies para elongar el hipocótilo (Figura 4). *V. villosa*



Figura 4. Emergencia de *V. sativa* en suelos encostados (a) y de *V. villosa* bajo “gramón” (*Cynodon dactylon*) (b).

villosa puede emerger desde 15 cm de profundidad. Como los cotiledones se mantienen protegidos bajo la superficie del suelo, la plántula puede rebotar luego de ser dañada por el viento o la acción de algún insecto predador o roedor (Seymour *et al.* 2003, White *et al.* 2005).

Luego de la emergencia, se produce la elongación de las hojas primarias, que generalmente cuentan con dos o cuatro foliolos, dependiendo de la especie. En la mayoría de los casos, el número de foliolos por hoja aumenta con el crecimiento de la planta. El crecimiento del tallo principal ocurre tempranamente pero luego es reemplazado por el de los brotes laterales que emergen de la base (Hanelt y Mettin 1989). La presencia de zarcillos terminales facilita que pueda trepar sobre las especies acompañantes en los policultivos y de esta forma captar mayor radiación (Aarssen *et al.* 1986).

En el sur de Buenos Aires se observó que el período desde la siembra hasta la emergencia fue mayor en *V. villosa*, posiblemente por tener requerimientos térmicos de germinación más elevados que *V. sativa*. Es así que Iannucci *et al.* (2008) halló que la temperatura basal para *V. villosa* y *V. sativa* fue de 1,9°C y 0°C respectivamente, mostrando esta última especie mayor tasa de implantación con temperaturas bajas. Para ambas *Vicias*, la temperatura óptima de germinación está estimada en el rango de 15 a 23°C (Brar *et al.* 1991, Teasdale *et al.* 2004).

En siembras de otoño el crecimiento del cultivo de *Vicia* se produce lentamente debido a la disminución progresiva de la temperatura (Seymour *et al.* 2003). En esta fase, *V. sativa* se destaca por tener mayor tasa de crecimiento que *V. villosa*, aunque ello no significa que tenga mayor tolerancia a las heladas (Goar 1934). Zachariassen y Power (1991) observaron en cámaras de incubación que bajo temperaturas constantes en *V. villosa* la mayor tasa de crecimiento aéreo se hallaba a los 15°C, disminuyendo hasta 32°C (Figura 5). Bajo condiciones de campo, se estimó que la temperatura media diaria que maximizó el crecimiento radicular y aéreo osciló entre 20-25°C en ambientes templados (Teasdale *et al.* 2004) y entre 25-30°C para subtropicales (Anugroho *et al.* 2009a y b).

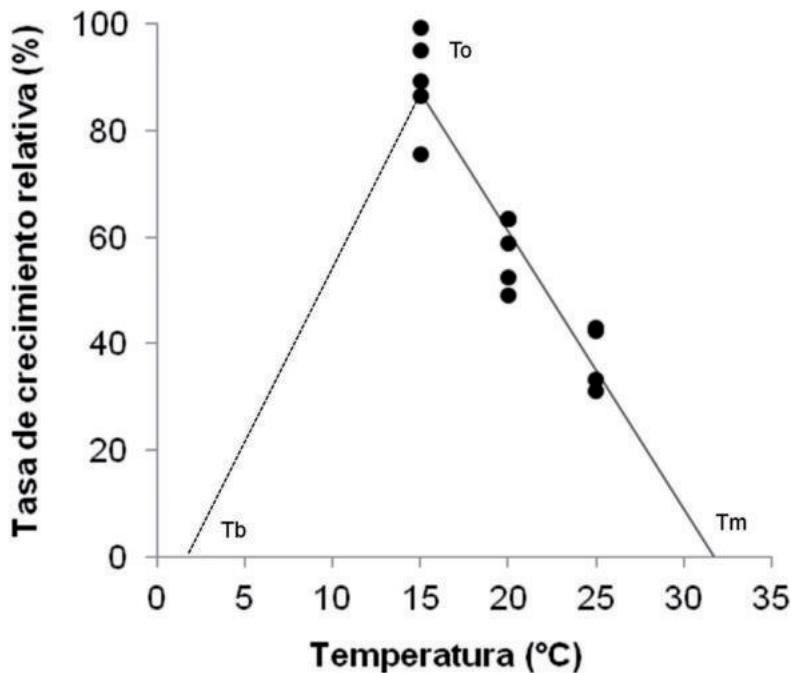


Figura 5. Tasa de crecimiento relativa (%) de *V. villosa* bajo temperatura constante durante los primeros 100 días (modificado de Zachariassen y Power, 1991). Tb: temperatura base, To: óptima y Tm: máxima.

En primavera, las temperaturas más cálidas promueven el crecimiento, elongación y ramificación de los tallos, los cuales por ser volubles, suelen crecer postrados si no cuentan con un cultivo soporte. La capacidad de compensar espacios descubiertos es alta en *V. villosa*, debido a su abundante ramificación (Gilley *et al.* 1989, Teasdale *et al.* 2004, Renzi 2009).

La duración del ciclo hasta el inicio de la floración de la *Vicia* depende del genotipo, momento de implantación y condiciones ambientales. Para siembras de marzo a junio se observa que la floración de *V. villosa* subsp. *dasyarpa* y *V. sativa* se anticipa en relación a *V. villosa* subsp. *villosa*, con umbrales mínimos de tiempo térmico, considerando una temperatura base de 4°C, de 613, 677 y 776 °C día⁻¹ respectivamente. Bajo siembra de otoño, la duración del ciclo a floración de *V. sativa* alcanza 88 a 172 días, mientras que *V. villosa* lo alcanza entre 123 y 304 días (Siddique y Loss 1996, Weber *et al.* 1999, Brandsaeter y Netland 1999, Coraglio *et al.* 2001, Seymour *et al.* 2003, Van de Wouw *et al.* 2003, Teasdale *et al.* 2004, Petraityte *et al.* 2007, Iannucci *et al.* 2008). La precocidad de *V. v.* subsp. *dasyarpa* respecto a *V. v.* subsp. *villosa* (Figura 6) podría ser producto de la selección (Coraglio *et al.* 2001) o una característica propia de la subespecie (Piper y McKee 1912, Goar 1934, Clark 1998, Marini 2011).



Figura 6. *V. villosa* subsp. *dasycarpa* en plena floración (a) y subsp. *villosa* en pre-floración el 10 de octubre en H. Ascasubi, Buenos Aires, y subsp. *dasycarpa* en vainas verdes (c) y subsp. *villosa* en plena floración (d) el 23 de noviembre en Marcos Juárez, Córdoba. Flechas muestran el daño por chinches en las vainas en elongación y llenado de *villosa* por ciclo tardío a diferencia de *dasycarpa*.

Los factores ambientales que determinan el ciclo a floración son la temperatura y el fotoperiodo. Tanto *V. sativa* como *V. villosa* no poseen requerimientos de vernalización (Aarssen *et al.* 1986, Brandsaeter *et al.* 2000). La inducción floral de *V. sativa* responde al tiempo térmico y a días largos, pudiendo percibir el estímulo una vez transcurrida su fase juvenil (Keatinge *et al.* 1998, Renzi 2009) (Figura 7).

Si bien se considera que *V. villosa* responde a días largos, parecería que el umbral de fotoperiodo en el sur de Buenos Aires no sería un factor decisivo para la floración, debido a que se han observado plantas de resiembra que están florecidas en los meses de marzo a junio, con fotoperiodos de 13,5 y 10,4 h respectivamente (Figura 7 y 8).

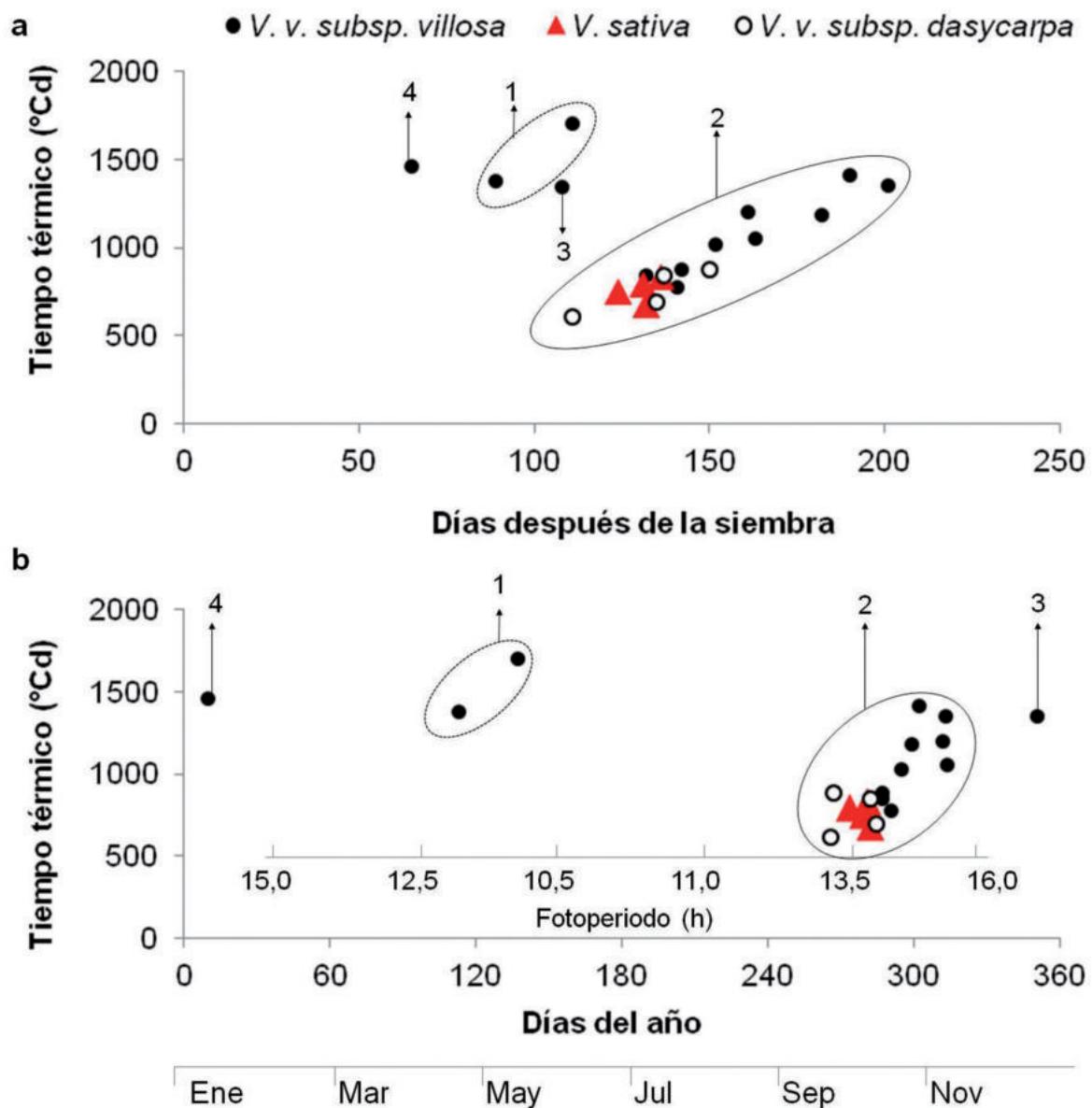


Figura 7. Inicio de floración para diferentes fechas de siembra (1: enero. 2: marzo a junio. 3: septiembre. 4: noviembre) en *V. sativa*, *V. villosa* subsp. *villosa* y *dasycarpa* en relación a los días después de la siembra (a) y calendario (b) en función del tiempo térmico ($tb = 4^{\circ}\text{C}$), en observaciones realizadas en el sur de Buenos Aires durante 5 años (2006-2011)

Teasdale *et al.* (2004) sugiere que la floración de *V. villosa* es controlada primariamente por la temperatura (Figura 9a), anticipando el proceso bajo condiciones de calor y sequía luego de la fase juvenil (Figura 9b). Petraityte *et al.* (2007) observó que la duración del período emergencia a floración de *V. villosa* se asociaba a la temperatura junto con la humedad disponible (coeficiente hidrotermal), adelantándose con sequía. En el sur de Buenos Aires se observó la misma relación (Figura 9), resultados que acordarían con Keatinge *et al.* (1998) y Iannucci *et al.* (2008), quienes hallaron que en ambientes de clima templado con fotoperíodo entre 11,5-14,5 h, el tiempo térmico no explicó totalmente el comienzo de la floración de *V. villosa*. La menor sensibilidad fototérmica para esta especie coincidiría con su adaptación y plasticidad bajo amplias condiciones ambientales, adecuando su ciclo a

la disponibilidad hídrica (Iannucci *et al.* 2008). Esta plasticidad fenológica, para especies indeterminadas, influye sobre la tolerancia a la sequía, la cual dependerá de la oportunidad, intensidad y duración de los déficits hídricos a los que se enfrente (Dardanelli *et al.* 2003).



Figura 8. Plantas aisladas (a) y cultivos de resiembra (b) de *V. villosa* subsp. *villosa* florecidos en diferentes meses del año.

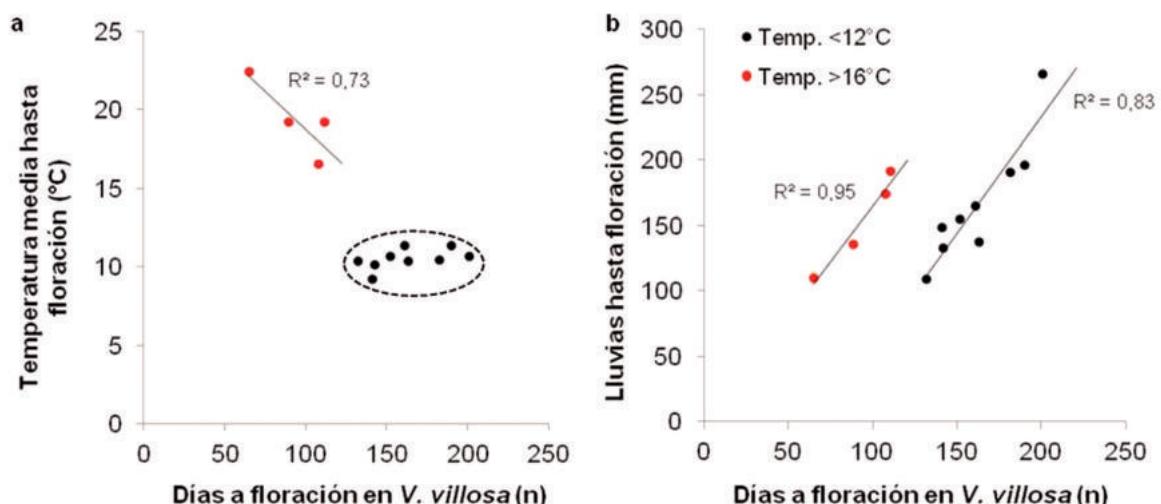


Figura 9. Inicio de floración de *V. villosa* subsp. *villosa* en función de la temperatura media desde la siembra a floración (a) y lluvias registradas en el mismo periodo (b) durante 5 años de evaluación (2006-2011) en el sur de Buenos Aires

La formación de vainas en el cultivo comienza 10-15 días luego de plena floración. El periodo anterior al comienzo de formación de vainas en *Vicia* se destaca por ser el momento de mayor tasa de crecimiento (Thomson y Siddique 1997). La floración y formación de las vainas continúan de manera simultánea, prolongándose en mayor medida en *V. villosa* subsp. *villosa* y luego en *V. v. subsp. dasycarpa*, pudiendo mostrar flores abiertas en forma

aislada hasta incluso cerca de la cosecha, a diferencia de *V. sativa* que posee una floración más corta y determinada. Durante esta fase las *Vicias* son sensibles a las elevadas temperaturas ($>25^{\circ}\text{C}$). Vientos cálidos pueden provocar marchitamiento y caída de flores, abortos de semillas y daños en las vainas (Figura 10a). Heladas tardías también afectan a las flores, vainas y semillas inmaduras (Figura 10b) (Rowarth 1998, Seymour *et al.* 2003). El período de llenado de grano de las *Vicias* es de corta duración y depende de las condiciones ambientales. Keatinge *et al.* (1998) observó que *V. sativa* regula el llenado en función de la temperatura, ya que incrementándola de 16°C a 28°C se redujo el período de llenado de 50 a 25 días. Sin embargo, esto no ocurrió en *V. villosa*, y llenado de granos fue de 48 días en las dos situaciones. Es por ello que en etapas de desarrollo reproductivo temprano, el aumento de la temperatura incrementa el aborto de flores y vainas en elongación de *V. villosa*, impactando negativamente sobre el rendimiento de semillas (Abd el Moneim 1998).



Figura 10. Vainas vanas por altas temperaturas (a) e inflorescencias heladas en *V. v subsp. villosa* (b). Vainas afectadas por heladas a mediados de octubre en *V. sativa* (c y d).

V. villosa posee un ciclo entre 7-24 días más prolongado que *V. sativa*, dependiendo del ecotipo/cultivar (Piper y McKee 1912). El ciclo total desde la siembra, bajo las condiciones locales, oscila entre 180 y 240 días (Renzi 2009). La senescencia del cultivo comienza con temperaturas elevadas ($>30^{\circ}\text{C}$) y se acelera con estrés hídrico (Teasdale *et al.* 2004). En esas condiciones las plantas colapsan y las vainas quedan cerca de la superficie del suelo (Petricute *et al.* 2007).

El retraso de la cosecha dificulta las operaciones de recolección, debido al desarrollo de malezas estivales, y aumenta las pérdidas de semilla (Seymour *et al.* 2003). A diferencia de otras *Vicias*, que poseen un crecimiento más determinado, *V. villosa* tiene una amplia indeterminación de la fase reproductiva, que solamente finaliza bajo condiciones

ambientales extremas de alta evapotranspiración, inducido por la alta temperatura del aire y baja humedad ambiental (Keatinge *et al.* 1991, Petraityte *et al.* 2007). Si se mantienen buenas condiciones de humedad y temperaturas templadas *V. villosa* subsp. *villosa* en mayor medida que la subsp. *dasycarpa* continúan floreciendo durante el verano, alcanzando una condición de ciclo bianual.

Características adaptativas de las *Vicias*

La adaptación de las *Vicias* varía mucho entre especies (Hanelt y Mettin 1989). En la tabla 1 se presentan las especies más difundidas y su adaptación a factores ambientales y edáficos. Entre las difundidas en Argentina, *V. villosa* se destaca por su comportamiento en ambientes marginales semiáridos con inviernos rigurosos y suelos de textura gruesa con baja fertilidad. Los requerimientos de lluvias durante el ciclo y el uso consuntivo de agua son mayores en *V. sativa* (Baigorria y Cazorla 2010), que posee moderada tolerancia a las bajas temperaturas invernales y preferencia de suelos fértiles.

Tabla 1. Adaptación de algunas especies de *Vicia* a distintas condiciones agroclimáticas

Especie	Lluvias y Temperatura media	Sombra	Adaptación		Ref
			Suelos	Frío (<0°C)	
<i>amphicarpa</i>	≥175 mm, 10-18°C	moderada	Muy baja fertilidad, poco profundos, alcalinos pH de 6,5-9. De textura desde arenoso a arcillosos, pedregosos, pero bien aireados. Sin problemas de salinidad. Alcalinos o ligeramente ácidos, pH 5-8.	alta	2, 3, 6, 18, 19
<i>narbonensis</i>	≥250 mm 8-25°C	----	Arenosos a arcillosos, bien drenados. Tolera la anegación breve y concentración de sodio y boro.	alta-moderada*	1, 3, 7, 10, 20
<i>v. subsp. <i>villosa</i></i>	≥280 mm, 4-21°C	alta	Arenoso-franco, bien drenados. Baja tolerancia al anegamiento. Baja fertilidad, pH 5,5-7,5.	muy alta	1, 15, 22, 23
<i>v. subsp. <i>dasycarpa</i></i>	≥300 mm	alta	Arenoso-franco, bien drenados. Baja a moderada tolerancia al anegamiento. Baja fertilidad, pH 6-8.	alta	3, 6, 22, 23
<i>sativa</i>	≥300 mm, 2,5-21°C	moderada	Alcalinos o neutros (pH 5-9). Arenoso-franco a arcillosos, bien drenados. Anección en fase vegetativo por corto periodo (<7 días).	alta-moderada	1, 3, 5, 6, 13, 16, 17
<i>articulata</i>	≥300 mm	moderada	Ácidos. Arenoso o arcillosos, bien drenados. Baja fertilidad. Someros.	alta	1, 4, 5, 14
<i>calcarata</i>	≥300 mm 5-18°C	----	Moderadamente ácidos. Poco arcillosos, profundos y bien drenados.	leve	1, 23
<i>ervilia</i>	≥320 mm 5-20°C	----	Calcáreos, alcalinos. Franco-arenosos o arcillosos, bien drenados. Someros.	alta	1, 3, 5, 8
<i>hybrida</i>	≥350 mm	----	----	alta	1
<i>pannonica</i>	≥350 mm	----	Arcillosos y con drenaje deficiente.	muy alta	1, 3, 5, 11, 12
<i>benghalensis</i>	≥400 mm	----	Ácidos. Moderada tolerancia al anegamiento	leve	1, 21, 23

Referencias (Ref.): 1- Francis *et al.* 1999. 2- Van de Wouw 2003. 3- Abd El Moneim 1998. 4- Laghetti *et al.* 2000. 5- Reid *et al.* 1992. 6- Saxena *et al.* 1992. 7- Siddique y Loss 1996. 8- Rees 1992. 9- Enneking y Maxted 1995. 10- Mebarkia *et al.* 2010. 11 Firincioglu *et al.* 2011. 12- Nizam *et al.* 2011. 13- Larbi *et al.* 2011a,b,c,d. 14- De La Rosa *et al.* 1999.15- Aarssen *et al.* 1986. 16- Acikgoz 1982. 17- Acikgoz 1988. 18- Tardio Pato 1996. 19- Abd El Moneim y Elias 2003. 20- White *et al.* 2005. 21- Schulz *et al.* 1999. 22- Clark 1998. 23- Goar 1934. *Alta en condiciones semiáridas y moderadas en ambientes húmedos.

Temperatura durante el ciclo

La implantación de los cultivos de *Vicia* generalmente se realiza a fines de verano o principios de otoño. El período vegetativo transurre durante el otoño y puede presentar receso invernal, cuando las temperaturas son muy bajas. Con el aumento de la temperatura de la primavera, las *Vicias* retoman el crecimiento, florecen y maduran, a principios de verano (Brandsaeter *et al.* 2002, Anugroho *et al.* 2009a). Algunas accesiones de *V. v.* subsp. *villosa* poseen capacidad de detener su crecimiento durante el invierno en suelos congelados, sobrevivir esas condiciones adversas y reiniciar su crecimiento cuando los suelos se descongelan en la primavera (Duke 1981).

Duke (1981) considera que *V. villosa* puede completar su ciclo con temperaturas medias anuales que oscilen entre 4,3 a 21,1°C. Según Nan *et al.* (2006), en las regiones alpinas de China, con temperaturas medias de 2,5°C durante el ciclo, *V. villosa* se destacó por producción de biomasa ($> 8t ha^{-1}$). En esas condiciones, debido al corto período de crecimiento (< 150 días), limitado por las bajas temperaturas y fotoperiodo, esta *Vicia* no produjo semilla, lo que si ocurrió con algunas accesiones de *V. sativa* y *V. narbonensis*. Asimismo *V. villosa* posee adaptación a elevaciones superiores a 2000 msnm (Smith y Valenzuela 2002, Mesén *et al.* 2003), y a rangos de temperatura mínima media para el mes más frío hasta -16°C (Teasdale *et al.* 2004). Para *V. sativa* el rango de tolerancia alcanza hasta -2,5°C (Firincioglu *et al.* 2009).

Considerando solamente las temperaturas medias anuales y mínimas de julio, se infiere que la *Vicia* se adapta a la mayoría de los sitios de la región Pampeana como cultivo otoño-invierno-primaveral (Figura 11).

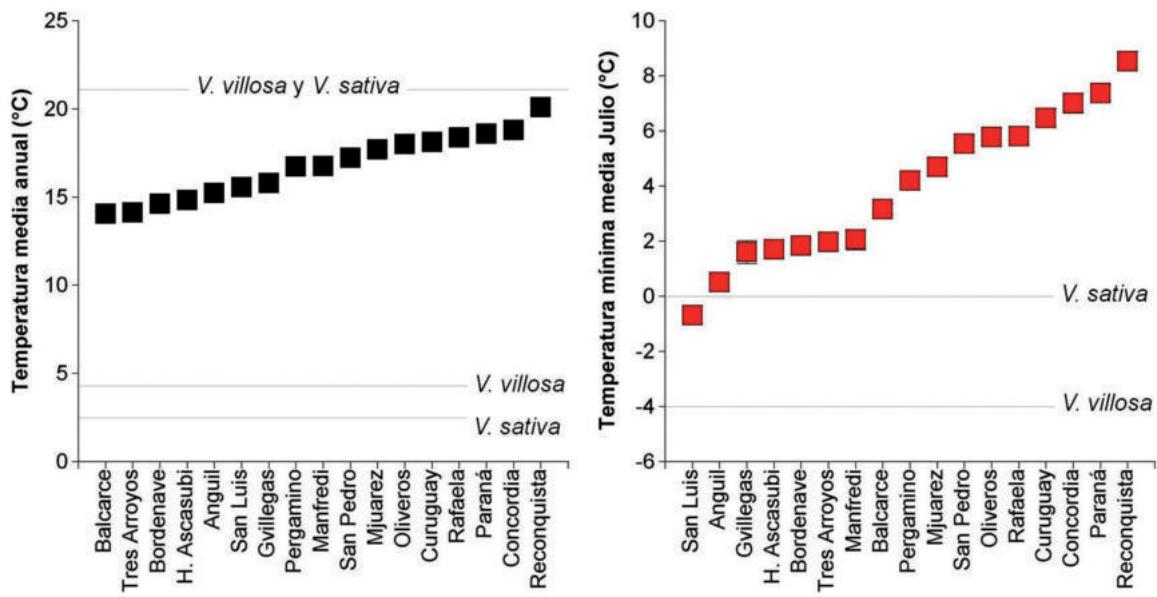


Figura 11. Temperatura media anual y mínima del mes más frío (1971-2011) para diferentes sitios de la región Pampeana. Las líneas horizontales muestran los umbrales térmicos para *V. villosa* y *V. sativa*.

Tolerancia al frío

En regiones con inviernos rigurosos, las siembras otoñales de *V. v. subsp. villosa* y *dasycarpa* muestran elevada tolerancia al frío, respecto a *V. sativa*, *V. ervilia* y *V. narbonensis* (Larbi *et al.* 2011a,b,c,d) y otras leguminosas, como *Melilotus* spp., *Trifolium* spp. y *Medicago* spp. (Brandsaeter *et al.* 2000). Algunos ecotipos de *V. sativa* invernales y de *V. pannonica* pueden tolerar temperaturas mínimas absolutas hasta -12°C. Para *V. v. subsp. villosa* se considera que el límite llegaría a -25°C (Goar 1934, Acikgoz 1982, Kendir 1999, Harbur *et al.* 2009).

Para inferir la tolerancia a frío es importante considerar el estado de desarrollo. En *V. villosa* y *V. sativa* la tolerancia al frío es elevada en las etapas iniciales del cultivo (fase vegetativa) y disminuye a medida que avanza el ciclo ontogénico (floración). Es así que Brandsaeter *et al.* (2002) determinó en *V. villosa* una temperatura letal media (TL_{50}) de <-10°C, -7,1°C y -3,3°C para el estado vegetativo, comienzos y plena floración respectivamente (Figura 12). De esta forma, para siembras tempranas a fines del verano, se debe considerar que si bien ecotipos de floración precoz pueden producir mayor biomasa durante el otoño, pueden ser afectados fuertemente por heladas en invierno (Bransaeter y Netland 1999). Es así que se establece un compromiso entre la elección del genotipo y la fecha de siembra, y su interacción con la producción de biomasa, el ciclo (floración) y la tolerancia al frío (Brandsaeter *et al.* 2002). Para nuestras latitudes cultivos afectados por las heladas se pueden producir bajo resiembras tempranas de *V. villosa* en verano y otoños cálidos y lluviosos que promuevan el crecimiento y la floración con anterioridad al periodo invernal. Adicionalmente para esta especie el rebrote posterior a las heladas es un atributo favorable en función del objetivo de uso (Brandsaeter *et al.* 2002).

Además de la fenología del cultivo, la tolerancia al frío está relacionada con las condiciones de exposición, humedad, drenaje, textura y fertilidad del suelo. Una lluvia inmediatamente posterior a la ocurrencia de temperaturas de congelamiento, en suelos pobemente drenados o de textura fina, incrementa la muerte de plantas de *Vicia* (Piper y McKee 1912, Brandsaeter *et al.* 2000, Badaruddin y Meyer 2001). Asimismo, bajo condiciones controladas y en ensayos a campo, se ha demostrado que algunos genotipos de *V. villosa* y *V. sativa* se diferencian en el comportamiento al frío (Bransaeter y Netland 1999, Bransaeter *et al.* 2000, Teasdale *et al.* 2004, Wilke y Snapp 2008, Brandsaeter *et al.* 2008, Harbur *et al.* 2009, Firincioglu *et al.* 2009).

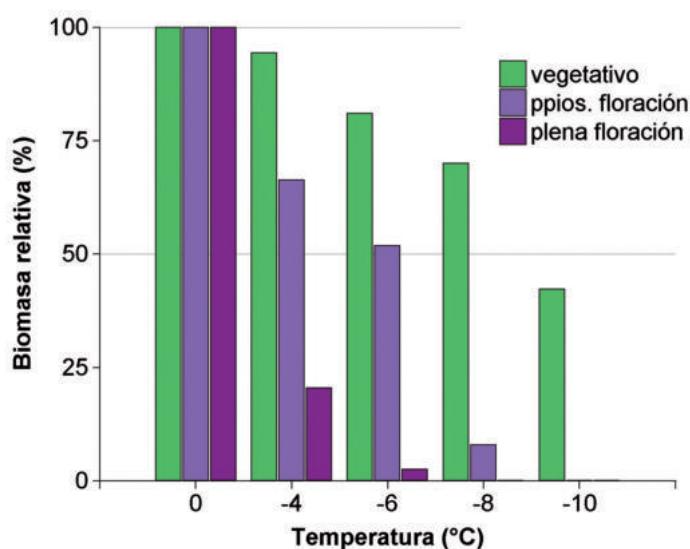


Figura 12. Biomasa relativa (%) en plantas de *V. villosa*, en tres estadios fenológicos, luego de 21 días de haber estado expuestas a temperaturas de 0, -4, -6, -8 y -10°C durante 36 h (modificado de Brandsaeter *et al.* 2002).

La tolerancia al frío y tasas de crecimiento a bajas temperaturas varían en las dos especies de *Vicia* más difundidas. Si bien, *V. villosa* tendría mayor capacidad de tolerar temperaturas menores a 0°C, el crecimiento no se produciría con temperaturas inferiores a 1,9°C o 4°C, temperatura base según Iannucci *et al.* (2008) y Teasdale *et al.* (2004). En *V. sativa*, la temperatura base para el crecimiento bajaría a 0°C.

Tolerancia al calor

En la mayoría de las regiones templadas y subtropicales del mundo las especies de *Vicia* spp. se comportan como anuales de ciclo otoño-invierno-primaveral (Wheeler y Hill 1957, Schoth y McKee 1962, Zachariassen y Power 1991, Siddique *et al.* 1999, Anugroho *et al.* 2009a). No obstante ello, en algunas situaciones se contempla su uso como cultivo de verano, para siembras de primavera, en regiones con veranos frescos, como el norte de Estados Unidos, centro-norte de China, sur de Noruega, oeste de Asia y norte de África, donde las temperaturas medias estivales no superan los 20°C (Piper y McKee 1912, USDA 1962, Kandel *et al.* 2000, Bradsaeter *et al.* 2000, Guldan y Martin 2003, Nan *et al.* 2006, Firincioglu *et al.* 2009). Comparativamente, Clark (1998) muestra una mayor tolerancia al calor de *V. v. subsp. dasycarpa* que la subsp. *villosa*.

Para las de la región Pampeana, las temperaturas medias del verano generalmente superan los 20°C y pueden afectar el desarrollo de las *Vicias* (Figura 13).

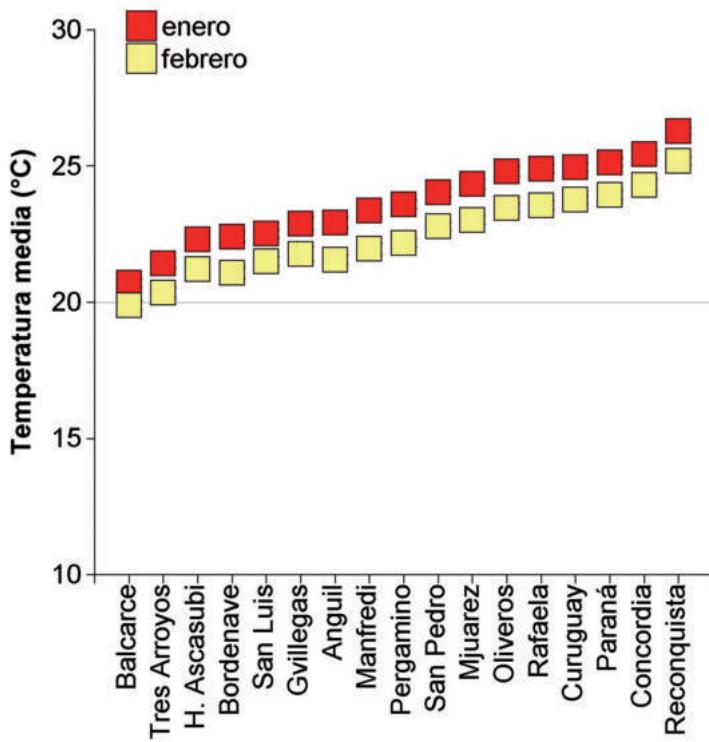


Figura 13. Temperatura media de enero y febrero (1971-2011) para diferentes sitios de la región Pampeana.

Eficiencia en el uso del agua y resistencia a la sequía

Los umbrales de agua necesarios para el desarrollo del cultivo de *Vicia* son diferentes dependiendo de la especie (Tabla 1). Si bien *V. sativa* y *V. villosa* crecen en ambientes con lluvias anuales de 300 mm, la mayor plasticidad fenotípica hace que solamente *V. villosa* tolere períodos prolongados de déficit hídrico (Figura 14). Existen registros de cultivos de

Vicia en ambientes con precipitaciones de hasta 1600 mm anuales (Piper y McKee 1912, Duke 1981, Dastikaite *et al.* 2009). Es importante mencionar que eventos de anegamiento en suelos de textura pesada impactan en mayor medida sobre *V. villosa*, debido a que *V. sativa* posee una moderada sensibilidad, pudiendo igualmente ser afecta en función del tiempo (Gilli *et al.* 2007). Ciclos prolongados de sequía e inundación también repercuten sobre la actividad de fijación de N por senescencia de los nódulos (Aarssen *et al* 1986). La interacción entre la fenología, la eficiencia del uso del agua y momento de mayor aprovechamiento impactan en la adaptación de los cultivos bajo ambientes de escasa disponibilidad hídrica (Siddique *et al.* 2001). En *V. sativa* el mecanismo de respuesta se relaciona con el acortamiento del ciclo, o adecuación del mismo, a la disponibilidad de agua (escape), estrategia relevante en ambientes de sequía terminal. En climas mediterráneos o continentales un rápido crecimiento inicial, con floración y llenado de grano anticipado impactan de forma positiva sobre la productividad (Duke 1981, Sattell *et al* 1998). Para esta especie el rinde de granos y biomasa total se asocia a un mayor aprovechamiento del agua en post-floración, momento que coincide con la mayor tasa de crecimiento por ramificación y formación de vainas y granos (Thomson y Siddique 1997, Siddique *et al.* 2001). Es así que eventos de déficit hídrico reducen la productividad de forraje y semilla en mayor medida durante el llenado de grano y luego en la etapa de floración en relación al periodo vegetativo (Abdel y Al Rawi 2011).

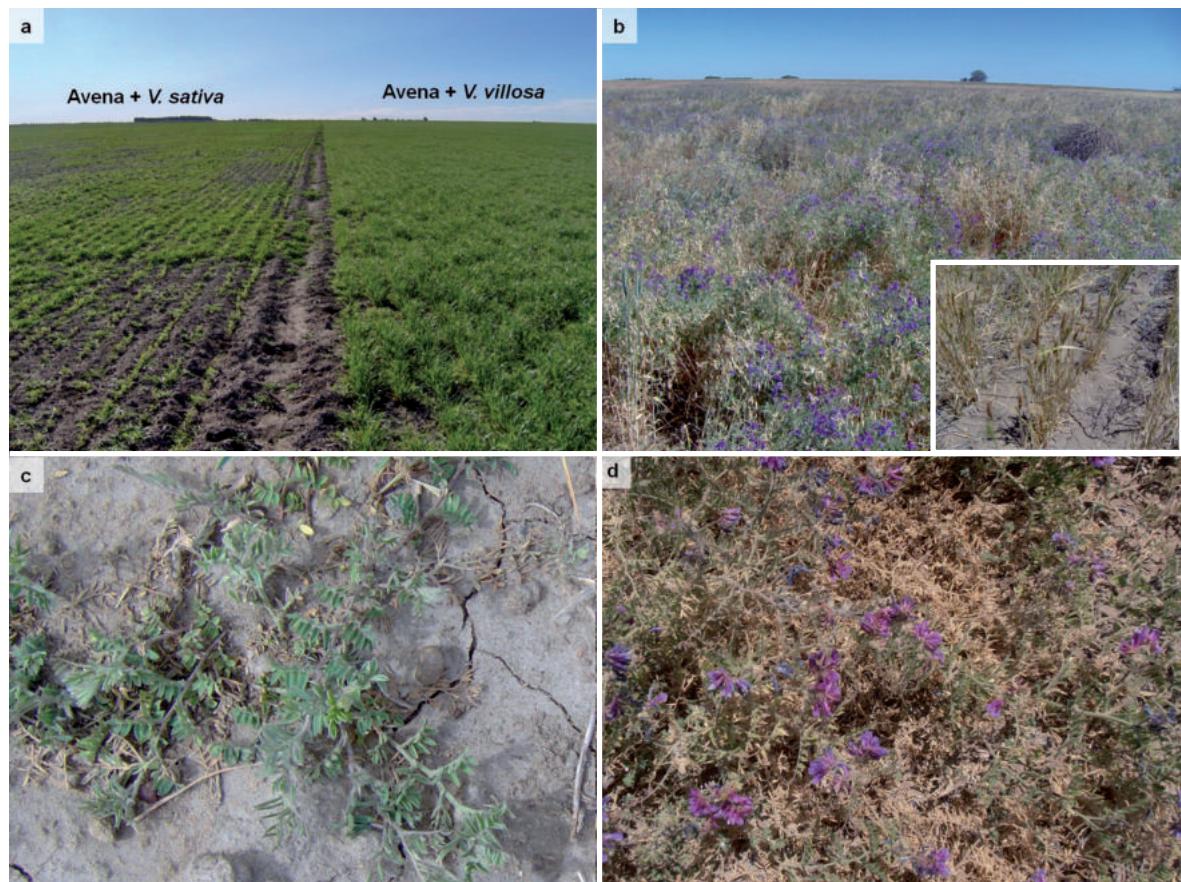


Figura 14. Cultivo de avena en mezcla con *V. sativa* y *V. villosa* en 17 de Agosto, SO de Bs. As., manchones sin cobertura por pérdida de plantas de *V. sativa* por sequía (a). Policultivo de avena con *V. villosa* en Patagonia, S de Bs. As., recuadro inferior izquierdo muestra la escasa cobertura alcanzada con el cultivo de trigo en el mismo sitio (b). Planta de *V. villosa* en condiciones de déficit hídrico en fase vegetativa (c) y en floración (d).

La tolerancia a la sequía de *V. villosa* se relaciona con la adecuación de su ciclo a la disponibilidad hídrica, debido a su crecimiento indeterminado y plasticidad reproductiva (Figura 15). Esta plasticidad constituye una estrategia importante para ambientes donde los períodos de déficit hídrico puede ocurrir en cualquier momento de la estación de crecimiento (Dastikaite *et al.* 2009). La ocurrencia de estrés hídrico en etapas vegetativas modifica la expansión foliar, no así la iniciación de primordios en los meristemas, estructuras relativamente desacopladas de los vaivenes hídricos de la planta. Luego de superado el estrés hídrico por lluvias, los órganos diferenciados en las plantas adecuan rápidamente la expansión del área foliar y el potencial de ramificación para sincronizar el crecimiento con el aumento de la disponibilidad de agua (Keatinge *et al.* 1998, Teasdale *et al.* 2004, Dardanelli *et al.* 2003, Wilke y Snapp 2008). Para diferentes genotipos de *V. villosa*, Wilke y Snapp (2008) hallaron que la pubescencia de las hojas fue el atributo asociado a la tolerancia a sequía y bajas temperaturas (Duke 1981). Otro mecanismo asociado a la tolerancia a la sequía de *V. villosa* es el desarrollo proporcionalmente mayor del sistema radicular respecto al aéreo que ocurre en las primeras etapas vegetativas durante el invierno (Goar 1934). El valor de esta estrategia depende del almacenamiento de agua en el perfil del suelo y del patrón de distribución de las lluvias (Dardanelli *et al.* 2003).

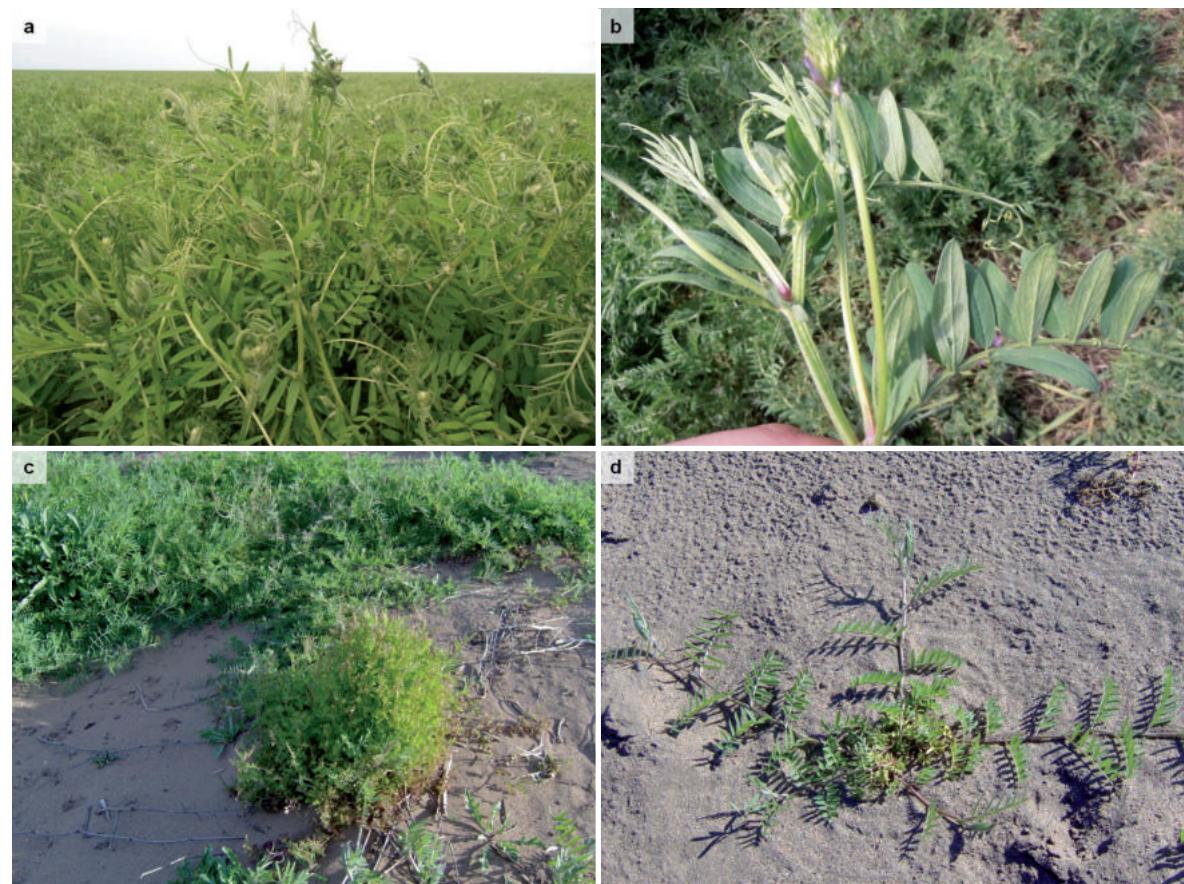


Figura 15. Plasticidad fenotípica en *V. v. subsp. villosa* creciendo en condiciones con buena disponibilidad de agua (a y b) y bajo estrés hídrico (c y d).

En función de la figura 16 se puede considerar para condiciones de clima templado existe un umbral de 100-125 mm de lluvia durante el ciclo para que los cultivos de *Vicia* prosperen. Como la evapotranspiración del suelo es elevada durante las etapas iniciales del cultivo, si se logra una cobertura temprana del suelo puede mejorarse la economía del agua (Smith y Valenzuela 2002).

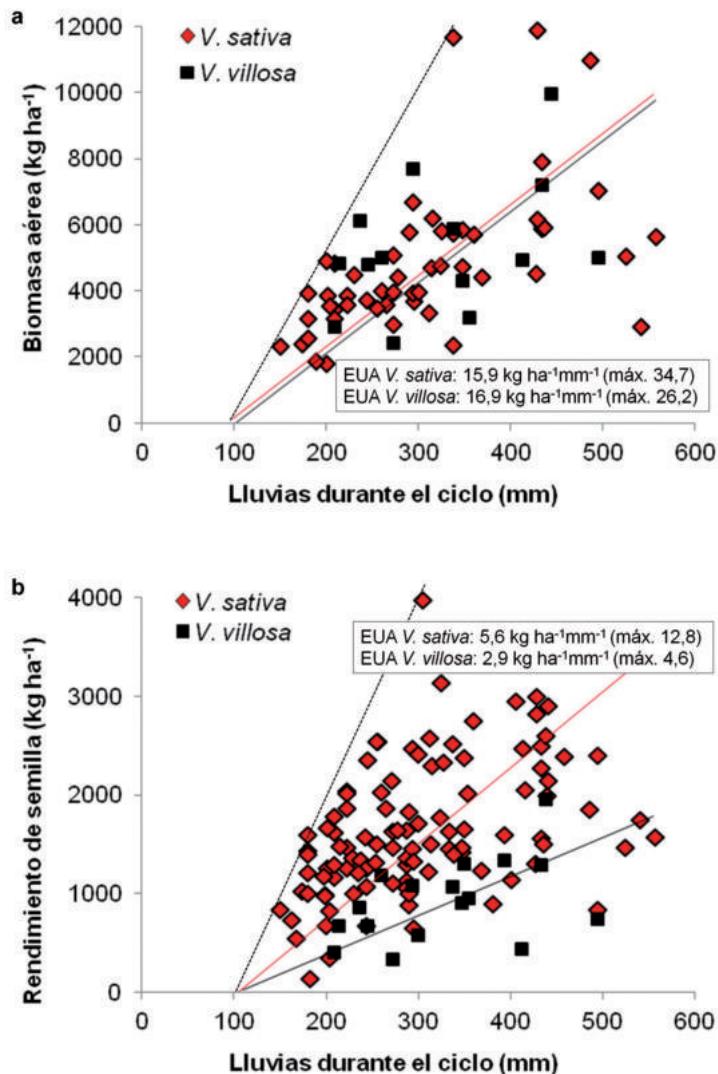


Figura 16. Relación entre la productividad forrajera (a) y el rendimiento de semillas (b) para diferentes registros de lluvias durante la estación de crecimiento en *V. sativa* y *V. villosa*. Los valores fueron obtenidos de referencias bibliográficas y antecedentes locales.

La eficiencia en el uso de agua (EUA) dependen de varios factores, que incluyen el tipo de suelo, las lluvias, la dinámica de crecimiento radicular y aéreo, la temperatura y humedad del ambiente entre otros (White *et al.* 2005). En *V. sativa* y *V. villosa* es factible lograr en promedio una EUA de 17 kg de biomasa aérea ha⁻¹ mm⁻¹ (Figura 16b). Matic (2007) halló para *V. sativa* valores entre 18-24 kg ha⁻¹ mm⁻¹. En Córdoba, Baigorria y Cazorla (2010) obtuvieron un rango de EUA de 15-25 kg ha⁻¹ mm⁻¹ de *V. sativa* para ciclos con escasa y buena disponibilidad de agua (100 vs 300 mm). Los mismos autores con buenos registros de lluvia obtuvieron con *V. villosa* una eficiencia de 30 kg ha⁻¹ mm⁻¹, superior a *V. sativa* que tuvo una eficiencia de 25 kg ha⁻¹ mm⁻¹. Ello demostró la mayor aptitud de uso como cultivo de cobertura de *V. villosa* porque posee un menor costo hídrico en la generación de biomasa y deja un mayor residual de agua disponible para el cultivo que la siga en la rotación.

La situación cambia cuando el destino es la producción de grano, debido a que *V. sativa* duplica su eficiencia en el uso del agua en relación a *V. villosa* (Figura 16b). Como se muestra en *V. villosa*, la EUA usualmente decrece con la edad de la planta y aumento de la temperatura del ambiente (Figura 17).

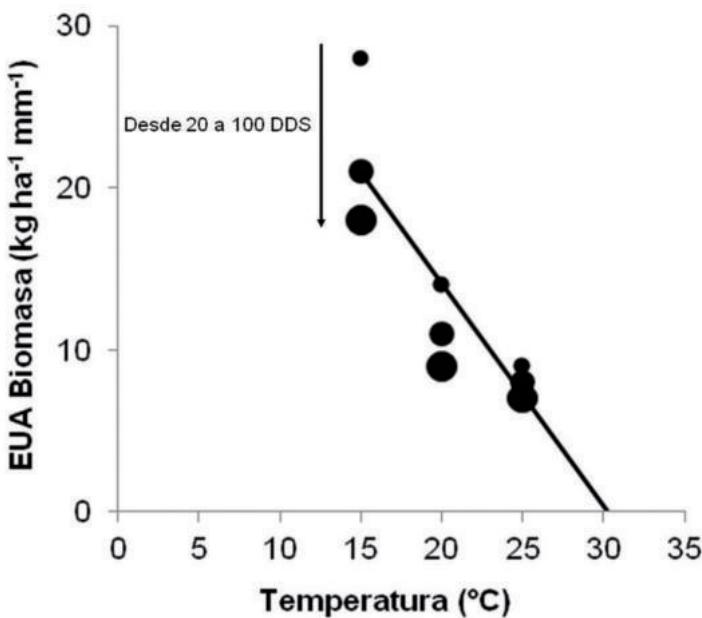


Figura 17. Relación entre la eficiencia de uso de agua (EUA) de biomasa en *V. villosa* para diferentes temperaturas y días después de la siembra (DDS).

Salinidad

La salinidad es uno de los estrés abióticos más importante que afectan a los cultivos, particularmente en estadios de germinación e implantación (Orak y Ates 2005). Es por ello que los esfuerzos para identificar genotipos capaces de crecer en estos ambientes impactarían de forma positiva sobre la productividad, debido a que la recuperación de suelos afectados por exceso de sal es lento y costoso (Akhtar y Hussain 2009).

Las *Vicias* se consideran cultivos moderadamente sensibles a la salinidad y no desarrollan satisfactoriamente sobre suelos salitrosos (Akhtar y Hussain 2009, Coci y Uzum 2011). No obstante, en algunas regiones irrigadas, se utilizan cultivos de cobertura con *Vicia* como estrategia de manejo para recuperar suelos con moderada salinidad ($6,5 \text{ dS m}^{-1}$) y problemas de fertilidad. En este caso se destaca *V. v. subsp. dasycarpa* en relación a *V. benghalensis* y *V. sativa* (Mitchell *et al.* 1999).

En el sur de Santa Fe (Rufino) sobre suelos con drenaje deficiente *Hapludoles tapto natrico* durante 2012 se lograron coberturas totales utilizando *V. v. subsp. villosa* (Figura 18). Luego de la floración se observó un incremento de manchones cloróticos promoviendo la senescencia de la plantas. El ambiente edáfico más propicio para el cultivo se alcanzó mediante el control de los pastos naturales (predominantemente “esparto”) con rolo en relación al uso de rastro doble pesada (com. per. M. Destefano, Grupo Kiñewen). La mayor cobertura vegetal reduce el posible ascenso capilar de las soluciones salinas en relación al suelo descubierto. Asimismo la incorporación de material orgánico incrementa la atmósfera del suelo con CO_2 disminuyendo el pH y removiendo los iones de Na^+ y HCO_3^- por el agua de lavado (Peinemann *et al.* 1997).

La reducción del 50% de la cobertura vegetal y biomasa de *V. sativa* se alcanza con $7,6 \text{ dS m}^{-1}$ (0-20 cm) mientras que en *V. v. subsp. villosa* este valor se alcanza recién con $8,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 19 y 20) (Peinemann *et al.* 1997).



Figura 18. Establecimiento de *V. v. subsp. villosa* sobre suelos salino-sódicos con drenaje deficiente sin cobertura (a y b) y con cobertura (c y d).

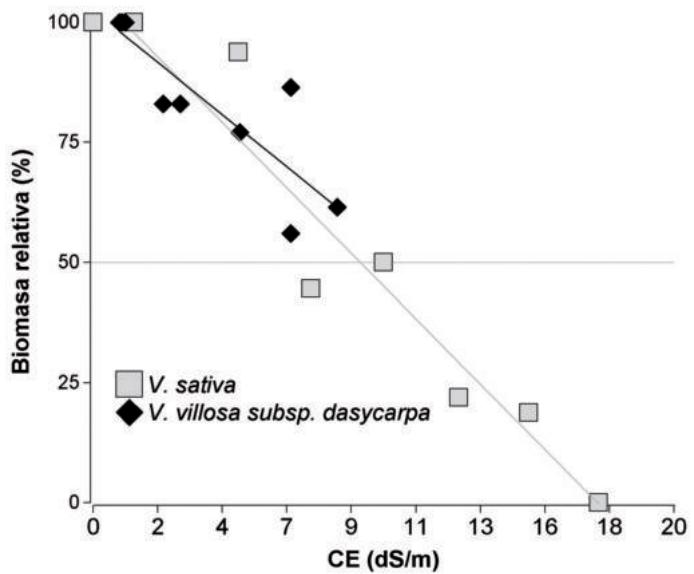


Figura 19. Efecto de la conductividad eléctrica (dS m^{-1}) sobre la producción de biomasa de *V. villosa*. subsp. *dasycarpa* y *V. sativa*, durante etapas iniciales de crecimiento (modificado de Mitchell *et al.* 1999, Ahktar y Hussain 2009 y Bilgili *et al.* 2011).

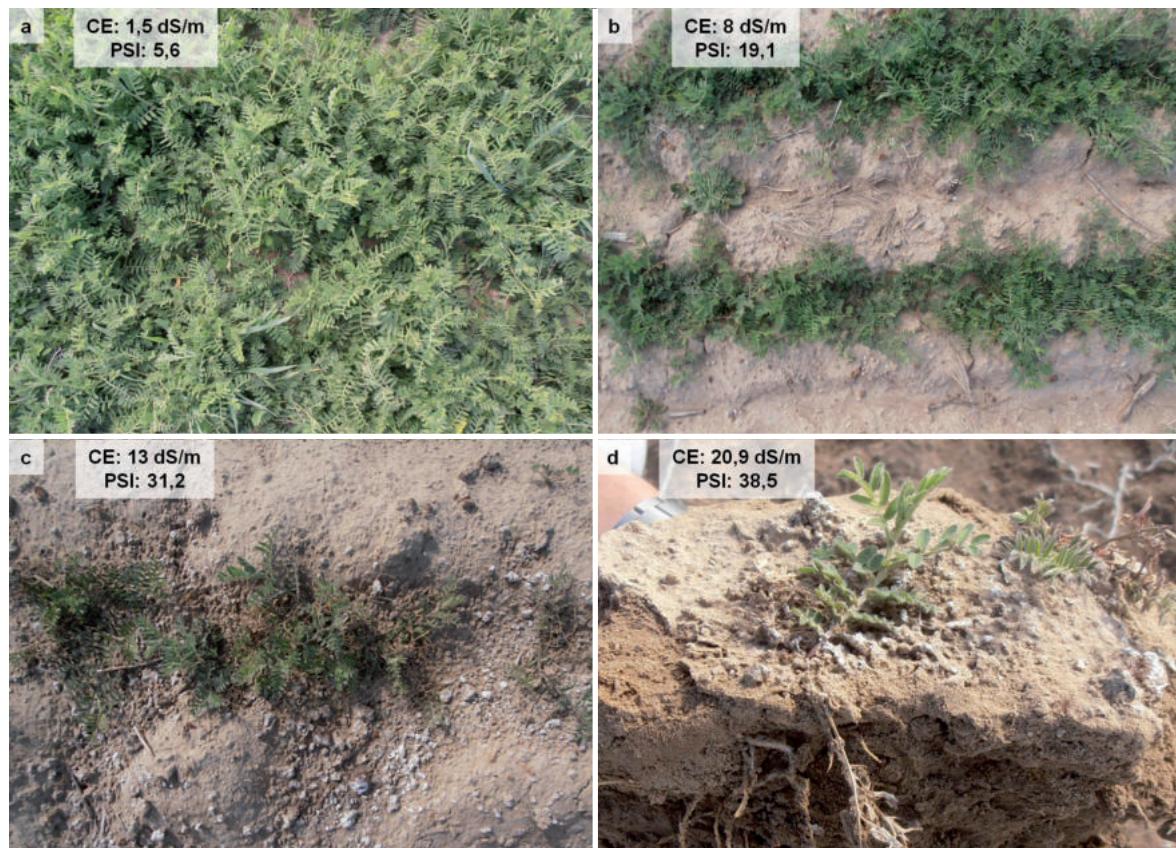


Figura 20. Desarrollo de *V. v. subsp. villosa* sobre suelo no salino (a), salino-sódico (b), fuertemente salino-sódico (c) y extremadamente salino-sódico (d). CE: conductividad eléctrica y PSI: porcentaje de sodio intercambiable.

Tolerancia a la sombra

Debido a que *V. villosa* posee moderada tolerancia al sombreado, es posible su utilización en inter-siembras sobre cultivos de verano (maíz, sorgo, girasol), bajo condiciones de temperatura y humedad adecuadas para su desarrollo, y como cultivo de cobertura entre árboles frutales y vid (Duke 1981, Clark 1998, Kandel *et al.* 2000). No obstante su productividad puede verse afecta dependiendo de la intensidad de sombreo (Figura 21).

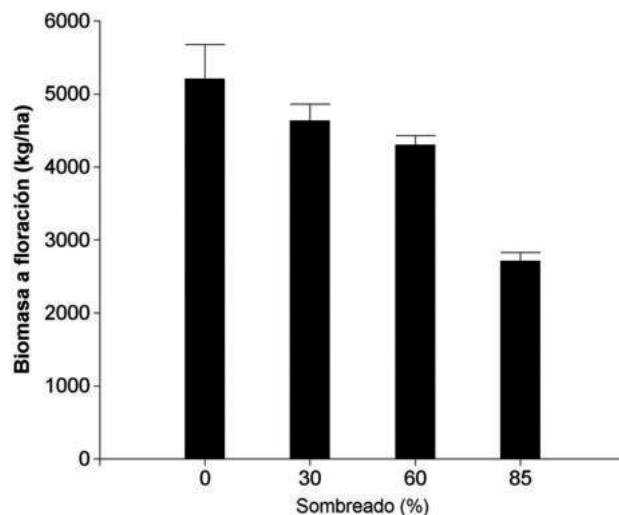


Figura 21. Efecto del sombreado sobre la producción de biomasa de *V. villosa* en plena floración (8 de noviembre).

En el caso de *V. sativa*, que posee menor tolerancia al sombreado, la inter-siembra en cultivos altos no sería viable (Sattlle *et al.* 1998). Thomas *et al.* (2012) indica que *V. sativa* posee un elevado potencial productivo en sistemas silvo-pastoriles de valles irrigados, en relación a otros cereales de invierno (triticale, avena y cebada) (Figura 22).



Figura 22. *V. sativa* en sistema silvo-pastoril (a), y *V. villosa* bajo cortina forestal (b), e inter-siembra en sorgo (c) y como diferido (d).

Fertilidad

V. villosa desarrolla satisfactoriamente en suelos arenosos, de bajo contenido de calcio y poca fertilidad, con niveles de materia orgánica (MO) cercanos al 1%. *V. sativa* si bien se adapta a suelos de baja fertilidad, presenta requerimientos mayores y muestra buena respuesta productiva en suelos de alto nivel de MO (Aarssen *et al.* 1986). Las *Vicias* desarrollan mejor en suelos sueltos bien drenados en relación a los de textura pesada (Rowarth 1998). En estos últimos, bajo suelos vertisoles con 55-60% de arcilla y bajo P disponible (5 ppm P-Bray, pH 4,9) producciones de biomasa a floración de 4 t ha⁻¹ de la subsp. *villosa* y 3 t ha⁻¹ de *dasyicarpa* fueron registrados (Assefa *et al.* 2001), en relación a los potenciales de 6-8 t ha⁻¹.

V. villosa y *sativa* puede crecer en suelos pedregosos, someros, arenosos, frances y arcillosos, pudiendo tolerar cortos períodos de anegamiento (< 7 días), sin prosperar adecuadamente en suelos excesivamente húmedos (Piper y McKee 1912, Sattell *et al.* 1998, Matic 2007). *V. pannonica* es la especie más adaptada al crecimiento en suelos húmedos y pesados (Wheeler y Hill 1957).

Las *Vicias* toleran suelos con altos niveles de boro ($> 5 \text{ ppm}$) y se adaptan a un amplio rango de pH, desde 4,5 a 9,2 para *V. villosa* y 5,0 a 9,0 para *V. sativa* (Piper y McKee 1912, Rees 1992, Sattell *et al.* 1998, Francis *et al.* 1999, Brandsaeter y Netland 1999, Brandsaeter *et al.* 2000, 2008, Seymour *et al.* 2003, Teasdale *et al.* 2004). *V. benghalensis*, es la especie más adaptada a suelos ácidos.

En función del uso es importante considerar que las *Vicias* maximizan la nodulación y el crecimiento con pH neutro a ligeramente alcalino (6-8) y buenos contenidos de fósforo y potasio (Aarssen *et al.* 1986, White *et al.* 2005, Clark 1998). Las especies de *Rhizobium* no perduran bien en suelos ácidos, siendo recomendable inocular la semilla cada vez que se establezca el cultivo (White *et al.* 2005). En suelos con historia de *Vicia*, una buena nodulación y fijación de N es posible debido a la presencia y diversidad de cepas nativas de *Rhizobium leguminosarum* biovar *Viciae* (Molthapo *et al.* 2011). Cultivos bien inoculados pueden fijar entre el 50 al 99% del N requerido, dependiendo de los niveles de N en el suelo (White *et al.* 2005, Sevimay *et al.* 2005). Rochester y People (2005) mostraron que no existieron diferencias sobre el porcentaje de N fijado para diferentes cultivares de *V. sativa* y *V. villosa*, con valores de 86-90% de N sobre el total aéreo, pero si hubo diferencias en la producción de biomasa luego de cinco meses de implantado, siendo más productivo los materiales de *V. villosa*. Altos niveles de N en el suelo reducen la fijación biológica y la respuesta a la fertilización (White *et al.* 2005, Baigorria y Cazorla 2010). Sin embargo, una fertilización con N en dosis reducidas durante la siembra ($5\text{-}10 \text{ kg N ha}^{-1}$) favorece la implantación y el crecimiento inicial en situaciones donde la nodulación se ve retrasada por problemas de pH o bajas temperaturas del suelo (White *et al.* 2005). Si bien en suelos de escasa fertilidad, las *Vicias* son utilizadas para mejorar las propiedades físicas y químicas del mismo (Piper y McKee 1912, Wheeler y Hill 1957, Dastikaite *et al.* 2009), existen antecedentes de mejora en los valores de producción con fertilización inorgánica (Balabanli y Akkecili 2006, Quiroga *et al.* 2009, Balbarrey 2009, Zhu *et al* 2011).

Aptitud de la Región Pampeana para el cultivo de *Vicia* como forraje

La adaptación de diferentes materiales de *Vicia* para una determinada región va a depender de los requerimientos del cultivo en función del uso y de las condiciones agroecológicas imperantes. De la revisión realizada en este capítulo se analizó la aptitud agroecológica de la región Pampeana para el cultivo forrajero de *V. villosa* y *V. sativa* en base a los registros climáticos y edáficos de 17 Estaciones Experimentales del INTA distribuidas en toda la región. Para la caracterización climática se consideró la probabilidad de ocurrencia de lluvias para el desarrollo del cultivo, las temperaturas, evapotranspiración y humedad atmosférica correspondiente al periodo 1971-2011. Las características edáficas (textura, salinidad, drenaje e índice productivo) fueron obtenidas del mapa de suelo de la República Argentina del INTA disponible en la web (GeoINTA 2012).

V. villosa posee un mayor potencial productivo en el SO de la Región Pampeana debido a la alta probabilidad de ocurrencia de lluvias necesarias para el cultivo durante el ciclo marzo-noviembre ($>80\%$), bajo porcentaje de suelos salinos y escaso riesgo de anegamiento por drenaje deficiente (Figura 23).

V. sativa tiene un mayor potencial de uso sobre el sudeste y norte de la región Pampeana donde las condiciones de fertilidad química de suelo y lluvias son mayores, asociándose a la mayor sensibilidad de la especie a la falta de agua en relación a *V. villosa*. Asimismo *V. sativa* presenta comparativamente mejores rendimientos de semilla cuando las deficiencias hídricas son leves o nulas. Es por ello, que bajo áreas irrigadas como en valle bonaerense del Río Colorado, esta especie muestra una buena adaptación sobre suelos sin limitantes físicas o químicas (Figura 23).

La baja productividad de ambas *Vicias* sobre el este de Buenos Aires se atribuye a los problemas de anegamiento propios de la zona. Para la franja semiárida norte, oeste y sur de la región Pampeana, son frecuentes las deficiencias hídricas debido a la escasa probabilidad de lluvia durante el periodo correspondiente a la etapa de crecimiento vegetativo (marzo-agosto) reduciendo la aptitud para el cultivo de *V. sativa* en mayor medida que en *V. villosa* (Figura 23).

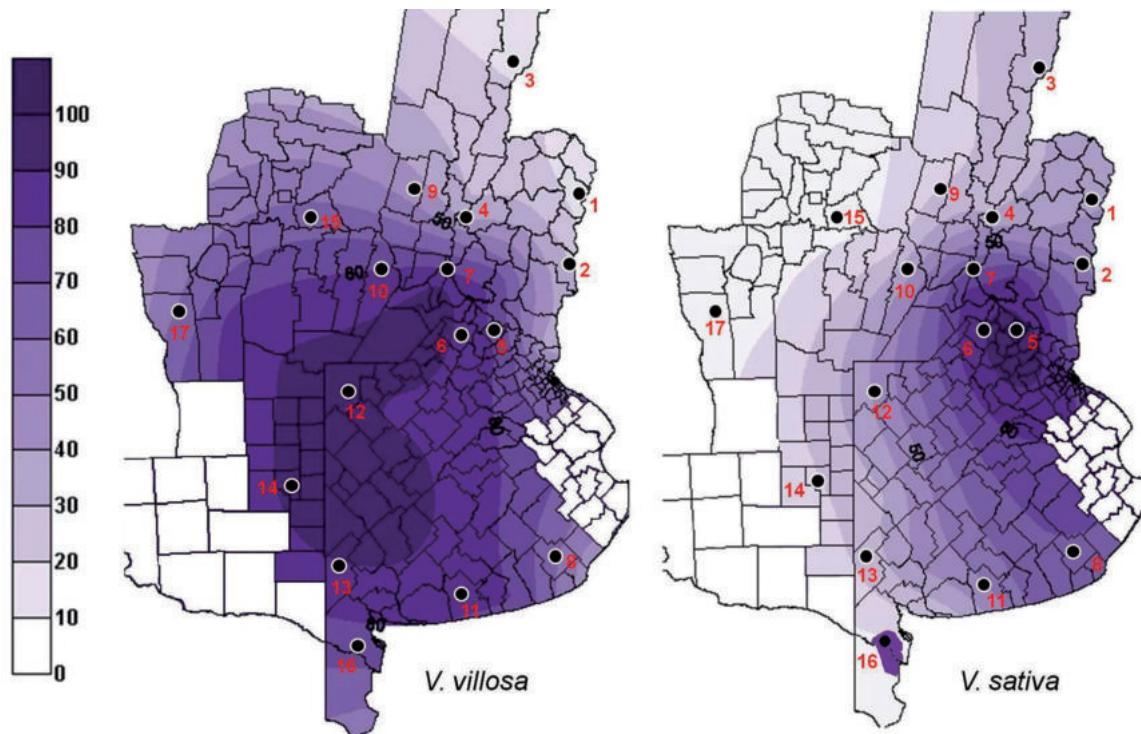


Figura 23. Aptitud del cultivo de *V. villosa* (izq.) y *V. sativa* (der.) en la región Pampeana considerando parámetros climáticos y edáficos del área de influencia de 17 estaciones experimentales del INTA. La escala muestra un rango de mayor (100) a menor (0) aptitud. EEAs: 1-Concordia, 2-C. Uruguay, 3-Reconquista, 4-Paraná, 5-S. Pedro, 6-Pergamino, 7-Oliveros, 8-Balcarce, 9-Rafaela, 10-M. Juárez, 11-T. Arroyos, 12-G. Villegas, 13-Bordenave, 14-Anguil, 15-Manfredi, 16-H. Ascasubi y 17-S. Luis.

Para ambas especies los requerimientos foto-termiales durante el ciclo otoño-invierno-primavera resultan adecuados en toda la región Pampeana. Dentro de cada zona donde es factible el cultivo, la fecha de siembra determinará cambios en la disponibilidad de agua por las lluvias, siendo uno de los factores críticos de la productividad. Sin considerar la disponibilidad de agua en el suelo, fechas de siembra tempranas (marzo) deben realizarse hacia el oeste de la región Pampeana, de manera de incrementar la probabilidad de cubrir los requerimientos hídricos del cultivo. Siembras tardías (junio) en el noreste de la región serían factibles debido al mayor registro pluviométrico (Figura 24).

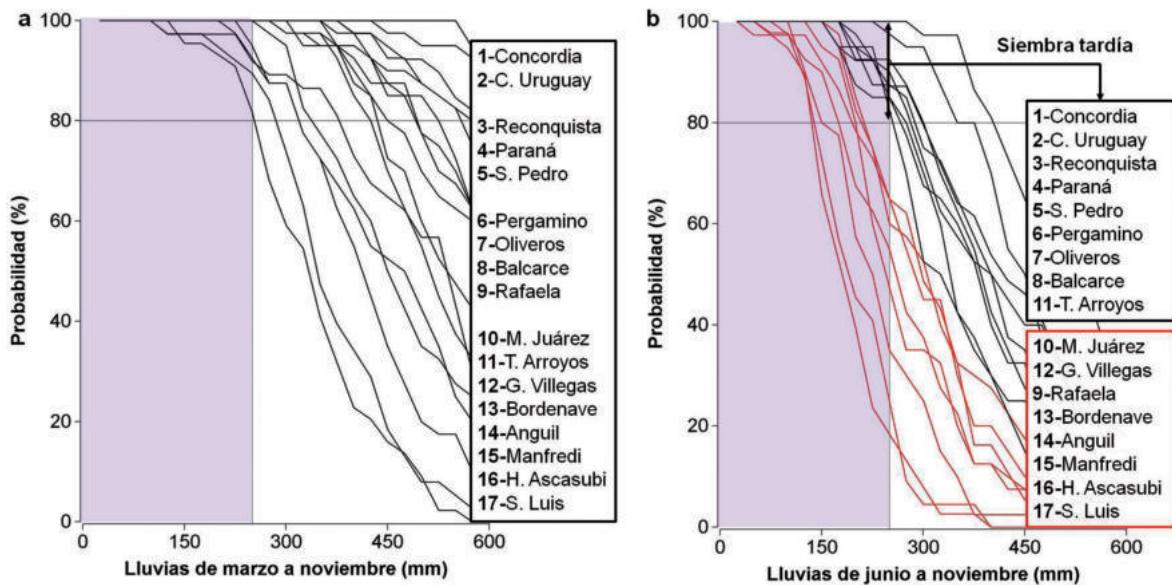


Figura 24. Probabilidad de ocurrencia de lluvias (mm) desde marzo-noviembre (a) y junio-noviembre (b) para diferentes localidades de la región Pampeana.

Aptitud de la Región Pampeana para el cultivo de *Vicia* como cobertura

Es conocido que la inclusión de *Vicia* como cobertura (CC) aporta muchos beneficios en la rotación de cultivos (ver capítulo 10). Si bien la eficiencia de uso de recursos (agua, carbono, nutrientes y luz) es mayor con la utilización de *Vicia* como CC en relación al barbecho sin *Vicia*, una menor disponibilidad de agua sobre el perfil del suelo puede afectar la implantación o comprometer en distintos grados el rendimiento del cultivo posterior. Esta disminución del contenido de humedad por la generación de biomasa del CC en relación al barbecho se denomina costo hídrico (CH). Se estima que el CH para el cultivo de verano siguiente oscila entre 30 a 100 mm de agua. Esta desventaja es dependiente de la capacidad de almacenaje de agua útil en el suelo, de las lluvias durante el CC y durante el ciclo del cultivo estival (Cazorla *et al.* 2010, Quiroga *et al.* 2010).

La posibilidad de que el cultivo estival se desarrolle sin restricciones hídrica es dependiente de la variación interanual en las lluvias. En la figura 25 se presenta la probabilidad de ocurrencia de precipitaciones en valores de 500 mm o más durante el periodo octubre a marzo (1971-2011), coincidente con los requerimientos hídricos del cultivo de maíz (Cazorla *et al.* 2010). Una de las principales fuentes de variación en las lluvias se relaciona con cambios de la temperatura de la superficie del mar en el Oeste del Pacífico ecuatorial (el niño/ oscilación del sur, ENSO). Cuando estas disminuyen (año niña) las precipitaciones tienden a ser inferiores a los requerimientos del cultivo estival (maíz-soja) en gran parte de la región Pampeana (Dardanelli *et al.* 2003). Bajo estas circunstancias el costo hídrico del CC impactaría negativamente sobre el rendimiento, siendo necesario priorizar la recarga de agua en el perfil de suelo, secando antes los CC en función de la capacidad de retención de agua (CRA).

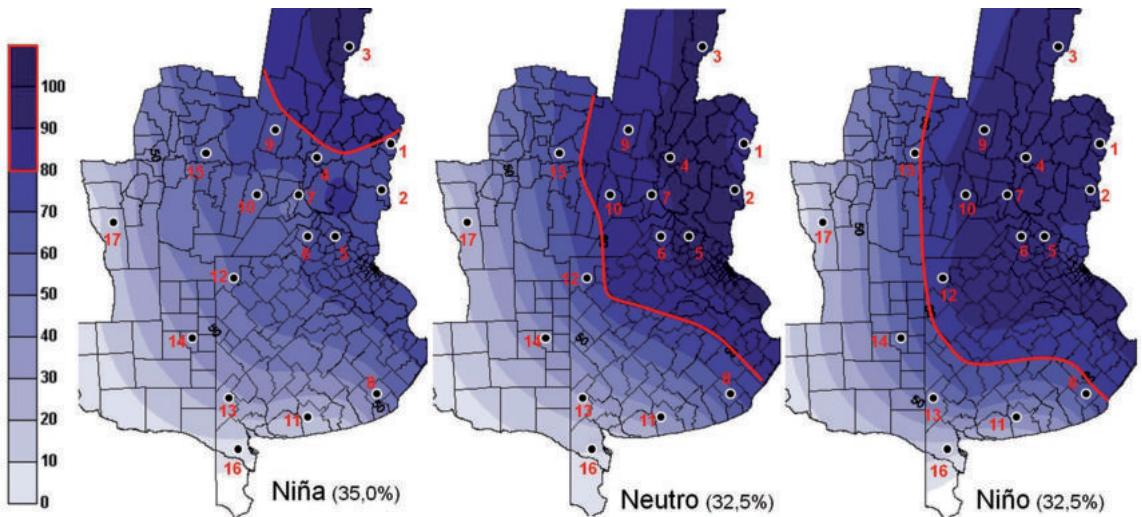


Figura 25. Probabilidad de ocurrencia de lluvias acumuladas de octubre a marzo mayores a 500 mm en la región Pampeana para diferentes fases ENSO (niña-neutro-niño).

Entre paréntesis se muestra el porcentaje de años para cada evento desde 1971 a 2011 según Climate Prediction Center de EEUU. Años niña: 1971, 1973, 1974, 1975, 1983, 1984, 1988, 1995, 1998, 1999, 2000, 2005, 2007, 2010, 2011. Años neutro: 1978, 1979, 1980, 1981, 1985, 1989, 1990, 1992, 1993, 1996, 2001, 2003, 2008. Años niño: 1972, 1976, 1977, 1982, 1986, 1987, 1991, 1994, 1997, 2002, 2004, 2006, 2009. Referencias EEA en figura 22.

Si bien ningún fenómeno neutro-niño es idéntico a otro registrado en el pasado, se puede inferir que bajo esta fase, es posible maximizar la acumulación de biomasa y fijación de N en *Vicia* sin impactar negativamente sobre el rinde del cultivo siguiente. No obstante, la estrategia de manejo es dependiente del sitio y de la factibilidad de cubrir los requerimientos hídricos del cultivo. Un fenómeno niño tampoco garantiza una excelente cosecha estival, debido a que se pueden producir inconvenientes por excesos de lluvias y desarrollo de enfermedades, entre otros de índole logístico y productivo (Deane 2012). En la figura 26 se observa para las diferentes áreas de 16 estaciones experimentales del INTA los sitios con y sin influencia de la fase ENSO y la oportunidad de utilizar a la *Vicia* como CC en función de las probabilidades de ocurrencia de lluvias necesarias para la demanda del cultivo posterior. Una herramienta que puede ayudar a predecir parcialmente el riesgo climático del uso de *Vicia* como CC para un determinado ciclo productivo y zona, consiste en priorizar la acumulación de agua en el suelo sobre la producción de biomasa de *Vicia* y fijación de N, o viceversa, en función del pronóstico ENSO (niño-neutro-niña).

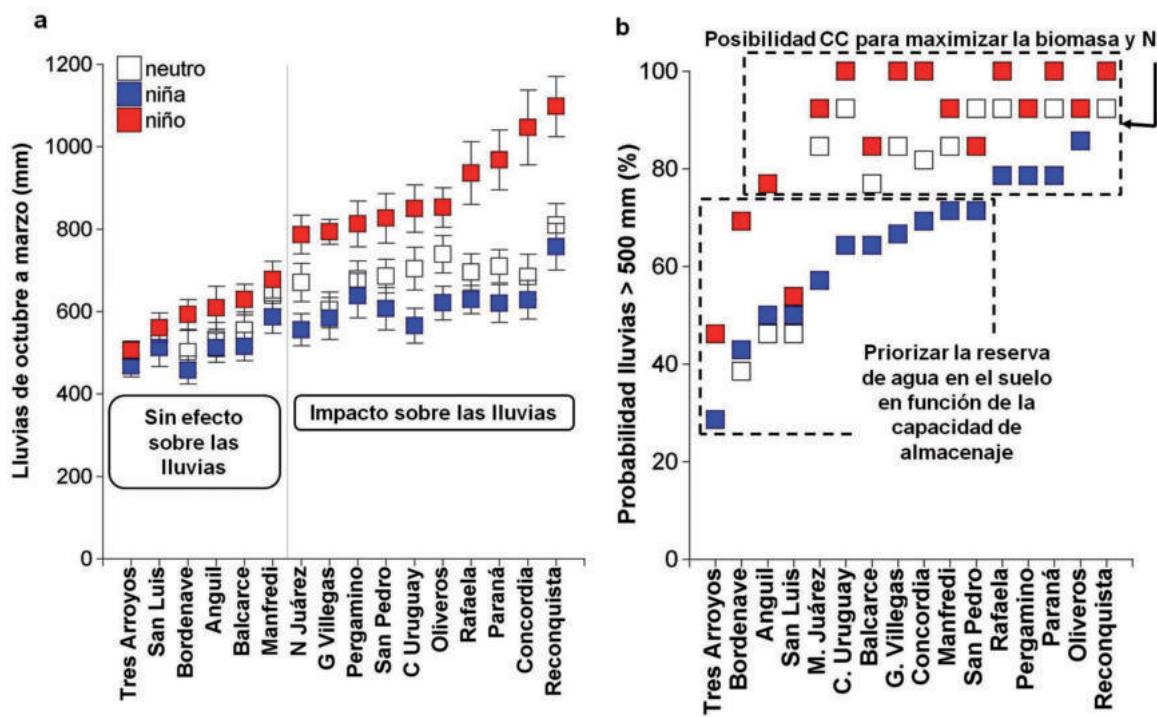


Figura 26. Valores medios de lluvias (a) y probabilidad de ocurrencia (>500 mm) durante octubre a marzo (b) para diferentes sitios en la región Pampeana en función de la fase ENSO (1971-2011).

Agradecimientos

A Jorge Cepeda por facilitarme la información agrometeorológica de las diferentes estaciones experimentales de INTA.

Bibliografía

- Aarssen, L.W., Hall, I.V., Jensen, K.I.N. 1986. The biology of Canadian weed: *Vicia angustifolia* L., *V. cracca* L., *V. sativa* L., *V. tetrasperma* (L.) Schreb. and *V. villosa* Roth. Can. J. Plant Sci. 66: 711-737.
- Assefa, G., Ledin, I. 2001. Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures. Animal Feed Science and Technology 92:95-111.
- Abd El Moneim, A.M. 1998. Forage legume improvement. Germplasm programs legumes. Annual Report 127-132.
- Abd El Moneim, A.M., Elias, S.F. 2003. Underground Vetch (*Vicia sativa* ssp. *amphicarpa*): A Potential Pasture and Forage Legume for Dry Areas in West Asia. J. Agronomy & Crop Science 189: 136-141.
- Abdel, C.G., Al Rawi, I.M.T. 2011. Common vetch *Vicia sativa* L. response to gibberellic acid application (GA_3), supplementary irrigation and its water stress critical stages. International Journal of Biosciences 3:29-38.
- Acikgoz, E. 1982. Parameters of cold tolerance in common vetch (*Vicia sativa*). Euphytica 3:997-1001.
- Acikgoz, E. 1988. Annual Forage Legumes in the Arid and Semi-Arid Regions of Turkey. In: Nitrogen Fixation by Legumes in Mediterranean Agriculture. Beckand, D.P., Materon L.A. (editors). ICARDA 47-54.
- Akhtar, P., Hussain, F. 2009. Growth performance of *Vicia sativa* L under saline conditions. Pak. J. Bot. 41: 3075-3080.
- Anugroho, F., Kitou, M., Nagumo, F., Kinjo, K., Tokashiki, Y. 2009a. Effect of the sowing date on the growth of hairy vetch (*Vicia villosa*) as a cover crop influenced the weed biomass and soil chemical properties in a subtropical region. Weed Biology and Management 9: 129–136.

- Anugroho, F., Kitou, M., Nagumo, F., Kinjo, K., Tokashiki, Y. 2009b. Growth, nitrogen fixation, and nutrient uptake of hairy vetch as a cover crop in a subtropical region. *Weed Biology and Management* 9:63-71.
- Badaruddin, M., Meyer, D.W. 2001. Factors modifying frost tolerance of legume species. *Crop Sci.* 41:1911-1916.
- Baigorria, T., Cazorla, C. 2010. Eficiencia del uso de agua por especies utilizadas como cultivos de coberturas. XII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario, Santa Fe. 4p.
- Balabanli, C., Akkecili, N. 2006. Nitrogen and phosphorus fertilization effects on yield responses of some vetch species. *Journal of Biological Sciences* 6: 76-81.
- Balbarrey, G. 2009. Fertilización nitroazufreada en verdeos invernales puros y consociados con *Vicia* y efectos sobre el suelo. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. 143p.
- Berger, J.D., Robertson, L.D., Cocks, P.S. 2002. Agricultural potential of Mediterranean grain and forage legumes: Key differences between and within *Vicia* species in terms of phenology, yield, and agronomy give insight into plant adaptation to semi-arid environments. *Genetic Resources and Crop Evolution* 49:313-325.
- Bilgili, U., Budakli Carpici, E., Asik, B.B., Celik, N. 2011. Root and shoot response of common vetch (*Vicia sativa* L.) forage pea (*Pisum sativum* L.) and canola (*Brassica napus* L.) to salt stress during early seedling growth stages. *Turkish Journal of Field Crops* 16: 33-38.
- Brandsaeter, L.O., Heggen, H., Riley, H., Stubhaug, E., Henriksen, T.M. 2008. Winter survival, biomass accumulation and N mineralization of winter annual and biennial legumes sown at various times of year in Northern Temperate Regions. *European Journal Agronomy* 28:437-448.
- Brandsaeter, L.O., Netland, J. 1999. Winter annual legumes for use as cover crops in row crops in Northern Regions: I. Field experiments. *Crop Science* 39:1369-1379.
- Brandsaeter, L.O., Olsmo, A., Tronsmo, A.M., Fykse, H. 2002. Freezing resistance of winter annual and biennial legumes at different developmental stages. *Crop Science* 42:437-443.
- Brandsaeter, L.O., Smeby, T., Tronsmo, A.M., Netland, J. 2000. Winter annual legumes for use as cover crops in row crops in Northern Regions: II. Frost resistance study. *Crop Science* 40:175-181.
- Brar, G.S., Gomez, J.F., McMichael, B.L., Matches, A.G., Taylor, H.M. 1991. Germination of twenty forage legumes as influenced by temperature. *Agronomy Journal* 83:173-175.
- Cazorla, C., Lardone, A., Bojanich, M., Aimetta, B., Vilches, D., Baigorria, T. 2010. Antecesores de maíz: Barbecho o cultivos de cobertura?. Jornada Cultivos de Cobertura. INTA EEA, Marcos Juárez. 8p.
- Clark, A. 1998. Managing Cover Crops Profitably, 2nd ed. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, MD, 214p.
- Coci, S., Uzun, O. 2011. Germination, seedling growth and ion accumulation of bitter vetch (*Vicia ervilia* (L.) Willd.) lines under NaCl stress. *African Journal of Biotechnology* 10 (71): 15869-15874.
- Coraglio, J.C., Vieyra, C.A., Nienstedt, E.F. 2001. Obtención del cultivar "Tolse F.C.A" de *Vicia dasycarpa* (Ten.). *Agriscientia* 18:59-62.
- Curran, W., Ryan, M. 2010. Cover Crop Rollers for Northeastern Grain Production. Agricultural Research Service USDA-ARS. 3p.
- Dardanelli, J., Collino, D., Otegui, E., Sadras, V.O. 2003. Bases funcionales para el manejo de agua en los sistemas de producción de los cultivos de grano. p. 375-440. En: Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Satorre, E.H., Benetich Arnold, R.L., Slafer, G.A., De La Fuente, E.B., Miralles, D.J., Otegui, M.E., Savin, R. Ed. Fac. Agronomía. UBA. 783 pp.
- Dastikaite, A., Sliesaravieius, A., Marsalkiene, N. 2009. Sensibility of two hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) genotypes to soil acidity. *Agronomy Research* 7: 233-238.
- De La Rosa, L., Martín, I., Varela, F. 1999. La colección de algarrobas (*Vicia articulata* Hormen) del Centro de Recursos Fitogenéticos del INIA. *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg* 14: 367-381.
- Deane, A.R. 2012. Una campaña en compañía de El Niño. *Revista CREA* 385:8-14.
- Duke, J.A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. Nueva York. Plenum Press.
- Ennекинг, D., Maxted, N. 1995. Narbon bean (*Vicia narbonensis* L.). Evolution of Crop Plants, 2nd ed.; Smartt, J., Simmonds, N., Longman, W.: London, pp 316-321
- Firincioglu, H.K., Erbektas, E., Dogruyol, L., Unal, S., Mentes, O. 2009. Enhanced winter hardness in common vetch (*Vicia sativa* L.) for autumn sowing in the central highlands of Turkey. *Journal Central European Agriculture* 3: 271-282.
- Firincioglu, H.K., Unal, S., Dogruyol, L. 2011. Phenotypic variation of *Vicia pannonica* Crantz (var. *pannonica* and var *purpurascens*) in central Turkey. *Journal of Central European Agriculture* 12: 82-91.
- Francis, C.M., Ennекинг, D., Abd El Moneim, A. 1999. When and where will vetches have an impact as grain legumes?. En: Knight, R. (ed.) *Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21st Century*. Proceedings of the Third International Food Legume Research Conference, Adelaide 1997. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture. Vol. 34. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, pp. 671-683.
- Gilli, P., Aruani, C., Maero, E., Sánchez, E., Sagardoy, M. 2007. Cambios biológicos del suelo asociados al manejo de la cobertura vegetal en un hurto orgánico de manzano. *Terra Latinoamericana* 25: 279-

- Gilley, J.E., Power, F.J., Reznecek, P.J., Finkner, S.C. 1989. Surface cover provided by selected legumes. *Applied Engineering in Agriculture* 5: 379-385.
- Goar, G.D. 1934. Vetches and related crops for forage. University of California, Berkeley, California. Circular 336, 18p.
- Guldan, S.J., Martin, C.A. 2003. Hairy vetch biomass yield as affected by fall planting date in the irrigated steppe of the Southern Rocky Mountains. *Journal of Sustainable Agriculture* 22:17-23.
- Hanelt, P., Mettin, D. 1989. Biosystematics of the genus *Vicia* L. (Leguminosae). *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 20:199-223.
- Harbur, M. M., Sheaffer, C. C., Moncada, K. M., and Wyse, D. L. 2009. Selecting hairy vetch ecotypes for winter hardiness in Minnesota. Online. *Crop Management* doi:10.1094/CM-2009-0831-01-RS.
- Iannucci, A., Terribile, M.R., Martinello, P. 2008. Effects of temperature and photoperiod on flowering time of forage legumes in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 106:156-162.
- Kandel, H.J., Johnson, B.L., Schneiter, A.A. 2000. Hard red spring wheat response following the intercropping of legumes into sunflower. *Crop Science* 40:731-736.
- Keatinge, J.D.H., Aiming Qi, T.R., Wheeler, R.H., Ellis, R.J., Summerfield, R.J. 1998. Effects of temperature and photoperiod on phenology as a guide to the selection of annual legume cover and green manure crops for hillside farming systems. *Field Crops Research* 57:139-152.
- Keatinge, J.D.H., Ali, A., Khan, B.R., Abd El Moneim, A.M., Ahmad, S. 1991. Germplasm evaluation of annual sown forage legumes under environmental conditions marginal for crop growth in the highlands of West Asia. *Journal Agronomy and Crop Science* 166: 48-57.
- Kendir, H. 1999. Determination of some yield components of winter vetch species (*Vicia* spp.) grown in Ankara conditions. *Tarim Bilimleri Dergisi* 5:85-91.
- Laghetti, G., Piergiovanni, A.R., Galasso, I., Hammer, K., Perrino, P. 2000. Single-flowered vetch (*Vicia articulata* Hornem.): A relic crop in Italy. *Genetic Resources and Crop Evolution* 47: 461–465.
- Larbi, A., Abd El Moneim, A.M.A., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011a. Intra-species variations in yield and quality determinants in *Vicia* species: 1.Bitter vetch (*Vicia ervilia* L.). *Animal Feed Science and Technology* 165: 278-287.
- Larbi, A., Abd El Moneim, A.M.A., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011b. Intra-species variations in yield and quality determinants in *Vicia* species: 2. Narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.). *Animal Feed Science and Technology* 162: 20-27.
- Larbi, A., Abd El Moneim, A.M.A., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011c. Intra-species variations in yield and quality determinants in *Vicia* species: 3.Common vetch (*Vicia sativa* ssp. *sativa*). *Animal Feed Science and Technology* 164: 241-251.
- Larbi, A., Abd El Moneim, A.M.A., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011d. Intra-species variations in yield and quality determinants in *Vicia* species: 4.Woolly-pod vetch (*Vicia villosa* ssp. *dasyarpa* Roth). *Animal Feed Science and Technology* 164: 252-261.
- Marini, M. 2011. Fenología reproductiva de *Vicia villosa* subsp. *villosa* y *Vicia villosa* subsp. *dasyarpa*. Trabajo de Intensificación UNS-DA. 31p.
- Matic, R. 2007. Improved vetch varieties for fodder production. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication N 07/123. 11p.
- Mebarkia, A., Abbas, K., Abdelguerfi, A. 2010. Phenology and agronomic performance of the species *Vicia narbonensis* L. in the Semi-arid Region of Sétif. *Journal of Agronomy* 9: 75-81.
- Mesén, M., Sánchez, W., Badilla, L., Molina, B. 2003. Comportamiento de leguminosas herbáceas de uso potencial en sistemas de producción de leche de altura. *Avances tecnológicos INTA Costa Rica* 1: 74-78.
- Mitchell, J.P., Thomsen, C.D., Graves, W.L., Shennan, C. 1999. Cover Crops for Saline Soils. *J. Agronomy and Crop Science* 183: 167-178.
- Molhapo, N., Maul, J., Grossman J. 2011. Hairy Vetch Use History Affects Nodulation and Diversity of *Rhizobium leguminosarum*. Department of Soil Science, North Carolina State University 4p.
- Nan, Z.B., Abd El Moneim, A.M., Larbi, A., Nie, B. 2006. Productivity of vetches (*Vicia* spp.) under alpine grassland conditions in China. *Tropical Grasslands* 40:177-182.
- Nizam, I., Cubuk, M.G., Moralar, E. 2011. Genotype × environment interaction and stability analysis of some Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) genotypes. *African Journal of Agricultural Research* 6: 6119-6125.
- Orak, A., Ates, E. 2005. Resistance to salinity stress and available water levels at the seedling stage of the common vetch (*Vicia sativa* L.). *Plant Soil Environ* 51: 51-56.
- Peinemann, N., Zalba, P., Villamil, M.B. 1997. Procesos de salinización en el Partido de Guamini. Departamento de Agronomía Universidad nacional del Sur. 80p.
- Petraityte, N., Sliesaravicius, A., Dastikaite, A. 2007. Potential reproduction and real seed productivity of *Vicia villosa* L. *Biologija* 53:48-51.
- Piper, C.V., McKee, R. 1912. Vetches. U.S Department of Agriculture. Farmers Bulletin 515 28p.
- Quiroga, A., Fernández, R., Frasier, I., Scianca, C. 2009. Cultivos de cobertura. Análisis de su inclusión

- en distintos sistemas de producción. Jornadas Nacionales Sistemas Productivos Sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca 13p.
- Rees, R. 1992. The International and Local Market Prospects for *Vicia* and *Lathyrus*. Proceedings of the *Vicia/Lathyrus* Workshop, Perth, Western Australia. p77.
 - Reid, R., Bettencourt, E., Konopka, J. 1992. Genetics Resources of *Lathyrus* and *Vicia*, and Associated Quarantine Problems. Proceedings of the *Vicia/Lathyrus* Workshop, Perth, Western Australia. p77.
 - Renzi, JP. 2009. Efecto de la estructura de cultivo y grado de madurez a cosecha sobre el rendimiento y la calidad de semillas de *Vicia sativa* L. y *V. villosa* Roth., bajo riego. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. 126p.
 - Rochester, I., People, M. 2005. Growing vetches (*Vicia villosa* Roth) in irrigated cotton systems: inputs of fixed N, N fertiliser savings and cotton productivity. Plant and Soil 271: 251-264.
 - Rowarth, J.S. 1998. Vetches. In: Practical Herbage Seed crop Management (ed. J.S Rowarth), 163-167. Lincoln University Press, Canterbury, N.Z.
 - Sattell, R., Dick, R., Luna, J., McGrath, D., Peachey, E. 1998. Common vetch (*Vicia sativa* L.) and hairy vetch (*Vicia villosa*). Extension Station Communications. Oregon State University 422 Kerr Administration Corvallis, OR 97331-2119. USA.
 - Saxena, M.C., Abd El Moneim, A.M., Ratinam, M. 1992. Vetches (*Vicia* spp.) and chicklings (*Lathyrus* spp.) in the farming systems in West Asia and North Africa and improvement of these crops at ICARDA. Proceedings of the *Vicia/Lathyrus* Workshop, Perth, Western Australia. p77.
 - Schoth, H.A., McKee, R. 1962. The vetches. 205-210. En: Forages: The science of grassland agriculture. Hugues, H. D., Heath, M.E., Metcalfe, D.S. (Ed.). The Iowa State University Press.
 - Schulz, S., Keatinge, J.D.H., Wells, G.J. 1999. Productivity and residual effects of legumes in rice-based cropping systems in a warm-temperate environment I. Legume biomass production and N fixation. Field Crops Research 61:23-35.
 - Semivay, C.s., Albayrak, S., Tongel, M.O. 2005. Effect of *Rhizobium* inoculation on seed and yield components of common vetch (*Vicia sativa* L.). Journal Central European Agriculture 3:389-396.
 - Seymour, M., Siddique, K., Pritchard, I., Brandon, N., Riethmuller, G., Latham, L. 2003. Common vetch production technology. Department of Agriculture, South Perth, Australia. Bulletin 4578 38p.
 - Siddique, K., Loss, S.P. 1996. Growth and seed yield of vetches (*Vicia* spp.) in south-western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 36:587-593.
 - Siddique, K., Loss, S.P., Regan, K.L., Jettner, R.L. 1999. Adaptation and seed yield of cool season grain legumes in Mediterranean environments of south-western Australia. Australian Journal Agriculture Research 50:375-387.
 - Siddique, K., Regan, K.L., Tennant, D., Thomson, B.D. 2001. Water use and water use efficiency of cool season grain legumes in low rainfall Mediterranean-type environments. European Journal of Agronomy 15:267-280.
 - Smith, J., Valenzuela, H. 2002. Woollypod Vetch. Cooperative Extension Service. University of Hawaii at Manoa. Sustainable Agriculture Green Manure Crops. 3p. <http://www.ctahr.hawaii.edu/sustainag>
 - Tardío Pato, J.F. 1996. Ecología, caracterización y evaluación agronómica del taxón *Vicia amphicarpa* Dorthes (Leguminosae). Tesis doctoral. 348p.
 - Teasdale, J.R., Devine, T.E., Mosjidis, J.A., Bellinder, R.R., Beste, C.E. 2004. Growth and development of hairy vetch cultivars in the Northeastern United States as influenced by planting and harvesting date. Agronomy Journal 92:1266-1271.
 - Thomas, E., Cancio, H., Rodríguez, A. 2012. Verdeo invernal en un sistema silvopastoril con álamos bajo riego. IIº Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles 1p.
 - Thomson, B.D., Siddique, K.H.M. 1997. Grain legume species in low rainfall Mediterranean-type environments. II. Canopy development, radiation interception, and dry-matter production. Field Crops Research 54: 189-199.
 - USDA. 1962. Seeds. Ed. Continental, S.A. 1962. p 766-769, 330-334, 446-448.
 - Van de Wouw, M., Maxted, N., Ford Lloyd, B.V. 2003. A multivariate and cladistic study of *Vicia* L. ser. *Vicia* (*Fabaceae*) based on analysis of morphological characters. Plant Syst. Evol. 237: 19-39.
 - Weber, L.H., Schifino-Wittmann, M.T. 1999. The *Vicia sativa* L. aggregate (*Fabaceae*) in Southern Brazil. Genetic Resources and Crop Evolution 46: 207-211.
 - Wheeler, W.A., Hill, D.D. 1957. Grassland seeds. Van Nostrand Co. Princeton, NJ. p. 439-444.
 - White, P., Harries, M., Seymour, M., Burgess, P. 2005. Producing pulses in the Northern Agricultural Region. Department of Agriculture Government of Western Australia. Bulletin 4656 132p.
 - Wilke, B.J. Snapp, S.S. 2008. Winter cover crops for local ecosystems: linking plant traits and ecosystem function. Journal of the Science of Food and Agriculture 88:551-557.
 - Zachariassen, J.A., Power, J.F. 1991. Growth rate and water use by legume species at three soil temperatures. Agronomy Journal 83:408-413.
 - Zhu, X., Liu, R., Zhang, Y. 2011. Interactions of a hairy vetch-corn rotation and P fertilizer on the NPK balance in an upland red soil of the Yunnan plateau. African Journal of Biotechnology 10:9040-9050.

CAPÍTULO 6

Plagas y sus Enemigos Naturales

Arturo Carlos Dughetti
Estación Experimental Agropecuaria H. Ascásubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Introducción

Las plagas insectiles, los ácaros y los crustáceos representan una limitante en el rendimiento potencial de esta forrajera. En el marco de una agricultura sostenible es necesario identificar correctamente las especies plaga y sus enemigos naturales; conocer las características morfológicas de los estados inmaduros y adultos, su bioecológica y los daños que ocasionan, con el fin de mejorar la planificación de las medidas de control; para poder desarrollar e implementar un adecuado manejo integrado de plagas.

En muchos países del mundo, el cultivo de *Vicia* se ha extendido con diferentes propósitos, como mejoradora del suelo por la fijación de nitrógeno, como heno, para pasturas y producción de semilla. En los estados de Wisconsin y Minnesota (Estados Unidos), a través de sus Departamentos de Agricultura y Universidades de esos estados norteamericanos, se han llevado a cabo diferentes estudios relacionados con distintos aspectos que hacen al cultivo, entre ellos las plagas que la atacan, sus enemigos naturales, y el control químico de los organismos perjudiciales (Undersander *et al.* 1990).

En nuestro país no existe en la actualidad información sistematizada de las plagas que atacan al cultivo de *Vicia*, así como la de los enemigos naturales que las controlan. El cultivo de *Vicia* es atacado por diversas especies insectiles, crustáceos y ácaros a lo largo de todo su ciclo disminuyendo su potencialidad, ya sea tanto en la producción de forraje como de semillas.

A continuación se enumeran los distintos artrópodos perjudiciales de esta leguminosa, así como sus enemigos naturales, encontrados en el sur de la provincia de Buenos Aires.

Plagas

Tucuras *Dichroplus* spp. (Orthoptera: Acrididae)

Existen varias especies de este mismo género que se han observado alimentándose de las hojas de *Vicias* pues son típicamente insectos defoliadores. Ésta es una plaga de campos naturales, pasturas (gramíneas y leguminosas), pero también suele producir daños a soja, maíz, girasol, alfalfa, inclusive a algunos cultivos hortícolas.

El adulto mide en promedio unos 4 cm de largo, y la coloración varía de acuerdo a la especie de que se trate, así es de colores castaños, verdosos, ocres y rojizos. La hembra una vez fecundada coloca los huevos enterrados en el suelo, prefiriendo los lugares no laboreados. Los dispone en ootecas entre 25 a 50 huevos, formando como una especie de espiga. Transcurren el invierno en ese estado enterrados en el suelo y en la primavera nacen las ninfas, pasando por 5 estadios ninfales. El 1º y 2º estadio se llaman "mosquitas", permaneciendo en sus lugares de nacimiento y del 3º, 4º al 5º estadio se les conoce como "saltonas" que son las que comienzan a dispersarse.

Existen especies que cumplen una sola generación anual, en la cual las ninfas emergen, desde mediados de noviembre a mitad de diciembre. Mientras que hay otras especies que cumplen dos generaciones al año (ciclo corto), éstas nacen primero a fines de setiembre-octubre, cumpliendo la 1º generación entre 50 a 60 días; mientras que la 2ª generación transcurre en el verano entre 30 a 35 días (Aragón 2002, Saini 2001).

Estos ortópteros se han registrado en *Vicia* desde octubre a diciembre en distintos estados de desarrollo (mosquita, saltona y adulto) (Figura 1a).

Grillo común *Gryllus* spp. (Orthoptera: Gryllidae)

El adulto de esta especie es de color café oscuro, su cuerpo llega a los 2,5 cm promedio de largo. Posee una cabeza gruesa y globulosa, antenas largas y filiformes; y sus patas posteriores son largas y fuertes y están preparadas para saltar. Los machos son más

grandes que las hembras y tienen un órgano estridulador desarrollado, que al frotar sus alas producen la atracción de las hembras. En ambos sexos se observan dos cercos (apéndices abdominales) y en la hembra un ovipositor débil. (Chiesa Molinari 1948, Morrone y Coscarón 1998, Cordo *et al.* 2004).

Su hábitat es subsuperficial, son de hábitos nocturnos y subterráneos, saliendo a alimentarse de noche y escondiéndose durante el día entre la hojarasca o la broza, piedras y sitios húmedos. Se alimentan de la parte aérea de la planta y raíces. Se cita alimentándose de porotos. En *Vicia* se los han observado en los primeros estados de crecimiento, al estado vegetativo, desde mayo a junio, capturados en trampas Pitfall (Figura 1b).

Cotorritas o chicharritas (Hemiptera: Auquenorrincha)

Las chicharritas colectadas en el cultivo de *Vicia villosa* pertenecen a las familias *Cicadellidae* y *Delphacidae*. A partir de muestreos semanales durante los años 2009 a 2011 en la zona de riego del Partido de Villarino, se identificaron doce especies de *Cicadellidae* desde cuatro subfamilias (*Agallinae*, *Cicadellinae*, *Deltoccephalinae* y *Xerophloeinae*) y dos especies de *Delphacidae*.

Estas cotorritas poseen varias especies vegetales como plantas huéspedes y algunas de ellas al alimentarse inoculan saliva tóxica trayendo aparejado daños a los cultivos, mientras que existen otras que además son vectores de virus y fitoplasmas. (Varela *et al.* 2007). Se destacan en la *Vicia* en orden de abundancia y dada su importancia como vectores de patógenos a cultivos de importancia comercial, a las siguientes especies nativas: *Paratanus exitiosus* (Beamer) y *Agalliana ensigera* Oman. (Dughetti *et al.* 2012)

Chicharrita *Paratanus exitiosus* (Beamer) (Hemiptera: Cicadellidae: Deltoccephalinae)

Los adultos son pequeños y delgados, miden entre 3 a 5 mm de largo, muy inquietos. El color general del cuerpo es variable del pajizo al tostado o marrón canela. El color de la cabeza y pronoto es castaño, sin manchas, con alas translúcidas y venas castaño claro. Esta especie es conocida sólo en la Argentina y Chile. (Nielson 1968). Además de la *Vicia*, ataca al sorgo produciendo daños directos. Ha sido señalada como la especie vector del micoplasma productor de la “marchitez amarilla” o “yellow wilt” en la remolacha azucarera. Además esta cotorrita podría ser vector a campo del fitoplasma, que produce la enfermedad de la “tristeza del ajo” (Catalano 2011) (Figura 1c).

Chicharrita de la remolacha o chicharrita del curly top *Agalliana ensigera* Oman (Hemiptera: Cicadellidae: Agallinae)

Los adultos de estos insectos son muy activos, muy movedizos y poseen la particularidad de saltar; lo cual dificulta su observación y captura. Estas chicharritas son pequeñas, su tamaño fluctúa entre 3 a 5 mm de largo.

La coloración es variable del tostado al ceniciente terroso. Se encuentran en las hojas y se mueven mediante saltos con sus patas traseras. También poseen la particularidad que caminan de costado. Esta especie se encuentra distribuida en Sudamérica (Nielson 1968). El tipo de daño que produce esta cotorrita es directo debido a su alimentación e indirecto por ser vector de virus como: el Beet Curly Top Virus (BCTV) en remolacha, tomate y acelga; y el Brazilian Curly Top Virus (BCTV) en tomate (Remes de Lenicov 2006 y 2008). Tiene como plantas huéspedes además de la *Vicia*, al tomate, remolacha azucarera, pimiento, zanahoria, papa, haba, zapallo, frutilla, algodón, trigo, tabaco, girasol, avena y malezas (Varela *et al.* 2007). En la remolacha azucarera debido a que es vector del virus BCTV provoca la enfermedad conocida como “encrespamiento de las hojas” (Bentancourt y Scatoni 1999). Esta especie podría ser el insecto vector a campo del fitoplasma productor de la “tristeza del ajo” (Catalano 2011) (Figura 1d).

La presencia en cultivo de *Vicia villosa* se manifestó desde julio hasta diciembre; pero la

mayor población de estos individuos se registró en primavera (octubre y noviembre) cuando el cultivo se encontraba en floración, ubicándose en las hojas. La captura de los mismos fue posible gracias al uso de red de arrastre o cazaorugas, pues resulta difícil capturarlos con un aspirador entomológico manual por ser muy movidos, saltando rápidamente al acercarse. Estos insectos no provocan daños manifiestos en el cultivo de *V. villosa*.

Chicharrita de la alfalfa o chicharrita de dos puntas *Ceresa brunnicornis* (Germ.). (Hemiptera: Membracidae)

El adulto es de 7 a 9 mm de longitud, su color varía del verde al ocre, con áreas marrón oscuras. Posee un pronoto muy desarrollado que se prolonga hacia atrás y cada lado del mismo termina en una importante espina (Chiesa Molinari 1942, Saini 2004). La hembra ovipone encastrando los huevos en los brotes y ramas o tallos de *Vicia*. Además de la *Vicia*, se la observa en cultivos de alfalfa y girasol.

Este insecto debido a la acción de su aparato bucal picador produce perjuicios en *Vicia*, pero no son de consideración. Se lo ha observado a partir de la floración (octubre) hasta antes de la cosecha (Figura 1 e y f).



Figura 1. Tucura *Dichroplus maculipennis* Blanch. (a), grillo común *Gryllus argentinus* Saussure (b), chicharrita *Paratanus exitiosus*, hembra adulta (c), chicharrita de la remolacha o chicharrita del curly top (d), chicharrita de la alfalfa o de dos puntas *Ceresa brunnicornis* Germ., adulto vista dorsal (e) y lateral (f).

Foto: *SENASA. ** Berry, NMW *** Henderson, NMW.

Pulgón de la alfalfa o pulgón verde de la alfalfa *Acyrthosiphon pisum* (Harris) (Hemiptera: Aphididae)

El adulto áptero mide entre 2,5 a 3,5 mm de largo, su cuerpo es ovalado y de color verde claro brillante. Las antenas son de igual color que el cuerpo, pero poseen como franjas negras, correspondiendo al oscurecimiento de los ápices de los antenitos tercero, cuarto, quinto y el sexto que es totalmente oscuro. Las patas son de color más oscuro, pardo amarillento, presentando los extremos distales de la tibia y fémur, así como los tarsos, pardo oscuro a negro.

El adulto alado posee el cuerpo, las patas y las antenas similares a las ápteras. El color del cuerpo es verde claro brillante con los lóbulos torácicos de color verde amarillento a marrón claro. Las poblaciones de estos áfidos son todas hembras que dan lugar a generaciones de hembras originando entre 60 a 90 crías o ninfas por partenogénesis. La velocidad de desarrollo de estos pulgones está influenciada por la temperatura. Requieren entre 7 a 10 días para completar su ciclo biológico a 25°C; desde el nacimiento hasta llegar al adulto; y alrededor de 30 a 60 días a 5°C (Itria y Tapia 1970, Tapia 1975, Paulos de Luna 1977, Blackman y Eastop 1984).

Las ninfas neonatas mudan cuatro veces antes de llegar al estado adulto, pudiendo llegar a individuos ápteros (sin alas) o alados (con alas). Los individuos alados pueden migrar grandes distancias para infestar nuevos campos. Forman colonias movidas, que caen con facilidad al tocar la planta. Estas colonias conformadas por formas juveniles y adultos

se distribuyen en la totalidad de la planta.

Estos insectos al alimentarse extraen la savia de las plantas (hojas, pecíolos, tallos, brotes, botones florales, vainas verdes y semillas en formación) e inoculan saliva tóxica. En la región pampeana, durante el invierno esta plaga no entra en diapausa, alimentándose y multiplicándose a un ritmo muy lento. El mayor ataque de esta plaga se registra en primavera, con menor intensidad en otoño e invierno. (Itria y Tapia 1970, Tapia 1975, Paulos de Luna 1977, Quintanilla 1979, Aragón 1980, Holtkamp y Bishop 1983, Blackman y Eastop 1984, Flint Clark 1985, Nieto Nafria *et al.* 1994, Aragón y Imwinkelried 1995, Delfino 2004, Ortego *et al.* 2004).

Se registra en el cultivo de *Vicia* de junio a diciembre. Se trata del áfido más importante que ataca a la *Vicia*, observándose su mayor densidad poblacional en la primavera. El mayor porcentaje de plantas infectadas se ha registrado al estado pimpollo, principios de floración y vainas verdes. Cuando se están formando las vainas o llenado de vainas, el daño lo realiza a las semillas pues con su aparato bucal picor-sucto atravesan las chauchas, llegando a éstas, extrayendo las sustancias nutricias dejándolas vanas. Es perjudicial para muchos cultivos de leguminosas. Ataca a *Vicias* (*Vicia sativa* y *Vicia villosa*), alfalfa (*Medicago sativa*), arveja (*Pisum sativum*), trébol de olor (*Melilotus indicus*), trébol de olor blanco (*Melilotus albus*), trébol blanco (*Trifolium repens*), trébol rojo (*Trifolium pratense*), haba (*Vicia fabae*), tréboles de carretilla (*Medicago* spp.), *Phaseolus* sp., acacia blanca (*Robinia pseudoacacia*) y lenteja (*Lens culinaris*) (Cordo *et al.* 2004) (Figura 2a y b).

Pulgón azul de la alfalfa *Acyrthosiphon kondoi* Shinji (Hemiptera: Aphididae)

El pulgón azul de la alfalfa proviene del Norte de China y Manchuria. Se registró en la Argentina por primera vez produciendo daños, a partir de la primavera de 1976. Su aspecto es muy similar al pulgón verde pero es posible diferenciarlo por algunos caracteres morfológicos tanto a campo como en laboratorio. Se trata de un áfido más pequeño que el pulgón verde de la alfalfa, los ápteros son de 2,5 a 3 mm, en forma de pera y de color verde azulado grisáceo, de apariencia cerosa u opaca. Las antenas se van oscureciendo desde la base al ápice, en forma gradual y uniformemente.

Los alados son de color verde acerado opaco, con los lóbulos torácicos marrones a negruzcos, y en cuanto a la forma es igual a la de los ápteros (Paulos de Luna 1977, Aragón y Imwinkelried 1995).

En *Vicia villosa* se lo ha observado en la primera etapa del cultivo, en invierno, desde junio hasta agosto. Comienzan a reproducirse activamente a partir de mayo a julio, momento en que el pulgón verde todavía no se encuentra formando colonias en los alfalfares, ya que este último no soporta las bajas temperaturas invernales. Su ciclo de vida es similar al del pulgón verde, pero tolera mejor las bajas temperaturas.

Por esta razón la época de ataque es a fines de otoño, invierno y principios de primavera. Con la llegada de los primeros calores primaverales comienza a aumentar la población. El mayor pico de población se registra en los meses de agosto a septiembre, dependiendo de las condiciones climáticas. Este áfido se adapta mejor a las bajas temperaturas, aunque su biología y comportamiento son similares al anterior.

Las colonias son menos movedizas que en el pulgón verde y no se dejan caer de la planta tan fácilmente como el pulgón verde cuando se las toca o roza. Se ubican preferentemente en los tallos, brotes apicales y en ambas caras de las hojas tiernas de la planta que invaden. El daño que ocasionan ante fuertes infestaciones es el detenimiento del crecimiento; el acortamiento de los entrenudos (plantas achaparradas). Tiene preferencia por la alfalfa, reduciendo el tamaño de los folíolos de las hojas y encrespamiento, enrulándose. Es una especie muy dañina en la alfalfa. En alfalfares recién implantados, ante severos ataques las pérdidas de plantas suelen ser de gran magnitud; debiendo en algunas oportunidades resembrar. En alfalfares ya establecidos cuando son muy atacados, las hojas toman un color amarillento rojizo (Tapia 1975, Paulos de Luna 1977, Quintanilla 1979, Aragón 1980,

Holtkamp y Bishop 1983, Blackman y Eastop 1984, Flint y Clark 1985, Nieto Nafria et al. 1994, Aragón y Imwinkelried 1995, Delfino 2004).

Es una especie muy dañina en cultivos de leguminosas, en particular en la alfalfa (*Medicago sativa*). Ataca también a los tréboles de olor (*Melilotus albus* y *Melilotus officinalis*), *Melilotus* sp., *Medicago lupulina*, lenteja (*Lens culinaris*) y *Vicia* (*Vicia villosa*) (Cordo et al. 2004) (Figura 2c).

Pulgón de las leguminosas o el pulgón negro de las leguminosas, *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae)

El pulgón de las leguminosas tiene el cuerpo de forma globosa a piriforme, de tamaño mediano, las hembras ápteras de 1,4 a 2,0 mm y las aladas de 1,4 a 1,9 mm. El color general de los ápteros es negro a negro verdoso muy brillantes, relucientes y eso se debe a una placa discal muy desarrollada. Además se encuentra cubierto por una cerosidad blanco azulado pulverulenta. Los cornículos o sifones son siempre mayores que la cola, y sus patas son negras y blancas. Los alados carecen de la placa abdominal que tienen los ápteros. (Blackman y Eastop 1984, Nieto Nafria et al. 1994, Aragón y Imwinkelried 1995, Delfino 2004).

Este áfido se lo ha observado en plantas de *Vicia* al estado vegetativo, ubicándose en los puntos de crecimiento y sobre ambas caras de la hoja, pero siempre en muy bajas densidades. Su período de mayor ocurrencia en *Vicia* es en el invierno cuando todavía las plantas son pequeñas o están en estado vegetativo, desde junio hasta agosto.

Es una especie muy polífaga, ataca a Leguminosas como alfalfa (*Medicago sativa*), *Vicias* (*Vicia sativa* y *Vicia villosa*), acacia blanca (*Robinia pseudoacacia* L.), tréboles de olor (*Melilotus albus* y *Melilotus officinalis*), *Phaseolus lunatus* y *Phaseolus vulgaris* (Cordo et al. 2004) (Figura 2d).

Pulgón moteado o manchado de la alfalfa *Theroaphis trifolii* (Monell) (Hemiptera: Aphididae)

El adulto de esta especie (hembra vivípara áptera) es ligeramente piriforme, de aproximadamente 2 mm de longitud de color amarillo limón, con manchas oscuras sobre el dorso dispuestas en cuatro hileras en el pronoto y mesonoto y seis hileras o más en el metanoto y abdomen, donde se ubican setas o pelos, características que requiere de una lupa para ser observados. La cabeza es trapezoidal, del color general del cuerpo; y con ojos rojos y grandes. Las antenas son del mismo largo del cuerpo, de coloración clara y con seis antenitos. Los sifones son pequeños, semejantes a conos truncados, del color general del cuerpo, con los bordes oscuros. Las patas son oscuras, negruzcas con escasa cantidad de pelos.

La hembra vivípara alada es ovaliforme también de dimensiones similares a la áptera, de color amarillo limón con las manchas oscuras sobre el abdomen, pero la cabeza y tórax son de color castaño oscuro. El abdomen tiene seis hileras de manchas oscuras y las patas también son oscuras y con escasa cantidad de pelos. Las alas poseen nervaduras esfumadas, con la medial del primer par dividida dos veces. (Blackman y Eastop 1984, Vincini et al. 1984, Nieto Nafria et al. 1994, Aragón y Imwinkelried 1995, Delfino 2004).

Estos áfidos se los ha observado en número muy reducido en los primeros estados de crecimiento vegetativo de la *Vicia villosa*, en julio hasta agosto. Se reproducen por partenogénesis y viviparidad (hembras que producen hembras), pasa por cuatro estadios ninfales; cumpliendo su ciclo biológico (desde el nacimiento hasta llegar a adulto) en 7 a 8 días a 24°C, desarrollando varias generaciones al año. El adulto (áptero o alado) vive entre 4-5 semanas, período en el cual produce hasta 100 individuos como descendencia.

Plantas huéspedes: *Vicia* (*Vicia villosa*), alfalfa (*Medicago sativa*), lupulina (*Medicago lupulina*), lotus (*Lotus* sp.) y trébol (*Trifolium* sp.) (Cordo et al. 2004) (Figura 2e).



Figura 2. Pulgón de la alfalfa o pulgón verde de la alfalfa *Acyrthosiphon pisum* Harris, hembra áptera (a), colonia de áfidos en una vaina de *Vicia* (b). Pulgón azul de la alfalfa *Acyrthosiphon kondoi* Shinji., colonia de pulgones (c). Pulgón de las leguminosas o pulgón negro de las leguminosas, *Aphis craccivora* Koch, colonia de hembras ápteras (d). Pulgón moteado o manchado de la alfalfa *Theroaphis trifolii* Monell, hembra áptera (e). Foto: * University of California. **Joshi Poorami

Chinche verde *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae)

El adulto es de color verde mide aproximadamente 15 mm, con el rostro tetrasegmentado. La hembra pone huevos en forma agrupada, color amarillo claro y de forma cilíndrica de los cuales nacen las ninfas. Pasa por cinco estadios ninfales. Los estadios ninfales van cambiando de color, pero el último estadio ninfal se caracteriza por ser de color verde, con bordes y manchas marginales rosadas; y manchas negras y blancas ubicadas en el dorso. Pasan el invierno al estado adulto, tomando una coloración rojiza-amarronada. Antes se pensaba que se trataba de una variedad, pero es sólo el adulto invernante. Existen tres variedades: *smaragdula*, *gold* y *torquata* que se diferencian por caracteres sistemáticos. La primera es totalmente verde, la segunda es amarilla y la tercera es también verde pero posee en la parte anterosuperior de la cabeza y anterior de pronoto una franja rosado-rojiza (Chiesa Molinari 1942, Quintanilla 1947, Rizzo 1979, Saini 1985 y 2001, Trumper y Edelstein 2008, Mareggiani y Pelicano 2010).

Se las ha observado en el cultivo a partir que la *Vicia* toma mayor desarrollo, en primavera, desde floración hasta formación de vainas, de octubre a principios de diciembre. Ocasionan perjuicios tanto los adultos como las ninfas succionando los jugos vegetales, en particular de las semillas atravesando las vainas con su pico; pero no se ha observado produciendo daño económico en el sur bonaerense (Figura 3a y b).

Alquiche chico *Edessa meditabunda* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae)

El adulto de esta chinche es de 12 mm de largo, de color verde dorsalmente mientras que ventralmente es amarillento claro, con las alas marrones y las patas y antenas castaño-amarillentas. Es una chinche hedionda. La hembra coloca huevos dispuestos en dos hileras longitudinalmente; y éstos son de color verde claro y esféricos. Pasa por 5 estadios ninfales, y las ninfas son de color verde y de otras coloraciones a medida que cambia de estadios (Chiesa Molinari 1942, Rizzo 1979, Saini 1985 y 2001, Quintana y Abot 1987) Produce daños similares a la chinche verde, pero no se la ha observado en *Vicia* como un problema. Se ha registrado en *Vicia* de octubre a principios de diciembre (Figura 3c).

Chinche de las dos espinas o barriga verde *Dichelops furcatus* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae)

El adulto es de 10 mm de longitud, de color castaño, castaño-verdoso a castaño-amarillento, con tegumento con alvéolos. La cabeza termina en dos puntas, y el pronoto tiene los márgenes dentados y termina en una espina en ambos lados del mismo. La parte membranosa de sus alas es de color marrón oscuro. La hembra coloca los huevos agrupados sobre las hojas, blanco amarillento parecidos a los de la chinche verde (Chiesa Molinari 1942, Rizzo 1979, Saini 1985 y 2001) (Figura 3d).

Esta especie ataca la alfalfa, soja, *Vicia* y algunas hortalizas. Se la ha observado en *Vicia villosa* pero sin causar perjuicios económicos, de octubre a principios de diciembre.

Chinche roja, sanguinolenta o chinche del poroto *Athaumastus haematicus* (Stål) (Hemiptera: Coreidae)

El adulto es de 15 a 17 mm, de color rojo oscuro, al igual que sus patas y antenas; mientras que los fémures del tercer par de patas se encuentran ensanchados, más en los machos que en las hembras. El huevo es ocre, con reflejos dorado-bronceados, es ovalado y posee tres aristas. Pasa por cinco estadios ninfales que son de diferente coloración hasta llegar al estado adulto.

Tanto sus ninfas como sus adultos se alimentan succionando los jugos vegetales de las plantas, ya sea tallos, brotes y hojas. Se trata de una especie polifítoga que además de *Vicia* ataca a alfalfa, soja, maíz, girasol, algodón, tabaco, papa, tomate, pimiento, berenjena, batata, acelga, zapallo, poroto, arveja, haba, cártamo y otras.

Tanto los huevos, las ninfas, como los adultos se ubican en la parte superior de la planta en los brotes y las hojas pequeñas. Los huevos se encuentran ubicados en la cara adaxial de las hojas, y en la parte superior de la planta, por lo general agrupados aunque también pueden observarse en forma aislada (Chiesa Molinari 1942, Rizzo 1979, Dughetti y Zárate 2009).

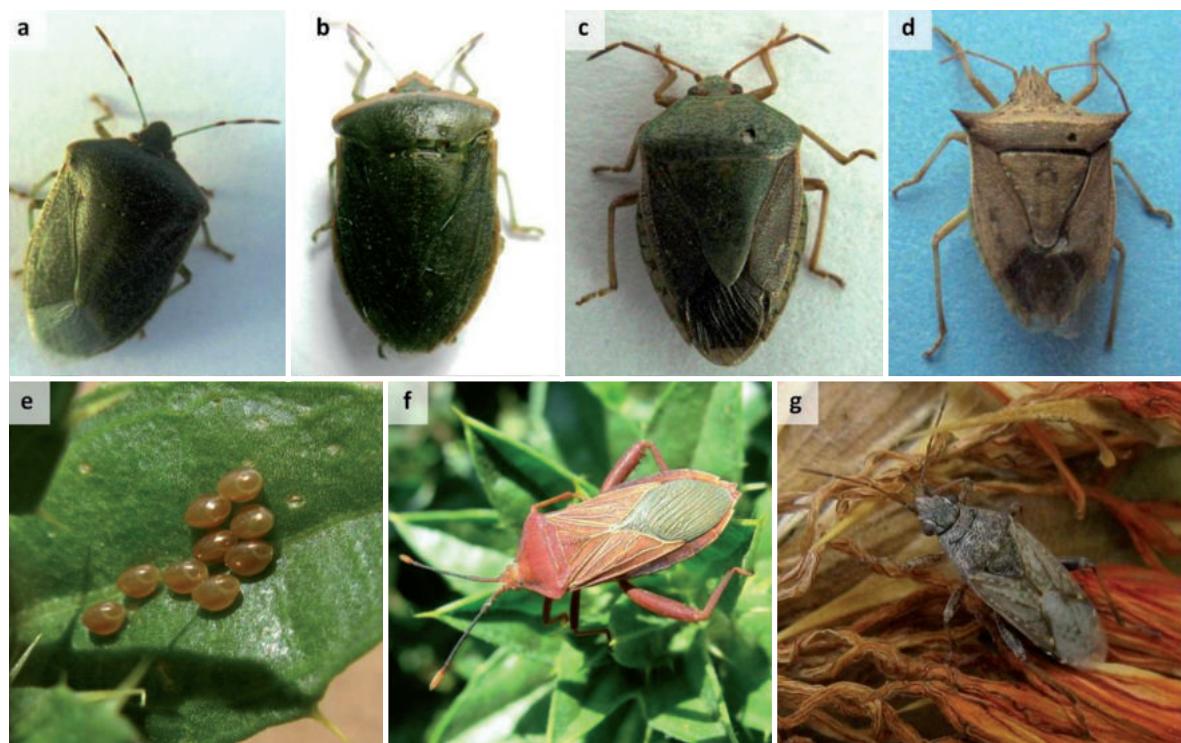


Figura 3. Chinche verde *Nezara viridula* var. *smaragdula* L. (a) y var. *torquata* L. (b). Alquiche chico *Edessa meditabunda* F. (c). Chinche de las dos espinas o barriga verde *Dichelops furcatus* F. (d). Chinche roja, sanguinolenta o chinche del poroto *Athaumastus haematicus* Stål., huevos (e) y adulto (f). Chinche diminuta o pequeña *Nysius simulans* Stål. (g).

Las formas juveniles forman colonias no muy densas, con los adultos ubicados en los brotes terminales y en las hojas preferentemente tiernas. Condiciones de sequía ambiental favorecen su desarrollo. Los daños observados en la *Vicia* no han sido de magnitud, sin

significar pérdidas económicas. Se ha observado de octubre a principios de diciembre (Figura 3e y f).

Chinche diminuta o pequeña *Nysius simulans* (Stål) (Hemiptera: Lygaeidae)

Se trata de un insecto pequeño de aproximadamente 4 mm de largo. El color es grisáceo oscuro y ventralmente negro; con los ojos globosos, grandes y oscuros y antenas tetrasegmentadas. Se la ha observado en brotes, tallos tiernos, hojas y flores, de octubre a principios de diciembre, pero sin ocasionar daños económicos (Chiesa Molinari 1942, Rizzo 1979) (Figura 3g).

Trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae).

Se trata de una especie que fue introducida en nuestro país a través del comercio de flores y arbustos, originaria del oeste de Estados Unidos. Ataca diversos cultivos hortícolas (tomate, pimiento, berenjena, pepino, papa, frutilla y zapallo), florales (rosa y crisantemo), forrajeros (alfalfa y *Vicia*) y cítricos (Lanati 2007).

Se ha registrado tanto en brotes, hojas, pimpollos, como flores de *Vicia*, no produciendo daños económicos, a pesar de las altas densidades observadas. Se ha observado desde septiembre hasta mediados de diciembre, pero la mayor captura de estos insectos se observó en primavera, cuando la *Vicia* estaba en los fines del estado vegetativo y principios de floración.

Al igual que todos los trips produce daños directos por su alimentación, pero además provoca daños indirectos porque es una especie vector de la “peste negra” (TSWV: Tomato Spotted Wild Virus) en tomate y lechuga (Morrone y Coscarón 1998, Saini y Alvarado 2006). Los adultos son pequeños insectos de 1 a 1,3 mm de largo. La coloración varía de acuerdo a la época de año: en los meses cálidos predominan las formas claras (amarillentas); mientras que en invierno las formas oscuras. Poseen alas con flecos o setas. Los machos son algo más pequeños que las hembras y de coloración más clara (De Borbón 2005, Lanati 2007, Mareggiani y Pelicano 2010, Larrosa 2011).

La reproducción es sexual y partenogenética. Las hembras ponen huevos encastrándolos en el tejido vegetal, de los cuales nacen las larvas. Las larvas son claras amarillentas. Pasan por dos estadios larvales, luego de los cuales caen al suelo para empupar (Lanati 2007). Éstos transcurren el invierno al estado de hembra adulta, en malezas, plantas cultivadas como la alfalfa u hojarasca (Figura 4a).

Isoca bolillera del lino u oruga del capullo del algodonero *Helicoverpa gelotopoeon* (Dyar) (Lepidoptera: Noctuidae)

Se trata de una especie polifágica que ataca además de la *Vicia* a cultivos de gran importancia económica como: soja, girasol, algodón, cártamo, maíz, tabaco, lino, alfalfa, trébol, poroto, tomate, arveja, cebolla; y malezas como el *Carduus* sp. (Cordo et al. 2004). Esta especie insectil es la más destructiva de todas las observadas en el cultivo de *Vicia* en el sur de la Provincia de Buenos Aires, ya que los daños que pueden llegar a ocasionar cuando el cultivo se destina a producción de semilla, suelen en ocasiones ser muy importantes.

Se alimenta de las hojas, flores, vainas (verdes, amarillas y marrones) y de las semillas en formación y ya formadas. En la medida que las chauchas se encuentran todavía verdes, las perfora para alimentarse de las semillas, quedando así vacías. Se ha observado efectuando daño en *Vicia villosa* desde septiembre hasta mediados de diciembre. El aumento en la población de este lepidóptero se ve favorecido por las altas temperaturas y la baja humedad. El adulto se trata de una polilla de 35 mm de expansión alar. El primer par de alas es de color castaño amarillento, con una mancha oscura reniforme cerca del centro, con una franja marginal castaño claro y una submarginal más oscura. El segundo par de alas es

castaño claro, con el margen externo rodeado por una franja color pardo oscuro. La hembra pone entre 1000 a 2000 huevos, son blanco perlados, hemisféricos; oviponiendo aisladamente en las hojas, naciendo de ellos las larvas.

La larva totalmente desarrollada alcanza entre 35 a 40 mm. Su coloración es variable de acuerdo a la alimentación: verdosa, amarillenta, castaña o negra. Posee setas sobre tubérculos negros y a cada lado del cuerpo tiene una banda blanco amarillenta zigzagueante. Al caer al suelo se enrosca. El período larval oscila entre 15 a 20 días, dependiendo de la temperatura ambiente. La oruga luego se entierra en el suelo para empupar, luego de transcurrido el período pupal pasa finalmente al adulto. Inverna como pupa (Margheritis y Rizzo 1965, Pastrana 2004, Navarro *et al.* 2009, Urretabizkaya 2010) (Figura 4b, c y d).

Orugas cortadoras *Feltia deprivata* (Walker) y *Feltia bosqi* (Köhler) (Lepidoptera: Noctuidae: Agrotini)

Ambas especies pertenecen a la Subtribu Agrotina (Lepidoptera: Noctuidae: Agrotini) y están ampliamente distribuidas en el centro y norte de Argentina, centro de Chile y Sur de Brasil. (Pastrana 2004, San Blas 2011)

Feltia deprivata: los ejemplares adultos o polillas de la especie se pueden diferenciar porque:

- 1) los machos son de color gris parduzco claro y las hembras son más oscuras
- 2) el tórax, las patagias y las tégulas son del mismo color que las alas anteriores
- 3) no presentan líneas transversales en las alas anteriores o son líneas difusas, dobles
- 4) tienen una línea de color negro entre las máculas orbicular y reniforme
- 5) las alas anteriores no poseen banda costal. En algunos casos, poseen líneas transversales difusas
- 6) Poseen dimorfismo sexual: los machos son generalmente más claros y de antenas biserradas y las hembras son más oscuras y de antenas filiformes (San Blas 2011).

Las plantas huéspedes son: lechuga (*Lactuca sativa*), coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*); repollo blanco liso (*Brassica oleracea* var. *capitata*); acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*); espinaca (*Spinacea oleracea*), manzano silvestre (*Malus sylvestris*), pimiento (*Capsicum annuum*); tomate (*Lycopersicum esculentum*); papa (*Solanum tuberosum*) y *Vicia villosa* (Pastrana 2004).

Feltia bosqi: los ejemplares adultos o polillas de la especie se pueden diferenciar porque:

- 1) los machos son de color pardo claro y las hembras son más oscuras
- 2) el tórax y las patagias del mismo color de las alas anteriores y las tégulas de color más claro (poco diferenciable en algunos ejemplares)
- 3) las alas anteriores con líneas transversales dobles
- 4) con una línea oscura entre las máculas orbicular y reniforme, pero también se puede diferenciar la mácula claviforme como una línea oscura
- 5) las alas anteriores con una banda costal más clara que el resto del ala (la banda costal es el área más clara en la parte anterior del ala y que se extiende desde la base del ala hasta los $\frac{3}{4}$ de la misma más o menos)
- 6) Poseen dimorfismo sexual: los machos son generalmente más claros y de antenas biserradas y las hembras son más oscuras y de antenas filiformes (San Blas 2011).

Las plantas huéspedes son escarola (*Cichorium endivia*), coliflor (*Brassica oleracea* var. *bothrytis*); repollo blanco (*Brassica oleracea* var. *capitata*), algodón (*Gossypium hirsutum*) y *Vicia* (*Vicia villosa*) (Pastrana 2004).

Las larvas totalmente desarrolladas llegan a 3,5 a 4 cm de largo, el color general es marrón grisáceo, con una banda central marrón más clara y dos laterales marrones más oscuras (Margheritis y Rizzo 1965, Navarro *et al.* 2009, Urretabizkaya 2010).

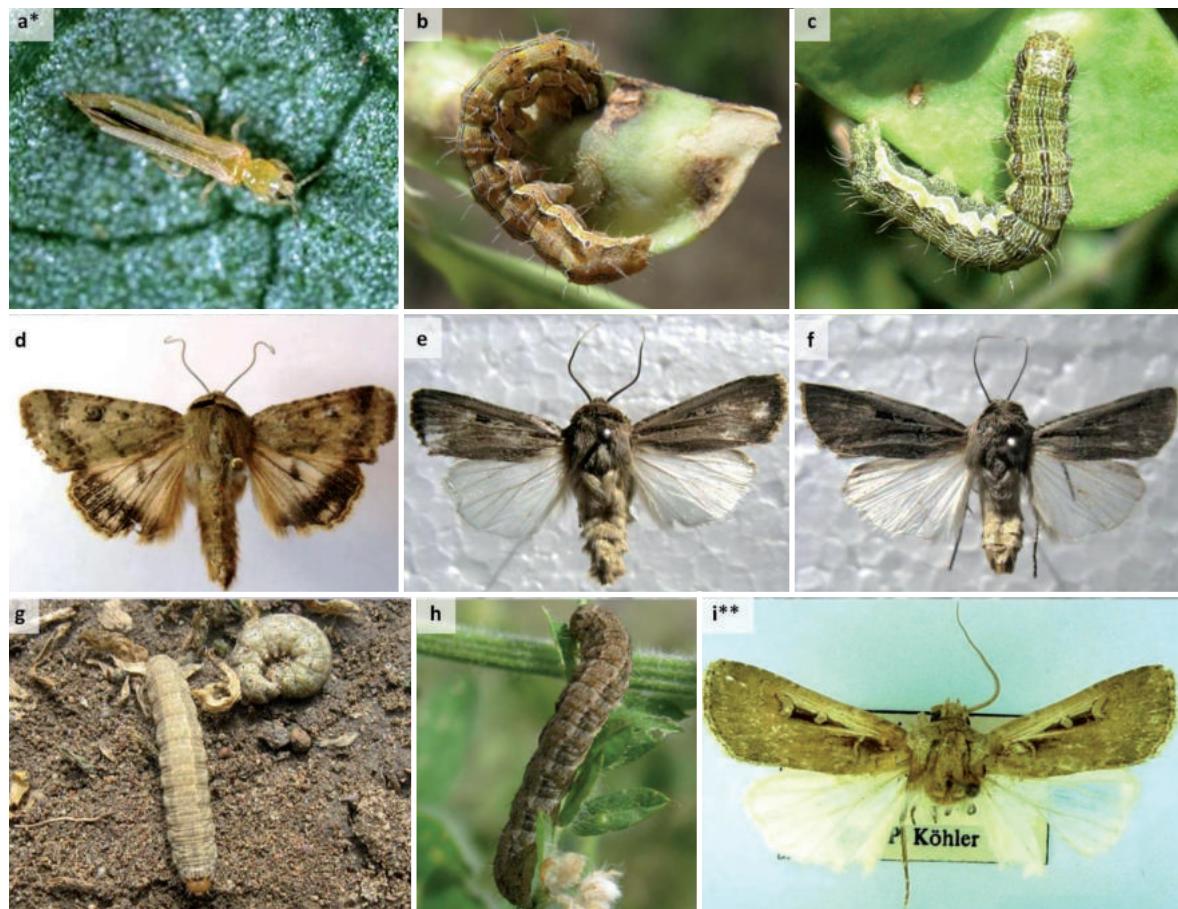


Figura 4. Trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* Pergande (a). Isoca bolillera del lino u oruga del capullo del algodonero *Helicoverpa gelotopoeon* Dyar, larva perforando (b) y alimentándose de una vaina de *Vicia* (c), adulto o polilla (d). Orugas cortadoras *Feltia deprivata* Walker, adulto macho (e) y hembra (f). Larvas de *Feltia spp.* Walker (g y h). *Feltia bosqi* (Köhler), adulto macho (i). Foto: * University of California. ** San Blas.

Las orugas cortadoras se alimentan de las hojas, flores y pequeñas chauchas de *Vicia villosa*. Poseen la particularidad de alimentarse a partir del atardecer hasta la mañana siguiente. Cuando el sol empieza a calentar, durante el día, se esconden entre la broza que generalmente es muy abundante en el cultivo de *Vicia* para la época de ataque, formando como una rosquilla, pues se arrollan en sí mismas. Por este motivo se dificulta su observación. La forma de observarla es removiendo suavemente los residuos vegetales y buscarlas con detenimiento, sin llegar a dañarlas, para establecer el número de individuos que se encuentran atacando. La mayor densidad de larvas se observó desde fines de octubre a mediados de diciembre, con el cultivo en plena floración, chauchas y semillas en formación.

El mayor número de individuos se ha registrado en las observaciones realizadas por cuadro, y en menor cantidad las realizadas por golpes de red (Dughetti y Zárate 2011) (Figura 4e, f, g, h, e i).

Gorgojos de la alfalfa (Coleoptera: Curculionidae)

En este cultivo, suelen ser abundantes las especies de estos gorgojos, aunque no poseen mayor importancia económica.

Los adultos son de hábito aéreo, se alimentan de las hojas y brotes tiernos y si se los perturba se dejan caer al suelo. La larva de estos insectos es de hábito subterráneo, blanquecina, ápoda, tipo curculioniforme, con el cuerpo en forma de "C" o de botecito.

La especie más difundida de gorgojo de la alfalfa es *Naupactus leucoloma* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). Se trata de una especie polifítoga que afecta a cultivos forrajeros, hortícolas y cereales, encontrándose además en malezas. El insecto adulto, mide entre 9 a 13 mm de longitud. Es de color grisáceo castaño; sus élitros tienen una banda mediana y dos laterales desnudas y un par de bandas marginales blancas. Los adultos no tienen capacidad para volar, así que se van trasladando de un lote a otro para alimentarse de las plantas. Las hembras colocan los huevos en la superficie del suelo. De ellos nacen las larvas que son ápodas, de color blanco cremoso, con pelos cortos y finos. La piel presenta finos pliegues transversales. La cabeza es del mismo color del cuerpo y en ella se destacan dos fuertes mandíbulas de color negro. Esta larva vive en el suelo alimentándose de las raíces. Luego de este estado de desarrollo pasa al estado de pupa, también en el suelo. Los adultos emergen desde la primavera hasta principios de otoño. Cumplen una sola generación al año (Lanteri 1994, Aragón y Imwinkelried 1995, Gopar y Ves Lozada 2004).

En *Vicia villosa* se han observado ejemplares adultos alimentándose de las hojas de esta Fabácea en primavera, en octubre y noviembre (Figura 5a y b).

Gorgojo de las habas *Bruchus rufimanus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae)

En el año 2008, en la EEA INTA Hilario Ascasubi se registró la presencia de este gorgojo efectuando daños solamente a las semillas almacenadas de *Vicia sativa*, provenientes de ensayos realizados en la Unidad. Su presencia fue observada luego de realizada la cosecha, emergiendo los adultos de las vainas almacenadas. Se trata de un insecto de 3,1-4,4 mm de longitud y 2,2 - 2,6 mm de ancho. Su cuerpo y apéndices son negros, excepto en la base de los antenitos 1-4 y la mitad apical del fémur, la tibia y el tarso de la pata I que son tostados. Poseen una pubescencia blanca, blanco amarillento con reflejos dorados. Tienen setas de color blanco en el pronoto, escudete y los élitros formando dibujos (Muruaga de L'Argentier et al. 2009). En la Argentina se lo había encontrado atacando habas, pero no se lo citaba hasta esa fecha atacando a esta leguminosa. Es de destacar que no dañó ni a *Vicia villosa* ni a *Vicia dasycarpa* (Renzi et al. 2008). En haba, las hembras sólo colocan sus huevos en las vainas o en semillas verdes por lo que no se producen generaciones en almacenamiento. Los adultos invernantes aparecen al final de la primavera y se dirigen a las plantas huéspedes donde se alimentan del polen de las flores. Los huevos de 0,6 mm y de color amarillo-verdoso son depositados por las hembras sobre las vainas. El desarrollo embrionario dura aproximadamente unos 13 días al cabo de los cuales emerge la larva primaria provista de patas torácicas funcionales que atraviesa la vaina en busca del grano para introducirse en él transformándose entonces en una larva secundaria apoda (curculioniforme) cuyo desarrollo demora unos tres meses. Antes de empupar la última larva prepara la salida del futuro adulto marcando un opérculo circular en el tegumento de la semilla. El adulto emerge a los 10- 15 días. Los gorgojos más precoces abandonan los granos cuando éstos comienzan a madurar. Una elevada proporción emerge cuando los granos están a punto de cosecharse o son cosechados. Los más tardíos pueden permanecer en el interior de los mismos y salir recién a la primavera siguiente. Un grano de haba puede albergar entre uno a seis individuos que se desarrollan normalmente. *B. rufimanus* es similar en tamaño y apariencia general a *Bruchus pisorum* (L) (n.v. "gorgojo de la arveja"), pero se diferencian por su genitalia y por caracteres morfológicos externos de ambas especies (Muruaga de L'Argentier et al. 2009) (Figura 5c y d).

Escarabajo escrito *Chauliognathus scriptus* Germ. (Coleoptera: Cantharidae)

El adulto de este insecto es de 15 mm de longitud. El color general del cuerpo es amarillo ocráceo, tanto a lo largo del protórax como de sus élitros se encuentran unas líneas o manchas alargadas color castaño oscuro. Se lo suele observar en las flores de *Vicia* y cártamo.

La larva es alargada, de 15 a 20 mm, con tres pares patas manifiestas, de color negro y de aspecto aterciopelado, moviéndose con rapidez en el suelo (Saini 2004). Esta larva es considerada por algunos investigadores, como fitófaga y depredadora.

Su acción fitófaga, se manifiesta en algunos años principalmente en girasol, pues sus larvas suelen causar graves daños en su implantación, al dañar las plántulas, incluso antes de la emergencia. En *Vicia* se ha observado en primavera en plena floración, pero no realizando daños manifiestos (Figura 5e).

Gusanos alambre *Conoderus* spp. (Coleoptera: Elateridae)

Constituye una plaga ocasional que puede atacar a las pequeñas plántulas, en la germinación y emergencia del cultivo de *Vicia*.

El adulto se lo conoce con el nombre de “salta perico”, el cual es un cascarudo alargado de color marrón, de 15 a 17 mm de longitud, con la particularidad de invertirse mediante un salto si se lo coloca con las patas hacia arriba.

Las larvas de estos insectos se las conoce vulgarmente como “gusanos alambre”. Son de color amarillento anaranjado, son duras, elateriformes, alargadas, comprimidas y segmentadas, con tres pares de patas verdaderas y poderosas mandíbulas. Las larvas habitan en el suelo. Son de hábitos nocturnos y durante el día se ocultan debajo del suelo dañando a las plántulas que están emergiendo a nivel del cuello (Chiesa Molinari 1942, Aragón 2002, Dughetti 2002, Saini 2004).

Sus ataques se han observado en el inicio del cultivo, en mayo y junio, pero sin incidir económicamente sobre esta Leguminosa (Figura 5f).

Hormiga negra común *Acromyrmex lundi* (Guér) (Hymenoptera: Formicidae)

Se trata de una especie muy polifítoga, alimentándose tanto de plantas forrajeras, industriales, cereales, hortícolas, frutales, ornamentales y florales. Produce la defoliación de las plantas que ataca cortando hojas y tallos tiernos. Esos trozos vegetales le sirven de sustrato al hongo que cultivan en la honguera y del cual se alimentan. Poseen la particularidad de dividirse en castas. Los individuos sexuados (hembra y machos alados) en primavera producen el vuelo nupcial. La hembra una vez fecundada se convierte en reina y es la fundadora de la colonia, siendo su función reproductiva. Las obreras tienen tareas específicas: las podadoras (cortan el material vegetal y lo acarrean al hormiguero); las jardineras (se encargan del cuidado de la honguera), las nodrizas (cuidan a la reina y a las larvas) y los soldados (defienden al hormiguero o colonia) (Aragón 2002, Saini y Bado 2002)

La obrera típica es de color negro, de 4 mm de largo, con 4 pares de espinas torácicas. Los nidos u hormiguero de esta especie poseen la particularidad que no forman terraplén o túmulo, tienen varias bocas o entradas al hormiguero rodeada de palitos secos, pero una sola hoyo u honguera (Quintanilla 1947).

Las hormigas obreras se han observado prácticamente en todo ciclo del cultivo de mayo a diciembre, pero el daño ocasionado fue muy bajo .

Bicho bolita *Armadillidium vulgare* Latreille (Crustáceos: Isopoda: Armadillidae)

Se trata de un Isópodo de color gris oscuro, de 12 a 14 mm de longitud. Posee 7 pares de patas torácicas, 5 pares de patas abdominales y un par de urópodos en su cauda. Tienen la capacidad de arrollarse sobre si mismos, de allí con el nombre como se los conoce. Las hembras originan 70 individuos y pueden tener dos generaciones al año. (Fraga 1967, Aragón 2002)

Éste es un crustáceo terrestre asociado a ambientes húmedos, que frecuentemente se alimenta de hojas y plantas de huertas y jardines, ocasionando en algunas circunstancias severos daños. Con el advenimiento de la siembra directa, éste ha pasado a ser una nueva plaga para cultivos bajo esta nueva práctica (Aragón 2002)

Cuando su densidad es muy alta llega a ocasionar daños en semillas, cotiledones, plántulas y tallos tiernos de *Vicia*, en especial si se realiza la siembra de *Vicia* en directa, por encontrarse menos descompuesto el material, dándose condiciones favorables y mayor posibilidad para el desarrollo de este crustáceo. Se ha observado durante todo el cultivo capturando los ejemplares mediante trampas Pitfall.

Arañuela roja común, arañuela bimaculada o ácaro rojo tejedor *Tetranychus urticae* (Koch) (= *T. telarius* L.) (Acarina: Tetranychidae)

Su cuerpo es color verde amarillento a rojizo, con dos manchas oscuras y setas blancas ubicadas en el dorso. En el período de inactividad es de color anaranjado rojizo. Son muy diminutas, miden 0,6 mm el macho y 0,8 mm la hembra. Forman colonias muy abundantes en hojas y tallos, protegiéndose con abundantes telas sedosas que ellas mismas tejen y en donde se encuentran todos los estados de desarrollo.

Los huevos son esféricos, blanco perlados, muy pequeños, con el corion liso y brillante. Las formas juveniles son ovaladas y amarillo verdosas. Las larvas tienen 3 pares de patas y las ninfas (proto y deutoninfas) poseen cuatro pares (Chiesa y Molinari 1948, Quintanilla y Córdoba 1978, Doreste 1984, Lanati 2007, Mareggiani y Pelicano 2010).

Se distribuyen en los bordes del cultivo, pudiendo advertir su presencia por las partículas de tierra depositada en sus telas. Las altas temperaturas y las condiciones de sequía favorecen el desarrollo de las mismas, ocurriendo en el mes de octubre.

El daño lo realizan tanto las larvas, las ninfas, como los adultos, al lacerar los tejidos con su aparato bucal emanen jugos celulares que le sirven de alimento. Ataca por manchones en los bordes del lote, excepcionalmente en ataques muy severos producen la muerte de las plantas (Figura 5g).



Figura 5. Gorgojos de la alfalfa *Naupactus leucoloma* Boheman, gusano o larva (a) y adulto, vista dorsal (b). Gorgojo de las habas *Bruchus rufimanus* Boheman (c), vainas de *Vicia sativa* y semillas sanas y dañadas (d). Escarabajo escrito *Chauliognathus scriptus* Germ (e). Gusanos alambre *Conoderus* spp., larva (f). Arañuela roja común, arañuela bimaculada o ácaro rojo tejedor *Tetranychus urticae* Koch (= *T. telarius* L.) (g).

Enemigos naturales

En los agroecosistemas existen agentes de control natural que resultan benéficos para el hombre pues se alimentan de otros que son plaga, reduciendo o manteniendo así las densidades de estas poblaciones de organismos perjudiciales, por un período definido de tiempo. Estos agentes son los depredadores, los parasitoides y los entomopatógenos.

El cultivo de *Vicia villosa*, además de sus cualidades como forrajera y mejoradora de suelo, se destaca por ser un excelente reservorio de enemigos naturales, constituyendo un “refugio natural” ideal, para todo lo que sean controladores de plagas.

Éste es un aspecto muy importante para tomar en cuenta pues puede ser un excelente aliado en el control natural de plagas de otros cultivos, al ser una rica fuente de organismos benéficos, destacándose en particular los depredadores (Dughetti y Zárate 2010).

Depredadores

Los depredadores son organismos entomófagos que se alimentan o “cazan, matan y consumen” a otras especies llamadas “presa”, que son de menor tamaño o más débiles que éstos, y que necesitan de varios individuos para cumplir con su ciclo de vida.

Éstos poseen diferente aparato bucal ya sea masticador como se encuentra en las vaquitas y carábidos; o suctores como en las moscas sírfidas, chinches y ácaros depredadores (Dughetti 1982, 1997, 2002 a, 2002b, 2002c, 2010, Saini 1985a, 1987, 2001, 2002, Saini y Bado 2002, Molinari 2005, Vitti *et al.* 2008).

A continuación se enumeran los depredadores registrados en el cultivo de *Vicia villosa* en el en el valle bonaerense del Río Colorado (VBRC).

Vaquitas (Coleoptera: Coccinellidae)

Son insectos vistosos, pequeños, redondeados o elípticos, de colores variados; cuyas larvas y adultos se alimentan preferentemente de pulgones, aunque también lo hacen de trips, huevos y pequeñas larvas de Lepidópteros, ninfas de cotorritas y ácaros. Son de hábito diurno. Estos insectos son capaces de alimentarse de hasta 1000 pulgones durante toda su vida. Los adultos completan su dieta con polen para ser organismos fértiles. Las hembras una vez fecundadas ponen huevos, de color amarillo anaranjado de forma ovoide. Tanto las larvas como sus adultos son voraces depredadores.

Éstos son los enemigos naturales que se han observado en mayor número en el cultivo de *Vicia*, alimentándose particularmente de pulgones, trips y pequeñas isocas. Las especies especies registradas fueron: *Eriopis connexa* (Germ), *Hippodamia convergens* (Guer.), *Coccinella ancoralis* (Germ.), *Adalia bipunctata* (L.), *Hiperaspis festiva* Muls., *Coleomegilla* sp y *Harmonia axydiris* (Pallas) (Dughetti 1982, 1997, 2002 a, 2002b, 2002c, 2010, Saini 1985a, 1987, 2001, 2002, Saini y Bado 2002, Molinari 2005, Saini y Alvarado 2006, Vitti *et al.* 2008) (Figura 6a, b, c, d, e, f y g).

Vaquita *Eriopis connexa* (Germ): es una vaquita de 6 mm de largo, de forma alargada, de color negro con manchas blancas y rosadas en el dorso, tanto en el pronoto como en los élitros. Las larvas son también negras con manchas blancas y rosadas en el dorso. Es la especie de Coccinélido que se ha observado en mayor número, en particular desde que la *Vicia* comienza a florecer (Saini 1985, Dughetti 1997, Molinari 2005, Vitti *et al.* 2007).

Vaquita *Hippodamia convergens* (Guer.): el adulto es alargado posee los élitros naranja oscuro, con puntuaciones negras, el pronoto es negro con dos manchas blancas y su cabeza negra. Es la segunda en importancia por su abundancia en el cultivo (Saini 1985, Dughetti 1997, Molinari 2005, Vitti *et al.* 2007).

Vaquita *Coccinella ancoralis* (Germ.): el adulto de esta vaquita mide 3 a 4mm. Posee cabeza negra y con 2 manchitas encima los ojos. Los élitros son castaño claro a rojizos; y cada uno

presenta líneas blancas de borde oscuro formando 2 arcos en el margen de cada élitro. En el centro del élitro hay 2 manchas unidas por sus extremos (Saini 1985, Dughetti 1997, Molinari 2005, Vitti *et al.* 2007).

Vaquita *Adalia bipunctata* (L.): son vaquitas pequeñas y redondeadas, los élitros de color naranja oscuro y tienen una puntuación negra en cada élitro; el protórax es negro con dos manchas blancas y la cabeza negra (Saini 1985, Dughetti 1997, Molinari 2005, Vitti *et al.* 2007).

Vaquita *Hyperaspis festiva* (Mulsant): no es muy común observarla. Es una vaquita muy pequeña de 2 a 2,5 mm, negra con 4 manchas amarillo naranja. El macho tiene la cabeza amarilla y la hembra color negra (Saini 1987, Molinari 2005, Vitti *et al.* 2007).

Vaquita multicoloreada asiática": *Harmonia axydiris* (Pallas) estas vaquitas son de origen asiático y compiten con este resto. Los adultos tienen colores variables desde el amarillo al negro, pero el naranja que es el más común. Además poseen la particularidad que algunas no tienen manchas y otras sí y en número variable. El pronoto es blanco amarillento y posee manchas negras que forman una "M" o "W". En invierno, los adultos se gregarizan al reparo del frío intenso, en tejados, huecos de árboles u otros escondrijos (Vitti *et al.* 2007).

Carávidos

Se trata de Coleópteros de tamaño variable, de color oscuro y con brillo metalizado. Todos éstos tienen la capacidad de ser buenos caminadores y corredores, estando sus patas adaptadas para la captura de insectos.

Son de hábito preferentemente nocturno, aunque también los hay diurnos. Suele observárselos alimentándose tanto sus larvas como sus adultos preferentemente de orugas de un amplio número de especies.

Se han registrado varias especies de carávidos, en el cultivo de *Vicia*, pero quizás el más común sea la Juanita o boticario *Calosoma argentinensis* Csiki (Coleoptera: Carabidae). El adulto de este insecto es un entre 2,5 a 3 cm de largo, de color negro, con brillo metálico de color verde al rojo dorado. Los adultos se mueven con mucha rapidez y despiden un olor desagradable de allí su nombre común (boticario). Las larvas son negras y se observan notoriamente en el penúltimo segmento abdominal dos cercos. Tanto las formas juveniles como los adultos se alimentan de larvas y pupas de lepidópteros (Saini 2001, Molinari 2005, Vitti *et al.* 2007, Dughetti 2010) (Figura 6h e i).



Figura 6. Vaquita *Eriopis connexa* Germ (a), *Hippodamia convergens* Guer. (b), *Coccinella septempunctata* Germ (c), *Adalia bipunctata* L. (d), *Hyperaspis festiva* Mulsan (e). Vaquita multicoloreada asiática *Harmonia axydiris* Pallas, larva (f) y adulto (g). Juanita o boticario *Calosoma argentinensis* Csiki, larva (h) y adulto (i).

Foto: *, **, ***Saini. ****Williams

Chinches depredadoras

Las ninfas y adultos de las chinches depredadoras: *Orius insidiosus*, *Geocoris* spp *Nabis* sp. y *Atrachelus* sp se alimentan introduciendo su pico en el cuerpo de la presa (fitófago), succionando la hemolinfa del insecto capturado. Estos insectos benéficos han sido observados alimentándose de insectos plaga de la *Vicia* en el VBRC (Figura 7a, b, c, y d). Se alimentan especialmente de trips, huevos y pequeñas larvas de lepidópteros, ninfas y adultos de cotorritas y pulgones, ácaros, etc.

Chinche pirata *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae): es un muy pequeña, de 2 a 3 mm, de color negro, con la parte membranosa de los hemílitros blanquecina. La hembra pone huevos insertándolos en el tejido vegetal del que nacen las formas juveniles o ninfas de color amarillo a naranja. Se alimentan preferentemente de trips, siendo un muy buen controlador natural de esta plaga; aunque también lo son de pulgones (ninfas), moscas blancas (huevos y ninfas) y huevos de lepidópteros.(Saini 2001, Molinari 2005, Vitti et al. 2007, Dughetti 2010).

Chinche ojuda *Geocoris* sp. (Hemiptera: Lygaeidae): es una chinche de tamaño un poco mayor que la anterior, de 4 mm, de color negro y posee la particularidad que tiene ojos grandes. La hembra pone huevos de las que nacen las ninfas que son más claras que el adulto, amarillo anaranjadas. Se alimenta de trips; pulgones; ácaros; y de huevos, ninfas y larvas de los primeros estadios de otros insectos (Saini 2001, Molinari 2005, Vitti et al. 2007, Dughetti 2010).

Chinche damisela *Nabis* sp. (Hemiptera: Nabidae): el adulto de este depredador es color marrón claro o beige; su cuerpo es alargado, de 8 mm. Pasa por 5 estadios ninfales y se alimenta de presas similares a los insectos comentados anteriormente (Saini 2001, Molinari 2005, Vitti et al. 2007, Dughetti 2010).

Moscas sírfidas

En *V. villosa* se ha observado la especie de mosca sírfida *Allotropia exotica* Wied. (Diptera: Syrphidae). La larva de esta mosca se alimenta principalmente de varias especies de pulgones; y además de cochinillas y pupas de moscas blancas. Esta larva o forma juvenil es capaz de devorar hasta 400 pulgones en ese estado de desarrollo. Es vermiforme o muscoide, ciega, ápoda, aguzada en la parte anterior (zonacefálica), donde se encuentran las piezas bucales y aplanaada distalmente en la cauda; de color verde semitranslúcidas donde pueden observarse sus órganos internos. La pupa se asemeja a una lágrima, de color marrón y se encuentra adherida al vegetal, en donde estuvo depredando.

El adulto es una mosca vistosa de colores variables, de color negro y amarillo, con los ojos grandes. Se alimenta del néctar de las flores y poseen la particularidad que se mantiene en vuelo próximo a las flores como suspendidas en el aire (Saini 2001, Molinari 2005, Vitti et al. 2007, Dughetti 2010) (Figura 7e, f y g).

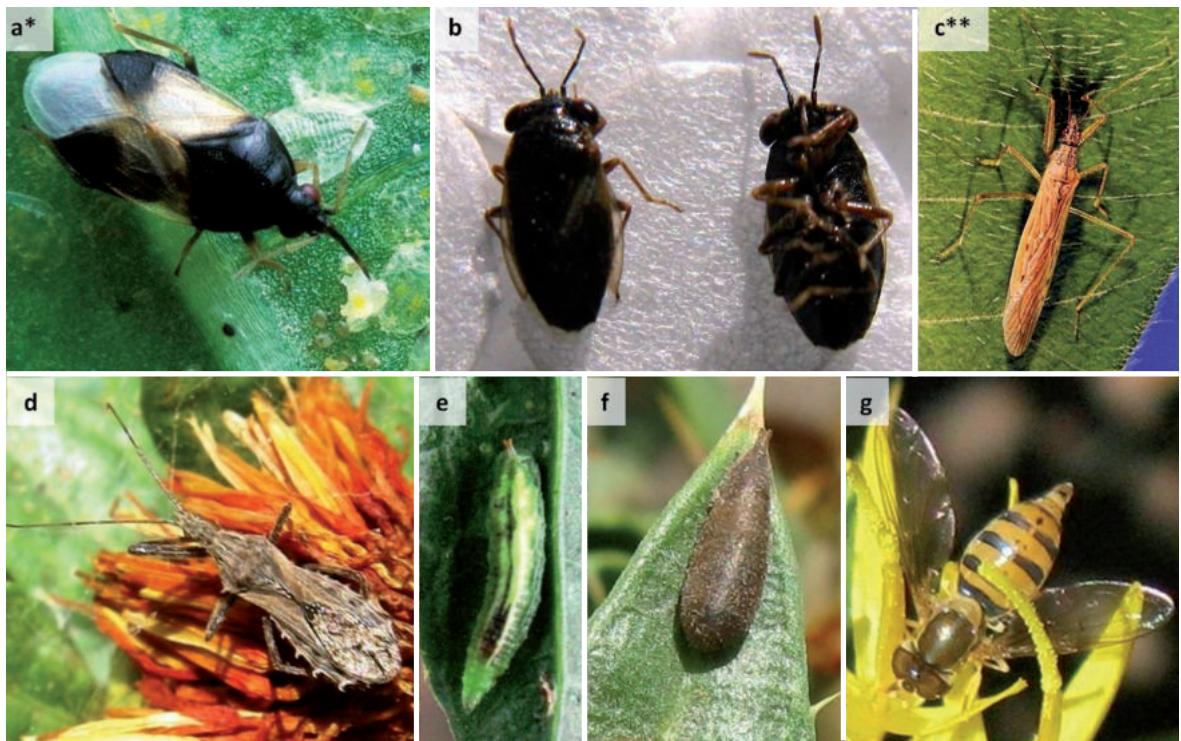


Figura 7. Chinche pirata *Orius insidiosus* (a), ojuda *Geocoris* sp. (b), damisela *Nabis* sp. (c), depredadora *Atrachelus* sp. (d). Mosca sírfida *Allograpta exotica* Wied, larva (e), pupa (f) y adulto (g).

Foto: * Dykinga. ** Saini

Crisópidos

La especie registrada en el cultivo de *V. villosa* fue la crisopa *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Sus adultos son insectos gráciles y delicados, de color verde con las alas transparentes muy inervadas y de antenas largas y filiformes. Poseen la característica de tener los ojos de color dorado y de alimentarse del polen y néctar de las flores. Las hembras una vez fecundadas colocan huevos blancos pedicelados o pedunculados, de a uno (en forma solitaria). De ellos nacen las larvas tisanuriformes que son voraces depredadoras, muy polífagas alimentándose principalmente de pulgones, también de trips, huevos de lepidópteros y moscas blancas. Miden cerca de 10 mm, son de color verde amarillento al marrón y poseen dos poderosas mandíbulas en forma de hoz, las cuales introducen en su presa alimentándose de su hemolinfa. Invernan al estado de larva (Saini 2001, Molinari 2005, Vitti et al. 2007, Dughetti 2010) (Figura 8a y b).

Trips depredador *Aeolothrips fasciatipennis* Blanchard (Thysanoptera: Aeolo thripidae)

Esta especie de trips posee la particularidad que se alimenta de otras especies de trips. El adulto es de color negro, con manchas blancas en las alas. Las larvas son de color amarillo. Tanto las larvas y adultos de esta especie se alimentan de trips fitófagos Se ha observado en el cultivo de *Vicia* pero en una densidad muy baja, realizando control natural (Saini y Bado 2007, Dughetti 2010) (Figura 8c).

Tatadios o mamboretá (Mantodea: Mantidae)

Esta familia agrupa a insectos que son depredadores, de tamaño variable, desde 10 a 100 mm. La especie más difundida es *Mantis religiosa* L. Es de color verde y se mimetiza con el lugar en que se encuentra, su tamaño es mediano, y su cuerpo es alargado y achatado. La cabeza posee gran movilidad, es grande y triangular, con antenas filiformes y un par

de ojos compuestos prominentes. El tórax posee el 1º par de alas que son tégmenes, mientras que el 2º par son membranosas. El 1º par de patas es raptor, mediante las cuales capture a sus presas. Permanece inmóvil con las patas retraídas como si estuviese en posición de rezo a la espera que acerque una presa para capturarla. La hembra es mayor que el macho. La hembra una vez fecundada pone los huevos en ootecas, de allí nacen las ninfas. Tanto las ninfas como los adultos son voraces depredadores, pero no solamente de insectos fitófagos (dañinos), no obstante constituyen un importante aliado en el control natural de plagas (Molinari 2005) (Figura 8d).

Arañas

Las arañas son depredadoras durante toda su vida, pero poseen la particularidad de ser muy inespecíficos en su captura porque cazan o “matan” tanto a insectos plaga como a benéficos. No obstante a lo descrito, contribuyen ampliamente en el control natural de las plagas del cultivo. Existe una gran cantidad especies diferentes de arañas en el cultivo que no han sido determinadas (Saini 2001, Molinari 2005, Vitti *et al.* 2007, Dughetti 2010) (Figura 8e).

Parasitoides

Se trata de un organismo que vive a expensas de otro de mayor tamaño llamado “huésped”; que mata al insecto o artrópodo en el cual se aloja, y es capaz de cumplir su ciclo biológico en forma completa a expensas del mismo huésped.

La larva o estado juvenil del parasitoide vive dentro o sobre el insecto que ataca. En cambio el adulto generalmente es de vida libre y además se alimenta de néctar, sustancias azucaradas y fluido corporal del huésped (Molinari 2005, Dughetti 2010).

En el VBRC, se han observado en el cultivo de *Vicia villosa*, momias de pulgones parasitados por avispas. Se tratan de microhimenópteros parasitoides. La especie registrada fue *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) son pequeñas avispas en donde la hembra pone un huevo en el interior del pulgón, del cual se desarrolla una larva, la cual vive a expensas de los tejidos del pulgón. Luego pasa al estado de pupa dentro del mismo. El pulgón parasitado toma un aspecto redondeado, como “momificado”, variando el aspecto y el color. De esa momia luego nacerá una avispa o individuo adulto, reiniciando el ciclo biológico. Se trata de una especie cosmopolita y muy polífaga, asociada a muchas especies de áfidos. Es un parasitoide primario de pulgones que fue introducido a la Argentina como parte de planes de manejo de las especies de pulgones *Acyrthosiphon* (Hemiptera: Aphididae) (Molinari 2005, Dughetti 2010, Loiácono 2010) (Figura 8f y g).

Entomopatógenos

Se trata de microorganismos (bacterias, hongos y virus) que se nutren y reproducen de otros organismos y a los cuales les producen una enfermedad.

En el VBRC en los años que se han llevado a cabo estos estudios y registros de las plagas en *Vicia* no se han observado insectos con síntomas de enfermedades producidas por entomopatógenos.



Figura 8. Crisopa *Chrysoperla externa* Hagen, larva (a) y adulto (b). Trips depredador *Aeolothrips fasciatipennis* Blanchard (c). Tatadios o mamboretá (Mantidae) (d). Araña (e). Microhimenópteros parasitoides de pulgones *Aphidius ervi* Haliday, avispa y momia de un pulgón alado (f) y áptero (g).

Foto: * da Silva. ** Saini. *** Adamantios

Manejo integrado de plagas

En la actualidad en diferentes países del mundo, incluyendo la Argentina se han desarrollado, implementado y adaptado diferentes sistemas de manejo integrado de plagas en distintos cultivos agrícolas de gran relevancia económica.

Históricamente fue EEUU unos de los primeros países en adoptar este tipo de manejo, en donde existían cultivos en los cuales la aplicación de insecticidas en un ciclo de cultivo era muy grande, como sucedía con el algodón. Con el tiempo este sistema de manejo se fue poniendo en marcha, en diferentes cultivos con resultados exitosos, implementándolo y adoptándolo en forma definitiva. Como uno de los primeros ejemplos de su adopción fue en la alfalfa para producción de semillas y heno (Bohart *et al.* 1976, Johansen *et al.* 1979, Flint y Clark 1985), en el oeste norteamericano con plagas algunas comunes a la *Vicia*, por tratarse las dos de especies vegetales pertenecientes a la misma familia vegetal, las Fabáceas.

Relevamiento de los artrópodos plaga y sus enemigos naturales, y la fluctuación de sus poblaciones, en el valle bonaerense del río colorado

Para llevar a cabo este estudio se monitorearon lotes de producción de semilla de *Vicia villosa*, de superficie variable, en el campo de la Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi, INTA, durante los años 2009 a 2011. En 2009, en una superficie de 850 m²; en 2010, sobre 4200 m² y en el año 2011 en 1800 m². En los años 2010 y 2011 ambas parcelas estuvieron ubicadas dentro de un lote de producción de semillas de 1,5 ha de esta Fabácea.

Los lotes fueron sembrados entre abril y mayo de acuerdo al año en estudio. Los mismos fueron manejados en condiciones similares a las del productor de la región, pero sin aplicación de insecticidas. La época de cosecha de las semillas de *Vicia* varió de acuerdo con los años estudiados, eso se debió a las distintas condiciones climáticas reinantes

de cada año estudiado, haciendo que se adelantase o atrasase el cultivo y por ende la cosecha.

Las últimas observaciones realizadas en los lotes estudiados fueron entre 3 a 7 días antes de la cosecha, siendo ellas el 15/12/2009, el 20/12/2010 y el 6/12/2011.

Los artrópodos que estaban alimentándose del cultivo, o aquellos que estaban depredando o parasitando a insectos fitófagos, o que presentaron síntomas de alguna enfermedad fueron colectados, preservados e identificados.

Algunos ejemplares en estado juvenil fueron criados en laboratorio hasta obtener el adulto para su identificación posterior. El material colectado se identificó con su procedencia o lugar de captura, fecha y nombres del colector y del identificador.

Para la identificación sistemática de los ejemplares se utilizó información personal, bibliografía, claves taxonómicas y en algunos casos se remitió el material para su determinación a especialistas de otros institutos o museos. Los adultos de las especies capturadas fueron preparados, acondicionados y conservados en cajas entomológicas formando parte de la colección con que cuenta la EEA INTA H. Ascásubi, utilizadas como material de consulta y didáctico para productores, escuelas, enseñanza universitaria y muestrario en stands del INTA.

El muestreo de las especies perjudiciales se realizó semanalmente observándose la parte aérea de 50 plantas tomadas al azar, desde la emergencia del cultivo (principios a mediados de mayo) hasta mediados de septiembre, fecha en donde debió interrumpirse esta forma de evaluación por entrelazarse los tallos por la emisión de zarcillos, no permitiendo identificar las plantas como unidad de muestreo. Luego se continuó con el monitoreo de las plagas de la parte aérea de la planta realizando 100 golpes de red de arrastre o caza orugas de loneta, de 0,38 m de diámetro mayor y 0,15 m de diámetro menor y de largo 0,70 m. Las redadas se realizaron en 5 estaciones tomadas al azar dentro del lote en estudio, dando 20 golpes en cada estación de muestreo, totalizando así los 100 golpes, siguiendo una transecta zigzagueante a lo largo del lote.

Las observaciones se complementaron además con cuadros metálicos, de 0,50 m x 0,50 m arrojados al azar, pintados de amarillo para mejorar su visibilidad en el lote y con trampas de suelo (Tipo Pintfall) para ejemplares plaga y enemigos naturales de hábitos caminadores (Dughetti y Zárate 2010).

Resultados del monitoreo. Fluctuación de sus poblaciones

Para observar la presencia de insectos perjudiciales en un cultivo de *Vicia villosa* y sus enemigos naturales es de fundamental importancia realizar un seguimiento o monitoreo del lote desde sus inicios hasta la cosecha.

En la etapa inicial del cultivo (emergencia y estado vegetativo), el monitoreo se realizó por observación directa de las plantas: la planta entera (desde su emergencia) y en la medida que el cultivo iba creciendo, con el correr de la estación, se observaron sus tallos. Llegó un momento en que éstos comenzaron a entrelazarse, no pudiendo individualizar la planta, recurriendo entonces a otra forma de monitoreo.

Durante esta primera etapa del cultivo (estado vegetativo), los áfidos (pulgones verde y azul de la alfalfa, pulgón moteado de la alfalfa y pulgón de las leguminosas) fueron los insectos más abundantes observados en la parte aérea de la planta. No obstante ello, éstos no provocaron daños. De todos los nombrados el pulgón verde y azul de la alfalfa fueron las especies más abundantes, pero a pesar ello, en esta etapa se manifestó en una densidad reducida, con mayor abundancia, entre fines de junio a principios de agosto.

En esta primera etapa de desarrollo de la *Vicia*, los enemigos naturales más representativos fueron los microhimenópteros parasitoides, siguiendo en importancia las arañas, los coccinélidos, hemípteros depredadores y las moscas sírfidas.

Cuando el cultivo estaba totalmente desarrollado, con sus tallos entrelazados, el monitoreo se realizó utilizando una red de arrastre o cazaorugas ; y cuadros metálicos.

Las especies perjudiciales más abundantes observadas en esta etapa, utilizando red de arrastre mediante golpes en la vegetación, fueron en orden descendente: los trips, el pulgón verde de la alfalfa, las cotorritas, las chinches fitófagas y las orugas defoliadoras.

Sólo causaron daño de importancia económica: las “isocas defoliadoras” (gusano del fruto y del brote *Helicoverpa gelotopoeon* y las isocas cortadoras *Feltia deprivata* y *Feltia bosqi*) y el pulgón verde de la alfalfa *Acyrthosiphon pisum*.

El gusano del fruto y del brote *Helicoverpa gelotopoeon* es sin lugar a dudas la plaga más importante del cultivo de *Vicia villosa* por el daño que ocasiona y la dificultad de su control. Esto último se debe a que en el momento de mayor ataque, el cultivo está siendo polinizado por abejas y polinizadores silvestres, y además es el momento en donde más abundan los enemigos naturales de las plagas dificultando el control y la elección del insecticida, por su toxicidad hacia las abejas y a la entomofauna útil.

El mayor daño que ocasiona esta oruga como ya se comentara más arriba es tanto en las chauchas en formación como en las ya formadas, atacando además las hojas y las flores. La mayor densidad de larvas se observó desde fines de octubre hasta principios de diciembre, iniciando su ataque con el cultivo en plena floración, continuando en la etapa de formación de vainas (elongación), llenado del grano (vainas verdes, vainas amarillas y vainas marrones) y madurez hasta la cosecha.

Las orugas cortadoras *Feltia deprivata* y *Feltia bosqi* fueron observadas alimentándose de las hojas, flores, pequeñas chauchas y semillas en formación a primera hora de la mañana y en días nublados, pero el mayor daño lo ocasionan a la noche. La mayor cantidad de larvas se observó en la broza, utilizando cuadros de hierro de 0,50 x 0,50 m, pintados de amarillo, pues éstas durante la mañana se esconden en los residuos vegetales dejados por la *Vicia* (hojas secas) y tierra superficial, formando pequeñas rosquillas. En días nublados, en la mañana temprano es posible observarlas alimentándose de hojas y flores, no así en días soleados donde se ampara de la luz solar. El ataque ocurrió a partir de la floración hasta el final del cultivo.

El pulgón verde de la alfalfa *Acyrthosiphon pisum* (Harris) se observó en el cultivo desarrollado, usando una red de arrastre. Su densidad fue aumentando en forma exponencial hacia el final del cultivo, desde mediados de noviembre hasta la cosecha. Este fue el momento en que se observó la mayor abundancia durante todo el desarrollo del cultivo.

Este áfido se observó formando colonias en hojas, tallitos jóvenes, flores y vainas. Es importante destacar la presencia de estos insectos en las vainas pues succionan los jugos nutritivos de las semillas. Al estudiar la estructura por edad de esta especie, las curvas de los diferentes estados de desarrollo: ninfas, ápteros y alados siguieron tendencias similares a la curva de población total, siendo superior el número de ninfas, luego el de ápteros y finalmente el de alados.

Las cotorritas de las familias *Cicadellidae* y *Delphacidae* (Hemiptera: Auquenorrincha) son un importante grupo de insectos que produce daños directos por su alimentación e indirectos por res transmisor de virus y fitoplasmas. Éstas no causaron daños en forma directa sobre el cultivo, pero se observaron prácticamente durante todo el desarrollo del mismo. También se registraron ejemplares de *Ceresa brunnicornis* y hemípteros fitófagos (*Nysius simulans*, *Dichelops furcatus* y *Nezara viridula*) pero sin causar problemas de tipo económico; así como otros insectos fitófagos pero en menor número.

Es importante resaltar en este cultivo, la importancia que han tenido los enemigos naturales, sirviendo como un destacado reservorio de especies benéficas; calidad que se observa en muy pocos cultivos agrícolas y particularmente en aquellos que son de carácter anual. Éste cumpliría entonces las veces de un “refugio natural”.

Este aspecto es muy importante para tomar en cuenta pues puede ser un excelente aliado del control natural de plagas de otros cultivos, al ser una rica fuente de organismos benéficos, destacándose en particular los depredadores. Una alternativa sería utilizarlo como cultivo en franjas, alternando con otros diferentes, debido a la riqueza de insectos útiles para el hombre.

Los enemigos naturales más numerosos observados por golpe red fueron en orden decreciente los coccinélidos, las arañas, los hemípteros depredadores, los microhimenópteros parasitoides, moscas sírfidas y crisopas.

Dentro de los coccinélidos o vaquitas se destacaron ampliamente con respecto al resto de las especies *Eriopis connexa*, siguiendo luego *Hippodamia convergens*, *Coccinella ancoralis*, *Colleomegilla* sp., *Hiperaspis festiva* y *Harmonia axidiris*.

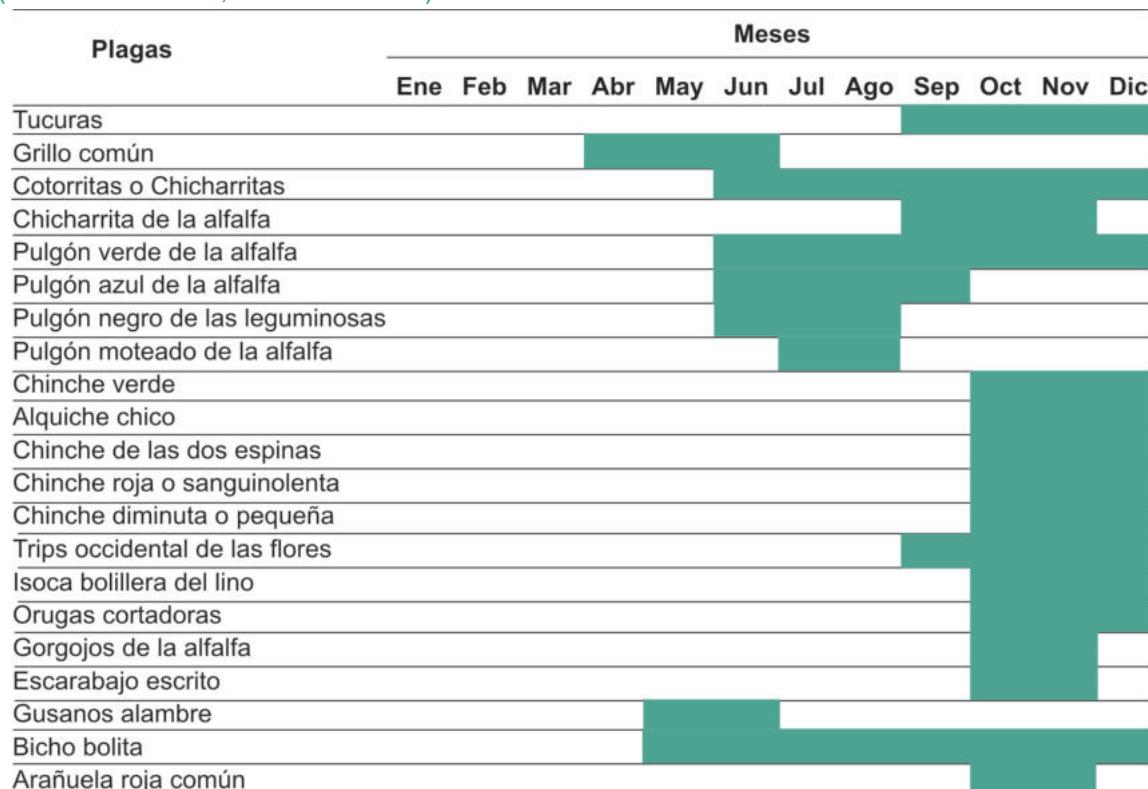
Con respecto a los Hemípteros depredadores observados por golpe de red: *Nabis* sp fue la especie predominante, *Atrachelus* sp., *Geocoris* sp. y *Orius insidiosus*.

Los enemigos naturales más numerosos por observación por cuadro fueron los coccinélidos, las arañas, los microhimenópteros parasitoides, los carábidos *Calosoma argentinensis*, los hemípteros depredadores, y las avispas Igneumónidas.

La vaquita *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) ha sido el depredador más numeroso encontrado en este cultivo, controlando insectos plaga. Es de destacar, que en el año 2010 se observó un elevadísimo número de vaquitas de esta especie. Monitoreando el cultivo de *Vicia* mediante la utilización de cuadros, en el momento de su pico poblacional llegaron a registrarse 57,6 individuos promedio /cuadro, el 24/11/2010. El promedio fue tomado sobre 5 veces en que se arrojaron el cuadro metálico al azar, sobre el lote en estudio.

En la tabla 1 puede observarse la variación temporal que registraron las plagas que atacaron a *Vicia villosa* destinada a la producción de semilla, en el campo experimental de la EEA Hilario Ascasubi, INTA. Éste es el resultado obtenido a través de los tres años descriptos, de estudiar la fluctuación de las plagas en este cultivo mediante observación directa por planta y tallos; utilizando golpes de red cazaorugas y cuadros metálicos.

Tabla 1. Distribución temporal de los insectos plaga en el cultivo de *Vicia* destinado a la producción de semillas (sur de Buenos Aires, años 2009 a 2011).



Control químico

En algunas oportunidades es necesario realizar el control de alguna de las plagas más importantes de este cultivo. La isoca bolillera *Helicoverpa gelotopoeon*, es la especie más problemática por la pérdida de semilla que puede llegar a occasionar debido a su alimentación, pudiendo en algunos años y en ciertos lotes llegar a ser muy importante. Los años secos favorecen el desarrollo de este insecto. La densidad de estas orugas puede ser evaluada utilizando una red de arrastre, en la que se efectúan golpes sobre la masa vegetal describiendo una especie de arco. Como mínimo deben efectuarse 20 golpes de red, pero en la medida que se realicen más golpes, la muestra obtenida será más representativa de la población de orugas en el cultivo.

Esta red cazaorugas puede confeccionarse con un aro metálico, de alambre de 6 mm de espesor, una bolsa de loneta de un diámetro superior de 0,38 a 0,40 m de diámetro y un diámetro inferior de 0,15m y un largo de 0,70m. Debe pasarse el aro metálico dentro de una solapa realizada en la bolsa o red. El aro con la bolsa se unen a un mango de madera (palos de escoba) de 1 m de largo, mediante abrazaderas.

En algunas oportunidades, la densidad de larvas capturada con la red entomológica llega a ser importante. De ser necesario el control de esta especie deberíamos utilizar un insecticida que sea efectivo para el control de este lepidóptero, pero que a su vez sea lo menos tóxico posible para las abejas, los polinizadores silvestres y los enemigos naturales de las plagas de este cultivo.

Para monitorear las orugas cortadoras es más adecuado la utilización de los cuadros metálicos descriptos, que los golpes de red de arrastre pues durante el día las larvas se hayan escondidas entre la boza o superficialmente en el suelo. Una forma entonces de estimar la presencia de estas isocas es evaluando su número por cuadros metálicos de 0,50 x 0,50 m, pintados de amarillos. Estos cuadros se arrojan 5 veces al azar en el lote y de allí se obtiene el promedio de orugas cortadoras, como así también de enemigos naturales (depredadores: vaquitas, juanitas, arañas, crisopas, chinches depredadoras, etc.) (Figura 9). A la fecha no se han estimado los umbrales de control de estas orugas defoliadoras.

Con respecto a los insecticidas que pueden utilizarse se encuentran detallados en la “Guía de Productos Fitosanitarios, para la República Argentina”, de la CASAFE especificando su droga, acción sobre la plaga, toxicidad para las abejas y tiempos de carencia de acuerdo a los cultivos (CASAFE 2011)



Figura 9. Observación directa de plantas de *Vicia* (a y b). Golpes de red de arrastre en el cultivo de *Vicia* florecido (c) y observación de enemigos naturales y orugas cortadoras por cuadro metálico (d).

Bibliografía

- Aragón, J. 1980. Pulgones de la alfalfa. EEA INTA Marcos Juárez, Hoja Informativa N° 48. 4 p.
- Aragón, J. 2002. Guía de reconocimiento y manejo de plagas tempranas relacionadas a la siembra directa. Agroediciones INTA, 60 p.
- Aragón, J.R., Imwinkelried, J.M. 1995. Plagas de la alfalfa. In: La alfalfa en la Argentina, Subprograma Alfalfa INTA C. R. Cuyo, Agro de Cuyo, Manuales 11, p. 97-98. (Hijano, E. H. y Navarro, A, ed)
- Blackman, R.L., Eastop, V.F. 1984. Aphids on world's crops. An identification and information guide. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, UK, 466 p.
- Bentancourt, C.M., Scatoni, I.B. 1999. Guía de Insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay. Universidad de la República, Fac. de Agronomía, Montevideo.
- Bohart, G.E., Davis, D.W., Griffin, G.D., Haws, B.A., L Knowlton, G.F., Nye, W.P. 1976. Insects and nematodes associated with alfalfa in Utah. Utah Agricultural Experiment Station. Logan, Utah. Bulletin 494, p 7.
- Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. 2011. Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina. 2 Tomos. Tomo 1, 996 p. y Tomo 2, 997 a 1976.
- Carrasco, N., Zamora, M., Melín, A. 2011. Manual de Sorgo. Ediciones INTA. Publicaciones Regionales. Proyecto Regional Agrícola CERBAS, p. 53-58.
- Catalano, M.I. 2011. Cicadélidos vectores de fitoplasmas a cultivos de importancia económica en la Argentina. Sistemática y bioecología (Insecta-Auchenorrhyncha-Cicadellidae). Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, 142 p.
- Chiesa Molinari, O. 1942. Entomología Agrícola. Talleres Gráficos D'ACcurzio. Mendoza, 571 p.
- Chiesa Molinari, O. 1948. Las plagas de la agricultura. Ed. El Ateneo, p. 310 - 320.
- Cordo, H.A., Logarzo, G., Braun, K. Di Iorio, O.R. (directores) 2004. Catálogo de insectos fitófagos de la Argentina y sus plantas asociadas. Sociedad Entomológica Argentina ediciones, Bs As, Argentina, 734 p.
- De Borbón, C.M. 2005. Los trips del suborden Terebrantia de la Provincia de Mendoza, Ediciones INTA. Centro Regional Mendoza- San Juan INTA, 38 p.
- Delfino, M.A. 2004. Homoptera: Aphididae. In: Catálogo de Insectos Fitófagos de la Argentina y sus plantas asociadas. Sociedad Entomológica Argentina Ediciones, p. 287-328 (Cordo, H.A., Logarzo, G., Braun, K., Di Iorio, O.R., ed).
- Doreste S.E. 1984. Acarología. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica, 391 p.
- Dughetti, A.C., Martínez, E.C., García, J.M. 1982. Control integrado de plagas en el cultivo de alfalfa para semilla. EEA. INTA Hilario Ascasubi. Boletín de Divulgación N° 5, 10 p.
- Dughetti, A.C. 1997. Manejo integrado de trips en el cultivo de ajo. In: 50 Temas sobre Producción de Ajo La Consulta, Mendoza, INTA EEA La Consulta. Vol. 3, p 223- 230 (Burba, J.L. ed).
- Dughetti, A.C. 2002. El manejo de las plagas de la cebolla, en el valle bonaerense del Río Colorado. In: Manual del cultivo de la cebolla. Ed.: EEA INTA Hilario Ascasubi. Versión en CD, (Iglesias, R. ed.).
- Dughetti, A.C. 2002. Enemigos naturales de las plagas agrícolas. EEA INTA Hilario Ascasubi, Hoja Informativa N° 23. Mes de agosto.
- Dughetti, A.C. 2002. Enemigos naturales de las plagas. EEA INTA Hilario Ascasubi, Hoja Informativa N° 24. Mes de septiembre-octubre.
- Dughetti, A.C., Zárate, A.O. 2009. La chinche roja *Athaumasthus haematicus* (Stål) (Hemiptera: Coreidae): Estudio de la distribución temporal en papa en el valle bonaerense del Río Colorado. XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, 30/9 y 1-2/10/2009. Libro de Resúmenes, Z 27. Trabajo completo en CD.
- Dughetti, A.C. 2010 Organismos benéficos: los depredadores. EEA INTA Hilario Ascasubi, Hoja Informativa N° 102. Mes de noviembre.
- Dughetti, A.C., Zárate, A.O. 2010. Estudio preliminar sobre las plagas de la *Vicia (Vicia villosa)* y sus enemigos naturales. XXXIII Congreso Argentino de Producción Animal, 21 al 23/10/2010, Comarca Viedma- Patagones. Versión CD.
- Dughetti, A.C., Zárate, A.O. 2011. Las plagas de *Vicia villosa* y sus enemigos naturales, en el sur de la provincia de Buenos Aires. EEA INTA Hilario Ascasubi. Hoja Informativa N° 105. Mes de abril.
- Dughetti, A.C., Paradell, S.L., Remes Lenicov, A.M. 2012. Hemípteros auquenorrincos presentes en el cultivo *Vicia villosa* en el sur de la provincia de Buenos Aires. VIII Congreso Argentino de Entomología. San Carlos de Bariloche, 17 al 20/04/12. Trabajo 173, p.66
- Flint, M.L. Clark, J.K. 1985. Integrated Pest Management for Alfalfa Hay. Division of Agriculture and Natural Resources. Statewide Integrated Pest Management Project. University of California. Publication 3312, p 54-55.
- Fraga, C.P. 1965. Crustáceos, Diplópodos y Moluscos perjudiciales para la Agricultura. Serie Boletines Técnicos. Centro de Estudiantes de Agronomía de Buenos Aires. Boletín N° 3, 27 p.

- Gopar, A. y Ves Lozada J. C., 2004. Estudio sobre la fluctuación poblacional de gorgojos (Coleoptera: Curculionidae) adultos que afectan a la alfalfa (*Medicago sativa*, L.) Ediciones INTA. Publicación Técnica N° 57, 20 p.
- Holtkamp, R.H., Bishop, A.L. 1983. Lucerne aphids. Department of Agriculture New South Wales. Adcex 121/622. Agfact P2. AE 4, first edition, 6 p.
- Itria, C.D., Tapia, E.A. 1970. El pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris) plaga muy dañina para la alfalfa en la República Argentina. IDIA N° 275, noviembre, p. 13-22.
- Johansen, C., Baird, C., Bitner, R., Fisher, G., Undurraga, J., Lauderdale, R. 1979. Alfalfa Seed Insect Pest Management. A Western Regional Extension Publication. WREP 0012, p 25.
- Lanati, S. 2007. Plagas de las cucurbitáceas. Vigilancia Fitosanitaria en especies hortícolas Región Patagónica. Curso de capacitación en monitoreo e identificación de plagas y enfermedades en cultivos de cebolla, papa, tomate, zanahoria y zapallo. Viedma, Río Negro, 6 al 9/11/2007.
- Lanteri, A.A. (dir.). 1994. Bases para el control integrado de los gorgojos de la alfalfa. Ediciones De la Campana, 119 p.
- Larrosa, R. 2011. Identificación del trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola Comunicación personal
- Loiácono, M. 2010. Identificación de *Aphidius ervi* parasitando a *Acyrtosiphon spp.*, Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Comunicación personal.
- Mareggiani, G., Pelicano, A. 2010. Zoología agrícola. Editorial Hemisferio Sur, 256 p.
- Margheritis, A.E., Rizzo, H.F. 1965. Lepidópteros de interés agrícola. Orugas, isocas y otras larvas que dañan a los cultivos. Ed. Sudamericana. Bs. As., 105 p.
- Molinari, A.M. 2005. Control Biológico. Especies entomófagas en cultivos agrícolas. EEA INTA Oliveros. Centro Regional Santa Fe, 80 p.
- Morrone J.J., Coscarón, S. (Dir.). 1998. Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una perspectiva Biotaxonómica. Ediciones Sur, La Plata, 599 p.
- Moschetti, C., Echeverría, E., Martínez, E., Ávalos, M. 2008. Producción de semilla de alfalfa en la Argentina. Ediciones INTA, 60 p.
- Muruaga de L'Argentier, S., Dughetti, A.C., Renzi, J.P. 2009. Ataque del gorgojo de las habas *Bruchus rufimanus* a *Vicia sativa*. Hoja Informativa N° 92. EEA INTA Hilario Ascasubi.
- Muruaga de L'Argentier, S., Renzi, J.P., Dughetti, A.C., Baffoni, P.A., Zárate, A.O. 2009. Presencia del "gorgojo de las habas" *Bruchus rufimanus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae) en *Vicia sativa* L en el valle bonaerense del Río Colorado. Agraria, Revista Científica de la Facultad de Ciencias Agrarias. UNJu. Año 2009. Vol IV, N° 11. Págs. 23-29.
- Navarro, F.R., Saini, E.D., Leiva, P.D. 2009. Clave pictórica de polillas de interés agrícola. Agrupadas por relación de semejanza. Primera edición. INTA EEA Pergamino e IMIZA- CNIA Castelar. Fac. de C. Nat. e Inst. "Miguel Lillo", UNTucumán, Bs. As. Argentina, 100 p.: il.
- Nieto Nafria, J.M., Delfino, M.A., Mier Durante, M.P. 1994. La afidiofauna de la Argentina, su conocimiento en 1992. Universidad de León. 235 p.
- Nielson, M.W. 1968. The Leafhopper Vectors of Phytopathogenic Viruses (Homoptera, Cicadellidae): Taxonomy, Biology, and Virus Transmission. U.S. Department of Agriculture, p. 265- 267.
- Ortego, J., Difabio, M.E., Mier Durante, M.P. 2004. Nuevos registros y actualización de la lista faunística de los pulgones (Hemiptera: Aphididae) de la Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent. 63 (1-2): 19-30.
- Pastrana, J.A. 2004. Los Lepidópteros argentinos. Sus plantas hospedadoras y otros sustratos alimenticios. Sociedad Entomológica Argentina. South American Biological Control Laboratory USDA-ARS, 334 p. (Braun, K.; G Logarzo; H. A. Cordo y O. R. Di Dorio, ed.).
- Paulos de Luna, A. 1977. Diferenciación de las dos especies principales de pulgones que dañan a la alfalfa en la Argentina. Programa Alfalfa- INTA. Proyecto Alfalfa FAO – INTA 75/006, Año 2, N° 2, p 1-11.
- Quintana, F.J., Abot, A.R. 1987. Girasol. Lista comentada de los organismos animales que atacan al cultivo en la República Argentina. EERA Balcarce INTA y Facultad de Ciencias Agrarias. UNM del P. Unidad Integrada, 50 p.
- Quintanilla, R.H. 1947. Zoología Agrícola. Ed. El Ateneo. 2º Edición, 735 p.
- Quintanilla, R.H. 1979. Pulgones. Características morfológicas y biológicas. Especies de mayor importancia agrícola. Ed. Hemisferio Sur, 45 p.
- Quintanilla, R.H., Córdoba, O.G. 1978. Ácaros fitófagos. Especies de mayor difusión en la Argentina. Editorial Hemisferio Sur, 74 p.
- Remes Lenicov, A.M. Marino de Paradell, S., Catalano, M.I. 2006. Hemípteros Auquenorrícos asociados al cultivo de sorgo en la Argentina (Insecta: Hemiptera). INTA, RIA, 35 (2): 3-20
- Remes Lenicov, A.M. Marino de Paradell, S.L. 2008. Curso –taller (Curso postgrado) Hemípteros auquenorrícos de interés agronómico en la Argentina. Bases para su identificación y clasificación, VII CAE, Huerta Grande, Córdoba.
- Renzi, J.P., Dughetti, A.C., Muruaga de L' Árgentier, S. 2008. Evaluación del daño del gorgojo de las habas *Bruchus rufimanus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae) en *Vicias*, en el valle bonaerense del Río

- Colorado. VII Congreso Argentino de Entomología. Huerta Grande, Córdoba, 21 al 24/10/2008. Libro de Resúmenes, p. 156.
- Rizzo, H.F. 1979. Hemípteros de interés agrícola. Ed. Hemisferio Sur, 69 p.
 - Saini, E.D. 1985. Identificación práctica de vaquitas benéficas. Departamento de Patología Vegetal. INTA Castelar. Ediciones INTA, 22p.
 - Saini, E.D. 1985. Identificación práctica de pentatómidos perjudiciales y benéficos. Departamento de Patología Vegetal. INTA Castelar. Ediciones INTA, 27p.
 - Saini, E.D. 1987. Identificación práctica de vaquitas benéficas II Departamento de Patología Vegetal. INTA Castelar. Ediciones INTA, 20 p.
 - Saini, E.D. 2001. Insectos y ácaros perjudiciales al cultivo de soja y sus enemigos naturales. Publicación del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola Nº 4, 90 p.
 - Saini, E.D. 2004. Insectos y ácaros perjudiciales al cultivo de girasol y sus enemigos naturales. Publicación del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola Nº 4, INTA, Nº 8, 68 p.
 - Saini, E.D., Alvarado, L. 2006. Insectos y ácaros perjudiciales al cultivo de tomate y sus enemigos naturales. Publicación del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola Nº 1, INTA, 2^a edición, 68 p.
 - Saini, E.D., Bado, S.G. 2002. Insectos y ácaros perjudiciales a las plantas ornamentales y sus enemigos naturales. Publicación del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola Nº 5, 100 p.
 - San Blas, D.G. 2011 Informe de Noctuidos (Comunicación personal e informe inédito) Laboratorio de Entomología (IADIZA, CcT Mendoza CONICET), 1p.
 - Tapia, E.A. 1975. Clave para determinar los principales pulgones que atacan los cultivos de importancia económica en la Argentina. IDIA Nº 328-330, abril- junio, p 34-51.
 - Trumper, E.V., Edelstein, J.D. 2008. Chinches fitófagos en soja. Revisión y avances en el estudio de su ecología y manejo. EEA Manfredi. Ediciones INTA, 189 p.
 - Undersander, D.J., Ehlke, N.J., Kaminski, A.R., Doll, J.D., Kelling, K.A. 1990. Hairy Vetch. Alternative Field Crops Manual. University of Wisconsin – Extension, Cooperative Extension. University of Minnesota: Center for Alternative Plants & Animal Products and Minnesota Extension Service. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/vetch.html>.
 - Urretabizkaya, N., Vasiseck, A., Saini, E. 2010. Insectos perjudiciales de importancia agronómica. I- Lepidópteros. Ediciones INTA, 77 p.: il.
 - Varela, G., Remes Lenicov, A.M., Dughetti, A.C., Baffoni, P.A. 2007. Clave para la identificación específica de los Agallinos asociados a cultivos hortícolas en el valle bonaerense del Río Colorado (Hemiptera - Cicadellidae), 30º Congreso Argentino de Horticultura y 1º Simposio Internacional sobre Cultivos Protegidos, ASAHO, del 24 a 28/09/ 2007, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
 - Vincini, A.M., López, A.N., Sisti, D. 1984. "El pulgón manchado de la alfalfa" (Monell, 1882) (Homoptera: Aphididae). Nueva plaga para los alfalfares argentinos. EERA INTA Balcarce, Boletín Técnico Nº 94, 7 p.
 - Vitti, D., Salto, C., Sosa, M.A., Luiselli, S. 2008. Insectos en girasol. Polinizadores, fitófagos y entomófagos. Ediciones INTA, 56 p.

Capítulo 7

Reseña de Enfermedades

Rolf Delhey

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Mirta Kiehr

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Silvia Frayssinet

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Patricia Baffoni

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascásubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Juan Pablo Renzi

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascásubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Introducción

Varias especies de *Vicia* (Fam. Fabaceae, Tribu Vicieae) son importantes plantas forrajeras que incluyen tanto a taxones cultivados, de origen exótico (*Vicia sativa* L., *V. villosa* Roth.), como a plantas nativas que crecen espontáneamente (*V. nigricans* Hooker & Arnott) (Burkart 1952). Las primeras juegan también un papel importante como plantas de cobertura y abono verde. Hace ya casi cuatro décadas, Rocca de Sarasola (1973) alertó que el esfuerzo dedicado al estudio de las enfermedades de dichas plantas en el país no se adecua a la importancia que ellas tienen. Este escaso interés puede significar que el impacto de las enfermedades sobre el rendimiento y la calidad sea realmente bajo o bien que éste sea poco conspicuo y pase desapercibido. La situación no ha cambiado desde entonces ya que hasta la fecha seguimos disponiendo de muy pocos antecedentes sobre las enfermedades de estas especies limitados prácticamente a estudios etiológicos. Aspectos como la distribución geográfica, intensidad e importancia, epidemiología y manejo están casi ausentes.

En el presente capítulo reunimos los conocimientos publicados y agregamos la información, no publicada aún, de nuestro grupo de trabajo. A continuación se hace una descripción de las enfermedades.

Enfermedades

Necrosis de raíces y cancro del tallo, asociado con *Rhizoctonia* sp.

A fines de otoño de 2010 se detectaron, en cultivos de *V. villosa* en Hilario Ascasubi y en Villalonga (Buenos Aires), plantas jóvenes con enrojecimiento, necrosis y posterior caída de hojas, asociado con un pobre crecimiento y a menudo seguido por la muerte de las plantas afectadas. Éstas presentaban estrangulamiento y cancros en la base del cuello y/o raíces primarias, con retraso en el crecimiento de las raíces secundarias o con necrosis y muerte de alguna de ellas. La muerte se produce cuando la plántula no logra emitir raíces secundarias por arriba de la lesión (Figura 1). Más tarde la enfermedad se hizo presente en Teniente Origone (Buenos Aires), en plantas de *V. villosa* ya más desarrolladas que sufrieron el ataque del hongo en el momento del rebrote, dando muerte a la parte aérea situada por arriba de los cancros (Figura 2). Finalmente, en octubre de 2011 se observó, en Viedma (Río Negro), un ataque muy fuerte en plantas ya adultas de *V. sativa*, con síntomas de enrojecimiento y amarillamiento del follaje, cancros y necrosis en las raíces y base del tallo (Figura 3). Cabe aclarar que los síntomas de enrojecimiento no deben ser confundidos con coloraciones violáceas debidas al frío o a la fitotoxicidad por efecto de herbicidas sulfonilureas o imidazolinonas aplicados en el cultivo.

En todos los casos de necrosis y cancros se detectó la presencia del micelio típico de *Rhizoctonia*; en H. Ascasubi se identificó además al hongo del suelo *Thielaviopsis basicola* (Berk. & Broome) Ferraris (sinónimo *Chalara elegans*). Asimismo se observaron nemátodes del género *Pratylenchus* (det. por E. Chaves, *in litt.*) acompañando la sintomatología. Se aisló *Rhizoctonia* y actualmente se están realizando los estudios etiológicos pertinentes.



Figura 1. Necrosis de raíces y cancro del tallo (*Rhizoctonia sp.*): planta joven sana (centro derecha) y enferma (izquierda)(a) y planta joven enferma de *V. v. subsp. villosa* (b).



Figura 2. Necrosis de raíces y cancro del tallo (*Rhizoctonia sp.*): rebrote en planta de *V. v. subsp. villosa* severamente afectada (a), necrosis de raíces (b) y cancro de tallo con micelio externo (c).



Figura 3. Necrosis de raíces y cancro del tallo (*Rhizoctonia* sp.): planta desarrollada enferma de *V. sativa* (a) y detalle de cancos (b).

En Estados Unidos de América del Norte, *Rhizoctonia solani* ha sido citada como uno de varios hongos del suelo ocasionando podredumbre de raíces (Henson & Schoth 1961), pero hay pocos antecedentes sobre la importancia de la rizoctoniasis en vías forrajerás, en otras partes del mundo. En el sur pampeano y norte patagónico, una típica región semiárida caracterizada por estrés hídrico y cambios bruscos de temperatura, sin lugar a duda es uno de los principales problemas. Encontramos la enfermedad tanto en campos de labranza cero como de labranza convencional, pero falta realizar estudios sobre su intensidad en los distintos sistemas así como sobre el efecto de diversas rotaciones. Hay indicios de que el uso de determinados herbicidas predispone las plantas de vicia a la infección por *Rhizoctonia*.

Marchitez - *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *medicaginis*

La información es más que escueta y se limita a mencionar que, en 1973, se ha observado marchitez en *V. sativa*, causada por el hongo indicado. No hay descripción de los síntomas, ni se informa de la localidad o la intensidad de ataque (Carrera 1975). *F. oxysporum* es un hongo imperfecto del suelo que perdura durante años en forma de clamidosporas.

Moho gris (Mancha pardo-rojiza) - *Botrytis cinerea* Pers.:Fr. (teleomorfo *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel)

El primer registro de la enfermedad en el país, sobre *V. villosa*, corresponde a Sarasola (1946; fide Savoia, 1954). En Pergamino (Buenos Aires) se han observado intensos ataques en *V. sativa*, *V. benghalensis* y *V. villosa* incluso produciéndose la muerte de plantas (Savoia 1954). La presencia de *B. cinerea* sobre *V. v. subsp. dasycarpa* en la ciudad de Córdoba se infiere del texto de Coraglio et al. (2001). En otros países, una enfermedad muy similar es causada por *B. fabae*, de conidios considerablemente más grandes que los de *B. cinerea*; sin embargo, hasta la fecha *B. fabae* no ha sido identificada sobre vías forrajerás, en la Argentina, aunque está presente en haba (*V. faba* L.).

El momento de ataque más propicio es durante prefloración y floración, en condiciones de alta humedad (Savoia 1954, Seymour *et al.* 2003). Los síntomas se hacen evidentes primero como pequeñas manchas pardo-rojizas sobre las hojas. Luego se oscurecen y necrosan y aparece un moho gris, en especial en la parte baja del canopeo, correspondiendo a la esporulación asexual del hongo.

En Australia, donde esta enfermedad, causada por *Botrytis* spp. es muy importante en *V. sativa*, se aconseja mantener una distancia mínima de 500 m, entre lotes de haba y cultivos de vicias forrajeras, además de una rotación de al menos tres años; eventuales tratamientos con fungicidas deben realizarse antes del cierre del canopeo (Seymour *et al.* 2003, Witney 2011).

Mancha castaña (Mancha castaño-harinosa) - *Ramularia sphaeroidea* Sacc.

(= *Ovularia sphaeroidea*, *O. viciae*, *Pseudovularia trifolii*, *Ramularia viciae*)

El primer registro en el país data de 1941 cuando se hizo presente, sobre *V. villosa*, en La Plata (Buenos Aires) (Marchionatto 1947). En la zona de Pergamino ha causado daños importantes, en *V. sativa*, *V. benghalensis* y *V. villosa*, aunque esta enfermedad resultó ser algo menos agresiva que el moho gris causado por *B. cinerea* (Savoia 1954). Nosotros encontramos infección en *V. villosa*, cerca de Pehuén-Co y en Bahía Blanca (Buenos Aires), en 2000 y 2001, respectivamente. Más recientemente se identificó también en la zona de riego del valle bonaerense del Río Colorado (Mayor Buratovich, Hilario Ascasubi, Villalonga) donde se presenta casi todos los años, especialmente en condiciones de primaveras húmedas y en cultivos puros, poco aireados, de *V. v. subsp. villosa* y *dasyarpa*. En esas condiciones afecta la producción de semilla. Hay una información indirecta (Coraglio *et al.* 2001) que hace suponer que *R. sphaeroidea* se encuentra sobre *V. v. subsp. dasycarpa* en la ciudad de Córdoba.

Se forman manchas foliares necróticas, castañas, 0,5-5 mm, circulares, alargadas o irregulares, con borde poco definido. El hongo esporula en el envés, raras veces en el haz, formando una tenue eflorescencia blanquecina. Pequeños fascículos de conidióforos geniculados emergen por los estomas. Los conidios son subglobosos a obovoides, hialinos, no-tabicados, 7-15 x 6-12 µm. La infección avanza desde las hojas viejas a las más jóvenes, llegando a provocar defoliación y vainas vanas en estados más avanzados (Figura 4). Tiene un rango de hospedantes bastante amplio incluyendo especies de *Vicia*, *Trifolium*, *Lotus* y otros géneros. De hecho, el hongo fue encontrado por primera vez en el país, en 1904, sobre *T. pratense* (?) y descripto como especie nueva, *Pseudovularia trifolii*, por Spegazzini (1911). Sarasola (1946, *fide* Marchionatto 1947) logró infectar, en forma experimental, plantas de *V. villosa* y *V. benghalensis*, pero no de *V. sativa*. En California se obtuvieron resultados idénticos (Koike *et al.* 2004), lo que hace suponer que existen razas especializadas en *V. villosa* y *V. benghalensis*, por un lado, y *V. sativa*, por el otro.

En la región sur, durante el otoño se encuentra *R. sphaeroidea* en plantas guachas de *V. villosa*, producto de resiembras naturales, las que constituyen un importante reservorio de inóculo. Se sabe que, en otros hospedantes, varias especies de *Ramularia* se transmiten por semilla, pero aún no se ha aclarado si lo mismo ocurre con *R. sphaeroidea* en vicia.



Figura 4. Mancha castaña (*Ramularia sphaeroidea*): manchas foliares en *V. v. subsp. villosa* (a y b), fascículos de conidióforos (c) y con conidios (d).

Falsa antracnosis – *Ascochyta viciae* Lib. (teleomorfo *Didymella viciae* Bouznad)

En el país ha sido identificada por primera vez sobre *V. villosa*, en la localidad de Bordenave (Buenos Aires) (Rocca de Sarasola 1973). Durante la primavera de 2011 se la detectó en *H. Ascasubi* sobre el mismo hospedante. Ya en 2000 la encontramos en Bahía Blanca, sobre *V. sativa*. Rocca de Sarasola (1973) considera que la presente enfermedad es potencialmente importante en *V. villosa* dado que puede producir defoliación. El ataque en las vainas afecta seriamente la producción de semilla, como pudimos observar en el valle bonaerense del Río Colorado. En *V. sativa*, el impacto parece ser algo menor. Aparece algo más tarde que la mancha castaña; hemos observado infecciones mixtas de las dos enfermedades en la misma planta y aún en el mismo folíolo.

Las manchas foliares causadas por *A. viciae* son circulares, alargadas o irregulares, de 2 a 6 mm; borde pardo-rojizo, centro casi blanco, con puntuaciones oscuras, antígenas. Las mismas manchas se observan sobre las vainas; en el tallo son más alargadas. Picnidios subglobosos, (55)75-200(385) µm de diámetro, ostiolados, castaño-claros, con un anillo de células más oscuras rodeando el ostíolo. Conidios cilíndricos, rectos o algo curvados, con los extremos redondeados, 9-18,5(21,5) x 3-6,5 µm, hialinos, con un tabique central, raras veces dos, escasamente constrictos en el tabique. No hemos visto al teleomorfo (Figura 5 y 6).

A. viciae es una especie circunglobal con un rango de hospedantes bastante amplio, dentro de las leguminosas (Melnik 2000). En pruebas de patogenicidad, Rocca de Sarasola (1973) comprobó que el aislado obtenido de *V. v. subsp. villosa* es muy agresivo en esta misma especie y algo menos en *V. v. subsp. dasycarpa*, *V. sativa*, *V. faba* y *V. benghalensis*, no así en alfalfa, poroto y lupino blanco. Esto significa que, en el campo, el hongo probablemente pueda pasar de una especie de *Vicia* a otra.



Figura 5. Falsa antracnosis (*Ascochyta viciae*): manchas foliares (a) y en vainas en *V. v. subsp. villosa* (b).

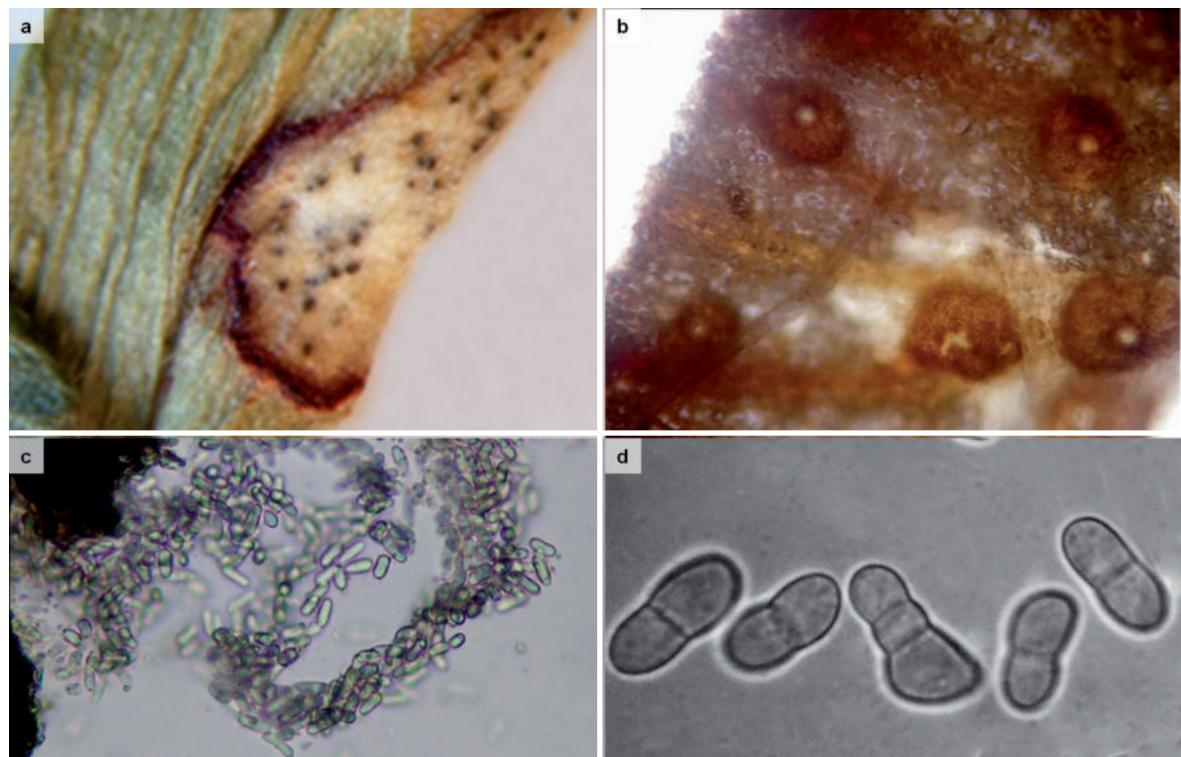


Figura 6. Falsa antracnosis (*Ascochyta viciae*): mancha foliar con pycnidios en *V. sativa* (a), pycnidios (b), cirro de conidios saliendo de un pycnidio (c) y conidios tabicados (d).

La presencia de manchas en las vainas sugiere que el hongo infecta también a las semillas y se transmite a la próxima generación, como ocurre con otras *Ascochyta* spp. en leguminosas (Teuteberg 1980). De hecho, Crosier (1939) describió la presencia de “*Ascochyta pisi*” (tratándose muy probablemente de *A. viciae*) en semilla de *V. villosa* y su transmisión a las plántulas emergidas. En Australia, en zonas de alto riesgo de lluvias, o cuando el origen de la semilla es dudoso, se realizan tratamientos de la semilla con fungicidas curasemillas. Otras medidas preventivas incluyen la rotación y la pronta eliminación de los restos.

Mildiu - *Peronospora viciae* (Berk.) Casp. (= *Peronospora viciae-sativae* Güm.)

El mildiu ha sido registrado, en 1935, sobre plantas de *V. sativa* cultivadas en La Plata (Lindquist 1939). No hay datos sobre la intensidad del ataque. Nosotros lo encontramos nuevamente en un cultivo de *V. sativa*, cerca de Cabildo (Buenos Aires), a principios de los años 1980 y se lo observó otra vez en el año 2010 sobre unas plantas enviadas desde Junín (Buenos Aires). Hasta el momento parece ser de poca importancia, en coincidencia con las observaciones en Escandinavia (Gustavsson 1959), aunque en el noroeste de los Estados Unidos de América del Norte puede causar daños considerables en *V. sativa* (Henson & Schott 1961).

Se observa enrojecimiento en hojas y tallos; con la aparición de un vello pardo-violáceo en el envés de las hojas, constituido por los conidióforos, ramificados de la mitad al tercio superior; conidios 10-50 x 8-30 µm. No hemos observado oosporas.



Figura 7. Mildiu (*Peronospora viciae*): manchas rojizas en *V. sativa* (a y b) y conidióforos y conidios (c).

Roya - *Uromyces viciae-fabae* (Pers.) J. Schroet. (= *U. fabae*)

La roya fue hallada por primera vez en cultivos de *V. sativa* de Cabildo, en primavera de 1988 y de 1990; luego se registró también en parcelas experimentales en Bahía Blanca. Estos escasos registros indican que las epidemias son poco frecuentes y esta enfermedad es de escasa importancia en nuestro medio. En Australia Occidental, en cambio, es una de las enfermedades más importantes en *V. sativa* (Seymour *et al.* 2003).

Como se trata de un registro nuevo para el país damos aquí una descripción pormenorizada: Uredinios hipófilos raramente epífilos, circulares, pulverulentos; hasta 0,5 mm, algunos más grandes e irregulares; también hay soros alargados sobre raquis y zarcillos. Uredosporas ovaladas a subglobosas, 22,5-30 x 17,5-25 µm, amarillentas, espinulescentes, 3 poros germinativos ecuatoriales a supraecuatoriales. Telios hipófilos o sobre el raquis, casi negros, en forma y tamaño similares a los uredinios; teliosporas pueden formarse también en éstos últimos. Teliosporas elipsoidales a ovaladas, 24-34 x 17,5-22,5 µm, lisas, castaño-oscuras, ápice con la pared engrosada, hasta 7,5 µm; pedicelo duradero, largo, amarillento. Espermogonios y ecidios no se encontraron (Figura 8). Sobre *Vicia sativa*: Herb. 433: II, III. 10.11.88, ACA Cabildo, Bahía Blanca; leg. RD. Herb. 781: II, III. 13.11.90, ACA Cabildo, Bahía Blanca; leg. RD.

U. viciae-fabae es una roya macrocíclica autoica que infecta a especies de *Vicia*, *Lathyrus*, *Pisum*, *Lens* y otras leguminosas. En la Argentina ha sido hallada infectando a haba y lenteja donde ocasiona importantes pérdidas (Lindquist 1982). El presente es el primer registro sobre *V. sativa*. En ninguno de estos hospedantes se han encontrado, en el país, los estadios de espermogonio y ecidio, de modo que el hongo sobrevive por medio del micelio dicariótico y las urediniosporas; las teliosporas aparentemente no tienen función biológica.

U. viciae-fabae es considerada por varios autores un complejo de especies, tanto sobre la base de la morfología de estructuras de infección como de la especialización en cuanto a los hospedantes infectados (Emeran *et al.* 2005). De hecho, estudios realizados en España demostraron que un aislado obtenido de *V. sativa* pudo infectar a *V. sativa* pero no a haba y lenteja; y *vice versa*, los aislados de haba y lenteja no infectaron a *V. sativa* (Emeran *et al.* 2005). No sabemos si las infecciones en *V. sativa* en la Argentina se deben a una raza específica o si el inóculo puede provenir también de otras especies forrajeras, o incluso de haba o lenteja.

La escasa importancia que tiene actualmente esta roya en las vicias forrajeras en el país no justifica la aplicación de fungicidas, aunque esto es técnicamente factible (Seymour *et al.* 2003). Como medida preventiva se recomienda combatir plantas guachas y mantener una distancia prudente a otros cultivos de leguminosas eventualmente susceptibles. En Australia se han identificado cultivares de *V. sativa* resistentes a esta roya (Seymour *et al.* 2003, Witney 2011).

Royas nativas

Cabe mencionar que dos royas nativas, ambas macrocíclicas y autoicas, se han registrado en diversas especies nativas de *Vicia*, a saber: *Uromyces lathyrinus* Speg. sobre *V. cf. andicola* (Salta), *V. graminea* (Capital Federal, Chaco, Córdoba), *V. linearifolia* (Buenos Aires) y *V. nana* (Entre Ríos); así como *U. nordenskjöldii* Diet. sobre *V. magellanica* (Tierra del Fuego) y *V. nigricans* (Santa Cruz) (Rovainen 1977, Lindquist 1982). Entre ellas, *V. graminea*, *V. linearifolia*, *V. nana* y *V. nigricans* son reconocidas como buenas forrajeras (Burkart 1952, 1967) y se infiere que eventuales epidemias de roya pueden afectar el rendimiento y la calidad de las mismas.

Oídio - *Erysiphe baeumleri* (Magnus) U. Braun & S. Takam. (= *Microsphaera baeumleri*)

Este oídio se ha encontrado sobre *V. nigricans* en el Dpto. Los Lagos (Neuquén) y en diversos lugares del Dpto. Bariloche (Río Negro) (Braun 1987, Havrylenko 1998, M. Kiehr

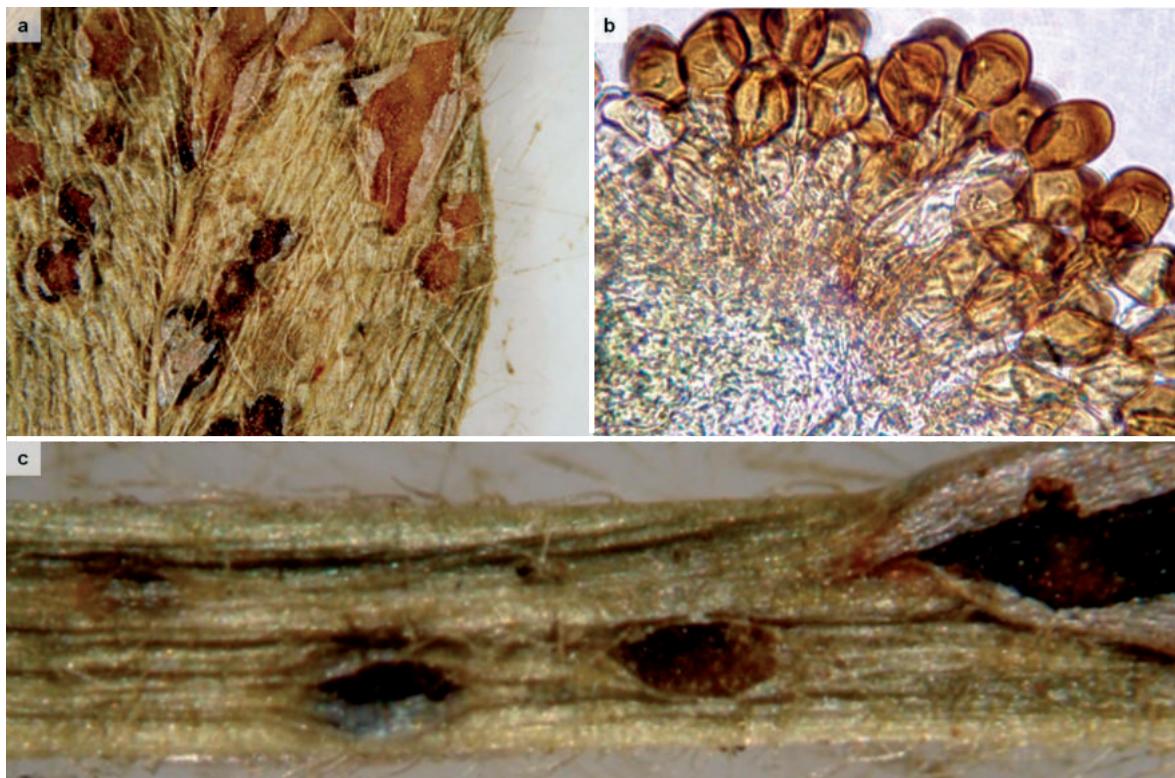


Figura 8. Roya (*Uromyces viciae-fabae*): uredinios color canela y telios color castaño oscuro en *V. sativa* (a), detalle de telios (b) y telios en el tallo (c).

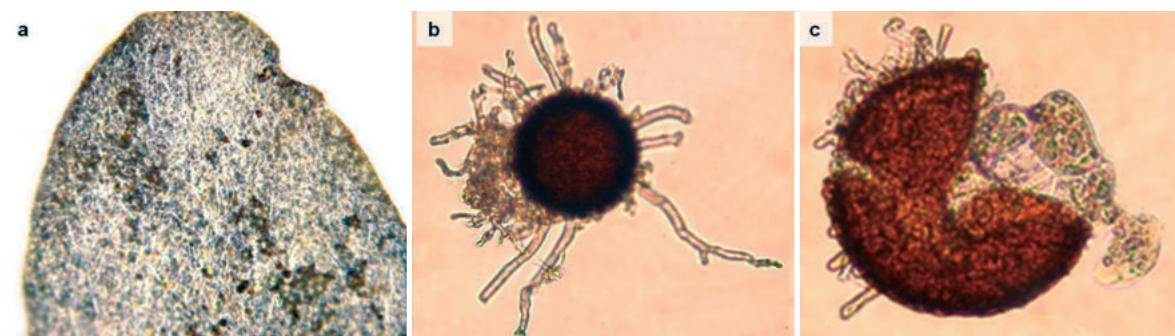


Figura 9. Oídio (*Erysiphe baeumleri*): micelio externo blanco y casmotecios en *V. nigricans* (a), casmotecio con apéndices (b) y abierto con ascos (c).

& R. Delhey, sin publicar). Se observan ataques frecuentes y muy severos en las zonas mencionadas pertenecientes a los bosques andino-patagónicos (Havrylenko 1998). En Chile, el mismo hongo ha sido hallado sobre *V. sativa* (Mujica Richatt *et al.* 1980) y es posible que lo mismo pueda ocurrir en Argentina.

Con frecuencia se encuentran presentes tanto el anamorfo como el teleomorfo. Sobre el haz de los folíolos se observan las colonias superficiales blanco-grisáceas; los apresorios formados sobre las hifas son multilobuladas; conidióforos erguidos llevando conidios solitarios, cilíndricos. Los casmotecios son oscuros, globosos algo deprimidos, con apéndices no-ramificados o ramificados dicotómicamente una o dos veces en los extremos (Figura 9).

Los conidios se diseminan fácilmente por el viento, a considerables distancias. Aunque

el control por medio de fungicidas sería técnicamente factible, esta medida no se puede justificar en las condiciones naturales en las cuales crece la planta.

Consideraciones

Existen pocos antecedentes sobre enfermedades de vicias forrajeras en la Argentina. Evidentemente, en el pasado ningún laboratorio de investigación ha realizado estudios sistemáticos y organizados sobre el tema. En consecuencia, el espectro total de enfermedades conocidas en el país es limitado y seguramente incompleto. Contabilizamos un total de diez enfermedades fúngicas en el país, incluyendo aquellas que nosotros hemos identificado. No se dispone de antecedentes sobre virosis y bacteriosis. La mayor parte de las enfermedades halladas se refiere a las vicias exóticas cultivadas: *V. sativa* (7 enfermedades), *V. v. subsp. villosa* (4), *V. v. subsp. dasycarpa* (1) y *V. benghalensis* (2) (Tabla 1). El oídio sólo se ha hallado en la especie nativa, no cultivada, *V. nigricans*. Dos royas nativas, a su vez, han sido registradas sobre seis especies nativas de *Vicia*.

Tabla 1. Registro de enfermedades en vicias forrajeras observadas en la Argentina

Enfermedad	Hospedante ¹ : Localidad ²	
	Otros autores ³	Nuestros resultados
Necrosis de raíces y cancro del tallo – <i>Rhizoctonia</i> sp.	-----	Vs: Viedma Vv: Tte. Origone, H. Ascásubi, Villalonga
Marchitez - <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	Vs: desconocido	-----
Moho gris – <i>Botrytis cinerea</i>	Vb: Pergamino Vd: Córdoba Vs: Pergamino Vv: Pergamino	-----
Mancha castaña – <i>Ramularia</i> <i>sphaeroidea</i>	Vb: Pergamino Vd: Córdoba Vs: Pergamino Vv: Pergamino, La Plata	Vd: H. Ascásubi Vv: Pehuén-Co, B. Blanca, M. Buratovich, H. Ascásubi, Villalonga
Falsa antracnosis – <i>Ascochyta</i> <i>viciae</i>	Vv: Bordenave	Vs: B. Blanca Vv: H. Ascásubi
Mildiu – <i>Peronospora viciae</i>	Vs: La Plata	Vs: Cabildo, Junín
Roya – <i>Uromyces viciae-fabae</i>	-----	Vs: Cabildo, B. Blanca

¹ **Vb** = *Vicia benghalensis* ; **Vd** = *V. villosa* var. *dasycarpa* ; **Vs** = *V. sativa* ; **Vv** = *V. villosa* var. *villosa*

² Localidades de la provincia de Buenos Aires; salvo Viedma (Río Negro) y Córdoba (Córdoba).

³ Citados en el texto

Entre las enfermedades de vicias cultivadas, el mildiu y la mancha castaña se han identificado tanto en la región norte como en la región sur bonaerense; la necrosis de raíces, roya y falsa antracnosis sólo en el sur y el moho gris sólo en el norte.

Los daños causados por enfermedades pueden ser de distinta índole. El aspecto más evidente es la disminución del rendimiento debido a una tasa de crecimiento reducida de las plantas enfermas y/o a la muerte de parte del tejido o de plantas enteras. También la calidad forrajera puede estar afectada expresándose en una reducida palatabilidad y digestibilidad así como en la eventual formación de micotoxinas. Las enfermedades afectan también la producción de semilla, reduciendo su rendimiento así como su calidad (poder germinativo, vigor, sanidad). Muy poco se sabe sobre todos estos posibles efectos en las vicias forrajeras, y en el país hay una total ausencia de información al respecto.

Un efecto secundario puede darse cuando las vicias utilizadas como abono verde o cobertura funcionan como fuente de inóculo para los cultivos asociados; p. ej. se puede especular que los abonos verdes de vicia sembrados en los viñedos a fines del verano e incorporados a fines de invierno, podrían funcionar como “puente verde” para *Botrytis cinerea*, causa del moho gris de las uvas.

Dado que prácticamente no existen datos concretos sobre prevalencia, incidencia o severidad, ni de daños y pérdidas producidos, es muy difícil estimar la importancia económica de cada una de las enfermedades registradas. Sin embargo, sobre la base de las anotaciones anecdóticas de los autores citados y nuestras observaciones nos arriesgamos a decir que la marchitez por *Fusarium oxysporum*, el mildiu y la roya son, hasta la fecha, poco importantes. Las enfermedades foliares causadas por hongos necrótroficos parecen producir un impacto mayor, especialmente en condiciones ambientales de elevada humedad o en lotes bajo riego. La necrosis radical y cancro por *Rhizoctonia* puede adquirir gran importancia, en especial en la región semiárida y con sistemas de labranza reducida o cero. Finalmente, tanto las observaciones de Havrylenko (1998) como las nuestras indicarían que el oídio de *V. nigricans* puede tener un impacto considerable en la producción de forraje en la zona de los bosques andinos del sur.

Para poder valorar el efecto de las enfermedades se debe tomar en cuenta la finalidad del cultivo y con ello su duración y tiempo de interacción con los patógenos. Cultivos de cobertura o de abono verde perduran poco tiempo, aquellos destinados al pastoreo o a la obtención de heno permanecen algo más, mientras que los cultivos para la producción de semilla completan su ciclo biológico estando expuestos durante todos sus estadios fenológicos al ataque de los patógenos, que de esta manera producen un impacto mayor. Otro aspecto que puede tener implicancias en la intensidad de la enfermedad es si se trata de un cultivo monospecífico, o si la vicia crece en consociación con avena u otra especie. En el último caso la densidad de vicia será menor, el microclima será diferente y la dispersión de los propágulos infecciosos se verá afectada por la presencia de plantas no susceptibles. Todos estos efectos son de crucial relevancia epidemiológica.

Richardson (1979) presenta una lista de hongos fitopatógenos que se han encontrado acompañando la semilla, ubicados externamente sobre la semilla, o que se encuentran internamente en la semilla de vicias forrajeras: *Ascochyta pisi*, *Botrytis cinerea*, *B. fabae*, *Colletotrichum villosum*, *Gibberella zeae*, *Pleospora herbarum*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Uromyces viciae-fabae*. Sin embargo, salvo en el caso de *A. pisi* (Crosier 1939), no se ha comprobado la transmisión de esos patógenos a las plántulas provenientes de esas semillas, aunque es muy probable que esto ocurra, con algunos de los patógenos nombrados.

Actualmente se presta poca atención al manejo de las enfermedades en el cultivo de vicia. Medidas preventivas deberían estar en el centro de dichos esfuerzos ya que suelen ser poco costosas y son frecuentemente muy eficaces. Especialmente importante es la calidad de la semilla y una eventual aplicación de fungicidas curasemillas antes de la siembra. En lo posible se debe evitar la repetición de cultivos puros de vicia en el mismo lote y hay que eliminar las plantas guachas. No se dispone de información, en el país, sobre la eficacia de los fungicidas aplicados para controlar enfermedades foliares y actualmente no hay fungicidas inscriptos con indicación para estos cultivos. La obtención de materiales resistentes o tolerantes a las principales enfermedades debería ser una de las metas prioritarias en los programas de selección y mejoramiento.

La presente reseña pone en evidencia el grado de desconocimiento en casi todo lo que concierne a las enfermedades de las vicias forrajeras; y esto es válido no sólo para la Argentina sino para muchos otros países en donde se cultivan vicias. Los temas prioritarios de futuras investigaciones deberían incluir: la intensificación de los estudios etiológicos; la cuantificación de la intensidad y el impacto económico producido, para cada una de las enfermedades; estudios epidemiológicos, con especial énfasis en la posible transmisión

de patógenos por medio de la semilla, el rol de los restos y plantas guachas de vicia, en combinación con la rotación y los sistemas de labranza; y finalmente el manejo adecuado del cultivo para lograr un control satisfactorio de las enfermedades más importantes. A estas actividades de investigación deben sumarse otras, relacionadas con la extensión y divulgación así como con tareas de servicio (diagnóstico, asesoramiento).

Agradecimiento

A Marta Rivera, UBA, por su ayuda en la búsqueda de antecedentes bibliográficos

Bibliografía

- Braun, U. 1987. Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung und des Wirtsspektrums phytoparasitischer Pilze. *Nova Hedwigia* 45, 383-388.
- Burkart, A. 1952. Las Leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. ACME Agency, Buenos Aires.
- Burkart, A. 1967. Leguminosae. En: A. L. Cabrera (ed.): *Flora de la Provincia de Buenos Aires, Parte 3*. INTA, Buenos Aires. Pp. 394-647.
- Carrera, J.M.C. 1975. *Fusarium* especies causales de enfermedades en plantas de la República Argentina. IDIA 334-336, 42-53.
- Coraglio, J.C., Vieyra, C.A., Nienstedt, E.F. 2001. Obtención del cultivar "Tolse F.C.A." de *Vicia dasycarpa* (Ten.). *Agriscientia* 18, 59-62.
- Crosier, W. 1939. Occurrence and longevity of *Ascochyta pisi* in seeds of hairy vetch. *Journal of Agricultural Research* 59, 683-697.
- Emeran, A.A., Sillero, J.C., Niks, R.E., Rubiales, D. 2005. Infection structures of host-specialized isolates of *Uromyces viciae-fabae* and of other species of *Uromyces* infecting leguminous crops. *Plant Disease* 89, 17-22.
- Gustavsson, A. 1959. Studies on Nordic Peronosporas. I. Taxonomic revision. *Opera Botanica* 3, 1-271.
- Havrylenko, M. 1998. *Erysiphales* de la región Andino-Patagónica. Tesis Doctoral, Bariloche.
- Henson, P.R., Schoth, H.A. 1961. Vetch culture and uses. *Farmer's Bulletin* Nº 1740, United States Department of Agriculture.
- Koike, S.T., Smith, R.F., Crous, P.W., Groenewal, J.Z. 2004. Leaf and stem spot caused by *Ramularia sphaeroidea* on purple and lana woollypod vetch (*Vicia* spp.) cover crops in California. *Plant Disease* 88, 221.
- Lindquist, J.C. 1939. Especies argentinas del género "Peronospora". *Physis* 15, 13-20.
- Lindquist, J.C. 1982. Royas de la República Argentina y zonas limítrofes. INTA, Buenos Aires. Pp. 574.
- Marchionatto, J. B. 1947. Hongos parásitos de las plantas, nuevos o poco conocidos en la Argentina. M.A.N., Dir. Gral. de Laboratorios en Investigaciones, Instituto de Sanidad Vegetal, Serie A, Año III, No. 37, 1-11.
- Melnik, V.A. 2000. Key of the fungi of the genus *Ascochyta* Lib. (Coelomycetes). *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 379, 1-192.
- Mujica Richatt, F., Vergara Castillo, C., Oehrens Bertossi, E. 1980. *Flora Fungosa Chilena*, 2^a edición. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 308 pp.
- Richardson, M.J. 1979. An annotated list of seed-borne diseases. 3rd Edition. England: Commonwealth Mycological Institute, Kew Surrey, International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. 320 p.
- Rocca de Sarasola, M.A. 1973. *Ascochyta viciae* sobre vicias forrajeras en la Argentina y su comportamiento diferencial con *A. pisi*. IDIA 309-310, 77-82.
- Roivainen, H. 1977. Resultados micológicos de la expedición a Argentina y Chile en 1969-1970. *Karstenia* 17: 1-18.
- Savoia, H.J. 1954. Enfermedades de plantas forrajeras determinadas en Argentina. Cuarta Reunión de Plantas Forrajeras, Anguil; Centro Regional Pampeano de Investigaciones Agrícolas, Pergamino, 1954. Pp. 148-164.
- Seymour, M., Siddique, K., Pritchard, I., Brandon, N., Riethmuller, G., Latham, L. 2003. Common vetch production technology. *Bulletin* 4578. Dept. of Agriculture, Western Australia.
- Spegazzini, C. 1911. Mycetes argentinienses. Series V. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires*; Serie III, Tomo XIII, 20, 329-467.
- Teuteberg, A. 1980. *Botrytis fabae* Sard. und andere pathogene Pilze als Erreger von Blattkrankheiten an der Ackerbohne. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 197, 5-15.
- Witney, M. 2011. Disease management in vetch. *Pulse Tech-Notes*, Australia, Autumn 2011, 9.

Capítulo 8

Manejo y Control de Malezas

Juan Pablo Renzi

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascasubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Ramón Gigón

Chacra Experimental Integrada Barrow,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Mario Vigna

Estación Experimental Agropecuaria Bordenave,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Ricardo López

Estación Experimental Agropecuaria Bordenave,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Competencia con las malezas

Debido al lento crecimiento inicial de las vicias, las malezas otoño-invernales pueden complicar la implantación y reducir la producción forrajera precoz (Seymour *et al.* 2003, Mohammadi 2010) (Figura 1).

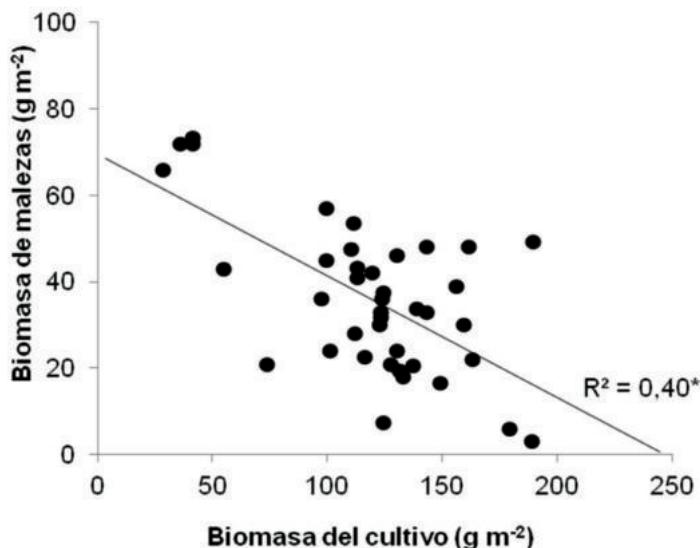


Figura 1. Relación entre la biomasa de *V. villosa* y de malezas en los primeros 2 meses de implantado el cultivo (Renzi 2007a).

Durante la implantación, las estrategias de manejo para disminuir la incidencia de malezas deben orientarse a lograr la cobertura temprana del suelo y limitar el crecimiento de las especies susceptibles al sombreado (Anugroho *et al.* 2009, Murungu *et al.* 2010, Gigón *et al.* 2011). Se aconseja la siembra con rastrojo en superficie, temprana, coincidente con buenas condiciones ambientales, el incremento en la densidad de cultivo y la consociación con cereales invernales (avena, centeno, etc.) (Figura 2). Los herbicidas preemergentes permiten el control de las malezas adaptadas al sombreo y complementan las técnicas de manejo de lotes con alta abundancia y diversidad de malezas (Figura 3).

Superada la implantación, el cultivo inicia un período de intensa acumulación de biomasa aérea, que se manifiesta incluso con una baja densidad de cultivo. Las malezas pueden disminuir entre 40 a 90% la biomasa o la cobertura de la vicia (Teasdale 1993, Steinmaus *et al.* 2008, Anugroho *et al.* 2009). Sin embargo, cuando la acumulación de biomasa aérea de vicia es superior a 4000 kg ha⁻¹, equivalente a más del 90% de cobertura, se deprime el crecimiento de las malezas. A pesar de ello, algunas malezas de porte erecto, rápido crecimiento y adaptadas al sombreado, pueden desarrollarse debajo y entre el follaje de la vicia. Ello generalmente ocurre durante el período comprendido desde pre-floración hasta la madurez del cultivo (Kitis *et al.* 2011).

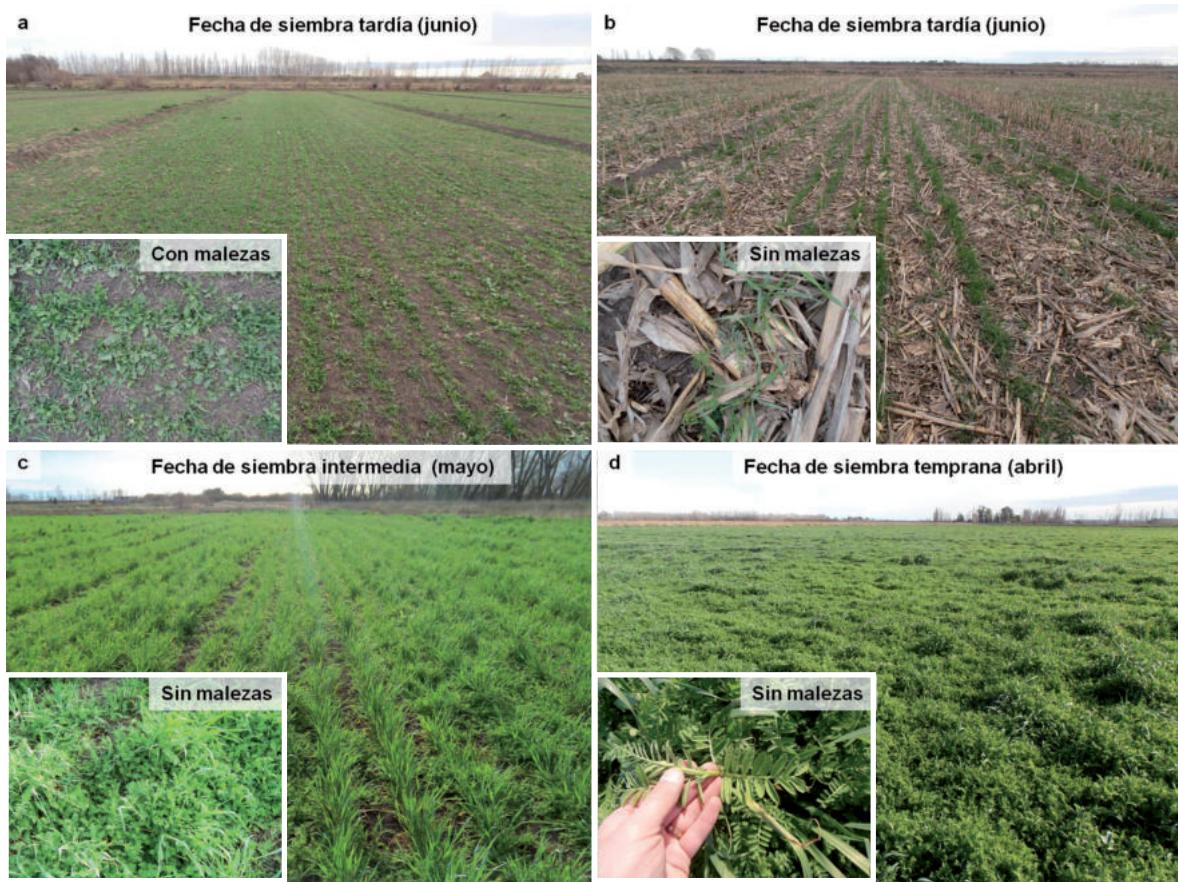


Figura 2. Efecto de la fecha de siembra sobre la cobertura de vicia y el establecimiento de malezas a fines de agosto. Fecha de siembra tardía (junio) en labranza convencional (a) y en siembra directa (b). Fecha intermedia (mayo) en mezcla con avena (c) y temprana (abril) en siembra pura (d).

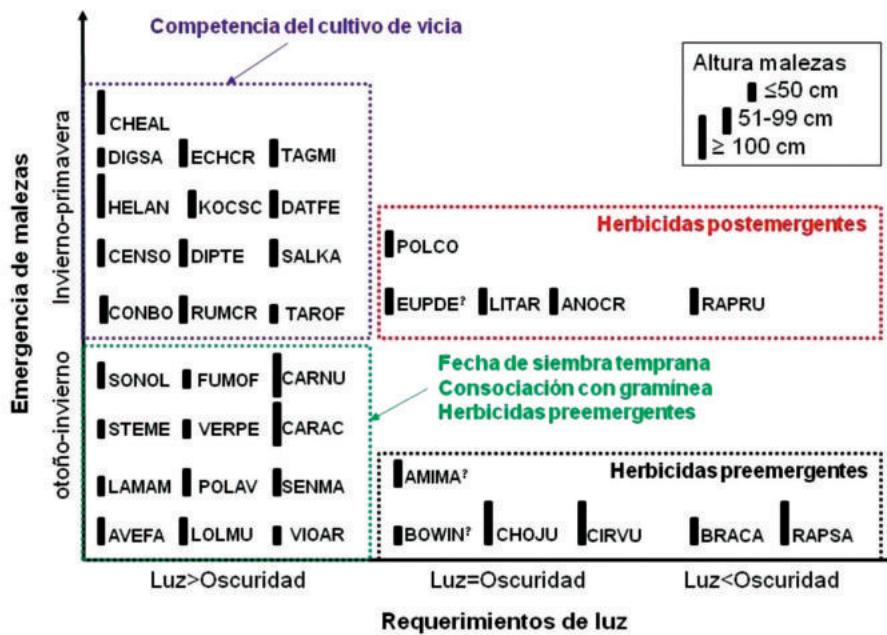


Figura 3. Estrategias de manejo en el cultivo de vicia para las malezas frecuentes en los cultivos de invierno en la región Pampeana, considerando el periodo probable de emergencia y la sensibilidad a la luz (Elaboración propia en base a Andersen 1968, Mazzorca 1976, Deregibus *et al.* 1994, Baskin y Baskin 1998, Joley *et al.*

2003, Poggio et al. 2004, Arana et al. 2007, Battla et al. 2007, Schillinger 2007, Widderick et al. 2007, Wu et al. 2007, Gigón et al. 2008, Chantre et al. 2009, Ichihara et al. 2009, Ohadi et al. 2011).

Referencias: AVEFA: *Avena fatua* L. CARNU: *Carduus nutans* L. CARAC: *Carduus acanthoides* L. BOWIN: *Bowlesia incana* Ruiz et Pav. CHOJU: *Chondrilla juncea* L. CIRVU: *Cirsium vulgare* (Savi) Tenore. BRACA: *Brassica campestris* (L.). RAPSA: *Raphanus sativus* L. LAMAM: *Lamium amplexicaule* L. POLAV: *Polygonum aviculare* L. SENMA: *Senecio magadascariensis* Poir. LOLMU: *Lolium multiflorum* Lam. AMINA: *Ammi majus* (L.). STEME: *Stellaria media* (L.) Vill. VERPE: *Veronica persica* Poir. VIOAR: *Viola arvensis* (Murray.). SONOL: *Sonchus oleraceus* L. FUMOF: *Fumaria officinalis* (L.). CHEAL: *Chenopodium album* L. RUMCR: *Rumex crispus* L. TAROF: *Taraxacum officinale* Weber in Wiggers. EUPDE: *Euphorbia dentata* Michx. LITAR: *Lithospermum arvense* L. CONBO: *Conyza bonariensis* L. RAPRU: *Rapistrum rugosum* (L.) ALL. CENSO: *Centaurea solstitialis* L. DIPTE: *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. SALKA: *Salsola kali* L. HELAN: *Helianthus annuus* (L.). KOCSC: *Kochia scoparia* (L.). DATFE: *Datura ferox* L. POLCO: *Polygonum convolvulus* L. ANOCR: *Anoda cristata* (L.) Schelcht. DIGSA: *Digitaria sanquinalis* (L.) Scopoli. ECHCR: *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauvois. TAGMI: *Tagetes minuta* L. (?): Sin referencias sobre requerimientos de luz para germinar.

Un correcto conocimiento de las especies de malezas presentes en el banco del suelo, que nacerán durante el cultivo, facilita la elección y diseño de las técnicas de control. En la región Pampeana, las especies que emergen durante el otoño-invierno pueden ser controladas mediante siembras tempranas y/o con herbicidas preemergentes (Figura 3). Solo una fracción de las malezas de habitualmente emergen durante el final del invierno pueden ser controladas con herbicidas postemergentes. Para la mayoría de ellas resulta altamente conveniente lograr que el cultivo haya alcanzado una elevada acumulación de biomasa que posibilite el ahogado de las malezas por competencia.

Algunas malezas crucíferas como *Rapistrum rugosum*, *Brassica campestris*, *Raphanus sativus* y asteráceas como *Cirsium vulgare*, *Silybum marianum* y *Carduus nutans* pueden desarrollarse sin dificultades dentro de cultivos de vicia (Figura 4). En esos casos es recomendable el empleo de herbicidas postemergentes para limitar su reproducción y dispersión de semillas. Desde el punto de vista productivo, cuando las malezas aparecen en un cultivo bien establecido, la merma del rendimiento suele ser productivamente despreciable. Para *V. villosa* se observó que con 45±14% de cobertura, las malezas no afectaron la producción forrajera (Figura 5). Ello se explicó por la capacidad trepadora de la vicia, debido a la presencia de zarcillos, que facilitan que pueda trepar sobre las malezas y aprovechar el espacio aéreo (Figura 6). El efecto de interferencia de las malezas sobre la producción de semillas puede ser mayor si aparecen dificultades para la cosecha mecánica y aumentan los costos de comercialización debido a la necesidad de limpiar la semilla. Ello se magnifica cuando las semillas de las malezas poseen un tamaño similar a las de vicia (Figura 4).



Figura 4. Lote de *V. villosa* con “mostacilla” (*Rapistrum rugosum*) (a). Detalle del establecimiento de la maleza bajo la cobertura de vicia (b) y estado reproductivo de la maleza, cuyo fruto es de tamaño similar al de la semilla de vicia.



Figura 5. Cultivo de *V. villosa* con 45% de cobertura (a), malezas emergiendo en los espacios sin cobertura (b).

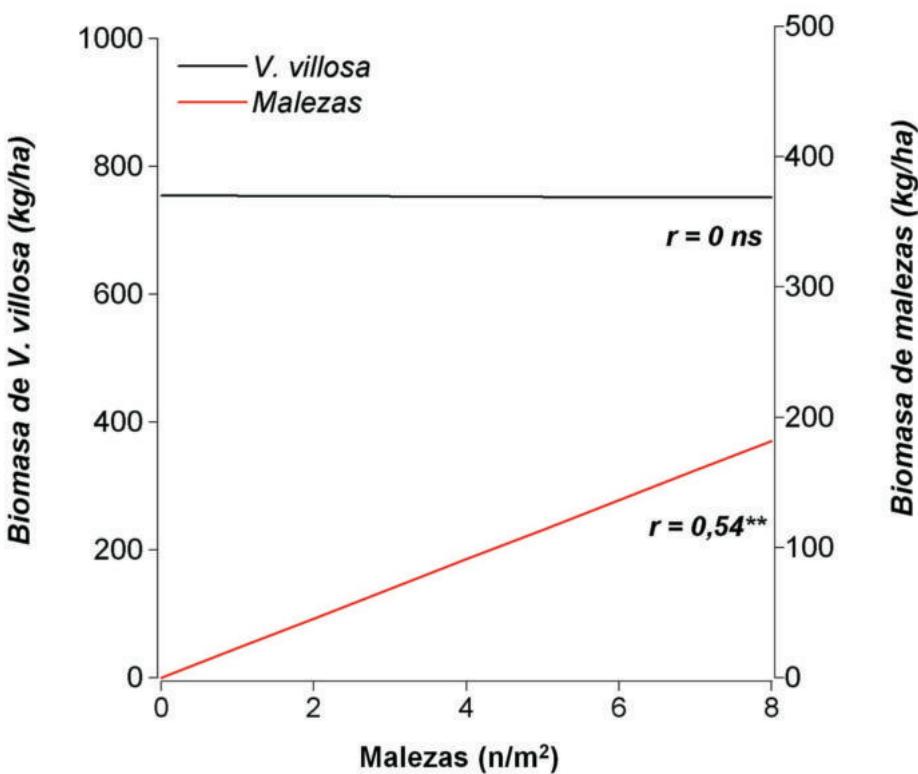


Figura 6. Efecto de la densidad de malezas sobre la biomasa seca acumulada por *V. villosa* y las malezas *Rapistrum rugosum*, *Centaurea solstitialis* y *Cardus nutans*.

Las distintas especies de vicias difieren en el vigor inicial, hábito de crecimiento y morfología foliar. Estos rasgos repercuten sobre la habilidad competitiva frente a las malezas. Bajo las condiciones del SO Bonaerense, *V. villosa* cubre el suelo antes que *V. sativa* (Figura 7a) y por ello se anticipa en la intercepción de la luz (Figura 7b).

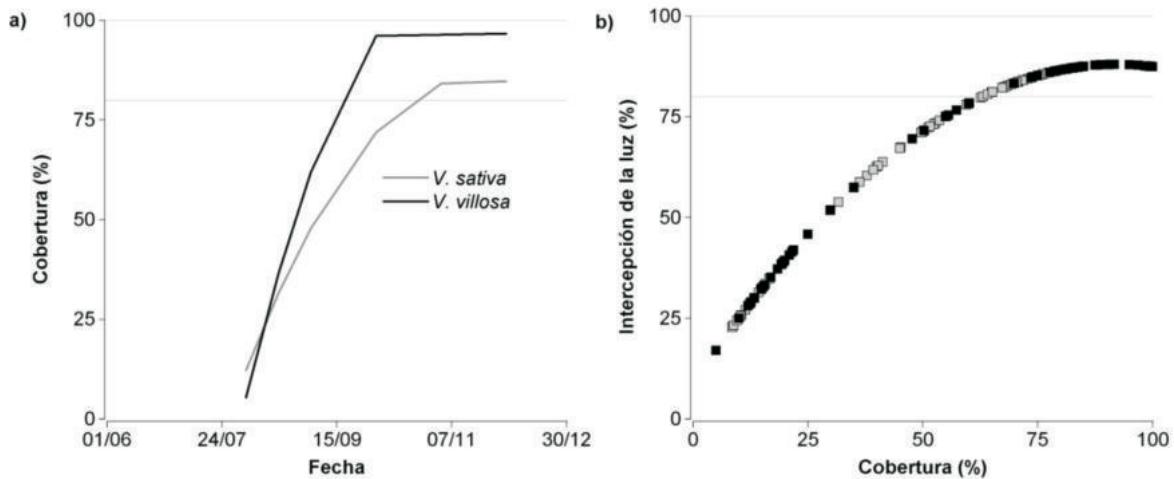


Figura 7. Evolución de la cobertura vegetal de dos especies de vicia (a) y su impacto sobre la intercepción de la radiación solar (b) de *V. sativa* (en gris) y *V. villosa* (en negro) evaluada en el sur de Buenos Aires (EEA H. Ascasubi).

Los residuos de la vicia limitan la emergencia de algunas malezas, al menos durante las primeras cuatro semanas luego de su desecación (Bransaeter y Netland 1999, Rodríguez 2003, Koger y Reddy 2010). Por el contrario, luego de 4-7 semanas a partir de la senescencia del cultivo, la descomposición del residuo y la liberación de N pueden estimular el nacimiento de algunas malezas, especialmente gramíneas. También se ha observado que algunos compuestos alelopáticos pueden limitar el desarrollo de otras especies (Sans Serra y Altieri 2003, Charles *et al.* 2006). La emergencia de malezas en cultivos vivos o senescentes de vicia depende de la especie (Reddy y Clifford 2004), sensibilidad a la luz (Figura 3), nutrientes y también la presencia de compuestos alelopáticos. También algunos cultivos pueden ser afectados por la presencia de compuestos alelopáticos. La lechuga y garbanzo son cultivos sensibles a esos compuestos y deben espaciarse de la vicia en la rotación (Smith y Valenzuela 2002).

Entre 533 especies estudiadas, solamente *V. villosa* Roth. y *V. cracca* sintetizaron cianamida (NH_2CN), que en tallos y hojas alcanzó la concentración de 0,05% y 0,15% de la biomasa fresca (Kamo *et al.* 2008). La cianamina es un compuesto sintetizado que se utiliza como fertilizante, regulador de crecimiento, fungicida y herbicida. Este compuesto podría poseer acción alelopática sobre las malezas de la vicia. Además de cianamina, el metanol y el acetato de etilo también podrían ser responsables de la acción alelopática de *V. villosa* (Anugroho *et al.* 2009).

Control cultural

Algunas prácticas culturales resultan valiosas para disminuir los efectos nocivos de las malezas. Ellas incluyen la correcta preparación de la cama de siembra, adecuada secuencia de cultivos en la rotación, manejo de la estructura de cultivo, período de siembra, calidad de semilla, nutrición mineral, disponibilidad de riego, control de plagas y enfermedades. El cultivo de vicia se adapta al sistema de labranza cero (siembra directa), incluso bajo elevado nivel de residuos sobre la superficie (Seymour *et al.* 2003).

El empleo de densidades altas o la consociación con cereales de invierno, como avena, cebada, centeno o triticale pueden reducir la interferencia de las malezas durante las etapas iniciales (Kitis *et al.* 2011, Renzi 2007a, Jannink *et al.* 1997). También el anticipo de la fecha de siembra, cuando las temperaturas son óptimas para el crecimiento de vicia ($\approx 20^\circ\text{C}$), puede disminuir el efecto negativo de las malezas.

Los policultivos basados en mezclas entre vicia y un cereal invernal presentan un vigoroso crecimiento inicial que disminuye la interferencia de las malezas (Figura 8). Se considera que el crecimiento inicial vigoroso del cereal es responsable de ello (Sattell *et al.* 1998, Sans Serra y Altieri 2003, Renzi 2007a). Sin embargo, debido a que el cereal acompañante puede también ahogar a la vicia, es necesario ajustar muy bien la relación de plantas vicia:cereal para no afectar la productividad de la leguminosa.

Si el suelo está muy enmalezado, para los monocultivos de vicia conviene aumentar la densidad de siembra de modo de lograr un elevado stand que ahogue a las malezas. En el caso de policultivos bajo siembras consociadas con cereales, la incorporación de 35% o 20% de plantas de avena para *V. villosa* o *V. sativa* limita el crecimiento de las malezas. Superados estos umbrales, si bien el aumento de la proporción del cereal continúa deprimiendo el crecimiento de las malezas, también comienza a disminuir la acumulación de biomasa de las vicias y ello repercute desfavorablemente sobre la composición botánica del forraje (Figura 9). Como *V. villosa* posee mayor competitividad que *V. sativa* mantiene buenos niveles de acumulación de biomasa aún con proporciones elevadas del cereal en la mezcla. Resulta destacable indicar que una baja proporción de avena incrementa el aporte de biomasa de *V. villosa*, probablemente debido al efecto protector del cereal, que se reduce al incrementar su densidad en la mezcla (Figura 9).

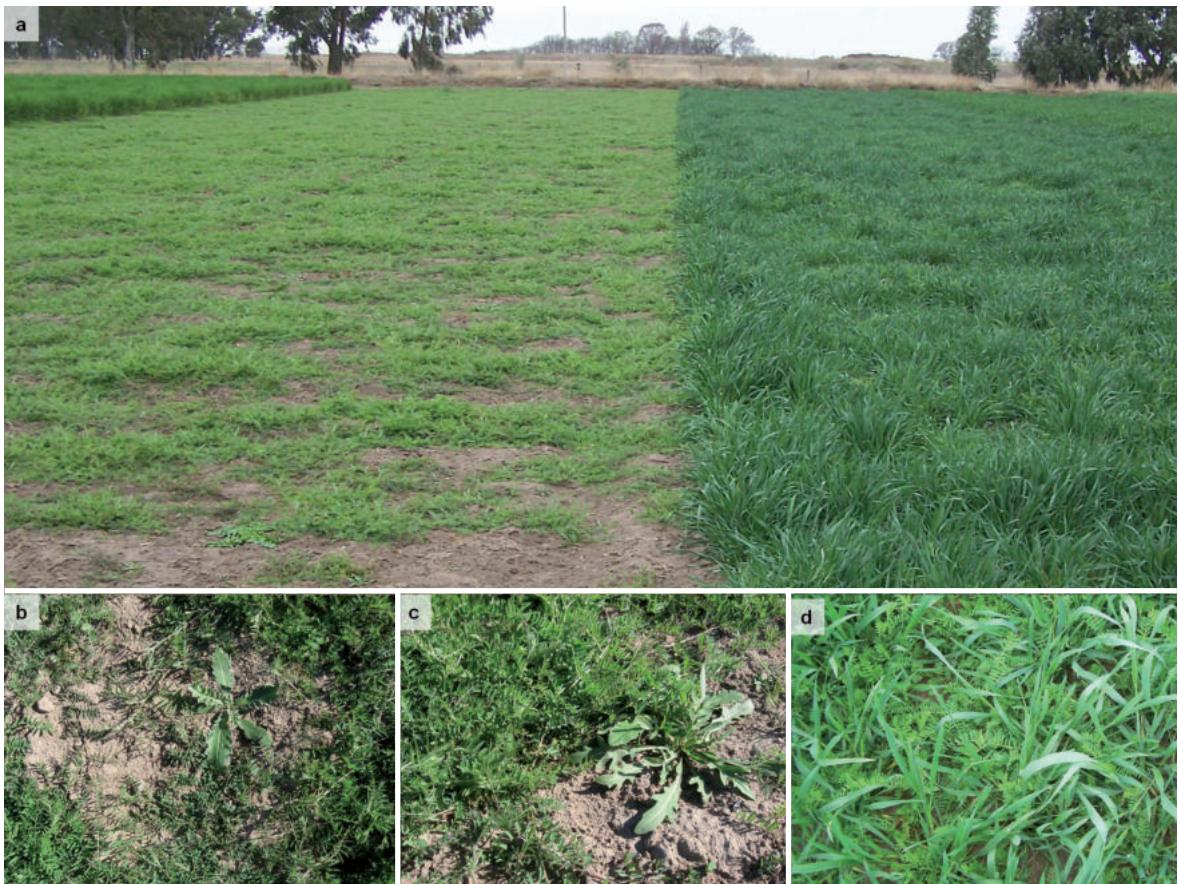


Figura 8. Cultivo de *V. villosa* en siembra pura (izq.) y en mezcla con avena (der.) (a). Malezas estableciéndose en los espacios sin cobertura (b y c) e incremento de la cobertura del suelo en la mezcla vicia y avena.

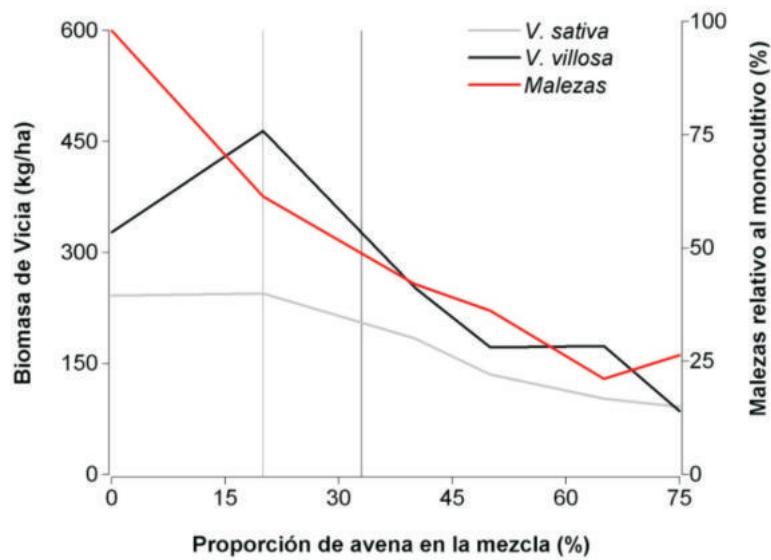


Figura 9. Biomasa seca de vicia (acumulada por unidad de superficie) y de malezas (relativo a la biomasa cosechada en monocultivo) bajo proporciones variables de mezclas con avena, 70 días después de la siembra. Las malezas presentes en el experimento fueron *Lamium amplexicaule* y *Senecio vulgaris*.

Otros cereales como centeno, triticale o cebada, de mayor competitividad que la avena, pueden reducirse marcadamente el aporte forrajero de la leguminosa en el policultivo

(Figura 10). Por ello se recomienda que la proporción del cereal acompañante en la mezcla no supere en ningún caso los umbrales señalados precedentemente. Por ello se recomienda que la proporción del cereal acompañante en la mezcla no supere en ningún caso los umbrales señalados precedentemente.

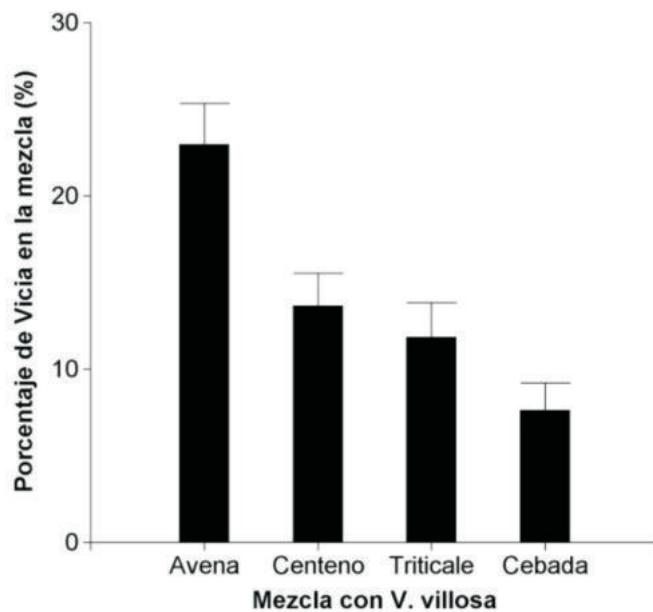


Figura 10. Biomasa aportada por *V. villosa* en cultivos mixtos con cereales invernales en los que la vicia representaba el 25% del stand.

En regiones con inviernos muy fríos, se recomienda ajustar la elección varietal del cereal del policultivo con vicia, persiguiendo que sean escasamente tolerantes a bajas temperaturas. Estas variedades poseen un crecimiento vigoroso inicial que mejora el control de las malezas (Figura 11). La susceptibilidad al frío conduce a que el cereal muera durante el invierno sin afectar el desarrollo primaveral de la vicia (Sattell et al 1998). Por el contrario, para cultivos destinados a la cosecha de semilla, se recomienda atrasar la fecha de siembra, para realizar mayor control de las malezas emergidas mediante herbicidas “no selectivos” (glifosato y paraquat) o por laboreo mecánico (Seymour et al. 2003). Sin embargo debe considerarse que el atraso de la fecha de siembra ocasiona que la implantación ocurra con baja temperatura y ello puede reducir el crecimiento inicial y bajar la habilidad competitiva con las malezas.



Figura 11. Cultivo de *V. sativa* en mezcla con cebada susceptible a bajas temperaturas.

En cultivos establecidos con alta interferencia de malezas el control mecánico con corte (25-40 cm de altura) puede ser una estrategia de manejo dependiendo de la capacidad de rebrote de la maleza (Figura 12). En varias crucíferas (mostacillas y nabo) y asteráceas (cardos y abrepúños) esta práctica es contraproducente debido a que promueve una mayor cobertura de la maleza por incremento del número de tallos por planta y semillas. Para producción de semillas es importante considerar que el corte debe realizarse previo al comienzo de floración del cultivo de vicia, con el fin de no reducir el rendimiento de semillas (ver capítulo 9).



Figura 12. Cultivo de *V. villosa* previo al desmalezado en octubre (a) y luego del corte a 30 cm de altura (b). Rebrote del “cardo pendiente” (*Carduus nutans*) a mediados (c) y fines de noviembre (d).

Control químico

Actualmente no existen herbicidas registrados en Argentina para el cultivo vicia. En general la vicia posee una marcada susceptibilidad a la mayoría de los productos disponibles en el mercado. Cuando la siembra de vicia se realiza en mezcla con cereales de invierno, que es la práctica más difundida, disminuyen las alternativas para el control químico, debido a que el herbicida debe ser selectivo para las dos especies cultivadas.

Considerando los diferentes momentos de aplicación, se reconoce que en general las vicias muestran mayor susceptibilidad a los herbicidas postemergentes, mientras que son moderadamente tolerantes a algunos productos para presiembra, preemergencia y otros residuales aplicados al cultivo antecesor. En la evaluación de estos químicos es frecuente observar variabilidad de los resultados, generalmente adjudicados a aspectos particulares del ambiente y manejo. Ello limita el ajuste de las recomendaciones de empleo, que

generalmente presentan un pequeño margen de error (Seymour y Brandon 2002, Seymour et al. 2003).

Para presiembra del cultivo de vicia, pueden aplicarse herbicidas totales como glifosato y paraquat. Las alternativas para presiembra de *V. villosa* incluyen a la trifluralina, diurón, pendimentalín, prometrina, 2,4-D, y acetoclor, este último 7-10 días antes de la siembra (Graham 2006). Para *V. sativa* Seymour et al. (2003) sugiere trifluralina, diurón e imazetapir, este último adaptado a labranza cero. Los herbicidas presiembra y preemergencia residuales requieren ligeras o moderadas precipitaciones o riego para penetrar al suelo y actuar sobre las malezas. Por el contrario si ocurren precipitaciones elevadas (> 15 mm) o se realizan riegos abundantes pueden aparecer daños al cultivo por arrastre del herbicida hacia capas más profundas. Adicionalmente, algunos herbicidas deben aplicarse en bajas dosis, posibilitando así el control selectivo de las malezas en el cultivo de vicia.

En ensayos realizados en el SO de la región Pampeana, desde el 2005 al 2012, se consideraron alternativas posibles para preemergencia y postemergencia de *V. sativa* y *V. villosa*, aquellos productos químicos que no mostraron fitotoxicidad mayor a 3 según la European Weed Research Council (EWRC) y alcanzaron a los 30-45 días desde la aplicación una acumulación de biomasa mayor al 80% del control (López y Vigna 1991, Renzi et al. 2006, Renzi 2007b, Gigón et al 2010 y 2011, Zubiaga 2010, Redondo 2012). La escala de fitotoxicidad EWRC presenta un rango entre 0 (plantas sin daño), y 9 (muerte de las plantas).

Para preemergencia de *V. sativa* se destacaron sulfentrazone, linurón y flurocloridona (Tabla 1). En el caso del linurón se observó discordancia con CASAFE (2011) que indica que la *Vicia* spp. es susceptible al herbicida. Para *V. villosa*, sulfentrazone, flurocloridona y oxifluorfen mostraron buenos resultados (Tabla 1). Metribuzin, imazetapir, diurón, simazina, linurón y prometrina son sugeridos para preemergencia de *V. sativa*, igual que pendimentalín, diurón, linurón, prometrina y simazina para *V. villosa* (Aarssen et al. 1986, Caballero et al. 1995, Seymour y Brandon 2002, Seymour et al. 2003, Graham 2006, Garnica et al. 2012). Bajo las condiciones regionales, las dos especies de vicia mostraron fitotoxicidad variable según dosis, año y sitio a las aplicaciones en preemergencia (Figura 13). Las triazinas aparecieron como herbicidas recomendables para suelos pesados, aunque pueden producir fitotoxicidad en suelos arenosos, especialmente si las lluvias posteriores a la aplicación movilizan el producto hacia estratos del suelo donde se encuentran las semillas o raíces de las plántulas (White et al. 2005).

La flurocloridona produjo un buen control de malezas durante las etapas iniciales del cultivo en aplicaciones en presiembra o preemergencia. Este activo presenta un amplio espectro de control y residualidad cercana a 90 días (Figura 14 y 15). Para evitar síntomas de fitotoxicidad la profundidad de siembra debe ser superior a 3 cm. En los sistemas con riego, debe evitarse que un exceso de agua luego de aplicado el herbicida. Ello puede conducir a que se observen síntomas de fitotoxicidad, que también puede ser causado por lluvias de gran magnitud. La fitotoxicidad al herbicida se manifiesta como clorosis de las primeras hojas. Generalmente esta reacción no tiene un impacto productivo ya que el cultivo se recupera mediante el rebrote a partir de yemas axilares (Figura 15). Este producto es absorbido por las raíces y órganos aéreos juveniles de las plantas, moviéndose en sentido acrópeto, en una tasa que disminuye a medida que la planta adquiere mayor desarrollo. La flurocloridona controla malezas durante la germinación y también en los primeros estadios, debido a que bloquea la síntesis de carotenos y destruye la clorofila por fotoxicación occasionando una decoloración en las malezas y su posterior necrosis y muerte (Arregui y Puricelli 2008, CASAFE 2011).

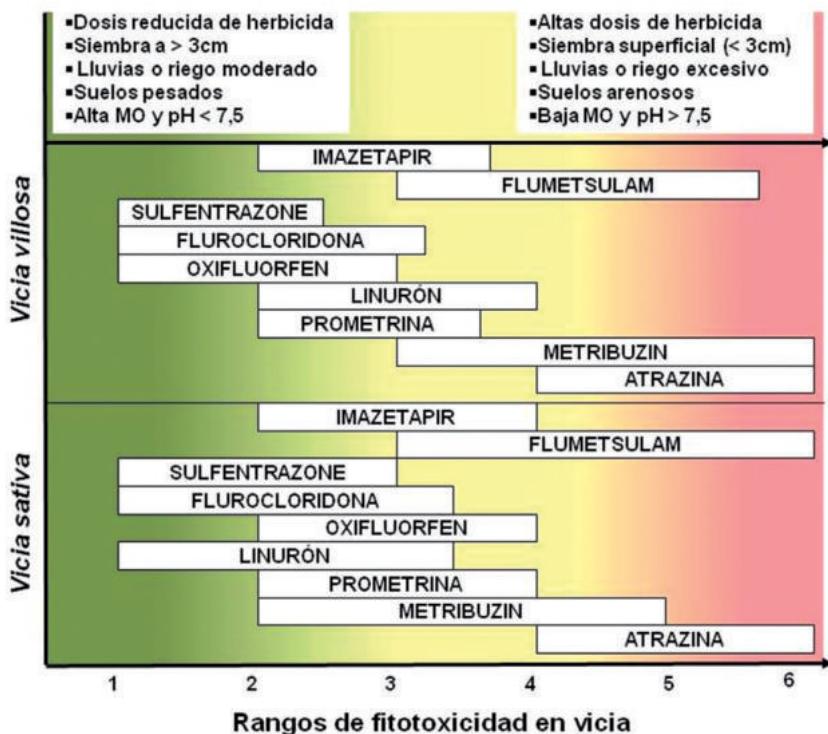


Figura 13. Rangos de fitotoxicidad observados en *V. sativa* y *V. villosa* para aplicaciones de herbicidas en preemergencia y condiciones predisponentes que aumentan el daño sobre el cultivo. Escala según EWRC, donde 1 corresponde a sin daño del cultivo, 2-muy leves, 3-ligeros, 4-acusados, con lenta recuperación, 5-dudosos y 6-marcados, sin recuperación.



Figura 14. Efecto de flurocloridona aplicada en preemergencia de *V. villosa* (a), cultivo estableciéndose libre de malezas (b) en relación a un testigo sin herbicida y con alta incidencia de malezas (c).

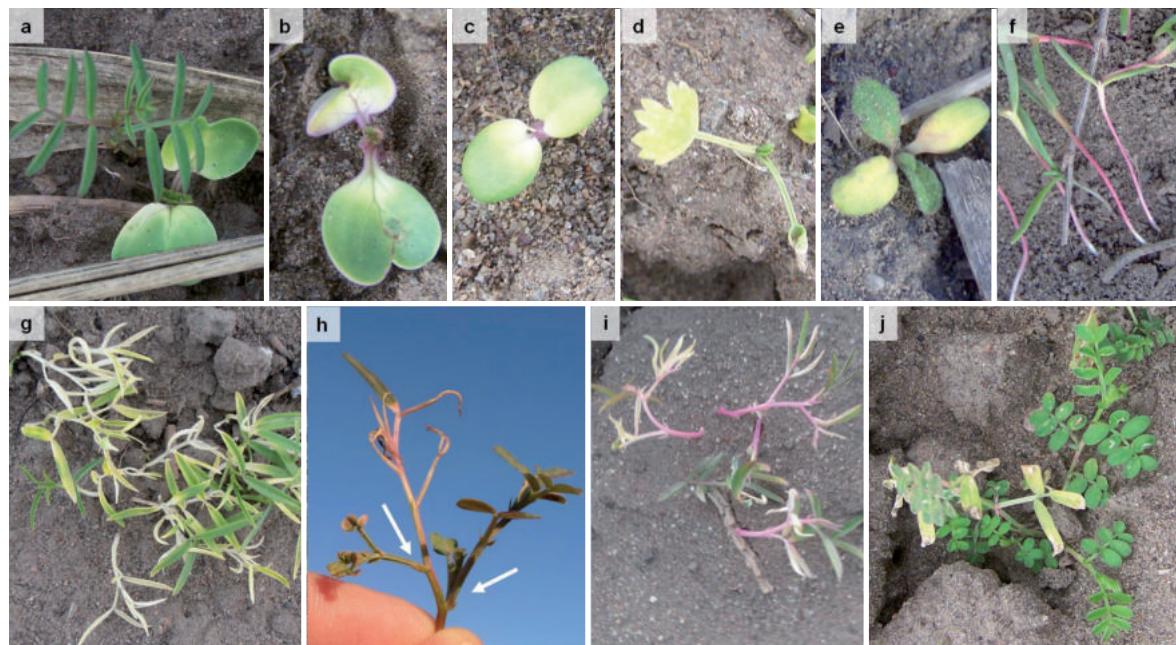


Figura 15. Efecto de flurocloridona sobre “nabón” *Raphanus sativus* (a y b), “ortiga mansa” *Lamiun amplexicaule* (c), “falsa biznaga” *Ammi majus* (d), “abrepúno amarillo” *Centaurea solstitialis* (e) y “sanguinaria” *Polygonum aviculare* (f). Efectos fitotóxicos y recuperación por rebrote de las yemas axilares en plántulas en *V. sativa* (g y h) y *V. villosa* (i y j).

Las alternativas químicas para el control de malezas de hoja ancha en postemergencia de *V. sativa* en general son menos confiables que para *V. villosa* (Tabla 1). Resultados aceptables en *V. sativa* fueron obtenidos con aplicación de bajas dosis de carfentrazone (Figura 16), diflufenican, metribuzin, prometrina, aclonifen, linurón, flumetsulam e imazetapir, aunque estos herbicidas pueden afectar al cultivo en determinadas ocasiones (Seymour 2001, Seymour y Brandon 2002, Seymour et al. 2003). Debe considerarse que un aumento de la dosis del herbicida puede causar fitotoxicidad sobre el cultivo con alta proporción de área foliar (Figura 16). Para *V. villosa* las alternativas disponibles incluyen a bentazón, diflufenican, metribuzin, imazetapir, imazamox y carfentrazone (England et al. 1980, Graham 2006, Gigón et al. 2010).

Si bien algunos productos con moderada fitotoxicidad (4) producen daños sobre la vicia, se observó la recuperación del cultivo luego de 45 días desde la aplicación. Si se admite ese nivel de daño, es posible ampliar el rango de herbicidas de uso posible, que incluyen al flumetsulam para ambas especies, en preemergencia y postemergencia. Sin embargo, no hay que dejar de lado que dosis altas pueden incidir negativamente sobre la productividad del cultivo de vicia.

Para el control de malezas gramíneas en vicias en monocultivo, pueden utilizarse en forma segura los graminicidas selectivos de postemergencia, correspondiente a los ariloxifenoxipropionatos (“fops”) y ciclohexanodionas (“dims”) (Seymour et al. 2003).

En siembras consociadas, las alternativas químicas se reducen debido a que los latifolicidas que se utilizan en cereales de invierno: bromoxinil, clopiralid, 2,4-D, dicamba, fluroxipir, MCPA, metsulfurón, prosulfurón, triasulfurón, aminopiralid y picloram, producen una alta fitotoxicidad al cultivo de vicia. Entre los herbicidas comunes se exceptúa el flumetsulam que presenta fitotoxicidad moderada (Seymour y Brandon 2002, Renzi et al. 2006, Renzi 2007b, Gigón et al. 2010, CASAFE 2011).

Las dosis, malezas susceptibles y persistencia media en el suelo, tanto para las alternativas preemergentes como postemergentes, posibles a utilizar en el cultivo de vicia se muestran en la Tabla 1.



Figura 16. Control de “mostacilla” *Rapistrum rugosum* (a) y “quinoa blanca” *Chenopodium álbum* (b) en *V. sativa* con aplicación de carfentrazone en postemergencia. Control de “nabón” *Raphanus sativus* en *V. villosa* con bentazón en postemergencia, y emergencias posteriores de nabón por falta de residualidad del producto (c). Fitotoxicidad de bentazón en altas dosis ($1200\text{ g i.a ha}^{-1}$) sobre *V. sativa* (d).

El cultivo de vicia posee tolerancia moderada a bajas dosis de glifosato, dependiendo de la especie y condiciones ambientales para la absorción y actividad del herbicida (Seymour 2002, Snapp y Borden 2005). Aplicaciones de 360 g i.a ha^{-1} de glifosato redujeron la producción de forraje en un 60% en *V. sativa*, pero este decaimiento fue de solo 10% para *V. villosa*. Probablemente la mayor tolerancia de *V. villosa* se deba a la pubescencia y menor tamaño de las hojas, aspectos que reducen la absorción del producto (Renzi 2009). En esta vicia, la decisión de usar bajas dosis de glifosato sola o en mezcla puede ser considerada otra alternativa de valor agronómico (Seymour 2002, Leguizamón y Verdelli 2011). Luego de un pastoreo de la vicia puede presentarse una oportunidad para la aplicación del glifosato, debido a la reducción del área foliar, que reduce la absorción por parte del cultivo. En el caso de cultivos de vicia puros con alta cobertura de malezas, debido al elevado costo de los herbicidas selectivos con escaso espectro de control de malezas o alta residualidad, también puede resultar conveniente aplicar bajas dosis de glifosato. No obstante, es importante considerar la presencia de malezas tolerantes o la posibilidad de generar resistencia a glifosato con uso reiterado de este herbicida en la rotación.

Tolerancia a triazinas e imidazolinonas

Las vicias poseen cierta tolerancia a la residualidad edáfica de herbicidas del grupo químico de las triazinas, originado en las aplicaciones en cultivos antecesores o barbechos químicos

Tabla 1. Herbicidas y dosis de uso posible en vicias, malezas con cierto grado de susceptibilidad (x), persistencia en el suelo y valores medios de fitotoxicidad según EWRC.

Herbicidas	Dosis formulada (l o kg ha ⁻¹)	Formulación (%)	Malezas																			
			Brassicáceas ¹	Abrepúños	Cardos	Sanguinaria	Manzanilla	Capiquí	Bowlesia	Ortiga mansa	Senecio	Enredadera anual	Falsa biznaga	Yuyo Colorado	Quinoa	Flor de pajarito	Cebadilla y raigrás	Rama negra	Persistencia (meses)	Fitotoxicidad ² en V. sativa	Fitotoxicidad ² en V. villosa	En mezcla con cereales
Preemergencia de vicia																						
Flurocloridona ³	1	EC25%	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4	2	2	SI	
Flumetsulam	0,1	SC12%	x	x			x	x					x	x				2	4	4	SI	
Sulfentrazone ⁴⁶	0,3	SC50%			x		x		x	x	x	x	x	x	x	x		4	2	1	NO	
Linurón ³	1	SC50%	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	4	1	3	NO	
Oxifluorfen ⁴	1	EC24%	x				x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	3	2	NO	
Metribuzin ⁵	0,25	SC48%	x		x	x	x		x			x	x	x	x	x		3	3	5	NO	
Imazetapir ⁴	0,75	SL10%	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	6	4	3	NO	
Prometrina	1	SC50%	x			x			x		x	x	x	x	x	x	x	2	4	3	NO	
Postemergencia de vicia																						
Bentazón ⁷	0,75	SL60%	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	0	4	1	SI	
Carfentrazone	0,04	EC40%	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2	1	SI	
Diflufenican ⁶	0,1	SC50%	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	2	2	SI	
Flumetsulam	0,1	SC12%	x			x	x					x	x	x	x	x	x	x	2	4	3	SI
Imazetapir ⁴	0,7	SL10%	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6	3	2	NO	
Imazamox	0,1	GR70%	x		x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	5	4	2	NO	
Aclonifen	1	SC60%	x			x					x	x	x	x	x	x	x	1	2	2	NO	
Metribuzin ⁵	0,25	SC48%	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	3	3	4	NO	
Prometrina	1	SC50%	x			x			x		x	x	x	x	x	x	x	2	4	4	NO	
Graminicidas ⁸			varios																0	1	1	NO

1) "mostacillas" (*Rapistrum rugosum*, *Hirsfeldia incana*, *Syimbrium irio*), "nabo" (*Brassica campestris*), "nabón" (*Raphanus sativus*), "flor amarilla" (*Diplotaxis tenuifolia*), "rúcula" (*Eruca sativa*), "mastuerzo" (*Coronopus didymus*), "bolsa de pastor" (*Capsela bursa pastoris*).

2) Fitotoxicidad donde 1 corresponde a sin daño del cultivo, 2-muy leves, 3-ligeros, 4-acusados, con lenta recuperación y 5-dudosos.

3) Sembrar el cultivo de vicia a una profundidad no menor de 3 cm.

4) Control parcial de "cebollín" (*Cyperus rotundus* y *esculentus*).

5) Para mezclas con cebada, en postemergencia desde comienzo hasta pleno macollaje.

6) Control adicional de "cardo ruso" (*Salsola kali*).

7) Para obtener buena eficacia se debe aplicar sobre malezas poco desarrolladas (hasta 6 hojas), en crecimiento activo y con alta humedad en el ambiente (HR > 60%). Para evitar daños en el cultivo aplicar en periodos libres de heladas o con temperaturas superiores a 25°C.

8) Haloxyfop, fluazifop-p, propaquizafop, butroxydim, cletodim, etc. Aplicación desde 2 hojas de la vicia.

Nombres científicos de malezas: "abrepúño" (*Centaurea* spp.), "cardos" (*Carduus* spp.), "sanguinaria" (*Polygonum aviculare*), "manzanilla" (*Anthemis cotula* y *Matricaria chamomilla*), "capiquí" (*Stellaria media*), "bowlesia" (*Bowlesia incana*), "ortiga mansa" (*Lamium amplexicaule*), "senecio" (*Senecio* spp.), "enredadera anual" (*Polygonum convolvulus*), "falsa biznaga" (*Ammi majus*), "yuyo colorado" (*Amaranthus quitensis*), "quinoa" (*Chenopodium album*), "flor de pajarito" (*Fumaria* spp.), "cebadilla" (*Avena fatua*), "raigrás" (*Lolium multiflorum*).

Nota: Los datos no constituyen recomendaciones de uso sino que documentan los resultados de aplicaciones que controlaron las malezas sin afectar la productividad de vicia luego de 90 días de aplicados los productos.

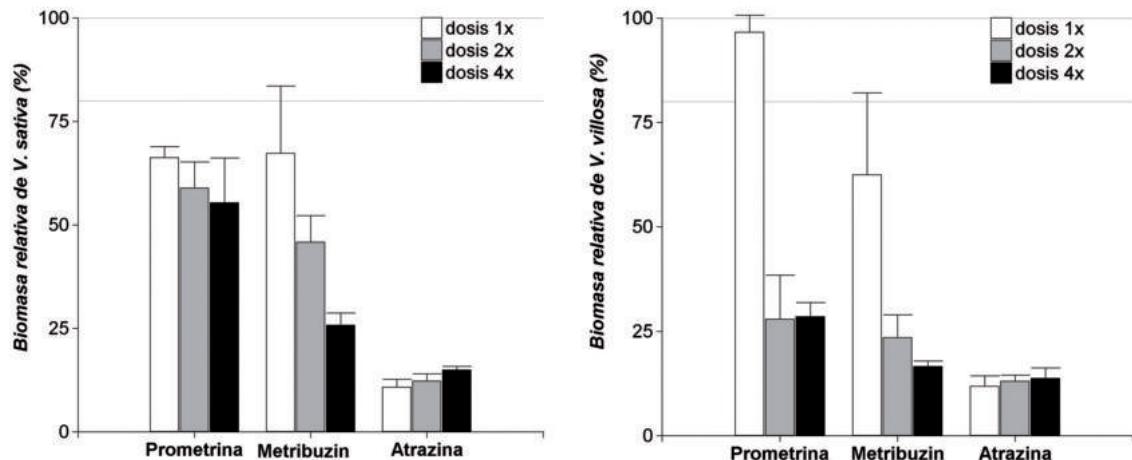
(Lucy 2000). Es por ello que la inclusión de vicia luego de sorgo o maíz con aplicaciones de triazinas, constituye una buena alternativa para obtener control de malezas durante el establecimiento (Figura 17). Dentro de esta familia, la atrazina, metribuzín y prometina son los productos más frecuentes en el mercado de Argentina, aunque también están registrados otros de menor adopción como la simazina, terbutrina, cianazina, hexazinona y prometrón (CASAFE 2011).

Las triazinas aplicadas en la preemergencia del cultivo de vicia se absorben por las raíces y se mueven vía xilema hasta las hojas, donde inhiben la fotosíntesis (Donovan y Prendeville 1975, 1976). La fitotoxicidad se manifiesta por decoloraciones cloróticas que comienzan en el borde y extremo extendiéndose ocasionalmente al total de la hoja. La atrazina muestra la mayor fitotoxicidad en vicia en relación a metribuzin y prometrina. En *V. villosa* solo aplicaciones de prometrina en preemergencia a dosis de 500 g i.a. ha⁻¹ no produjeron reducción de la biomasa total respecto al testigo sin herbicida (Figura 18).

Para el grupo químico de las imidazolinonas, las vicias y en particular *V. villosa*, poseen buena tolerancia tanto en aplicaciones sobre el cultivo como en siembras sobre lotes con residualidad de estos productos (Figura 17). Buena resiembra natural de *V. villosa* se observó en ensayos realizados en la EEA H. Ascasubi luego de solo 2 meses de aplicado imazamox, imazapir e imazetapir en dosis comerciales. Este comportamiento muestra la posibilidad de sembrar un cultivo de *V. villosa* luego de aplicados estos herbicidas residuales en cultivos antecesores (Figura 19).



Figura 17. Establecimiento de *V. villosa* sobre sorgo como antecesor (a), y efectos fitotóxicos de metribuzin en preemergencia (b) y postemergencia (c) en *V. villosa*. Control de crucíferas (“nabón” y “mostacilla”) con imazetapir en postemergencia en *V. villosa* (d) y *V. sativa* (e) y escapes de malezas asteráceas (“cardo pendiente” y “diente de león”) en *V. villosa*.



Residualidad de sulfonilureas

En rotaciones de trigo-vicia resulta importante considerar que las aplicaciones de

metsulfurón-metil u otros herbicidas del grupo químico de las sulfonilureas (prosulfurón, triasulfurón, iodosulfurón, etc.) en el trigo pueden causar problemas de fitotoxicidad en el cultivo de vicia, debido a la persistencia en el suelo y la elevada susceptibilidad de la especie (Figura 20) (Alonso Prados *et al.* 2002, Graham 2006, Hawthorne 2007).

La vida media de las sulfonilureas en el suelo se incrementa con el aumento de la dosis de aplicación, pH del suelo, contenido de arcilla, materia orgánica, sequía y otros factores (Alonso Prados *et al.* 2002, Rodríguez 2003). Por lo tanto, el uso de sulfonilureas para el control de hoja ancha durante el cultivo de los cereales que la precedan a las vicias en la rotación debe restringirse a una única aplicación, cuidando de no sobrepasar la dosis recomendada. Si esta condición no se respeta, la capacidad productiva de las plantas de vicia puede disminuir. Ello puede suceder aun si el efecto de la sulfonilurea es visualmente imperceptible, debido a la marcada fitotoxicidad sobre el desarrollo radicular.

En condiciones de riego y suelos de pH neutro (7,1), baja materia orgánica (<2,4%) y textura franco arenosa, fueron necesarios 150 días desde la aplicación con 560 mm de agua (lluvia + riego) para que los efectos de residualidad de metsulfurón y de la mezcla prosulfurón más triasulfurón en plántulas de *V. villosa* no fueran visualmente notorios (Figura 21). Es de destacar que luego de riegos de \approx 100 mm ($n = 3$) los herbicidas se detectaron en la superficie del suelo (0-20 cm). La utilización de biotest puede usarse como un método eficiente para evaluar la residualidad de sulfonilureas previo a la siembra de vicia, debido al escaso lavado del producto detectado en nuestros estudios (Figura 20).



Figura 20. Policultivo de *V. villosa* y avena con (a) y sin (b) efectos de metsulfurón. Fitotoxicidad sobre *V. villosa* por residuos de sulfonilureas (c y d) y efecto sobre la raíces de girasol con (e) y sin presencia de residuos en el suelo (f) en análisis mediante biotest.

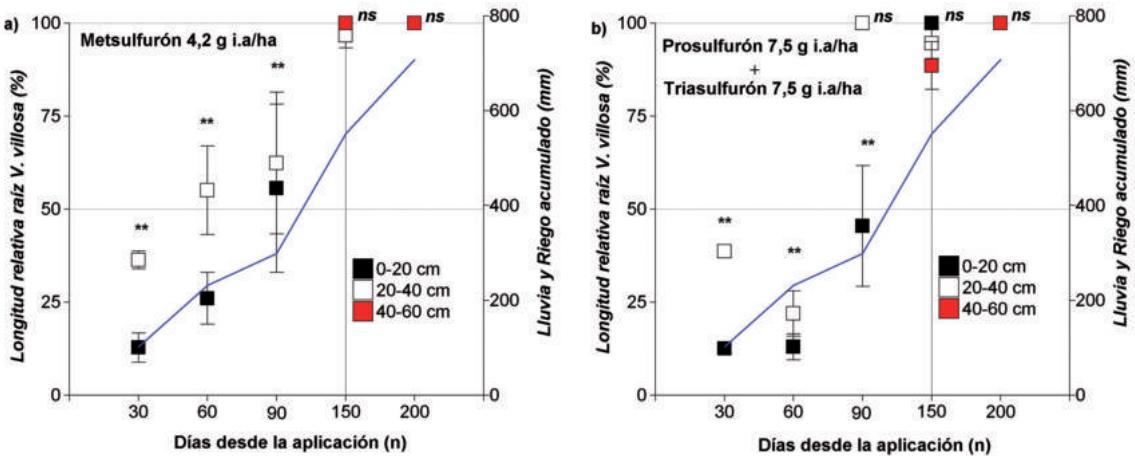


Figura 21. Longitud de la raíz de *V. villosa* relativa al testigo de biotest en muestras de 0-20, 20-40 y 40-60 cm de profundidad de suelo en relación a las lluvias y riego acumulado (mm), para muestreos realizados desde los 30 días hasta los 200 días de la aplicación de metsulfurón (a) y prosulfurón + triasulfurón (b). En cada fecha de evaluación ns y ** indican diferencias no significativas ($p>0,05$) y altamente significativas ($p<0,01$) respecto al control sin herbicida.

Estrategia de control de *Lolium multiflorum* y *Avena fatua*

Dentro de un esquema rotacional con trigo, la inclusión de las vicias constituye una estrategia valiosa para el control de “cebadilla” (*Avena fatua*) y “raigrás” (*Lolium multiflorum*). Ello es particularmente útil para el caso del raigrás resistente a glifosato, debido a la factibilidad de empleo de varios graminicidas. En algunos cultivares precoces de vicia puede realizarse la aplicación de desecantes (paraquat) luego de la madurez fisiológica del cultivo y previo a la cosecha, para matar las inflorescencias del raigrás y la cebadilla que sobresalen sobre el canopeo de la vicia, y evitar que estas produzcan semilla (Seymour *et al.* 2003). El conocimiento de la biología de las malezas más importantes posibilita seleccionar estrategias de manejo integral, como fechas de siembras tardías y cultivares precoces para posibilitar el uso de herbicidas desecantes luego de la madurez fisiológica del cultivo. El estado de madurez del cultivo recomendado para la aplicación de un desecante de contacto es cuando el 75% de las vainas del estrato inferior de la planta presentan coloración amarillo-marrón y las semillas comenzaron a endurecerse. Aplicaciones anteriores a este estado de madurez afectan la calidad de la semilla, disminuyendo el poder germinativo, vigor y peso de la semilla (Seymour *et al.* 2003, Meldrum 2010).

Control químico de vicia

Debido a su elevada capacidad de resiembra y a los mecanismos de dormición de semilla de las vicias, que se manifiestan especialmente en *V. villosa* subsp. *villosa*, *V. villosa* subsp. *dasycarpa* y *V. sativa* subsp *nigra*, luego de su cultivo suele observarse plantas voluntarias que deben ser controladas. Lo mismo se plantea cuando las vicias son utilizadas para cubrir el suelo en estrategias conservacionistas. En estas dos situaciones extremas, las vicias deben ser controladas para que no interfieran en otros cultivos, utilizando métodos mecánicos o químicos. Es frecuente que la organización del sistema productivo limite el uso de los métodos mecánicos, como en los casos de la labranza cero. Ello orienta a desarrollar estrategias químicas para controlar las vicias tanto en sus estadios iniciales, tal como ocurre con las plantas voluntarias, o en estados avanzados cuando deben secarse

los cultivos de cobertura (Figura 22).

En trigo, las plántulas voluntarias de vicia pueden controlarse con aplicaciones de fluroxipir, dicamba, MCPA, 2,4-D, metsulfurón, aminopiralid, prosulfurón y triasulfurón (Seymour 2002, Gigón *et al.* 2010). Generalmente el bromoxinil no controla bien y ocurre un alto porcentaje de recuperación por rebrote desde la base de las plántulas (Ivany 2001, Seymour 2002, Graham 2006).

En los cultivos para cobertura, con plantas de vicia en floración, se han logrado controles mayores al 95% mediante mezclas de glifosato más fluroxipir (White *et al.* 2005). Si el glifosato se mezcla con 2,4-D o MCPA, el control fue superior al 90%. El control con glifosato mejora durante la floración de la vicia y el agregado de fluroxipir, además de aumentar el control, acelera el secado y previene el rebrote que ocurre frecuentemente con aplicaciones de glifosato solo (Seymour *et al.* 2003). Utilizando fluroxipir, MCPA y 2,4-D es muy importante respetar los tiempos de carencia para el cultivo principal, que oscila entre 14 y 28 días dependiendo del producto y la dosis utilizada (Graham 2006). Generalmente las dosis de glifosato son elevadas debido a la tolerancia que poseen las vicias, en especial *V. villosa* (Rodríguez 2003, Nadal *et al.* 2008).

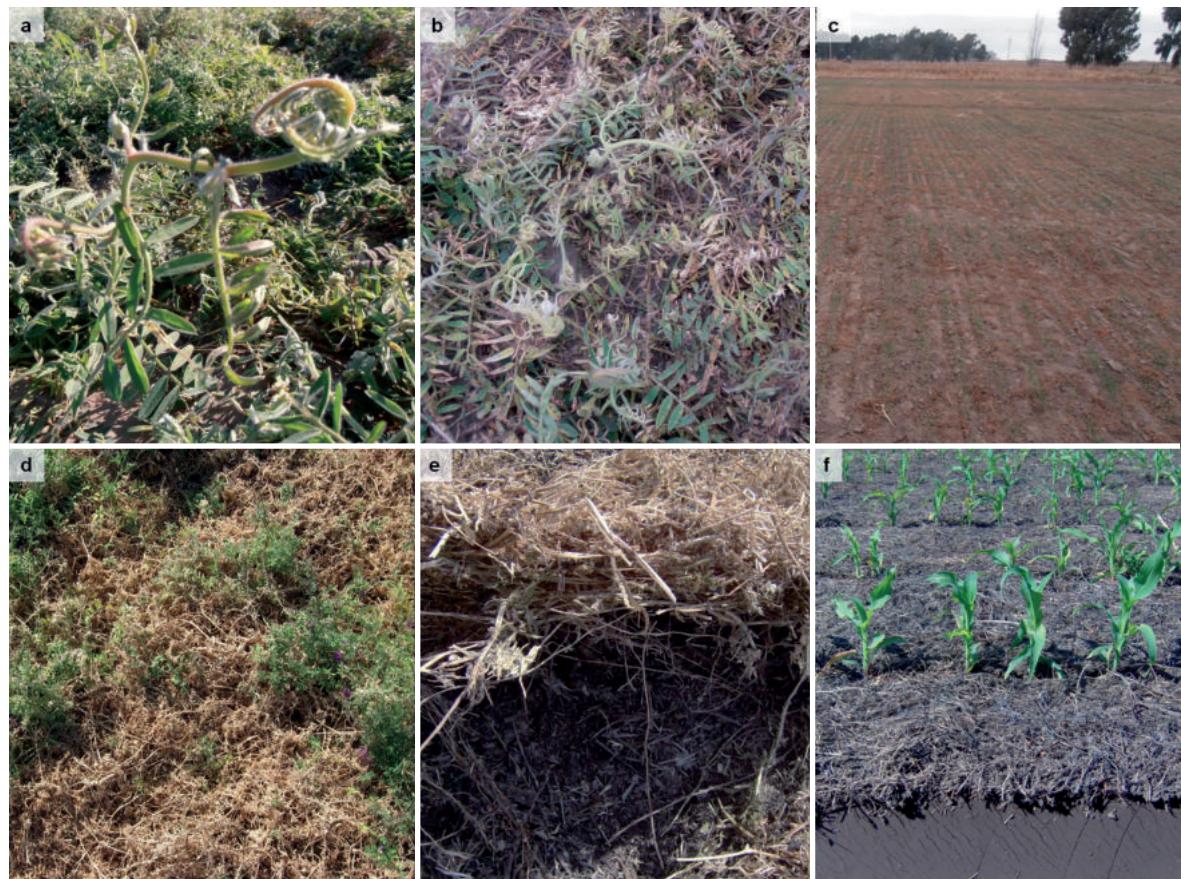


Figura 22. Control de *V. villosa* en estadios iniciales (a y b) con glifosato + 2,4-D previo a la siembra de trigo (c) y en estadios avanzados (d y e) previo a la siembra de maíz (f).

Bibliografía

- Aarsen, L.W., Hall, I.V., Jensen, K.I.N. 1986. The biology of Canadian weed: *Vicia angustifolia* L., *V. cracca* L., *V. sativa* L., *V. tetrasperma* (L.) Schreb. and *V. villosa* Roth. Can. J. Plant Sci. 66: 711-737.
- Alonso-Prados, J.L., Hernández-Sevillano, E., Llanos, S., Villarroya, M., García-Baudin, J.M. 2002. Effects of sulfosulfuron soil residues on barley (*Hordeum vulgare*), sunflower (*Helianthus annuus*) and common vetch (*Vicia sativa*). Crop Protection 21:1061-1066.
- Andersen, R.N. 1968. Germination and establishment of weeds for experimental purposes. Weed Science Society of America. 236p.
- Anugroho, F., Kitou, M., Nagumo, F., Kinjo, K. 2009. Effect of the sowing date on the growth of hairy vetch (*Vicia villosa*) as a cover crop influenced the weed biomass and soil chemical properties in a subtropical region. Weed Biology and Management 9: 129–136.
- Arana, M.V., Burgin, M.J., de Miguel, L.C., Sánchez, R.A. 2007. The very-low-fluence and high-irradiance responses of the phytochromes have antagonistic effects on germination, mannan-degrading activities, and DfGA3ox transcript levels in *Datura ferox* seeds. Journal of Experimental Botany, 58:3997-4004.
- Arregui, M.C., Puricelli, E. 2008. Mecanismo de acción de plaguicidas. Dow Agrosciences. Acquatint (ed.): 208 pp.
- Baskin, C.C., Baskin, J.M. 1998. Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego, Academic Press. 666 p.
- Batlla, D., Nicoletta, M., Benech-Arnold, R. 2007. Sensitivity of *Polygonum aviculare* seeds to light as affected by soil moisture conditions. Annals of Botany 99:915-924.
- Brandsaeter, L.O., Netland, J. 1999. Winter annual legumes for use as cover crops in row crops in Northern Regions: I. Field experiments. Crop Science 39:1369-1379.
- Caballero, R; Barro, C; Alzueta, C; Arauzo, M; Hernaiz, PJ 1995. Weed-control and herbicide tolerance in a common vetch-oat intercrop. Weed Science 43:283-287.
- CASAFE 2011. Guía de productos fitosanitarios de la República Argentina. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. República Argentina. 996p.
- Chantre, G.R., Sabbatini, M.R., Orioli, G. 2009. Effect of burial depth and soil water regime on the fate of *Lithospermum arvense* seeds in relation to burial time. Weed Research 49:81-89.
- Charles, K.S., Ngouajio, M., Warncke, D.D., Poff, K.L., Hausbeck, M.K. 2003. Integration of cover crops and fertilizer rates for weed management in celery. Weed Science, 54:326–334.
- Dereibus, V.A., Casal, J.J., Jacobo, E.J., Gibson, D., Kauffman, M., Rodriguez, A. M. 1994. Evidence that Heavy Grazing May Promote the Germination of *Lolium multiflorum* Seeds via Phytochrome-Mediated Perception of High Red/Far-Red Ratios. Functional Ecology 8:536-542.
- Donovan, J.T., Prendeville, G.N. 1975. Shoot zone uptake of soil-applied herbicides in some legume species. Weed research 15: 413-417.
- Donovan, J.T., Prendeville, G.N. 1976. Interactions between soil-applied herbicides in the roots of some legume species. Weed research 16:331-336.
- England, G.R., Currey, W.L., Gallaher, R.N. 1980. Herbicide tolerance and wild radish control in lupine and vetch. 42-48.
- Gigón, R, Labarthe, F, Lageyre, L. E., Vigna, M. R., López, R. L., Vergara, M. F., Varela, P. E. 2008. Comunidades de malezas en cultivos de trigo en el Sur y Sudoeste de la provincia de Buenos Aires. INTA Estación Experimental Agropecuaria Bordenave.
- Gigón, R., Lageyre, L.E., Vigna, M., López, R. 2011. Fitotoxicidad de herbicidas postemergentes en el cultivo de *Vicia villosa* Roth. TopCiencia Basf 177-181.
- Gigón, R., López, R.L., Vigna, M.R. 2010. Sensibilidad de *Vicia villosa* Roth. a diferentes herbicidas de postemergencia. Revista Argentina de Producción Animal 30:203-431.
- Garnica, I., Lezáun, J.A., Delgado, J., Esparza, M. 2012. La utilización de herbicidas en los cultivos de leguminosas en Navarra. Navarra Agraria 9-16.
- Graham C. 2006. Managing weeds in vetch rotation crops. A guide to integrated weed management in cotton. 5p.
- Hawthorne, W. 2007. Residual herbicides and weed control. Southern Pulse Bulletin 3:1-4.
- Ichihara, M., Yamashita, M., Sawada, H., Kida, Y., Asai, M. 2009. Influence of after-ripening environments on the germination characteristics and seed fate of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). Weed Biology and Management 9:217-224.
- Ivany, J.A. 2001. Evaluation of herbicides for control of tufted vetch (*Vicia cracca*) and narrow-leaved vetch (*Vicia angustifolia*). Crop Protection 20:447-450.
- Jannink, J.L., Merrick, L.C., Liebman, M., Dyck, E.A., Corson, S. 1997. Management and winter hardiness of hairy vetch in Maine. Technical Bulletin 167. Maine Agricultural and Forest Experiment Station. 35p.
- Joley, D.B., Maddox, D.M., Schoenig, S.E., Mackey, B.E. 2003. Parameters affecting germinability and seed bank dynamics in dimorphic achenes of *Centaurea solstitialis* in California. Can. J. Bot. 81: 993-1007.
- Kamo, T., Endo, M., Sato, M., Kasahara, R., Yamaya, H., Hiradate, S., Fujii, Y., Hirai, N., Hirota, M. 2008. Limited distribution of natural cyanamide in higher plants: OCcurrence in *Vicia villosa* subsp. *varia*, *V.*

- cracca*, and *Robinia pseudo-acacia*. *Phytochemistry* 69: 1166-1172.
- Kitis, Y.E., Koloren, O., Uygur, N. 2011. Evaluation of common vetch (*Vicia sativa* L.) as living mulch for ecological weed control in citrus orchards. *African Journal of Agricultural Research* 6:1257-1264.
 - Koger, C.H., Reddy, K.N. 2010. Effects of Hairy Vetch (*Vicia villosa*) Cover Crop and Banded Herbicides on Weeds, Grain Yield, and Economic Returns in Corn (*Zea mays*). *Journal of Sustainable Agriculture* 26:107- 124.
 - Leguizamón, E., Verdelli, D. 2011. Cultivos de cobertura: contribución al conocimiento y validación de datos disponibles en un área de la Pampa Ondulada, campaña 2010-2011. *Mercosojas* 4p.
 - Lucy, M. 2000. Vetch in Southern Queensland. *Research* 5:1632-1642.
 - López, M., Vigna, M. 1991. Evaluación de métodos químicos de control de cardo asnal (*Silybum marianum* L.) en una consociación forrajera de avena y vicia (*Avena sativa* L. y *Vicia sativa* L.). *Reunión Argentina sobre la maleza y su control. ASAM-CIAM, Mar del Plata*.
 - Mazzorca, A. 1976. Manual de malezas. Ed. Hemisferio Sur 564p.
 - Meldrum, A. 2010. Desiccation and croptopping in pulses. *Australian pulses bulletin* 14:1-4.
 - Mohammadi, G.R. 2010. Weed control in irrigated corn by hairy vetch interseeded at different rates and times. *Weed Biology and Management* 10:25-32.
 - Murungu, F.S., Chiduza, C., Muchaonyerwa, P. 2010. Biomass accumulations weed dynamics and nitrogen uptake by winter cover crops in a warm-temperate region of South Africa. *African Journal of Agricultural Research*
 - Nadal, S., Moreno, M.T., Román, B. 2008. Control of *Orobanche crenata* in *Vicia narbonensis* by glyphosate. *Crop Protection* 27:873-876.
 - Ohadi, S., Mashhadi, H.R., Tavakol-Afshari, R. 2011. Effects of storage and burial on germination responses of encapsulated and naked seeds of Turnipweed (*Rapistrum rugosum*) to light. *Weed Science* 59:483-488.
 - Poggio, S.L., Satorre, E.H., De la Fuente, E.B. 2004. Structure of weed communities occurring in pea and wheat crops in the Rolling Pampa (Argentina). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103:225-235.
 - Reddy, K.N., Clifford, H.R. 2004. Live and Killed Hairy Vetch Cover Crop Effects on Weeds and Yield in Glyphosate-Resistant Corn. *Weed Technology* 18:835-840.
 - Renzi, J.P. 2007a. Biomasa de malezas en siembra pura de *Vicia villosa* Roth. y en mezcla con *Avena sativa* L. *Revista Argentina de Producción Animal* 27: 151-152.
 - Renzi, J.P. 2007b. Selectividad de herbicidas aplicados en postemergencia en *Vicia villosa* Roth. y *Avena sativa* L. *Revista Argentina de Producción Animal*. 27: 150-151.
 - Renzi, J.P. 2009. Efecto de la estructura del cultivo y el grado de madurez a cosecha sobre el rendimiento y la calidad de semillas de *Vicia sativa* L. y *V. villosa* Roth., bajo riego. *Tesis Magíster en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur.* 125p.
 - Renzi, J.P., Boscardín, H., Agamennoni, R. 2006. Fitotoxicidad de herbicidas aplicados en postemergencia en *Vicia villosa* Roth. consociada con *Avena sativa* L. *Revista Argentina de Producción Animal* 26:218-220.
 - Redondo, A. 2012. Fitotoxicidad y control de malezas con herbicidas pre y postemergentes en *Vicia villosa* Roth. Trabajo de intensificación. DA-UNS. 29p.
 - Rodríguez, N. 2003. Sistemas de manejo de malezas con uso reducido de herbicidas para girasol sin labranza en un cultivo de *Vicia* spp. como cultivo de cobertura. *Cultivos de cosecha gruesa* 129-148. Ed. INTA.
 - Sans Serra, F.X., Altieri, M.A. 2003. Efecto del tipo de cultivo y de fertilización sobre la abundancia y la diversidad de las malas hierbas y la invisibilidad. *Comunicaciones del VI Congreso de SEAE* 1633-1644.
 - Sattell, R., Dick, R., Luna, J., McGrath, D., Peachey, E. 1998. Common vetch (*Vicia sativa* L.) and hairy vetch (*Vicia villosa*). *Extension Station Communications. Oregon State University* 422 Kerr Administration Corvallis, OR 97331-2119. USA.
 - Schillinger, W.F. 2007. Ecology and control of Russian Thistle (*Salsola iberica*) after spring wheat harvest. *Weed Science* 55:381-385.
 - Seymour, M. 2001. Vetch tolerance to post emergent application of Spiner. *Crop Updates*. <http://www.wa.gov.au/>
 - Seymour, M. 2002. Tolerance to low rates of Roundup and Sprayseed. *Pulse Research and industry development in Western Australia. ISSN* 1445-0592. 117p.
 - Seymour, M., Brandon, N. 2002. Tolerance of common vetch to post emergent herbicides. *Pulse Research and industry development in Western Australia. ISSN* 1445-0592. 117p.
 - Seymour, M., Siddique, K., Pritchard, I., Brandon, N., Riethmuller, G., Latham, L. 2003. Common vetch production technology. *Bull. 4578, Department of Agriculture, South Perth, Australia, ISSN* 1448-0352.
 - Smith, J., Valenzuela, H. 2002. Woollypod Vetch. *Cooperative Extension Service. University of Hawaii at Manoa. Sustainable Agriculture Green Manure Crops.* 3p. <http://www.ctahr.hawaii.edu/sustainag> Snapp, S.S., Borden, H. 2005. Enhanced nitrogen mineralization in mowed or glyphosate treated cover crops compared to direct incorporation. *Plant and Soil* 270:101-112.
 - Steinmaus, S., Elmore, C.L., Smith, R.J., Donaldson, D., Weber, E.A., Roncoroni, J.A., Miller, P.M.R. 2008. Mulched cover crops as an alternative to conventional weed management systems in vineyards. *Weed Research* 48: 273-281.
 - Teasdale, J.R. 1993. Interaction of light, soil moisture, and temperature with weed suppression by hairy

- vetch residue. *Weed Science* 41:46-51.
- White, P., Harries, M., Seymour, M., Burgess, P. 2005. Producing pulses in the Northern Agricultural Region. Department of Agriculture Government of Western Australia. Bulletin 4656 132p.
 - Widderick, M.J., Walker, S.R., Sindel, B.M., Bell, K.L. 2007. Germination, emergence, and persistence of *Sonchus oleraceus*, a major crop weed in subtropical Australia. *Weed Biology and Management* 10:102-112.
 - Wu, H., Walker, S., Rollin, M.J., Yuen Tan, D.K., Robinson, G., Werth, J. 2007. Germination, persistence, and emergence of flaxleaf fleabane (*Conyza bonariensis* [L.] Cronquist). *Weed Biology and Management* 7:192-199.
 - Zubiaga, L. 2010. Fitotoxicidad de dosis crecientes de herbicidas pre y postemergentes sobre *Vicia* spp. (*V. sativa* L. y *V. villosa* Roth.) y cereales de invierno (*Avena sativa* L., *Secale cereale* L. y *Hordeum vulgare* L.). Trabajo de intensificación. DA-UNS. 30p.

Capítulo 9

Producción de Semillas

Juan Pablo Renzi

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascasubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Introducción

A pesar que las vicias se cultivan en Argentina desde principios de siglo XIX, la disponibilidad de información bibliográfica sobre las técnicas de manejo para la producción de semilla es escasa y de reciente aparición.

Las dos especies de vicia más difundidas difieren en su potencial de rendimiento. Posiblemente debido a la insuficiencia del trabajo de mejoramiento, el potencial de rendimiento de semilla de *V. villosa* es menor (Abd El Moneim 1998). En esta especie, el rendimiento de semilla está asociado a la altura de cultivo, índice de cosecha, cuajado, biomasa por semilla e indehiscencia de las vainas (Berger 2002a, Renzi 2009). Este último rasgo es muy desventajoso en el caso de *V. villosa*, subsp. *dasyarpa*.

La magnitud y la estacionalidad de las lluvias impactan sobre la fenología, hábito de crecimiento y en definitiva sobre los componentes del rendimiento. La relación entre la variabilidad de los caracteres agro-morfológicos y del rendimiento se describe en el Capítulo 4.

Una amplia gama de factores agroecológicos determinan el rendimiento a través de su influencia sobre la estructura del cultivo, afectada por la oferta ambiental en relación al cumplimiento de las distintas etapas fenológicas. En este capítulo se repasan las prácticas de manejo conocidas hasta la actualidad para la multiplicación de semilla de vicias forrajeras.

Preparación del lote

La preparación anticipada del lote adquiere extrema importancia en el cultivo de vicia. Además de la acumulación de agua y fertilidad, el barbecho anticipado sirve para disminuir el banco de semillas y aumentar la temperatura del suelo. Ello es crucial para una buena implantación de las vicias, debido al lento crecimiento inicial que ocurre si la temperatura del suelo es inferior a 12°C y a la escasa disponibilidad de herbicidas selectivos (ver Capítulo 8).

En los ambientes semiáridos, el control de las malezas en barbecho mejora la eficiencia de almacenamiento de agua en el suelo, factor clave para incrementar la productividad del cultivo. Para aumentar la duración del barbecho es aconsejable utilizar lotes provenientes de cosecha fina (Labarthe y Pelta 1971). En general las labores recomendadas no difieren de las utilizadas para la siembra de verdeos invernales, destacándose la siembra directa o de mínima labranza. Ozpinar y Baytekin (2006) hallaron en cultivos de *V. sativa*, que los sistemas conservacionistas disminuyen la erosión y degradación del suelo, y mejoraron la productividad del cultivo y la disponibilidad de nitrógeno residual para el cultivo siguiente.

Época de siembra

La amplia ventana de siembra del cultivo de vicia en la región Pampeana, que comprende desde febrero a julio, facilita que se puedan realizar las labores sin interferir con la de otros cultivos de invierno (Hakyemez *et al.* 2006). La fecha de siembra óptima depende de factores ambientales y de manejo que están interrelacionados. Ellos incluyen la longitud del ciclo, cultivo antecesor, cultivo posterior, disponibilidad de humedad en el suelo, probabilidad de emergencia de malezas, temperaturas invernales y probabilidad de heladas primaverales (Tabla 1).

Las condiciones ambientales son más críticas durante la germinación y primeros estadios del cultivo respecto a otras fases fenológicas. La tasa de germinación se maximiza con 15-

23°C (Mosjidis y Zhang 1995, Brar *et al.* 1991), valores que en la región Pampeana ocurren durante febrero-marzo-abril.

Las siembras de cultivares de vicia de floración precoz a fines del verano, origina cultivos que pueden encontrarse en floración al llegar las primeras heladas (Capurro y González 2010). Cuando ocurren temperaturas cálidas y existe buena humedad durante el otoño, los cultivos sembrados muy temprano pueden mostrar un crecimiento excesivo del follaje (Figura 1). En este caso, la reducción del la luz en el canopeo sumado a las condiciones de humedad pueden estimular la senescencia anticipada de las hojas y el ataque de enfermedades foliares, disminuyendo el rinde de semillas (Seymour *et al.* 2003).

La fecha óptima de siembra en cultivos de vicia para semilla se encuentra entre los meses de abril-mayo. El atraso de la siembra hasta el mes de julio generalmente reduce la acumulación de biomasa vegetativa y de semilla, principalmente bajo condiciones semiáridas (White *et al.* 2005). Cuando el objetivo del cultivo es el doble propósito, la fecha óptima oscila entre fines de febrero y marzo (Labarthe y Pelta, 1971).

En el SO Bonaerense la generación de estructuras reproductivas de *V. villosa* (flores m⁻²) no fue diferente para siembras de marzo, abril y mayo, probablemente debido a la baja tasa de crecimiento invernal que es seguida por un “crecimiento explosivo” primaveral (Vanzolini *et al.* 2010). En ambientes con clima subtropical, el retraso en la fecha de siembra de marzo a mayo redujo el número de estructuras reproductivas de *V. villosa* (Anugroho *et al.* 2009). Para evitar el raleo del stand de plantas de *V. villosa* y la baja producción de biomasa inicial es recomendable sembrar más de 30 días antes de las primeras heladas (Piper y McKee 1912, Duke 1981).

Tabla 1. Fecha de siembra de *Vicia* spp. para algunas variables ambientales y de manejo. Período recomendado en verde, posible en amarillo, no recomendado en rojo.

Variables de manejo y ambientales	Meses						
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Ciclo de vicia precoz con alta probabilidad de heladas tempranas	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red
Cultivo doble propósito (forraje y semilla)	Green	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red
Antecesores soja-maíz-sorgo	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red
Ambiente semiárido. Bajas temperaturas invernales.	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Lote con alta infestación de malezas	Yellow	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red

En regiones semiáridas, cuando a las condiciones de sequía se suma el frío inicial, se produce mayor mortandad de plantas. En esas condiciones la fecha de siembra dependerá de la disponibilidad de humedad en el perfil de suelo (Brar *et al.* 1991). En los casos que la humedad se encuentre en capas profundas del suelo, se puede sembrar más profundo si el lote no posee limitantes físicas (costra superficial), químicas (salinos-sódicos), o alta infestación de malezas latifoliadas. En estas condiciones resulta recomendable aumentar un 10% la densidad de siembra y realizar una correcta inoculación de la semilla (White *et al.* 2005).

En regiones con elevadas precipitaciones, el retraso de la siembra a un período de menor temperatura puede disminuir la emergencia de las malezas y reducir su interferencia sobre el cultivo. Si la emergencia de las malezas acontece antes de la siembra pueden utilizarse herbicidas no selectivos o el laboreo mecánico para eliminarlas (Brar *et al.* 1991, Seymour *et al.* 2003).



Figura 1. Desarrollo de enfermedades foliares sobre el follaje de *V. villosa*.

Profundidad de siembra

La profundidad de siembra depende del tipo de suelo y la humedad del mismo. Cuando la misma se realiza en suelos sueltos arenosos puede ser mayor en relación a suelos franco-arcillosos. La profundidad óptima de siembra se encuentra comprendida entre 4 a 8 cm (Seymour *et al.* 2003). Debe considerarse que el vigor de las plántulas durante la implantación es proporcional al tamaño de la semilla (Ekpo *et al.* 2002). Se ha observado que la semilla de vicia tiene gran energía y puede emerger a más de 10 cm de profundidad (Figura 2 y 3) (Labarthe y Pelta 1971). En suelos con costra superficial la eficiencia de implantación dependerá del tamaño y vigor de la semilla. Siembra a menos de 4 cm, especialmente en suelos arenosos, incrementan el riesgo de fitotoxicidad de herbicidas aplicados luego de la siembra debido a la posibilidad de contacto del mismo con las raíces durante el crecimiento inicial (White *et al.* 2005).

En evaluaciones experimentales en un suelo franco-arenoso del sur de Buenos Aires se encontró que la *V. villosa* puede emerger desde 15 cm de profundidad. En esas condiciones la siembra sobre la superficie de suelo desnudo originó plántulas que no lograron establecerse (Figura 4). En el experimento reseñado, el fracaso de implantación se debió a que la lluvia que había promovido la germinación estuvo seguida de una rápida desecación de la superficie del suelo. La siembra de vicia al voleo en suelos con cobertura o antes de la cosecha de un cultivo de verano puede ser exitosa si se cuenta con un período de humedad suficiente para que la semilla germine y ocurra el establecimiento de la plántula (Jeon *et al.* 2011).

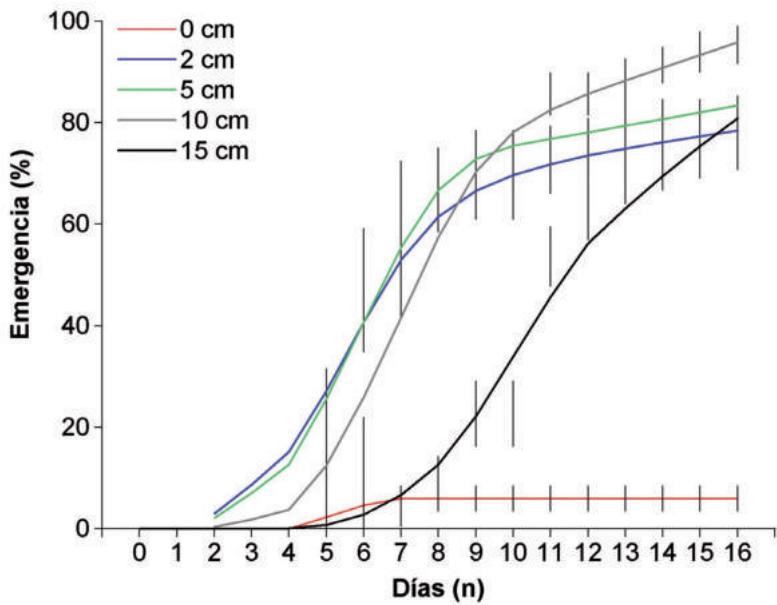


Figura 2. Emergencia de *V. villosa* bajo diferentes profundidades de siembra (Datos propios).

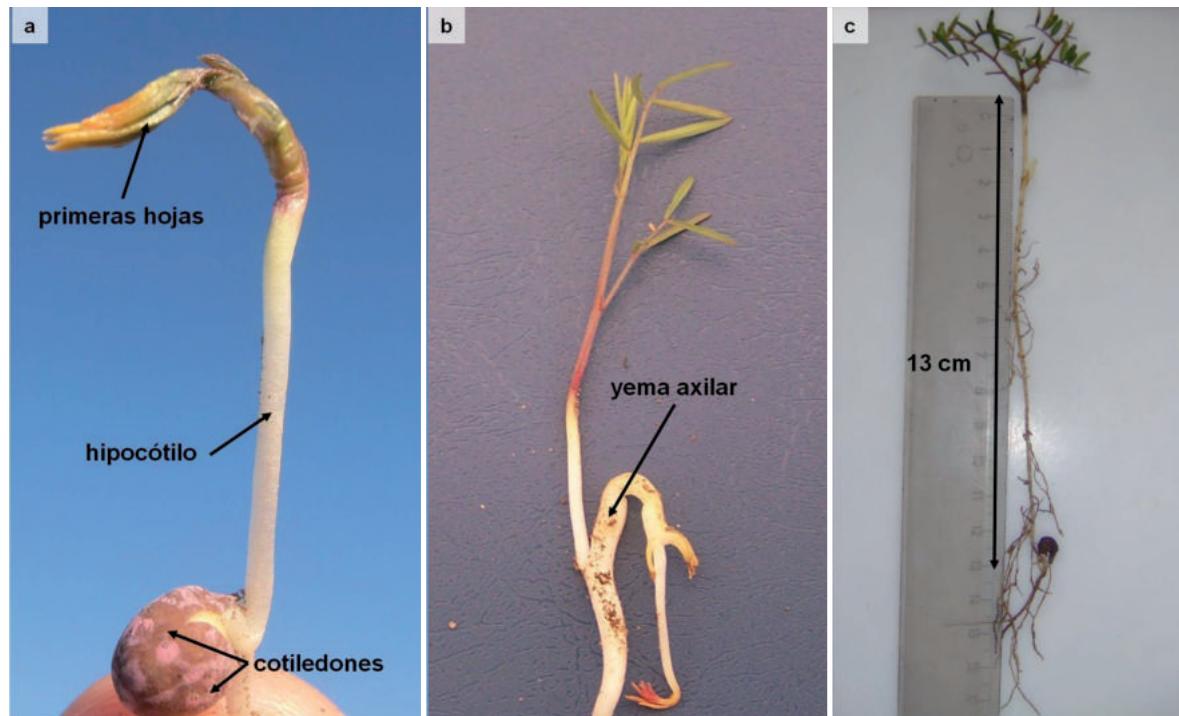


Figura 3. Germinación hipogea de *V. villosa*. Vista general (a), detalle de brote axilar (b) y plántula emergiendo desde 13 cm de profundidad (c).

Tratamiento de semillas

Las semillas de vicia pueden ser inoculadas con el grupo E de *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*. En aquellos lotes donde nunca se ha sembrado vicia, es conveniente la inoculación en el primer año (Labarthe y Pelta), debido a que la falta de una buena nodulación reduce el crecimiento, la fijación de nitrógeno y el rendimiento (Seymour *et al.* 2003). En lotes no.



Figura 4. Semillas sobre la superficie de un suelo desnudo seco (a), húmedo (b) y plántula de *V. villosa* establecida en siembra superficial en un suelo con cobertura vegetal (c).

inoculados del SO Bonaerense se han observado plantas de vicia con nódulos rosados de gran tamaño, probablemente originados en cepas nativas o naturalizadas (Figura 5). Debido al bajo costo y a las ventajas se recomienda la inoculación de la semilla de la vicia dentro de las 24 h previas a la siembra, bajo todas las circunstancias agronómicas (ver capítulo 10). En condiciones de sequía es recomendable incrementar la dosis del inoculo para asegurar un buen stand de bacterias en el suelo (White *et al.* 2005). No hay antecedentes locales sobre el tratamiento de la semilla con fungicidas o insecticidas. En Australia, el tratamiento de semillas con fungicidas, como tiram + tiabendazol se realiza para la prevención de algunas enfermedades de suelo, *Ascochyta* spp. y *Botrytis cinerea* (Hawthorne 2010).



Figura 5. Nódulos activos sobre raíces primarias y secundarias de *V. sativa* (a) y de *V. villosa* con mayor (b) y menor desarrollo (c).

Densidad de siembra en monocultivos

El rango de densidad óptima de *V. sativa* en cultivos para semilla está comprendido entre 30 y 250 plantas m^{-2} para siembras puras o asociadas con cereales. En Australia el rango recomendado oscila entre 40 a 60 plantas m^{-2} (25 a 45 kg ha^{-1}), dependiendo de las condiciones ambientales y fechas de siembra (Seymour et al. 2002, Siddique y Loss 1996, White et al. 2005), mientras que en EEUU se recomienda 75 a 150 plantas m^{-2} (45 a 90 kg ha^{-1}) (Scotch y McKee 1962, Sattell et al. 1998), en Europa 100 a 150 plantas m^{-2} (55 a 80 kg ha^{-1}) (Martiniello y Ciola 1995, Pacucci et al. 1999, Lloveras et al. 2004) y en Asia 120 a 250 plantas m^{-2} (65 a 140 kg ha^{-1}) (Aydogdu y Acikgoz 1995, Ozpinar y Soya 2003, Ozpinar et al. 2007).

En los estudios realizados en el sur de Buenos Aires, con densidades entre 100 a 200 plantas m^{-2} (50 a 60 kg ha^{-1}) se alcanzaron los mayores rendimientos de semilla (Figura 6) (Renzi 2009). La amplitud del rango de densidad de siembra se asocia a la elevada plasticidad reproductiva (Renzi 2009). Aydogdu y Acikgoz (1995) observaron que aumentando la densidad de siembra de *V. sativa* desde 50 hasta 300 semillas m^{-2} también aumentaba el stand, altura de plantas, número de vainas y semillas por unidad de superficie, mientras que el número de tallos, vainas y semillas por planta así como la biomasa por semilla, disminuían. Resultados análogos fueron obtenidos por Turk (1999), Uzun et al. (2004) y Renzi (2009) con *V. pannonica*, *V. ervilia*, *V. narbonensis*, *V. sativa* y *V. villosa*.

En el caso de *V. villosa*, el stand más productivo se encuentra entre 30 a 200 plantas m^{-2} . En Australia se sugiere el empleo de 30 a 40 plantas m^{-2} (15 a 20 kg ha^{-1}) (Siddique y Loss 1996), en EEUU 70 a 100 plantas m^{-2} (25 a 35 kg ha^{-1}) (Sattell et al. 1998, Teasdale et al. 2004) y en Europa y Asia entre 100 a 200 plantas m^{-2} (35 a 70 kg ha^{-1}) (Asghar et al. 1999, Saxena et al. 1992, Yilmaz y Can 2000).

En las evaluaciones nacionales, con 35-50 plantas m^{-2} se maximizó el rinde de semillas, que se mantuvo hasta densidades de 200 plantas m^{-2} (Figura 6). Dado que *V. villosa* posee hábito de crecimiento postrado y mayor longitud de tallos, se recomiendan menores densidades que para *V. sativa* probablemente se deban al hábito de crecimiento postrado

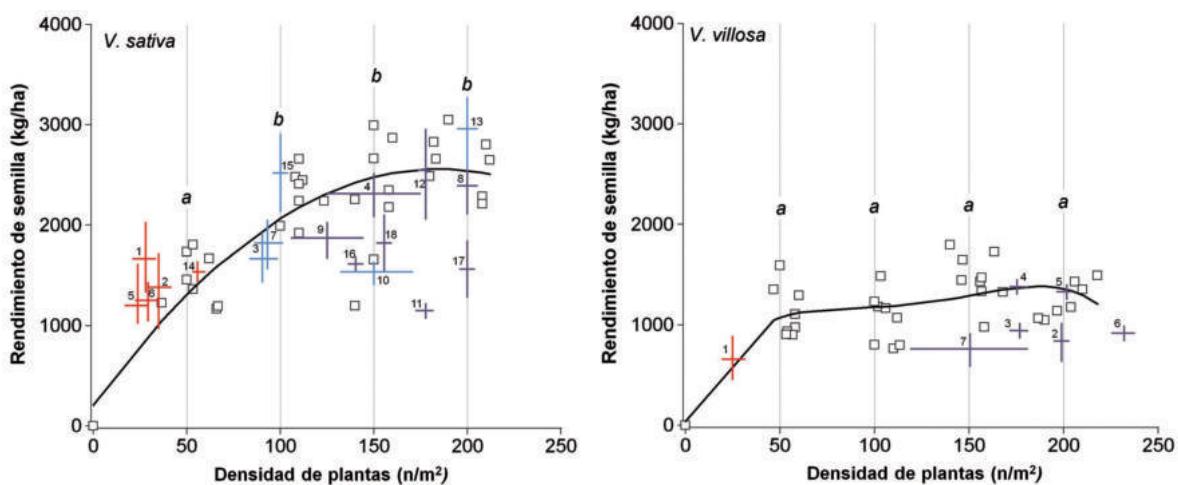


Figura 6. Efecto de la densidad sobre el rendimiento de semilla de *V. sativa* y *V. villosa* en la EEA H. Ascasubi y para un rango de 220-500 mm de lluvias durante el ciclo del cultivo.

V. sativa: 1-Siddique y Loss 1996. 2-Seymour et al. 2002. 3-Mihailovic et al. 2007. 4-Ozpinar et al. 2007. 5-Thomson et al. 1997. 6-Siddique et al. 1999. 7-Martiniello y Ciola 1995. 8-Buyukburc y Karadag 2002. 9-Soya 1994. 10-Pacucci et al. 1999. 11,12-Abd El Moneim 1998. 13-Andrzejewaka et al. 2006. 14-Berger et al. 2002a. 15-Casta y Sombrero 2004. 16-Kendir 1999. 17-Larbi et al. 2011a. 18-Orak y Nizam 2004.

V. villosa: 1-Siddique y Loss 1996. 2-Buyukburc y Karadag 2002. 3, 4-Abd El Moneim 1998. 5-Kendir 1999. 6-Larbi et al. 2011b. 7-Asghar et al. 1999.

y mayor longitud de los tallos (Figura 7) (Renzi 2009). Debido que esta estrategia a veces produce el sombreado de las hojas inferiores, el crecimiento excesivo limita la fotosíntesis (Berger *et al.* 2002a, b, Karadag 2004).

La densidad puede variar en función de la fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua durante el ciclo. Seymour *et al.* (2003) sugiere densidades bajas para sitios marginales, con el objetivo de aumentar el uso eficiente del agua, evitando el crecimiento vegetativo en detrimento de la disponibilidad de agua de suelo en el período de floración a llenado de grano. Este manejo puede aumentar la susceptibilidad a pulgones, disminuir competencia frente a las malezas y la eficiencia de cosecha (Seymour *et al.* 2003).



Figura 7. Desarrollo de tallos en *V. villosa* en cultivo (a) y en planta aislada (b)

Para lograr el número de plantas m^{-2} objetivo es importante ajustar la dosis de siembra ($kg ha^{-1}$) de acuerdo a los parámetros de calidad de semilla, como pureza, la biomasa por semilla, usualmente indicada como el peso de las mil semillas (P_{1000}) y poder germinativo (PG).

En *V. sativa* los valores de P_{1000} oscilan en el rango de 50-85 g, con valores medios de 65 g. En *V. v. subsp. villosa* la semilla es de menor tamaño, oscilando entre 25-50 g y con promedio de 35 g. La *V. v. subsp. dasycarpa* posee un P_{1000} ligeramente superior al de *villosa*, con valores cercanos a 40-45 g (Renzi *et al.* 2010a).

Las semillas de vicia son frágiles y se dañan durante las operaciones de cosecha, transporte y almacenamiento, de ahí la importancia de analizar el PG previamente a la siembra. Se considera que generalmente el PG de las vicias es elevado, cercano al 90-95% (Seymour *et al.* 2003). No obstante ello, en el laboratorio de semillas de la EEA H. Ascasubi se han registrados registros de PG inferiores al 60%, en su mayor parte debido a un deficiente almacenamiento y ardido de la semilla.

El coeficiente de logro hace referencia al porcentaje de semilla viable que emerge y sobrevive en el campo luego de 4 a 6 semanas de la siembra. Los análisis de germinación se realizan en condiciones ideales en laboratorio donde no existen factores desfavorables como en el campo. Evidencias experimentales sugieren que el coeficiente de logro en vicia oscila entre 0,60-0,75. Sin embargo, este valor puede cambiar en función de la fecha de siembra, preparación del suelo, humedad, y eficiencia de la sembradora (Seymour *et al.* 2003, White *et al.* 2005).

Empleo de un cultivo soporte

El hábito de crecimiento de *V. sativa* y *V. villosa* es semipostrado a postrado. Es por ello que las operaciones de cosecha pueden mejorar en cultivos consociados con un cereal fino utilizado como soporte, con el fin de aumentar la altura efectiva de las plantas de vicia, facilitando así el corte para cosecha (Figura 8) (Pacucci *et al.* 1999, Turk 2000, Ozpinar *et al.* 2007, Renzi 2009).

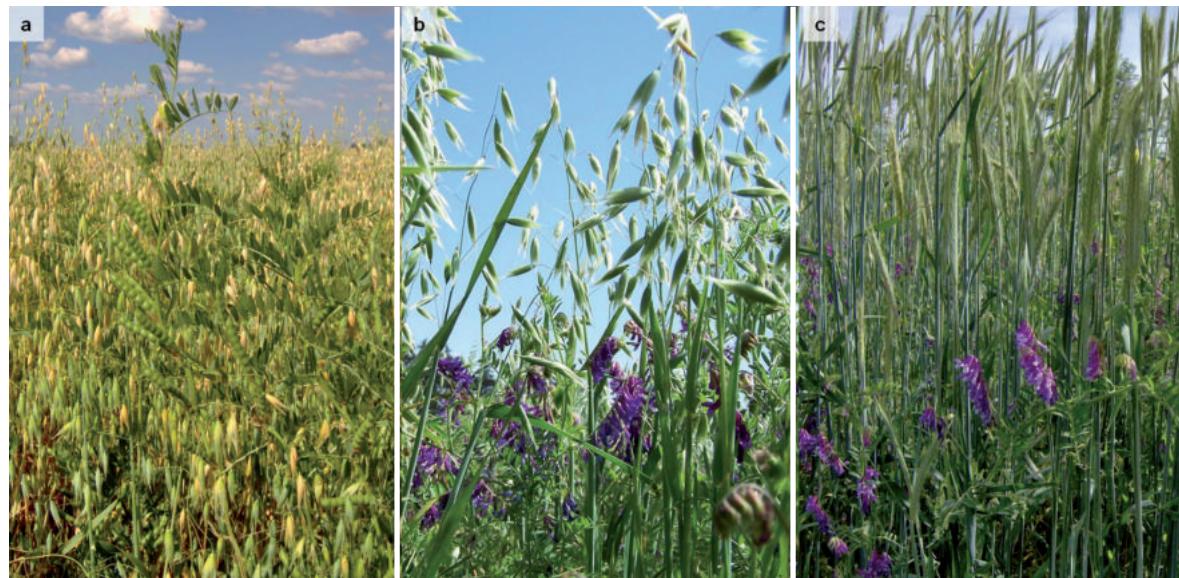


Figura 8. Cultivo de avena como soporte de *V. sativa* (a), *V. villosa* (b) y consociación de centeno con *V. villosa* (c).

En la elección del cultivo soporte debe considerar las propiedades físicas de la mezcla y la factibilidad de realizar la separación de las semillas. En general, se recomiendan las consociaciones con avena o centeno, ya que las que incluyen a triticale (*X Triticosecale* Wittmack.), cebada (*Hordeum vulgare* L.) o trigo (*Triticum aestivum* L.) producen una mezcla de semillas más difíciles de separar (Labarthe y Pelta 1971).

La mejora del rendimiento en policultivos puede explicarse por los principios de producción competitiva y de facilitación (Vandermeer, citado por Sarandón y Chamorro 2003). De acuerdo al principio de producción competitiva el policultivo puede ser más productivo si los requerimientos de recursos de las especies (sus nichos ecológicos) son suficientemente diferentes. El principio de facilitación se presenta cuando una especie modifica el ambiente de tal manera que beneficia a la segunda especie. Este sería el caso de plantas erguidas y altas, asociadas con plantas trepadoras, como es la consociación vicia con un cereal invernal.

En la mayoría de los casos los beneficios hallados en policultivos con vicia aparecen asociados al aumento de la producción total de forraje y/o grano (Caballero *et al.* 1995, Dhima *et al.* 2007, Alemu *et al.* 2007, Lithourgidis *et al.* 2007). Generalmente el rendimiento de semilla de vicia en policultivos es similar al obtenido en monocultivo, aunque bajo ciertas condiciones el cultivo soporte podría interferir sobre la vicia, limitando su producción de forraje y semilla (Ozpinar *et al.* 2007).

Para las condiciones del sur de Buenos Aires se observó que densidades entre 20-30 plantas m⁻² o 50-60 plantas m⁻² de avena (cv. Graciela INTA) en mezclas con *V. sativa* o *V. villosa* respectivamente, incrementaron la altura del cultivo a cosecha en un 35 y 60 % sin modificar el rendimiento de semilla (Figura 9). La tolerancia a una mayor densidad de

avena de *V. villosa* se debe a su mayor competitividad en relación a *V. sativa* (Pacucci *et al.* 1999, Ozpinar y Soya 2003, Renzi 2009).

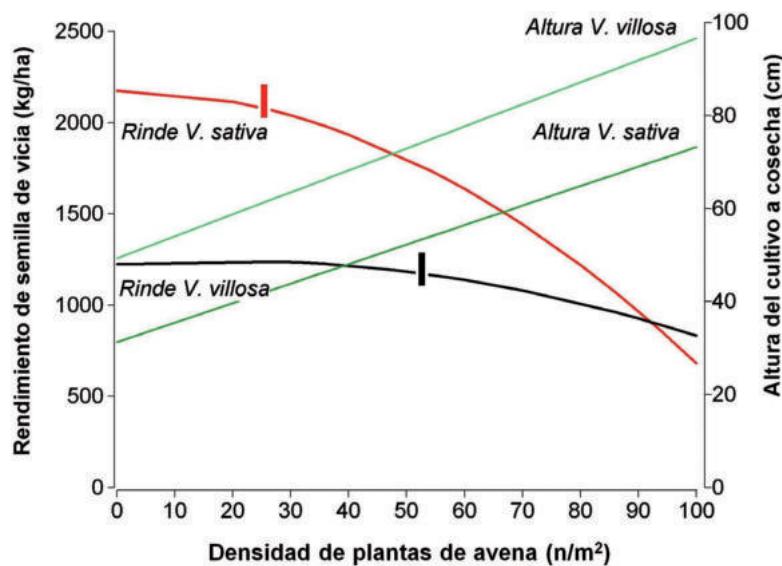


Figura 9. Influencia de la densidad de plantas de avena (n/m^2) sobre el rendimiento de semilla de *V. sativa* y *V. villosa* y la altura del cultivo a cosecha, en la EEA H. Ascasubi.

El triticale, cebada, y en menor medida el centeno deben ser implantados más ralos porque ejercen mayor competencia sobre la vicia que la avena (Figura 10) (Renzi *et al.* 2010b). Incrementos en la altura de la vaina (despeje) se obtuvieron con 50 ± 10 plantas m^{-2} del acompañante y 50 ± 10 o 100 ± 20 plantas m^{-2} para *V. villosa* o *V. sativa* respectivamente (Figura 11). Si bien con centeno se logró mayor altura a la primera vaina, podrían presentarse dificultades para la regulación del cabezal de la cosechadora debido a la diferencia de altura entre los órganos reproductivos de la vicia y el centeno (Figura 11) (Renzi *et al.* 2011).

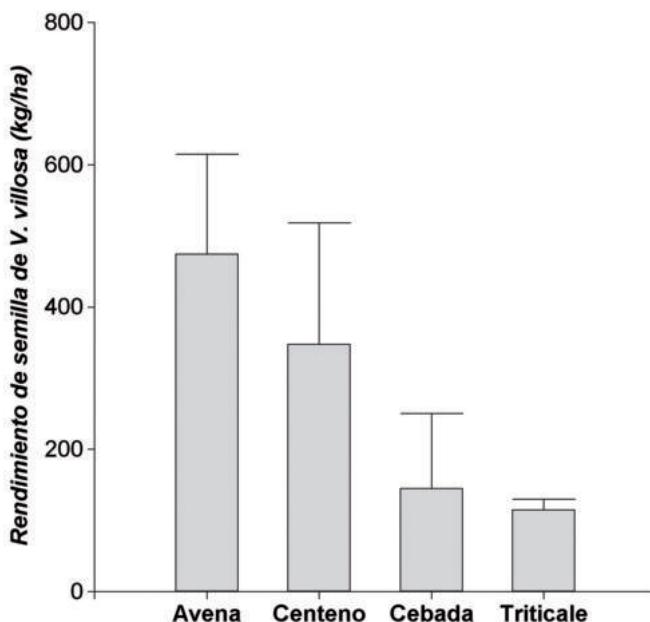


Figura 10. Rendimiento de semillas de *V. villosa* ($kg ha^{-1}$) en mezcla con diferentes cereales invernales, *Avena sativa* (cv. Cristal INTA), *Triticosecale* (cv. Yagán), *Secale cereale* (cv. Camilo) y *Hordeum vulgare* (cv. Mariana INTA), para 95 ± 35 plantas m^{-2} .

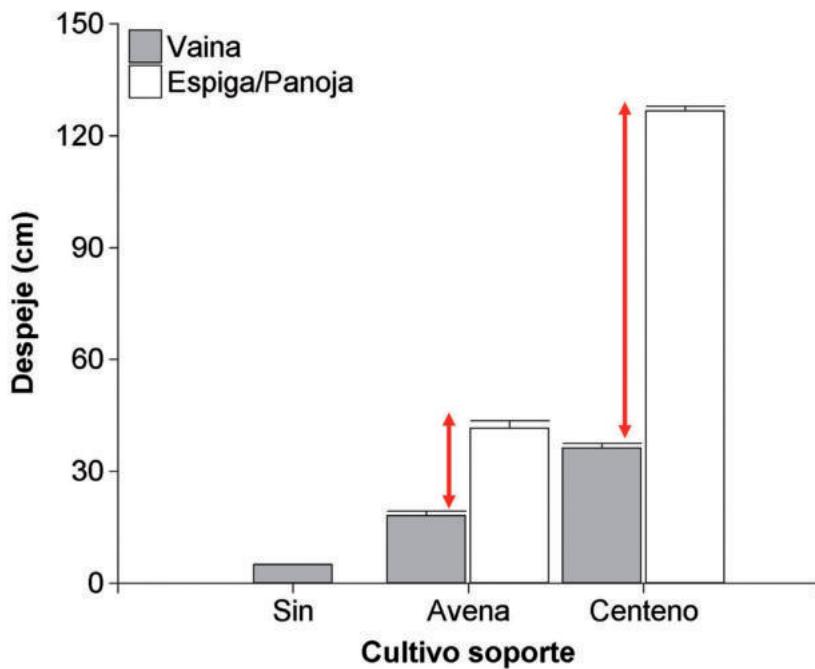


Figura 11. Altura de la primera vaina de la vicia (despeje), panoja de avena y espiga del centeno en policultivos de vicia más avena/centeno en relación a monocultivos de vicia. Las flechas muestran las diferencias del despeje entre los órganos cosechables para las mezclas de *V. villosa* con avena y centeno.

Asimismo, los beneficios y conveniencia en la utilización de un cultivo soporte en la producción de semillas de vicia, además de depender de la habilidad competitiva de la especie, densidad utilizada, proporción de mezcla y forma de la semilla, dependerá de la sincronización del ciclo de desarrollo entre los componentes de la mezcla y susceptibilidad al vuelco del cultivar soporte utilizado (Figura 12) (Pacucci *et al.* 1999).



Figura 12. Cultivo de *V. villosa* y avena volcado (a) y detalle del mismo (b).

La especie de vicia y su ciclo inciden en la elección del cultivo soporte. Debe favorecerse la sincronización de la madurez de las especies para facilitar las operaciones de cosecha.

V. villosa posee un ciclo más prolongado que *V. sativa*, entre 10-25 días mayor según genotipo, condiciones ambientales y manejo (Renzi 2009). En la figura 13, se muestra algunos cultivares de avena clasificados por su ciclo y altura a cosecha, destacándose los de grupo 3 (Máxima INTA > Graciela INTA > Aurora INTA y Rocío INTA) para mezclas con *V. villosa* y los grupos 3 y 2 (BI Calén > Milagros INTA > BI Maná) para policultivos con *V. dasycarpa* y *V. sativa* (Figura 13 y 14).

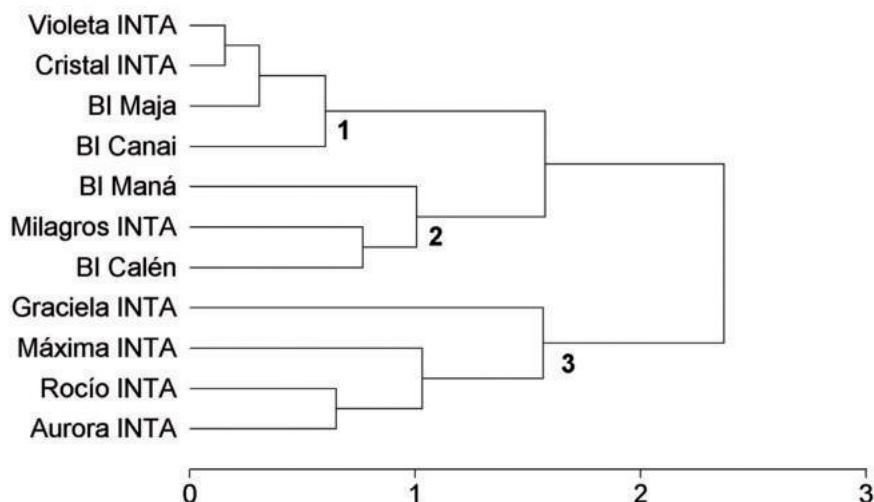


Figura 13. Cultivares de avena agrupados según longitud de ciclo y altura del cultivo. Grupo 1: ciclo precoz y baja altura, 2: ciclo intermedio y altura media y 3: ciclo largo y elevada altura. Datos modificados de Wehrhahne (2005, 2008, 2011)

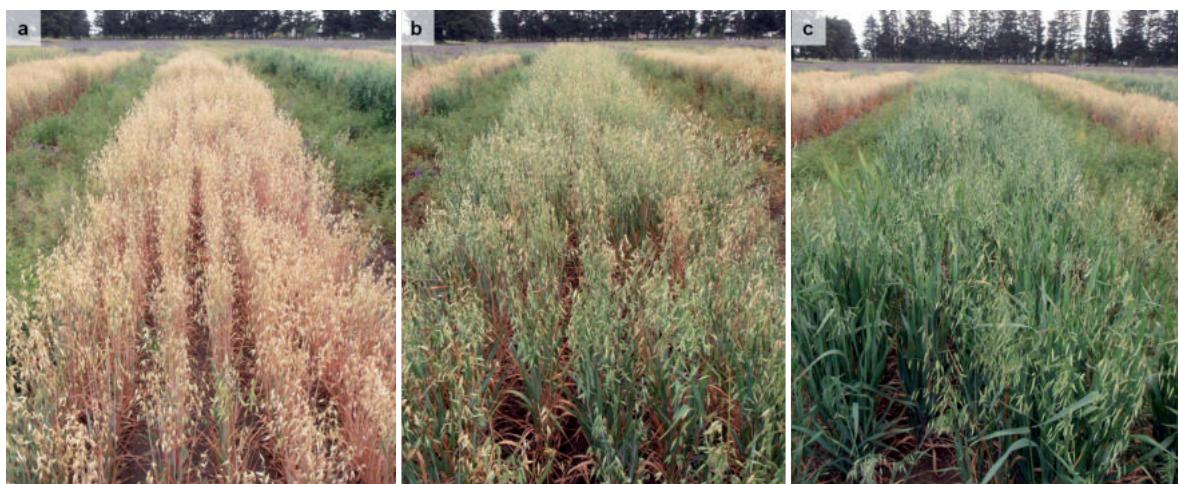


Figura 14. Fases de madurez en avena cv. BI Maja (a), Graciela INTA (b) y Máxima INTA (c) el 8 de noviembre en la EEA H. Ascasubi.

Métodos de siembra

La siembra de vicia se puede realizar con la sembradora de granos finos para siembra convencional y con sistemas de siembra directa a 17,5 o 35 cm entre líneas (Figura 15) (Seymour *et al.* 2003). Durante la operación de siembra en mezclas con un cereal (avena, centeno o cebada) en la misma línea, es importante considerar las diferencias de peso

de las especies. La de mayor peso y densidad tiende a concentrarse en el fondo de la tolva, afectando la uniformidad de la distribución. La alternativa de realizar dos pasadas cruzadas, la primera con el cereal y la segunda con vicia, eleva el costo de implantación. En sistemas de labranza convencional, cuando ocurre el encostramiento superficial del suelo o la emergencia temprana de malezas, puede realizarse laboreo superficial con una rastra rotativa, previo a la emergencia del cultivo o cuando las plántulas tengan 5 a 7 cm de altura. De este modo es posible eliminar la mayor parte de las malezas y la costra superficial (Seymour *et al.* 2003).

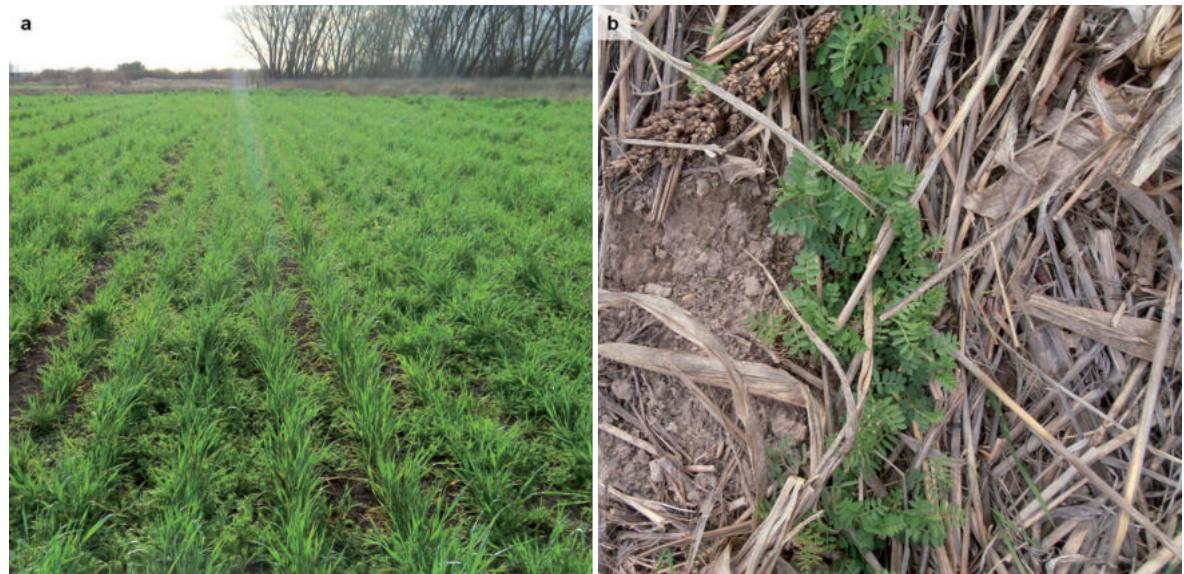


Figura 15. Establecimiento de *V. villosa* y avena en hileras separadas (a) e implantación de *V. villosa* en siembra directa sobre suelo alcalino (b).

Fertilización

La demanda de fertilización en vicia es similar a otras leguminosas de grano (Seymour *et al.* 2003). Con una nodulación efectiva (nódulos grandes y rosados) el requerimiento de N es satisfecho por la simbiosis. Ello mejora el rendimiento de semilla y deja un remanente de fertilidad nitrogenada que puede mejorar el rendimiento del cultivo siguiente (Asghar *et al.* 1999). En suelos con pH menor a 6 y bajo nivel de N disponible, una dosis de arranque de 10-12 kg N ha⁻¹ mejora el establecimiento del cultivo de vicia (Seymour *et al* 2003).

En suelos con baja disponibilidad de P, <14 ppm P-Bray o <11 ppm P-Olsen, la fertilización se debe realizar durante la implantación del cultivo, aplicado en la línea de siembra y por debajo de la semilla (Turk *et al.* 2003). En Australia aplicaciones de 70 a 150 kg ha⁻¹ de superfosfato triple o fosfato di-amónico (21% P) son usuales (Seymour *et al.* 2003). Existen antecedentes de incremento en la productividad con aplicaciones de P a la siembra (Asghar *et al.* 1999, Larbi *et al.* 2010, Zhu *et al.* 2011) o en lotes con buena disponibilidad de este nutriente. Los antecesores con pasturas en base alfalfa no serían recomendables para la siembra de vicia debido a la baja disponibilidad de P que usualmente acontece en esas situaciones (Figura 16).

En un plan de fertilización es importante considerar que es necesario aplicar entre 20-25 kg ha⁻¹ de superfosfato triple o fosfato di-amónico (21% P) dependiendo del tipo de suelo y nivel inicial de P, para incrementar 1 ppm de P-Bray en la capa arable (Rubio *et al.* 2007). Asimismo se debe tener en cuenta el P removido por el cultivo dependiendo el objetivo de uso, para semilla la concentración en la misma es aproximadamente de 0,45±0,11% de P (ver capítulo 11).

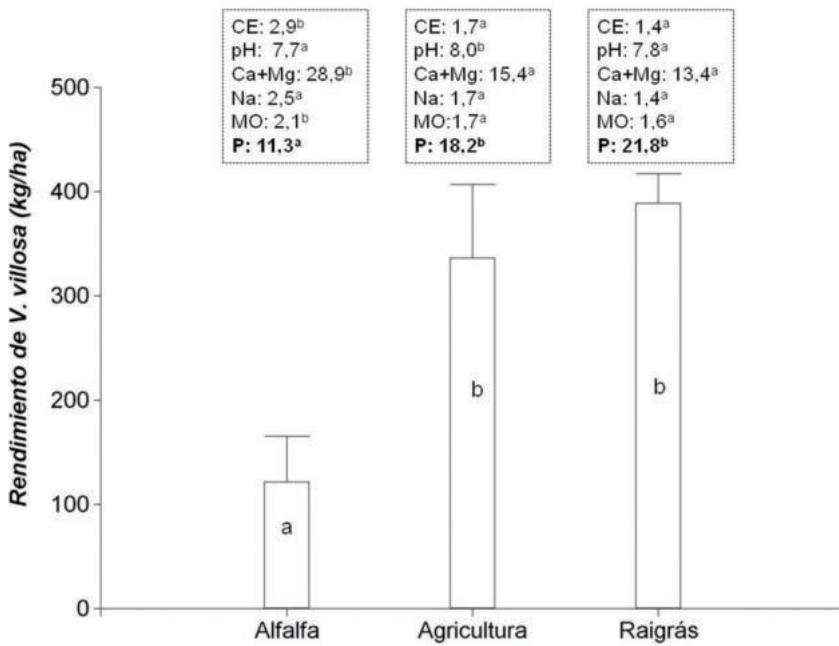


Figura 16. Rendimiento de semilla de *V. villosa* para diferentes antecesores y propiedades químicas de suelo (0-20 cm). Letras diferentes para cada variable indican diferencias significativas según LSD ($p<0,05$). Antecesores: Agricultura; secuencia girasol-trigo (5 años), Alfalfa; pastura alfalfa (3 años) y Raigrás; pastura raigrás perenne (3 años). Propiedades químicas: CE; conductividad eléctrica ($dS\ m^{-1}$), nutrientes; Ca+Mg, Na y P-Olsen ($mg\ kg^{-1}$) y MO; materia orgánica ($g\ kg^{-1}$)

Efecto del corte y pastoreo

Cuando el cultivo de vicia se utiliza con doble propósito (forraje y semilla), debido a que los tallos son poco resistentes, flexibles y trepadores se aconseja la asociación con cereales de invierno. El cereal sirve de soporte mejorando la aireación para prevenir la pérdida de hojas durante el pastoreo (Labarthe y Pelta 1971).

El rebrote del cultivo de vicia después del pastoreo depende del estado fenológico, condiciones ambientales (temperatura y humedad) y altura del corte. La capacidad de rebrote de las vicias se reduce a partir de prefloración, sobre todo con tiempo cálido y seco (Bransæter y Netland 1999, Teasdale *et al.* 2004). En *V. villosa*, con defoliaciones leves en estado vegetativo y bajo condiciones adecuadas de humedad, es probable un rebrote vigoroso con buena recuperación del cultivo (Duke 1981). Defoliaciones durante plena floración de la vicia incrementan la muerte de plantas, siendo recomendable realizarlas antes de floración, con altura de corte mayor a 5 cm (Figura 17) (Sattell *et al.* 1998, Seymour *et al.* 2003, White *et al.* 2005).

En experiencias realizadas en el sur de Buenos Aires, cortes mecánicos con 5 cm de altura, desde el 15 de agosto redujeron drásticamente la producción de semilla de *V. villosa* en mezcla con avena y centeno en siembra tardía (Figura 18) (Renzi *et al.* 2010c). En siembras tempranas, el pastoreo no debiera realizarse más allá del primero de agosto, de manera de no repercutir sobre el rinde de semillas (Figura 19). Para este momento la producción forrajera del cultivo dependerá no solo del momento de establecimiento sino también de las condiciones ambientales, especialmente durante el otoño.



Figura 17. Cultivo de vicia con y sin defoliación mecánica (a) y pastoreado (b).

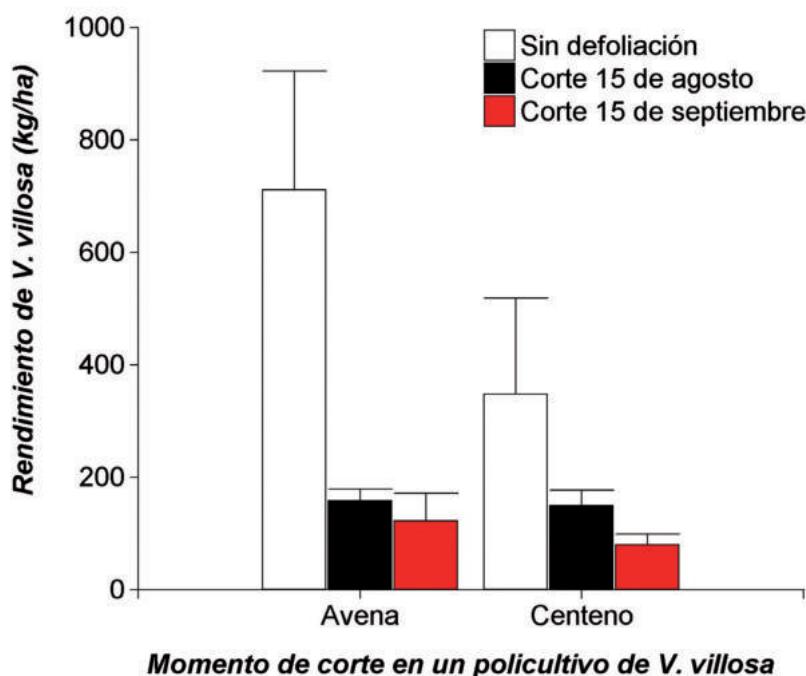


Figura 18. Influencia del corte mecánico en estado vegetativo avanzado (15 agosto) y en prefloración (15 de septiembre) sobre el rendimiento de semilla de *V. villosa* en un cultivo consociado con 95 ± 35 plantas m^{-2} de avena y centeno, implantado el 23 de abril.

Es conveniente realizar el pastoreo de forma rápida y con elevada carga, retirando la hacienda en agosto, permitiendo que el cultivo continúe su desarrollo y ocurra la producción de semilla (Renzi *et al.* 2010c). En algunos cultivares de *V. sativa* la defoliación afectaría la producción de semillas y el peso del grano (Koptur 1996, Rowarth 1998). En el sur de Buenos Aires se observó que la capacidad de rebrote luego de una defoliación fue menor en las variedades con alto índice de cosecha, como los cultivares Marianna y Francesca de origen Español y Blancheafluor de Australia, posiblemente por haber sido seleccionados para producción de grano, siendo recomendable no defoliar ni pastorear (Figura 20).

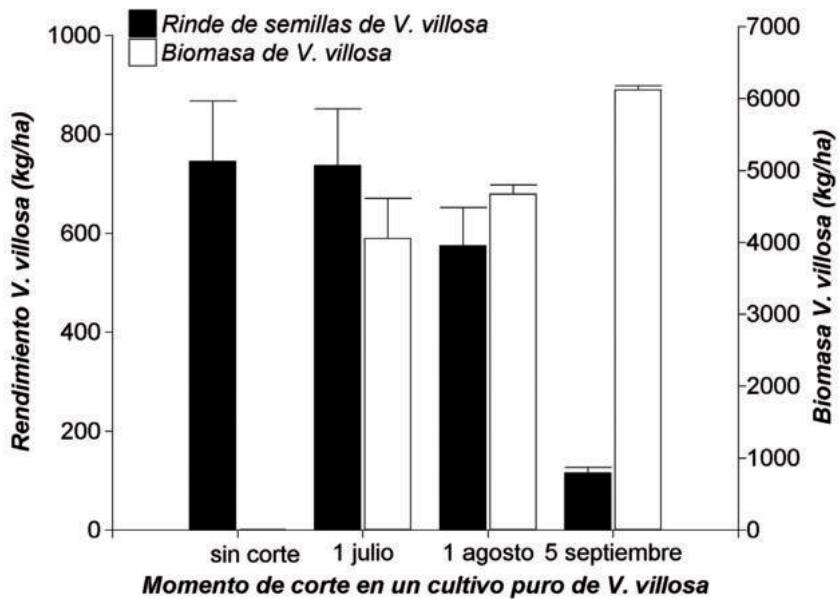


Figura 19. Biomasa de *V. villosa* para diferentes momentos de corte mecánico y efecto sobre el rendimiento de semillas en un cultivo puro, establecido el 15 de febrero.



Figura 20. Escasa capacidad de rebrote en cultivar de *V. sativa* originario de Australia (a) y de España (b).

Polinización

En muchas especies de *Vicia* los requerimientos de polinización son desconocidos, siendo de trascendental importancia en programas de mejoramiento y multiplicación de semilla (ver capítulo 4). Algunas especies requieren polinización cruzada y son autoestériles, otras son autógamas y algunas autógamas son favorecidas por la polinización cruzada (Richards 1997). En ambientes semiáridos es frecuente la inestabilidad en el rendimiento de semilla, pudiéndose atribuir a una insuficiente recepción de polen, competencia entre los ovarios por escasa fuente de nutrientes, o limitaciones intrínsecas en el éxito reproductivo (Al Ghzawi *et al.* 2009).

El alto nivel de aborto de *V. villosa*, ($\approx 98\%$), destacan la importancia de contar con agentes polinizadores (entomófila), para la producción de semillas (Renzi 2009). Al igual que en varias fabáceas forrajeras algamas como *Lotus* spp., *Melilotus* spp., *Trifolium* spp. y *Medicago* spp., parecería que la generación de flores de *V. villosa* no sería un factor decisivo del rendimiento, siendo ellos la fecundación y cuajado, dependientes de las condiciones de polinización (Dell'Agostino 2001).

En *V. villosa* (subsp. *villosa* y *dasycarpa*) es conocido que la polinización es cruzada y entomófila, y la fructificación depende de la actividad de agentes polinizadores durante el período de floración (Figura 21) (McGregor 1976, Frankel y Galun 1977, Zhang y Mosjidis 1995, Richards 1997). Para esta especie se destaca la abeja melífera (*Apis mellifera* L.) por el alto porcentaje de visita floral y eficiencia en la formación de vainas y semillas por vaina. La abeja cortadora de hojas (*Megachile rotundata* F.) resulta muy poco efectiva para polinizar los racimos florales de *V. villosa* probablemente debido a su pequeño tamaño corporal. La preferencia de la abeja melífera resulta ventajosa para nuestras condiciones debido a los elevados costos de utilizar el *Megachile rotundata* (Aarssen et al. 1986, Richards 1997). Otros géneros importantes que polinizan a las flores de vicia incluyen a *Bombus*, *Megabombus* y *Anthopora* (Richards 1997, Al Ghzawi et al. 2009, Fernández et al. 2004). Para especies silvestres Benedek et al. (1973) informó que existe una correlación positiva entre la longitud de la trompa de la abeja y el número de flores de *V. villosa* visitadas por minuto, con rangos de 5 a 24 flores minuto. Generalmente las de mayor tamaño se mueven rápidamente en un área de 100 m² y visitan entre 3-4 flores por inflorescencia, a diferencia de las abejas de menor tamaño que visitan 4-5 flores por racimo y poseen un área menor de trabajo, de solo 9 m².



Figura 21. Vainas por racimo en *V. villosa* con moderada (a) y alta presencia de polinizadores (b) y vainas de *V. sativa* (c).

Bombus terrestris y *Xylocopa* ssp., comúnmente producen perforaciones en la base de la corola de la flor de vicia para obtener néctar. Es así que abejas recolectoras de néctar, melíferas o no, dedican mucho tiempo a buscar las perforaciones que previamente han realizado los abejorros en detrimento de una buena polinización. Sin embargo este comportamiento parece no influir en las recolectoras de polen (Benedek et al. 1973, Aarssen et al. 1986, Richards 1997). Tanto para abejas melíferas y nativas, una mayor frecuencia y

duración de visitas se produce en la mañana temprano y se reduce gradualmente desde el mediodía al finalizar el día, siendo importante tener en cuenta en caso de aplicar insecticidas para el control de insectos plaga en el cultivo (Al Ghzawi *et al.* 2009).

Cultivos de *V. villosa* con presencia de polinizadores pueden aumentar hasta 8 veces el rendimiento de semilla en relación a cultivos con baja actividad (Bieberdorf 1952, Martínez *et al.* 2008, Al Ghzawi *et al.* 2009). En estos últimos existe una marcada falta de cuajado, con solo un 1-2% de las flores abiertas que forman vainas (Renzi 2009). La falta de correspondencia entre la generación de flores y el número de semillas de *V. villosa* se debe a la marcada alogamia que presenta la especie (Petricityte *et al.* 2007). Siendo frecuente una completa auto-esterilidad para la subsp. *villosa* y parcialmente auto-estéril para la subsp. *dasycarpa* (= *varia*) (Zhang y Mosjidis 1995).

Por su parte, *V. sativa* puede prescindir de los polinizadores. Como es una especie autógama, posee naturalmente mayor cuajado (\approx 25-40%) respecto a *V. villosa* (Mc Gregor 1976, Zhang y Mosjidis 1995 y 1998).

La extrema dependencia de polinizadores podría explicar el menor rendimiento de *V. villosa* frente a *V. sativa* (McGregor 1976). Piper y McKee (1912) considera que durante la floración *V. villosa* posee gran atracción de agentes polinizadores, al contrario de lo observado por Al Ghzawi *et al.* (2009). La ausencia de atracción ocurre cuando la secreción de néctar es errática, e influye sobre el éxito en la polinización. La abeja doméstica obtiene el néctar de un lado del tubo de la corola, sin tocar la columna sexual, reduciendo aun más la formación de vainas (USDA 1962).

Debido a la dificultad de estudiar el efecto de los polinizadores todavía se desconoce el número de colonias óptimo para maximizar el rendimiento de semillas de *V. villosa* y la producción de miel. Es por ello que las recomendaciones generalmente se basan en observaciones de productores y técnicos, y manejos realizados para otras especies similares. Las colonias de abeja melífera usadas como polinizadoras requieren un manejo cuidadoso para maximizar su eficiencia, con una reina joven y activa, una colonia fuerte, con una densidad de 3 o más colmenas por hectárea. El uso de insecticidas debe realizarse cuando sea absolutamente necesario, utilizando productos de nula o baja toxicidad para las abejas, realizando las aplicaciones a últimas horas de la tarde y en lo posible cubriendo las colmenas.

Desde el punto de vista apícola y en función de la floración, *V. villosa* aportaría néctar en la época que normalmente se produce un bache de floración, desde mediados de octubre hasta diciembre, reduciendo la necesidad de adicionar suplementos a los apiarios (Martínez *et al.* 2008, Forcone y Muñoz 2009). Aunque esta especie produce una enorme cantidad de flores, con medias de 70 millones por ha (Todd 1963), su aptitud melífera todavía necesita ser evaluada.

Principales plagas y enfermedades en semilleros de vicia

Si bien existen varias plagas y enfermedades relevadas en cultivos de vicia (ver capítulos 6 y 7), solo unas pocas llegan a impactar considerablemente en el rendimiento de semillas. La “isoca bolillera” (*Helicoverpa gelotopoeon*) ocasionalmente afecta a cultivos de vicia destinados a semilla durante la formación y llenado de grano, desde mediados de octubre a diciembre (Figura 22). Esta plaga aparece con mayor frecuencia sobre lotes del sudoeste de la región Pampeana. La prevención debe realizarse mediante la aplicación de insecticidas residuales desde el comienzo del vuelo de adultos y oviposición. Si bien, no hay umbrales de daño para vicia la decisión de control tomando los niveles de soja serían en promedio con más de 3-5 isocas m^2 (Iannone 2011).

Es importante utilizar insecticidas que no afecten a abejas melíferas, polinizadores naturales

e insectos benéficos, de manera de no repercutir sobre la productividad final del cultivo. Entre las alternativas disponibles se encuentran aquellos insecticidas reguladores del crecimiento que actúan sobre la muda de las larvas, inhibiendo o acelerando el proceso, los primeros eficaces como ovicidas y para estadios larvales iniciales de L₁-L₂, con isocas menores de 15 mm de longitud (novaluron, triflumuron, teflubenzuron, lufenuron) y los segundos prolongándose hasta estadios de larvas grandes, de 35-45 mm (metoxifenocide), ambos con poder residual de 14-21 días. Otro grupo nuevo de insecticidas pertenecientes a las diamidas (rynaxypyrr, flubendiamide) que actúan sobre el sistema muscular poseen una buena acción sobre larvas en diferentes estadios, acción ovicidas, persistencia (28-30 días) y mínimo impacto sobre insectos benéficos.

En el norte de la región Pampeana es frecuente la aparición del complejo de chinches sobre cultivos de vicia. Para esta plaga buenos resultados en control se obtuvieron con insecticidas piretroides (lambda-cicalotrina, zetametrina, bifentrin, alfacipermetrina) en mezcla con neonicotinoides (tiameksam, imidacloprid), no obstante su utilización debe realizarse con cuidado debido a la alta toxicidad que presenta para las abejas (Arregui y Puricelli 2008, CASAFE 2011).

Dentro de las enfermedades más frecuentes las manchas foliares (*Ramularia sphaeroidea* y *Ascochyta viciae*) aparece sistemáticamente en lotes puros de *V. villosa* durante la primavera, provocando una rápida senescencia del cultivo, generalmente en manchones, afectando el llenado y peso de la semilla de vicia (ver capítulo 7). La infección estaría relacionada con las horas de mojado, frecuencia e intensidad de lluvias (Figura 22).

Actualmente no existen fungicidas específicos para su tratamiento, pero es factible lograr aceptables resultados con la aplicación de triazoles más estrobilurinas o carboxamidas cuando aparecen las primeras manchas en las hojas inferiores. Si la epidemiología fuera similar a *R. collo-cygni* y a otras especies de *Ascochyta* (*A. rabiei*, *fabae* y *lentis*), la infección podría provenir de la semilla, con el hongo endófito latente durante el periodo vegetativo y la aparición repentina de las lesiones sobre el tejido foliar desde la floración. Asimismo el rastrojo y otras plantas hospederas podrían ser fuente de inoculo (esporas) transportados por el viento a grandes distancias (Galloway y McLeod 2002, Carmona *et al.* 2012). Para el control de *Ascochyta viciae* en cultivos de *V. sativa* en zonas de Australia con buenos registros de lluvia, se recomienda aplicaciones tempranas de mancozeb y clorotalonil, anticipándose al desarrollo excesivo del follaje y en lo posible a las lluvias de primavera (Hawthorne 2010).

Componentes del rendimiento

Los componentes del rendimiento pueden variar ampliamente dependiendo de la especie y cultivar de vicia, manejo del cultivo y condiciones agroecológicas. En la figura 23 se muestran los rangos para *V. sativa* y *V. villosa* (subsp. *villosa* y *dasyarpa*) producto de mediciones realizadas localmente y de antecedentes del exterior. El rinde se puede estimar con más certeza en *V. sativa* mediante el producto de la densidad de plantas, número de vainas por planta, semillas por vaina, y peso unitario de la semilla (Seymour *et al.* 2003). En *V. villosa* el entremezclado de los tallos impide la individualización de plantas (Renzi 2009). Las estimaciones de rendimiento de vicias basada en cosechas manuales generalmente sobreestiman el rinde. Estimaciones locales han demostrado que en promedio, el rendimiento real alcanza al 75% del valor potencial calculado en muestreos manuales para *V. sativa*. En *V. villosa*, el rendimiento final frecuentemente alcanza a solo el 50% del potencial. No obstante, el factor de ajuste varía considerablemente dependiendo del momento, método de cosecha y tipo de cosechadora.



Figura 22. Recuento del isocas bolilleras en el cultivo de *V. villosa* (a) sobre la superficie del suelo (b). Riego por gravedad en *V. villosa* en floración (c) y efecto de enfermedades foliares sobre el cultivo luego de un mes (d).

Es común que los lotes de producción de semilla de *V. villosa* generalmente muestren una cobertura en parches con y sin cultivo, sobre todo en aquellos establecidos en resiembra (Figura 24). Es por ello, que el muestreo del número de vainas por m^2 puede sobreestimarse si no se considera la superficie efectiva utilizada (SEU) por cultivo en el lote. El muestreo de la SEU puede realizarse mediante transectas evaluando el porcentaje de superficie con cultivo en el lote. Teniendo en cuenta esta consideración el rendimiento final de semillas se estimaría multiplicando el rinde por la SEU.

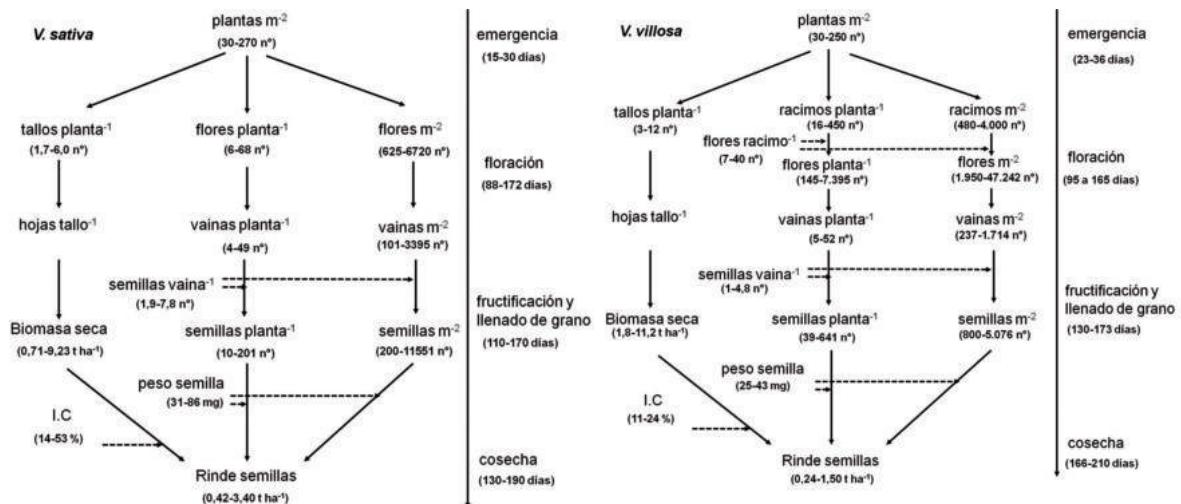


Figura 23. Componentes del rendimiento y rangos observados en *V. sativa* subsp. *sativa*. y *V. villosa*. Líneas punteadas representan a los componentes del rendimiento que menos dependen del stand de plantas en cultivo.



Figura 24. Lote de *V. villosa* con buena cobertura y uniforme (a) y con sectores sin plantas (b).

Cosecha

Como en la generalidad de los casos, la determinación del estado óptimo para cosechar es otro aspecto crucial del manejo de los cultivos para semilla (Abeledo *et al.* 2003). Debido a que las vicias no poseen un hábito de crecimiento determinado y presentan dehiscencia de las vainas por sobre maduración, el estado óptimo a cosecha debe determinarse cuidadosamente, considerando el compromiso entre la máxima producción y la mayor calidad. Ello implica evitar el excesivo adelanto de la cosecha, que limita el crecimiento y desarrollo de las semillas, disminuyendo su peso y viabilidad, o demoras que bajarían el rendimiento, por aumentar el desgrane (Samarah *et al.* 2003, Samarah *et al.* 2004).

El cultivo se encuentra listo para cosechar cuando las vainas superiores están llenas, de color marrón claro (Seymour *et al.* 2003). Dependiendo de la especie y genotipo, el retraso en la cosecha reduce marcadamente el rendimiento debido a la dehiscencia de las vainas. La dehiscencia de vainas es mayor en la subsp. *dasycarpa* que en la subsp. *villosa*, siendo para variable *V. sativa* en función del genotipo. En *V. benghalensis*, de menor dehiscencia, la cosecha puede atrasarse hasta que el 75-90% de las vainas muestren un color marrón. Para nuestras condiciones la época de cosecha en vicia generalmente varía entre fines de noviembre, para los genotipos precoces, y mediados a fines de diciembre, para los de ciclo largo. En el sur de Buenos Aires, en siembras realizadas a fines de mayo los cultivos en promedio se encontraron en madurez a los 188 días en *V. sativa*, 192 días para *V. villosa* subsp. *dasycarpa* y 200 días para *V. villosa* subsp. *villosa* (Renzi 2009) (Figura 25). El retraso de la fecha de cosecha de *V. villosa* puede incrementar marcadamente las pérdidas de semilla por desgrane (Figura 26).

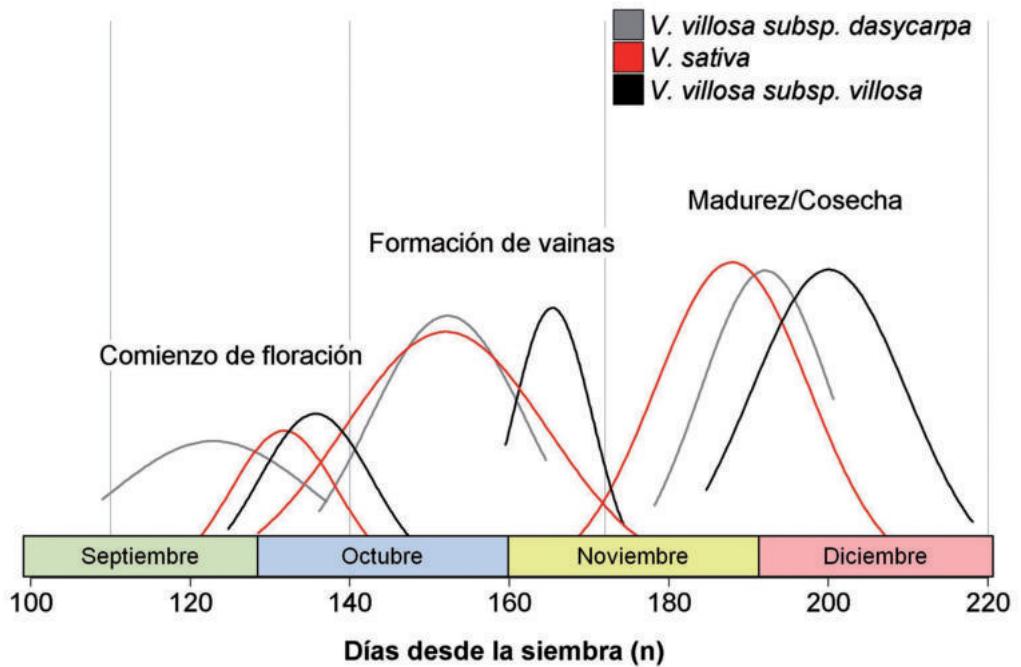


Figura 25. Frecuencia de fases fenológicas en función de los días desde la siembra (fines de mayo) para 11 genotipos de *V. sativa*, 4 de *V. villosa* subsp. *dasyarpa* y 7 de *V. villosa* subsp. *villosa*, durante 3 años de evaluación en la EEA H. Ascasubi.

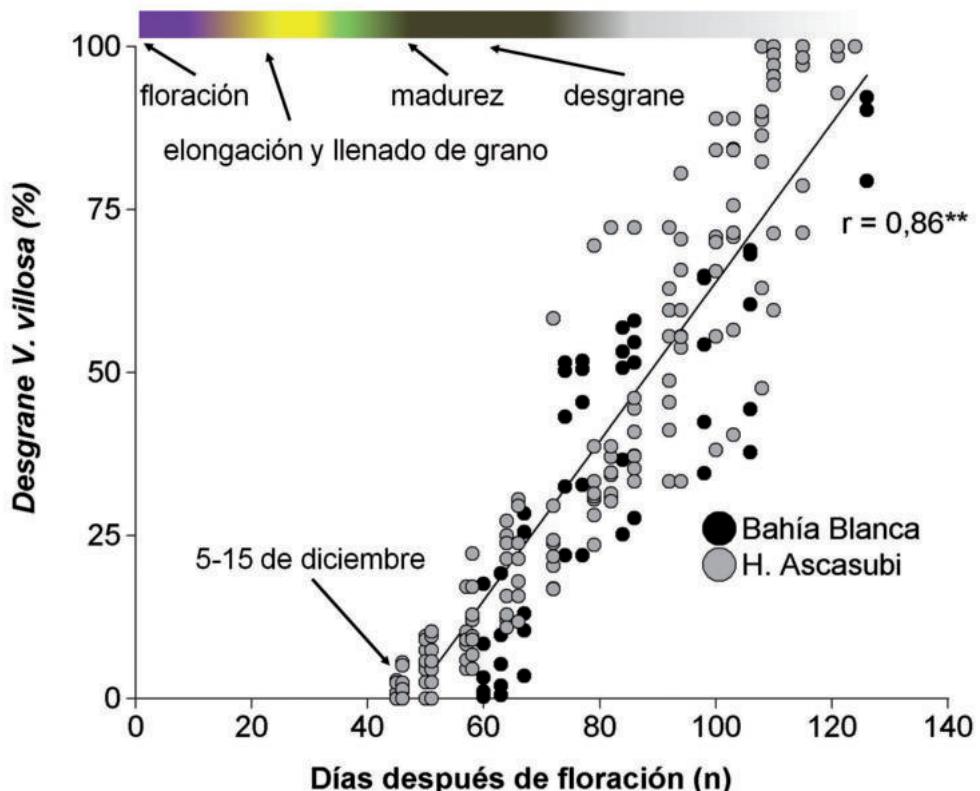


Figura 26. Desgrane de *V. villosa* en función de los días después de floración en dos sitios de estudio (2009). Detalle de fases fenológicas del cultivo. Fecha de inicio de desgrane el 5/12 en Bahía Blanca y 15/12 en H. Ascasubi.

Si el lote se encuentra bien nivelado y libre de impedimentos físicos, el cultivo de vicia puede ser cosechado eficientemente con las plataformas flexibles disponibles para trigo y soja. Estas trabajan a baja altura, copiando las irregularidades del terreno, absorbiendo los movimientos transversales y longitudinales de la cosechadora. En caso de que el cultivo esté muy volcado el uso de puntones levantadores ha dado buenos resultados en cultivos de *V. sativa* en Australia (Seymour *et al.* 2003).

Debido a la desuniformidad en el secado de las vainas y en muchos casos a la presencia de malezas, es frecuente la aplicación de un desecante químico antes de la cosecha. Estos productos provocan la desecación del material verde, permitiendo la cosecha directa con la planta en pie. En Argentina el herbicida de contacto paraquat es el producto más difundido. Como este producto produce un secado rápido de las vainas, en 4 a 8 días dependiendo de temperatura y humedad del ambiente, la cosecha deberá practicarse sin demoras, a fin de evitar las pérdidas por desgrane.

En *V. villosa* es frecuente observar a cosecha un elevado volumen de follaje entremezclado con las vainas, incrementando el contenido de humedad de las mismas. Muchas veces una sola aplicación del desecante (paraquat) no llega a ser suficiente para secar al cultivo en su totalidad, siendo necesaria una doble aplicación. La utilización de un producto químico sistémico podría favorecer el secado total del cultivo en una sola aplicación. No obstante, sus efectos pueden impactar negativamente sobre la calidad de la semilla, dependiendo del tipo de herbicida y momento de aplicación (Renzi 2010).

En la figura 27 se muestra el efecto sobre la germinación de *V. villosa* a los 90 días de la cosecha, en coincidencia con la fecha de siembra regional de esta forrajera, de 4 herbicidas aplicados como desecantes sobre vainas con diferente estado de madurez. De los resultados de esta experiencia se puede observar que el efecto de los herbicidas sobre la calidad varía en función del estado de madurez (Figura 28). En vainas verdes y amarillas se puede observar que el 2,4 D, glifosato y metsulfurón reducen la germinación de semillas debido al incremento de plántulas anormales (De Beistegui 2012).

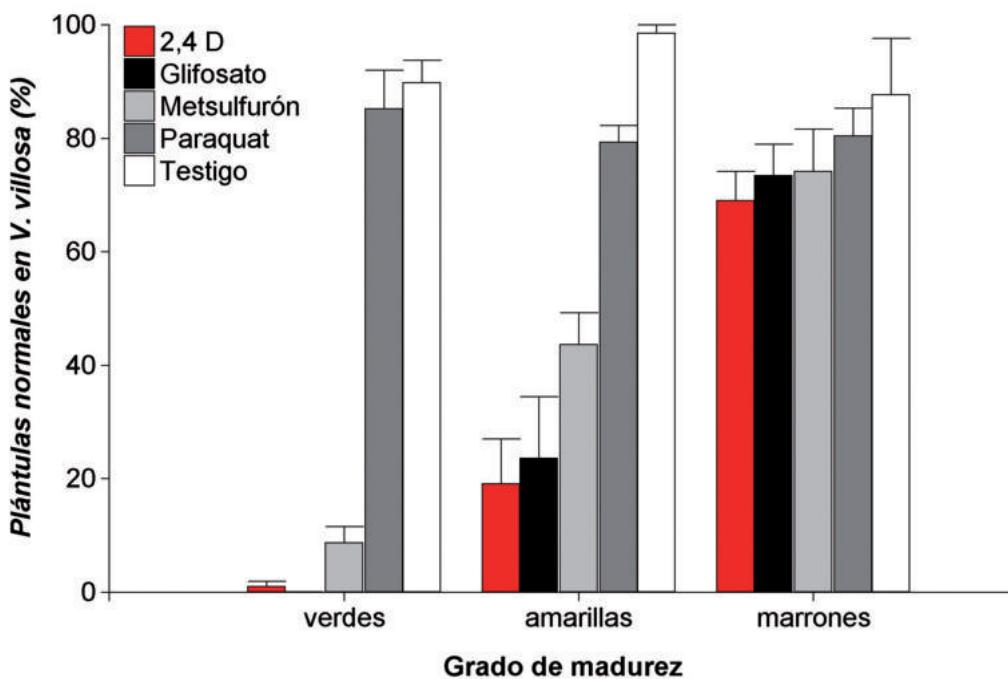


Figura 27. Efecto de algunos herbicidas desecantes aplicados en diferentes grados de madurez de la vaina sobre la producción de plántulas normales de *V. villosa*.

Estos herbicidas causaron; engrosamiento de la raíz primaria, acortamiento del hipocótilo con 2,4 D, raíz primaria raquíctica e hipocótilo corto con glifosato y reducción de la longitud de la raíz primaria e hipocótilo con metsulfurón, luego de 14 días de incubación durante los test de germinación (Figura 29). Para el estado de vainas verde y amarillas, previo a madurez fisiológica e independencia de la semilla, es probable que el efecto residual de los herbicidas 2,4 D, glifosato y metsulfurón sobre la calidad de la semilla se deba a la vinculación entre la planta madre y la semilla en el momento y posterior a la aplicación, siendo de mayor magnitud para el estado más inmaduro (vainas verdes). Asimismo, la aplicación de paraquat previo a madurez fisiológica y su inmediata acción desecante, puede reducir el peso de la semilla (P_{1000}) y su calidad, debido a la interrupción del llenado de grano (Renzi 2010, De Beistegui 2012).



Figura 28. Vainas de *V. villosa* (arriba) y *V. sativa* (abajo) en diferentes estados de madurez, verdes (a), amarillas (b) y marrones (c).

Con las aplicaciones en el estado de vainas marrones, si bien se observó una reducción en los valores de plántulas normales de *V. villosa* con 2,4 D, glifosato y metsulfurón, estos fueron de escasa magnitud en relación a aplicaciones tempranas, pudiendo ser una alternativa solamente para cosechas tardías de enero cuando la totalidad de las vainas se encuentren de color marrón. No obstante, como la madurez de las estructuras reproductivas en *V. villosa* es gradual, resulta frecuente realizar la desecación cuando se observan altos porcentajes de vainas de color amarillo y verde, para evitar pérdidas por desgrane, aconsejándose para esta situación solamente los desecantes tradicionales, paraquat o diquat.



Figura 29. Plántula normal en *V. villosa* (a) y detalle de anormales mazudas (b) y raquíticas (c).

Limpieza y clasificación en post cosecha

En cultivos consociados con avena o centeno la separación de las semillas e impurezas se puede realizar con máquinas de limpieza básica, como cribadora-ventiladora que clasifican en función del tamaño y peso.

Con trigo, triticale y cebada se requiere el uso de separadoras de diseño especial, debido a la similitud del tamaño de las semillas. Las clasificadoras por anchura y espesor pueden usarse en estas circunstancias, funcionando de manera similar a las cribadoras-ventiladoras pero con mayor exactitud en la separación. Entre estas se destaca la máquina de discos o cilindros que clasifican por longitud, y separan las semillas cortas (vicia) de las largas (cereales). Para este proceso se deben utilizar cavidades que discriminan a las semillas cortas con forma redonda de las alargadas, tubulares o cilíndricas. El ancho de los alveolos comúnmente oscila entre 4 a 6 mm (nomenclatura "V") dependiendo de la especie y variedad de vicia (Vaughan *et al.* 1970). En muestras de semillas de vicia de diferentes orígenes el largo fue de $4,12 \pm 0,54$ para *V. villosa* subsp. *villosa*, $4,57 \pm 0,52$ en *V. villosa* subsp. *dasyarpa* y $5,22 \pm 0,60$ en *V. sativa*, con rangos de 2,89-6,08, 3,54-6,02 y 3,55-7,78 mm respectivamente, mostrando la importancia de regular el equipo dependiendo de las características del lote (Renzi *et al.* 2010a).

Cuando la semilla de vicia no se diferencia en tamaño del cereal acompañante o de las malezas, puede utilizarse la clasificadora por gravedad específica o espiral. En la primera el material es conducido en una plataforma vibradora con movimiento alternado horizontal y vertical que permite separar los granos de similar tamaño por peso específico, a diferencia de la espiral o caracol que separa por forma. En esta última las semillas redondas y las planas o irregulares son separadas por la diferencia en la habilidad para rodar (Piper y McKee 1912, Labarthe y Pelta 1971).

Entre las clasificadoras más modernas se encuentran las máquinas fotoeléctricas que reconocen distintos colores e inyectan pulsos de aire al material reconocido como extraño, pudiendo utilizarse para separar la vicia, comúnmente de color oscuro, de los cereales de tonalidades claras. Su utilización está destinada a productos de alto valor como maquinaria terminadora especializada, utilizándose en mayor medida en la industria alimenticia (De Simone 2006).

La secuencia en el procesamiento post cosecha comprende los pasos desde la recepción, pasando por la limpiadora cribadora-ventiladora, seguido por la separadora de longitud,

de gravedad, o la de espiral. La secuencia completa dependerá de la composición de la semilla cosechada y de la disponibilidad de maquinarias clasificadoras en la planta de semillas (Vaughan *et al.* 1970).

Calidad de semilla

Los componentes genéticos, en interacción con la temperatura, humedad relativa del aire y disponibilidad de agua durante la maduración, se consideran factores determinantes de la calidad de semillas forrajeras (Donnelly *et al.* 1972, Samarah *et al.* 2003). En vicia, el estado a cosecha afecta la germinación, que aumenta a medida que avanza el grado de maduración, maximizándose en madurez fisiológica, cuando la semilla alcanza el 95-100% de su peso seco final (Samarah *et al.* 2004, Samarah y Mullen 2004, Renzi 2009).

La madurez fisiológica definida como el máximo peso seco (Miles *et al.* 1988) se registra en el estado de vainas amarillas, sin diferenciarse significativamente del estado de vainas marrones (Samarah *et al.* 2004, Samarah y Mullen 2004, Renzi y Cantamutto 2007). Desde el estado de vainas verdes llenas, previo a la madurez fisiológica, pueden alcanzarse valores superiores al 90% de germinación. Por ello se puede comenzar con las operaciones de cosecha luego de aplicar un desecante químico en ese estado (Figura 30). Sin embargo, debido a que las semillas no han alcanzado el máximo peso seco en vainas verdes es factible que el vigor o energía de las mismas sea afectado (Ekpo *et al.* 2002, Samarah y Mullen 2003, Renzi 2009).

El estado a cosecha también influye sobre el grado de dormancia de las semillas (Copeland y McDonald 1995, Samarah *et al.* 2004). En *V. sativa* antecedentes registrados hace más de 40 años mencionan la aparición de semillas duras (Elkins *et al.* 1966, Donnelly *et al.* 1972), no obstante estudios recientes reportan su ausencia (Van Assche *et al.* 2003, Samarah *et al.* 2004, Renzi 2009). Es probable que los trabajos de mejora hayan reducido los niveles de dureza en los cultivares actuales (Francis *et al.* 1999).

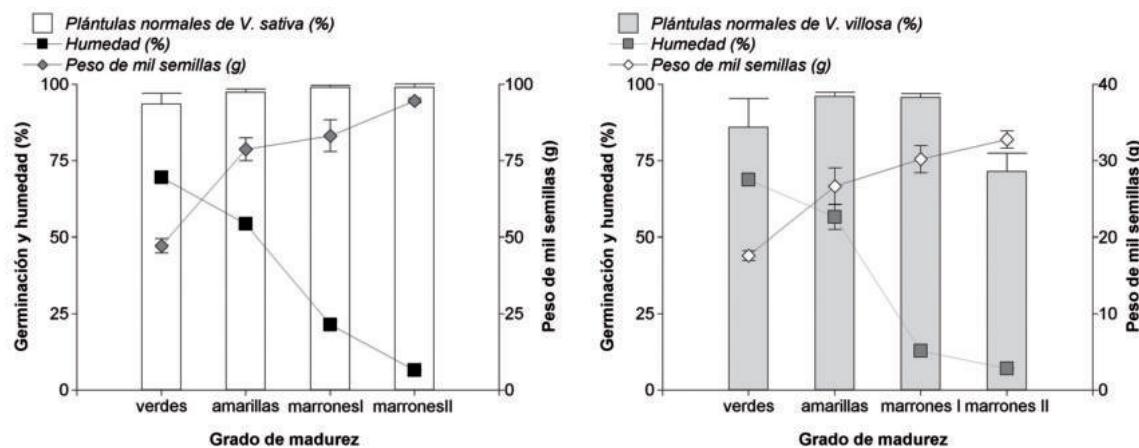


Figura 30. Evolución del peso seco y humedad de la semilla ante cambios en el grado de madurez a cosecha y valores de germinación (plántulas normales) de *V. sativa* y *V. villosa* luego de tres meses de almacenaje en condiciones de laboratorio.

Por su parte, la presencia de semillas con dormancia física (dureza) en *V. villosa* es un hecho ampliamente conocido y aceptado. Una simple escarificación mecánica del tegumento sirve para desbloquear la germinación (Figura 31) (Wheeler y Hill 1957, Aarssen *et al.* 1986, Sattell *et al.* 1998, Rowarth 1998, Baskin y Baskin 1998, Francis *et al.* 1999, Renzi

2009, Renzi y Cantamutto 2009). En esta especie, si se demora la cosecha se incrementan las pérdidas por dehiscencia y aumenta la proporción de semillas duras (Samarah y Mullen 2004, Renzi 2009).

La permeabilidad del tegumento de las semillas de *V. villosa* es afectada por el contenido de humedad a cosecha (Baskin y Baskin 1998, Kucewicz *et al.* 2010). Jones (1928, citado por Baskin y Baskin 1998) halló que la dureza del tegumento de *V. villosa* aumentó secando por debajo del 14% de humedad. En forma análoga, Fraczek *et al.* (2005) y Renzi y Cantamutto (2009) observaron que la dureza del tegumento aumentaba con la disminución de la humedad de la semilla (Figura 32). La temperatura, humedad ambiental y eventos de sequía han sido señalados como factores exógenos determinantes de la dureza en leguminosas forrajeras (Samarah *et al.* 2003, Egli *et al.* 2005), aunque también existen componentes genéticos que dependerían de la especie (Donnelly *et al.* 1972).

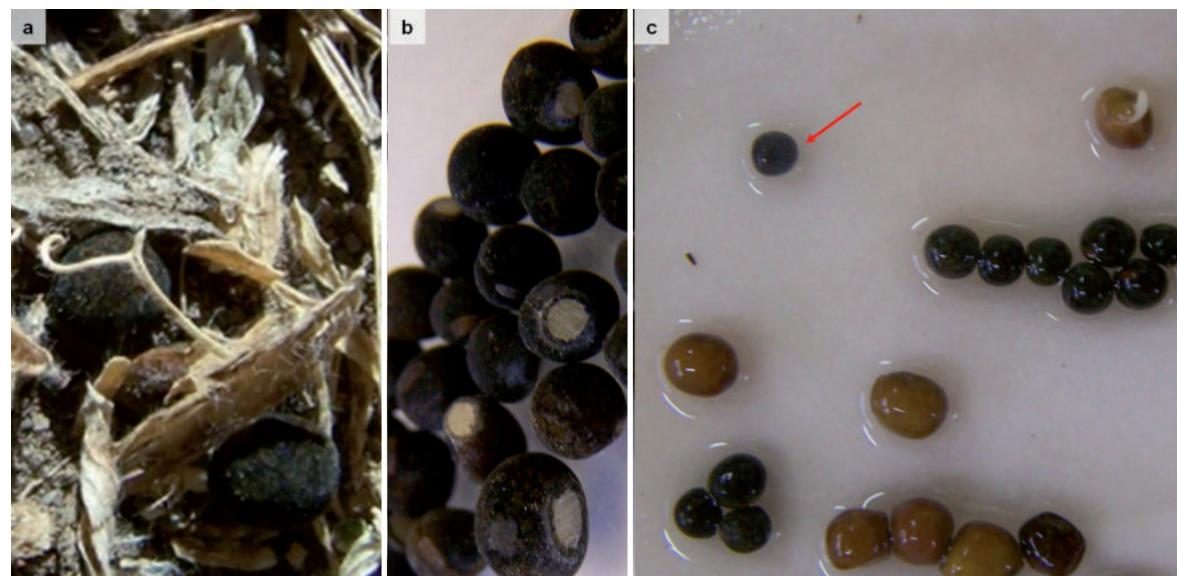


Figura 31. Semillas con dormancia física en *V. villosa* en el campo (a), escarificadas (b) y semillas duras y frescas en condiciones de laboratorio (c).

La pérdida de dormancia se produce con el almacenamiento bajo condiciones de temperaturas entre 18-30°C luego de tres meses de cosechada, en coincidencia con el período de la siembra (Renzi y Cantamutto 2007 y 2009). Los pre-tratamientos a bajas temperaturas, previo al análisis de germinación, son innecesarios para la ruptura de la dormancia física en las vicias (Aarssen *et al.* 1986, USDA 2002, Van Assche *et al.* 2003, Renzi y Cantamutto 2007 y 2009). Esto se contrapone para otras especies, como *V. hirsuta* y *V. ervilia* (Samarah *et al.* 2003, Kucewicz *et al.* 2010). No obstante, el pre-tratamiento a bajas temperaturas (5°C, 5 días) sería aconsejable para reducir los valores de dormancia fisiológica en semillas de *V. sativa* dentro del mes de cosechada (Samarah *et al.* 2004, ISTA 2011), pero no necesarias luego de tres meses de almacenadas en condiciones ambientales (Renzi 2009).

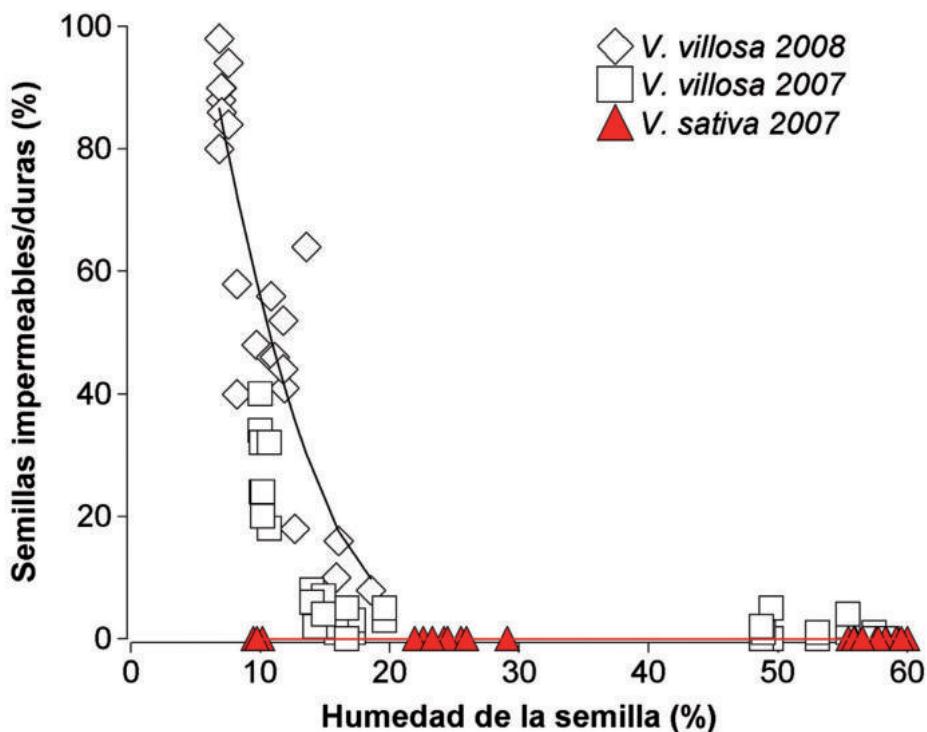


Figura 32. Efecto de la reducción en la humedad sobre la proporción de semillas impermeables o duras en *V. villosa* y *V. sativa* cosechadas manualmente en 2007 y 2008.

Hay que tener en cuenta que bajo condiciones de mecanización, la proporción de semillas duras puede disminuir debido a la abrasión y fisuras del tegumento ocasionadas por las maquinarias (Figura 33). Es por ello que la impermeabilidad de los tegumentos causada por el sobresecado de las semillas se enmascara en la cosecha mecánica. Asimismo, el envejecimiento de la semilla bajo condiciones ambientales también disminuye la proporción de semillas impermeables/duras (Renzi y Cantamutto 2009).

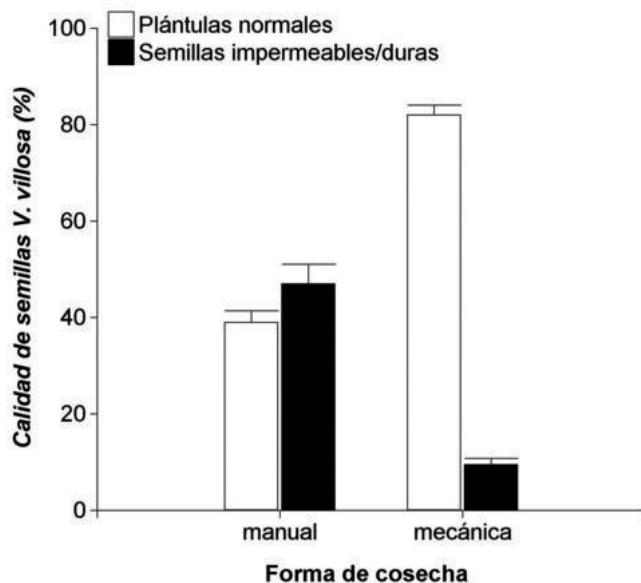


Figura 33. Efecto de la cosecha mecánica sobre la germinación y dureza de semillas de *V. villosa* recolectadas con 10% de humedad.

La cosecha mecánica de *V. villosa*, sumado al almacenamiento previo a la siembra de otoño, determina que los valores de dormancia física sean inferiores al 10% sin afectar la implantación del cultivo. Por el contrario, la dormancia física de la semilla de vicia caída al suelo por dehiscencia de vainas posee un gran impacto para la resiembra natural.

Almacenamiento de semillas para la siembra

Es importante minimizar los daños mecánicos sobre las semillas por manipulación excesiva o transportándola bruscamente cuando el contenido de humedad sea inferior al 14%. Superado ese valor existe mayor posibilidad de que ocurra el desarrollo de hongos que deterioren el producto (White *et al.* 2005). Es así que para una buena conservación de la semilla la humedad debe oscilar entre 12-14%. Resulta factible cosechar con éxito con humedad de 16-20%, sin que se afecte la calidad de la semilla (Seymour *et al.* 2003, Renzi 2009).

Las semillas de *V. villosa* y *V. sativa* pueden permanecer viables luego de estar almacenadas por un periodo prolongado (Duke 1981). En condiciones controladas, con baja temperatura (-10°C) y baja humedad (7%), Pita *et al.* (2005) menciona que el poder germinativo (PG) de 75 accesiones de *V. sativa* luego de 10 años fue en promedio $95 \pm 2,7\%$, disminuyendo solamente un 2% del PG inicial. Las mismas especies almacenadas en condiciones ambientales durante 18 meses presentaron una germinación mayor al 95% (Piper y McKee 1912). Es así que bajo condiciones no controladas, semillas de *V. sativa*, *V. pannonicus* y *V. benghalensis* pueden almacenarse durante 5 años sin afectar en gran medida su germinación, en *V. villosa* subsp. *villosa*, *dasycarpa* y *V. sativa* subsp. *nigra* el almacenamiento podría extenderse por un período mayor (Justice y Bass 1979).

Para mantener la capacidad germinativa es muy importante mantener la semilla con temperaturas frescas, bien aireadas, y evitar el contacto con la humedad. Los mayores valores de humedad relativa ambiental de los ambientes húmedos de la región central aumentan los riesgos de almacenaje seguro (Figura 34). El tiempo de conservación de las semillas por parte de los productores para uso propio es mayor en el sur de la región Pampeana.

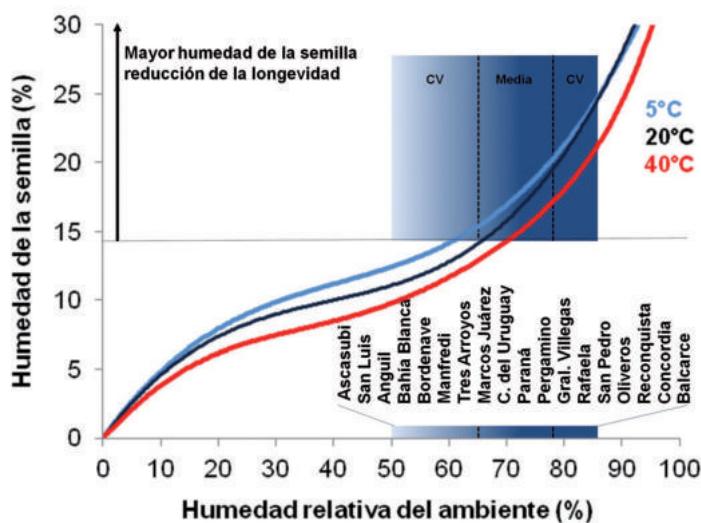


Figura 34. Equilibrio entre el contenido de humedad de semillas de vicia (sin “dureza”) y la humedad relativa del ambiente, isotermas a 5, 20 y 40°C (modificado de Menkov 2000). En la abscisa se presentan los valores medios anuales para algunas localidades de la región Pampeana. Los coeficientes de variación (CV) oscilan entre 16,6% y 9,2% para los sitios más secos y húmedos respectivamente.

La semilla de las dos subespecies de *V. villosa* no es atacada por insectos ni consumida por roedores durante el almacenaje. No obstante, en EEUU se observa la presencia del gorgojo *Bruchus brachialis* en *V. villosa*, que además de reducir hasta el 75% los rendimientos de semilla también afecta la calidad durante el almacenamiento (com. mail Thomas Devine-USDA). Resulta vital evitar el ingreso de la plaga en semillas afectadas importadas desde otros países (Bridwell 1933).

A diferencia de *V. villosa*, algunos roedores pueden consumir las semillas de *V. sativa* cuando se hallan almacenadas (Ruby *et al.* 1954, Paulsen *et al* 2013). En esta especie también existen antecedentes de daño por *Bruchus rufimanus* Boheman (Coleóptera: Bruchidae) (Muruaga de L'Argentier *et al.* 2008), aunque los mismos no superaron el 7,93% y no muestran diferencias entre distintos materiales de *V. sativa* evaluados en el sur de Buenos Aires (Renzi *et al.* 2008). Este gorgojo se caracteriza por tener una generación anual (monovoltino), con la ventaja de no volver a re-infectar las semillas almacenadas (Medjdoub Bensaad *et al.* 2007) (ver capítulo 6). Asimismo el impacto sobre la germinación es dependiente de nivel de daño. Con 50% de daño es posible la germinación y establecimiento de la planta siempre y cuando el embrión se mantenga viable (Koptur 1998).

Agradecimientos

A Omar Reinoso y Adrián Logiúdice por su colaboración en las actividades de campo y laboratorio.

Bibliografía

- Aarssen, L.W., Hall, I.V., Jensen, K.I.N. 1986. The biology of Canadian weed: *Vicia angustifolia* L., *V. cracca* L., *V. sativa* L., *V. tetrasperma* (L.) Schreb. and *V. villosa* Roth. Can. J. Plant Sci. 66: 711-737.
- Abd El Moneim, A.M. 1998. Forage legume improvement. Germplasm programs legumes. Annual Report 127-132.
- Abeledo, G.L., Kruk, B.C., Savin, R. 2003. Madurez y cosecha de los cultivos. p. 717-738. En: Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Satorre, E.H., Benetch Arnold, R.L., Slafer, G.A., De La Fuente, E.B., Miralles, D.J., Otegui, M.E., Savin, R. Ed. Fac. Agronomía. UBA. 783 pp.
- Al Ghzawi, A.A., Samarah, N., Zaitoun, S., Alqudah, A. 2009. Impact of bee pollinators on seed set and yield of *Vicia villosa* spp. *dasycarpa* (Leguminosae) grown under semiarid conditions. Ital. J. Anim. Sci. 8: 65-74.
- Alemu, B., Melaku, S., Prasad, N.K. 2007. Effects of varying seed proportions and harvesting stages on biological compatibility and forage yield of oats (*Avena sativa* L.) and vetch (*Vicia villosa* R.) mixtures. Livestock Research for Rural Development 19:1-11.
- Andrzejewska, J., Dolata, A., Wiatr, K. 2006. Variability of length of stem of determinate and indeterminate cultivars of common vetch (*Vicia sativa* ssp. *sativa*) and its impact on selected cropping features. Journal Central European Agricultural 7: 251-258.
- Asghar, A., Keatinge, J.D.H., Ahmed, S., Roidar Khan, B., Qamar, I.A. 1999. Kohak-96 first cold and drought tolerant vetch variety for the arid uplands of Balochistan, Pakistan. Pakistan Journal of Biological Science 2:1427-1431.
- Aydogdu, L., Acikgoz, E. 1995. Effect of seeding rate on seed and hay yield in common vetch (*Vicia sativa* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 174:181-187.
- Arregui, M.C., Puricelli, E. 2008. Mecanismo de acción de plaguicidas. Dow Agrosciences. Acquatint (ed.): 208 pp.
- Baskin, C.C., Baskin, J.M. 1998. Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego, Academic Press. 666 p.
- Benedek, P., Bank, L., Komlódi, J. 1973. Behaviour of wild bees (Hymenoptera: Apoidea) on hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) flowers. J. Appl. Ent. 74: 80-85.
- Berger, J.D., Robertson, L.D., Cocks, P.S. 2002a. Agricultural potential of Mediterranean grain and forage legumes: Key differences between and within *Vicia* species in terms of phenology, yield, and agronomy give insight into plant adaptation to semi-arid environments. Genetic Resources and Crop Evolution 49:313-325.

- Berger, J.D., Robertson, L.D., Cocks, P.S. 2002b. Genotype x environment interaction for yield and other plant attributes among undomesticated Mediterranean *Vicia* species. *Euphytica* 126:421-435.
- Bieberdorf, G.A. 1953. Honey Bees and Vetch Pollination. *Proceedings of the Oklahoma* 36-37.
- Brandsaeter, L.O., Netland, J. 1999. Winter annual legumes for use as cover crops in row crops in Northern Regions: I. Field experiments. *Crop Science* 39:1369-1379.
- Brar, G.S., Gomez, J.F., McMichael, B.L., Matches, A.G., Taylor, H.M. 1991. Germination of twenty forage legumes as influenced by temperature. *Agronomy Journal* 83:173-175.
- Bridwell, J.C. 1933. The hairy vetch bruchid, *Bruchus brachialis* Fahraeus. In the United States. *Journal of Agricultural Research* 46: 739-751.
- Buyukburc, U., Karadag, Y. 2002. The amount of NO₃-N transferred to soil by legumes, forage and seed yield, and the forage quality of annual legume + triticale mixtures. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 26:281-288.
- Capurro, J., González, M.C. 2010. Fertilización y cultivos de cobertura en maíz. Para Mejorar la producción 44. INTA EEA Oliveros 45-48.
- Casta, P., Sombrero, A. 2004. Las leguminosas de grano en Castilla y León: Resultados de la campaña 2003/04. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. p61.
- CASAFE 2011. Guía de productos fitosanitarios de la República Argentina. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. República Argentina. 996p.
- Carmona, M., Scandiani, M.M., Formento, N., Luque, A. 2012. Reaparece una temible enfermedad en cebada. *Ramularia collo-cygni* provoca el salpicado necrótico de las hojas. *CREA* 386:34-36.
- Copeland, L.O., McDonald, M.B. 1995. Principles of seed science and technology. New York, Chapman and Hall.
- De Simone, M. 2006. Poroto (*Phaseolus vulgaris* L.): Eficiencia de cosecha y postcosecha. INTA-PRECOP. 114 p.
- De Beistegui, J.A. 2012. Incremento de la eficiencia de cosecha en *Vicia villosa* Roth. Cultivos soporte y uso de desecantes. Trabajo de Intensificación UNS-DA. 27p.
- Dell'Agostino, E. 2001. Producción de semillas de especies forrajeras templadas. p.407-457. En: Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina. Maddaloni, J., Ferrari, L. INTA. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Facultad de Ciencias Agrarias. 520 pp.
- Dhima, K.V., Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Research* 100:249-256.
- Donnelly, E.D., Watson, J.E., McAguire, J.A. 1972. Inheritance of hard seed in *Vicia*. *Journal of Heredity* 63:361-365.
- Duke, J.A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. Nueva York. Plenum Press.
- Egli, D.B., TeKrony, D.M., Heitholt, J.J., Rupe, J. 2005. Air temperature during seed filling and soybean seed germination and vigor. *Crop Science* 45:1329-1335.
- Ekpo, J.I., Bartholomew, P.W., Williams, R.D. 2002. Does seed size affect the rate of germination and early seedling growth in hairy vetch?. Research day abstracts: Regional Universities Research Day. p74.
- Elkins, D.M., Hoveland, C.S., Donnelly, E.D. 1966. Germination of *Vicia* species and interspecific lines as affected by temperature cycles. *Crop Science* 6:45-48.
- Fernandez, M.J., Ves Losada, J.C., Naab, O., Baudino, E.M., Dreussi, L.W. 2004. Himenópteros polinizadores asociados al cultivo de alfalfa en el área del Caldenal de la provincia de La Pampa, Argentina. Ed. INTA. 12pp.
- Forcone, A., Muñoz, M. 2009. Floración de las especies de interés apícola en el noroeste de Santa Cruz, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 44: 393-403.
- Fraczek, J., Hebda, T., Slipek, Z., Kurpaska, S. 2005. Effect of seed coat thickness on seed hardness. *Canadian Biosystems Engineering* 47:41-45.
- Francis, C.M., Enneking, D., Abd El Moneim, A. 1999. When and where will vetches have an impact as grain legumes?. En: Knight, R. (ed.) *Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21st Century*. Proceedings of the Third International Food Legume Research Conference, Adelaide 1997. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture. Vol. 34. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, pp. 671-683.
- Frankel, R., Galun, E., 1977. Pollination mechanisms, reproduction and plant breeding. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 279 pp.
- Galloway, J., McLeod, B. 2002. Epidemiology of ascochyta and botrytis diseases of pulses. Pulse Research and industry development in Western Australia. ISSN 1445-0592. 117p.
- Hawthorne, W. 2010. Pulse seed treatments y foliar fungicides. *Australian Pulsed bulletin* 13. 8p.
- Hakyemez, B.H. 2006. Effect of sowing dates on forage and seed yields in common vetch (*Vicia sativa* L.). Uludag. *Üniv. Zir. Fak. Derg.* 20: 47-55.
- Iannone, N. 2011. Manejo de isoca bolillera (*Helicoverpa gelotopoeon*). Sistema de Alerta – Servicio Técnico – INTA Pergamino 5p.
- International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing. Zürich: ISTA, 2011. 335 pp.

- Jeon, T.W., Choi, B., Abd El-Azeem, S.A.M., Sik Ok, Y. 2011. Effect of different seeding methods on green manure biomass, soil properties and rice yield in rice-based cropping systems. African Journal of Biotechnology 10: 2024-2031.
- Justice, O.L., Bass, L.N. 1979. Principles and practices of seed storage. Castle House Publications Ltd.
- Karadag, Y. 2004. Forage yields, seed yields and botanical compositions of some legume-barley mixtures under rainfed condition in semi-arid regions of Turkey. Asian Journal of Plant Sciences 3:295-299.
- Kendir, H. 1999. Determination of some yield components of winter vetch species (*Vicia* spp.) grown in Ankara conditions. Tarim BilimleriDergisi 5:85-91.
- Koptur, S. 1998. Effect of seed damage on germination in the common vetch (*Vicia sativa* L.). American Midland Naturalist 140:393-396.
- Kucewicz, M., Maćkiewicz, K., Źróbek-Sokolnik, A. 2010. Selected aspects of tiny vetch (*Vicia hirsuta* L. Gray S.F.) seed ecology: generative reproduction and effects of seed maturity and seed storage on seed germination. Acta agrobotánica 63:205-212.
- Labarthe, A., Pelta, H. 1971. Informe de Vicias. Agencia Cooperativa de Extensión Rural-INTA Tornquist.
- Larbi, A., Abd El Moneim, A.M.A., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011a. Intra-species variations in yield and quality determinants in *Vicia* species: 3.Common vetch (*Vicia sativa* ssp. *sativa*). Animal Feed Science and Technology 164: 241-251.
- Larbi, A., Abd El Moneim, A.M.A., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011b. Intra-species variations in yield and quality determinants in *Vicia* species: 4.Woolly-pod vetch (*Vicia villosa* ssp. *dasycarpa* Roth). Animal Feed Science and Technology 164: 252-261.
- Larbi, A., Hassan, S., Kattash, G., Abd El-Moneim, A.M., Jammal, B., Nabil, H., Nakkul, H. 2010. Annual feed legume yield and quality in dryland environments in north-west Syria: 2. Grain and straw yield and straw quality. Animal Feed Science and Technology 160: 90-97.
- Lithourgidis, A.S., Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., Yiakoulaki, M.D. 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. Agronomy for Sustainable Development. 27:1-5.
- Lloveras, J., Santiveri, P., Vendrell, D., Torrent, D., Ballesta, A. 2004. Varieties of vetch (*Vicia sativa* L.) for forage and grain production in Mediterranean areas. CIHEAM Options Méditerranéennes 62:103-106.
- Martinez, E., Renzi, J.P., Matarazzo, R., Schmid, E. 2008. Efecto de la polinización en cultivos de interés apícola e industrial. Apitrack R, Información apícola Nº 177.
- Martiniello, P., Ciola, A. 1995. Dry matter and seed yield of Mediterranean annual legume species. Agronomy Journal 87:985-993.
- McGregor, S.E. 1976. Insects pollinations of cultivated crop plants. Agriculture Service. United States Department of Agriculture. p369-372.
- Medjdoub Bensaad, F., Khelil, M.A., Huignard, J. 2007. Bioecology of broad bean bruchid *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera: Bruchidae) in a region of Kabylia in Algeria. African Journal of Agricultural Research 2:412-417.
- Menkov, N.D. 2000. Moisture Sorption Isotherms of Vetch Seeds at Four Temperatures. J. Agric. Engng. Res. 76: 373-380.
- Mihailovic, V., Karagic, D., Mikic, A., Katic, S., Milic, D., Draganovic, V. 2007. Seed yield and seed yield components in winter cultivars of common vetch (*Vicia sativa* L.). Proceedings of the Sixth International Herbage Seed Conference, Gjennestad, Norway.p53-56.
- Miles, F.D., TeKrony, D.M., Egli, D.B. 1988. Changes in viability, germination, and respiration of freshly harvested soybean seed during development. Crop Science 28:700-704.
- Mosjidis, J.A., Zhang, X. 1995. Seed germination and root growth of several *Vicia* species at different temperatures. Seed science and technology 23:749-759.
- Muruaga de L'Argentier, S., Renzi, J.P., Dughetti, A.C., Baffoni, P.A., Zárate, A.O. 2008. Presencia del gorgojo de las habas *Bruchus rufimanus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae) en *Vicia sativa* en el Valle Bonaerense del Río Colorado. Actas VII Congreso Argentino de Entomología. Córdoba (Argentina). p150.
- Ozpinar, H., Soya, H. 2003. The effect of sowing rate and the ratios of oat (*Avena sativa* L.) as a companion crop on seed yield and yield components of common vetch (*Vicia sativa* L.). Anadolu 13:17-30.
- Ozpinar, H., Soya, H., Acar, Z. 2007. The effect of barley ratio (*Hordeum vulgare* L.) as a companion crop on seed yield and yield components of common vetch (*Vicia sativa* L.) sown at different rates. Proceedings of the Sixth International Herbage Seed Conference, Gjennestad, Norway.p131-135.
- Ozpinar, S., Baytekin, H. 2006. Effects of tillage on biomass, roots, N-accumulation of vetch (*Vicia sativa* L.) on a clay loam soil in semi-arid conditions. Field Crops Research 96: 235-242.
- Pacucci, G., Troccoli, C., Falcinelli, M., Rosellini, D. 1999. Agrotechnical factors and seed yield in common vetch (*Vicia sativa* L.) in Southern Italy. 1 - Effects of row spacings and sowing rates of vetch and barley. Proceedings Fourth International Herbage Seed Conference, Perugia, Italy. p83-87.
- Petraityte, N., Sliesaravicius, A., Dastikaite, A. 2007. Potential reproduction and real seed productivity

- of *Vicia villosa* L. *Biologija* 53:48-51.
- Piper, C.V., McKee, R. 1912. Vetches. U.S Department of Agriculture. Farmers Bulletin 515 28p.
 - Pita, J.M., Martínez-Laborde, J.B., Zambrana, E., De la Cuadra, C. Germinability of *Vicia sativa* L. seeds after 10 years of storage in a base collection. *Genetic Resources and Crop Evolution* 52:513-517.
 - Renzi, J.P. 2010. Influencia del desecante químico a cosecha sobre la calidad de semilla de *Vicia villosa* Roth. Informe interno EEA H. Ascasubi. 2p.
 - Renzi, J.P., Cantamutto, M.A. 2009. Dormancia y germinación en semillas de *Vicia villosa* Roth. *Análisis de Semillas*. 3:84-89.
 - Renzi, J.P., Dughetti, A.C., Muruaga de L'Argentier, S. 2008. Evaluación del daño del gorgojo de las habas *Bruchus rufimanus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae) en vicias, en el Valle Bonaerense del Río Colorado. *Actas VII Congreso Argentino de Entomología*. Córdoba (Argentina). p156
 - Renzi, J.P., Lasa, J.C., Cantamutto, M.A. 2010a. Caracterización morfológica de semillas de *Vicia* spp. *Actas de I Jornada de mejoramiento genético de forrajeras*. P139. 9 y 10 de septiembre Instituto Fitotécnico de Santa Catalina-FCAyF-UNLP.
 - Renzi, J.P., Lasa, J.C., Vanzolini, J.I., Cantamutto, M.A. 2010b. Producción forrajera de *Vicia villosa* Roth. consociada con cereales de invierno. *Revista Argentina de Producción Animal* 30:309-310.
 - Renzi, J.P., Lasa, J.C., Vanzolini, J.I., Cantamutto, M.A. 2010c. Efecto de la defoliación sobre el rendimiento de semilla de *Vicia villosa* Roth. consociada con cereales. . *Revista Argentina de Producción Animal* 30:307-308.
 - Renzi, J.P. 2009. Efecto de la estructura de cultivo y grado de madurez a cosecha sobre el rendimiento y la calidad de semillas de *Vicia sativa* L. y *V. villosa* Roth., bajo riego. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. 126p.
 - Renzi, J.P., Cantamutto, MA. 2007. Influencia del estado de madurez a cosecha sobre la calidad de semillas de *Vicia villosa* Roth. y *Vicia sativa* L. Rev. Análisis de semillas 3: 97-101.
 - Richards, K.W., 1997. Potential of the alfalfa leafcutter bee, *Megachile rofundata* (F.) (Hym., Megachilidae) to pollinate hairy and winter vetches (*Vicia* spp.). *J. Appl. Ent.* 121, 225-229.
 - Rowarth, J.S. 1998. Vetches. In: *Practical Herbage Seed crop Management* (ed. J.S Rowarth), 163-167. Lincoln University Press, Canterbury, N.Z.
 - Rubio, G., Gutiérrez Boem, F., Cabello, M. 2007. ¿Cuánto fósforo hay que aplicar para alcanzar el umbral crítico de fósforo disponible en el suelo? I. Calculo a partir de propiedades básicas del suelo. *Informaciones Agronómicas IPNI* 23: 5-8.
 - Ruby, E.S., Beasley, J., Stephenson, E.L. 1954. Prussic acid poisoning in common vetch (*Vicia sativa*) seed. *Journal Series. University of Arkansas. Research Paper* n° 1100:18-20.
 - Samarah, N.H., Allataifeh, N., Turk, M., Tawaha, A.R. 2003. Effect of maturity stage on germination and dormancy of fresh and air-dried seeds of bitter vetch (*Vicia ervilia* L.). *New Zealand Journal of Agricultural Research* 46:347-354.
 - Samarah, N.H., Allataifeh, N., Turk, M.A., Tawaha, M.A. 2004. Seed germination and dormancy of fresh and air-dried seeds of common vetch (*Vicia sativa* L.) harvested at different stages maturity. *Seed Science and Technology* 32:11-19.
 - Samarah, N.H., Mullen, R.E. 2004. Effect of maturity stage on seed germination and vigor of common vetch (*Vicia sativa* L.). *Seed Technology* 26:27-37.
 - Sarandón, S.J., Chamorro, A.M. 2003. Policultivos en los sistemas de producción de granos. p. 353-372. En: *Producción de granos: bases funcionales para su manejo*. Satorre, E.H., Benetich Arnold, R.L., Slafer, G.A., De La Fuente, E.B., Miralles, D.J., Otegui, M.E., Savin, R. Ed. Fac. Agronomía. UBA. 783 pp.
 - Sattell, R., Dick, R., Luna, J., McGrath, D., Peachey, E. 1998. Common vetch (*Vicia sativa* L.) and hairy vetch (*Vicia villosa*). Extension Station Communications. Oregon State University 422 Kerr Administration Corvallis, OR 97331-2119. USA.
 - Saxena, M.C., Abd El Moneim, A.M., Ratinam, M. 1992. Vetches (*Vicia* spp.) and chicklings (*Lathyrus* spp.) in the farming systems in West Asia and North Africa and improvement of these crops at ICARDA. *Proceedings of the Vicia/Lathyrus Workshop*, Perth, Western Australia. p77.
 - Schoth, H.A., McKee, R. 1962. The vetches. 205-210. En: *Forages: The science of grassland agriculture*. Hugues, H.D., Heath, M.E., Metcalfe, D.S. (Ed.). The Iowa State University Press.
 - Seymour, M., Siddique, K., Brandon, N., Martin, L., Jackson, E. 2002. Response of vetch (*Vicia* spp.) to plant density in southwestern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 42:1043-1051.
 - Seymour, M., Siddique, K., Pritchard, I., Brandon, N., Riethmuller, G., Latham, L. 2003. Common vetch production technology. Department of Agriculture, South Perth, Australia. *Bulletin* 4578 38p.
 - Siddique, K., Loss, S.P. 1996. Growth and seed yield of vetches (*Vicia* spp.) in south-western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36:587-593.
 - Siddique, K., Loss, S.P., Regan, K.L., Jetten, R.L. 1999. Adaptation and seed yield of cool season grain legumes in Mediterranean environments of south-western Australia. *Australian Journal Agriculture Research* 50:375-387.

- Soya, H. 1994. Effect on the seed yield and yield characteristics of common vetch (*Vicia sativa* L.) of the percentage of barley (*Hordeum vulgare* L.) as a nurse crop in mixtures and row spacing. Anadolu 4:8-18.
- Teasdale, J.R., Devine, T.E., Mosjidis, J.A., Bellinder, R.R., Beste, C.E. 2004. Growth and development of hairy vetch cultivars in the Northeastern United States as influenced by planting and harvesting date. Agronomy Journal 92:1266-1271.
- Thomson, B.D., Siddique, K., Barr, M.D., Wilson, L.M. 1997. Grain legume in low rainfall Mediterranean type environments. 1. Phenology and seed yield. Field Crop Research 54:173-187.
- Todd, F. 1963. Polinización de leguminosas. Anuario de la Sociedad de mejoramiento de praderas 7:117-128.
- Turk, M.A. 1999. Effect of sowing rate and irrigation on dry biomass and grain yield of bitter vetch (*Vicia ervilia*) and narbon vetch (*Vicia narbonensis*). Indian Journal of Agricultural Sciences 69:438-443.
- Turk, M.A. 2000. Productivity of barley and common vetch under different cropping systems in a Mediterranean type environment. Crop Research Hisar 19:175-183.
- Turk, M.A., Tawaha, A.R.M., Samara, N. 2003. Effects of seeding rate and date and phosphorus application on growth and yield of narbon vetch (*Vicia narbonensis*). Agronomie 23: 355-358.
- USDA 2002. NRCS (Natural Resource Conservation Service). The PLANTS Database, Version 3.5 (<http://plants.usda.gov>). National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874- 4490 USA.
- USDA. 1962. Seeds. Ed. Continental, S.A. 1962. p 766-769, 330-334, 446-448.
- Uzun, A., Bilgili, U., Sincik, M., Acikgoz, E. 2004. Effects of seeding rates on yield and yield components of hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 28: 179-182.
- Van Assche, J.A., Debucquoay K.L.A., Rommens, W.A.F. 2003. Seasonal cycles in the germination capacity of buried seeds of some Leguminosae (Fabaceae). New Phytologist 153:315-323.
- Vanzolini, J., Renzi, J.P., Martinez, JM., Reinoso, O. 2010. Efecto de la fecha de siembra sobre la producción de materia seca y la acumulación de N en *Vicia villosa* Roth. como cultivo de cobertura. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 4p.
- Vaughan, E.C., Gregg, B.R., Delouche, J.C. 1970. Procesamiento mecánico y beneficio de semillas. Seed Technology Laboratory, Mississippi State University. 284pp.
- Wehrhahne, L. 2005. Cultivares de avena: producción de grano 2005/06. Ed. INTA.
- Wehrhahne, L. 2008. Avenas para grano. AgroBarrow 40: 6-8.
- Wehrhahne, L. 2011. Avenas para grano. Actualización Técnica: Cultivos de Cosecha Fina 2010/11. Ed. INTA.
- Wheeler, W.A., Hill, D.D. 1957. Grassland seeds. Van Nostrand Co. Princeton, NJ. p. 439-444.
- White, P., Harries, M., Seymour, M., Burgess, P. 2005. Producing pulses in the Northern Agricultural Region. Department of Agriculture Government of Western Australia. Bulletin 4656 132p.
- Yilmaz, S., Can, E. 2000. Adaptation of woolypod vetch (*Vicia villosa* ssp. *dasyarpa* (Ten.) Cav) lines under Hatay conditions and path coefficient analysis of some characters effective on seed yield. MKU Ziraat Facultesi Dergisi 5:129-138.
- Zhang, X., Mosjidis, J.A. 1995. Breeding systems of several *Vicia* species. Crop Science 35:1200-1202.
- Zhang, X., Mosjidis, J.A. 1998. Rapid prediction of mating system of *Vicia* species. Crop Science 38:872-875.
- Zhu, X., Liu, R., Zhang, Y. 2011. Interactions of a hairy vetch-corn rotation and P fertilizer on the NPK balance in an upland red soil of the Yunnan plateau. African Journal of Biotechnology 10: 9040-9050.

Capítulo 10

Cultivos de Cobertura

Juan Ignacio Vanzolini

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascásubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Juan Alberto Galantini

Comisión Investigaciones Científicas (CIC)
Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Las leguminosas como fuente de nitrógeno

Históricamente, las leguminosas fueron una herramienta clave en el manejo de la fertilidad nitrogenada de los suelos, y el reconocimiento de su valor en la agricultura, en rotaciones con cereales, fue anterior a que la ciencia lograra entender el rol de los microorganismos en el proceso de fijación de nitrógeno (N). Desde la antigüedad, se utilizaron ampliamente por su capacidad para mejorar las condiciones de fertilidad y otorgar beneficios al cultivo siguiente (Pieters 1927).

Una de las más importantes y profundas transformaciones en la producción agrícola del mundo durante el siglo XX, fue el cambio de fuentes biológicas por fuentes industriales de N (Crews y Peoples 2004). Los fertilizantes nitrogenados y el riego fueron pilares de la “Revolución Verde” (1960-1980) e incrementaron sensiblemente los rendimientos de los cultivos de trigo y maíz, que se tornaron predominantes (Fageria y Baligar 2005). De esta manera, las rotaciones con leguminosas se volvieron cada vez menos frecuentes y los productores de la mayoría de los países del mundo incrementaron su dependencia de fertilizantes nitrogenados sintéticos (Figura 1).

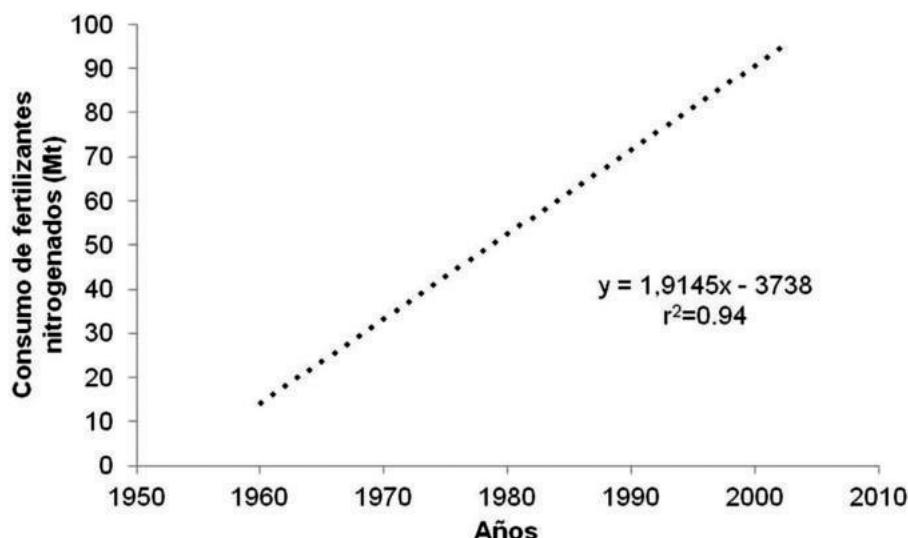


Figura 1. Consumo mundial de fertilizantes nitrogenados, desde 1961 hasta principios del siglo XXI (Raun y Schepers 2008).

La intensificación de los sistemas de producción de alimentos produjo un incremento en la demanda de combustibles fósiles, disminuyendo la eficiencia energética. A la vez, evidenció la merma de la capacidad productiva de los suelos por erosión y degradación física y química; y por pérdida de nutrientes debida al desbalance entre la exportación y la reposición, y la baja eficiencia en el uso de fertilizantes (Sarandón 2002).

Si bien los recursos energéticos para la producción de fertilizantes nitrogenados a escala mundial no parecen limitantes en el corto plazo, la implementación de prácticas de manejo que incrementen la eficiencia de utilización del N, será clave en el futuro cercano (Fixen 2009).

En Argentina, los sistemas de producción agrícola y el nivel de rendimientos hasta el año 1990, no dependieron de la fertilización química, debido a las extensas áreas de suelos fértiles. Sin embargo, la intensificación de la agricultura en la primera mitad de la década de los '90, produjo una aparente necesidad de aplicación de tecnologías de insumo y demandó un aumento sustancial del consumo de fertilizantes (FAO, 2004). En la actualidad,

la producción de cereales (principalmente trigo y maíz) se relaciona con altas eficiencias de uso del N (kg grano kg N aplicado⁻¹), ya que debido a los precios de los fertilizantes se lleva a maximizar el beneficio de su aplicación, en detrimento de la materia orgánica (MO) y el N del suelo (Echeverría 2009). Este manejo trae consigo el aumento de los procesos de erosión y la pérdida gradual de la capacidad productiva de los suelos (Galantini y Rosell 1997).

Para asegurar la sustentabilidad de los sistemas es necesario lograr un incremento en la productividad agronómica, sin dejar de considerar el mejoramiento de la conservación de los recursos y el acrecentamiento de la calidad ambiental (Andriulo *et al.* 2001). La regulación de la fertilidad del suelo y el ciclado de los nutrientes están relacionados con el ciclo de dos elementos principales: carbono (C) y N. Por lo tanto, el desafío agronómico y ambiental actual es mejorar la productividad de largo plazo y la sostenibilidad del recurso suelo manteniendo o aumentando la MO.

La adopción de métodos que dependan primariamente de insumos renovables, y que mantengan o aumenten los niveles actuales de producción contribuirá a la sustentabilidad de los sistemas (Sainju y Singh 1997). Las estrategias de manejo agronómico esenciales para la conservación y el mejoramiento de la MO del suelo son la labranza conservacionista o siembra directa, la rotación de cultivos, los cultivos de cobertura y la aplicación de fertilizantes y abonos orgánicos (Galantini *et al.* 2000, Galantini y Rosell 2006).

El empleo de abonos verdes (AV) o cultivos de cobertura (CC) que incluyan leguminosas con capacidad de fijar N₂ atmosférico, es una alternativa interesante para los sistemas de producción modernos (Miguez *et al.* 2009). Los AV son cultivos cuyo material vegetal, verde o en estado de madurez, se incorpora al suelo mediante labores con el propósito de mejorar su fertilidad (SSSA, 1997). De esta forma, se aumenta su contacto con el suelo y se expone mayor cantidad de material orgánico a organismos descomponedores, incrementando su velocidad de descomposición (Schomberg *et al.* 1994). Por su efecto sobre el N del suelo, dado por la cantidad de N en su biomasa que proviene de la fijación biológica, los abonos verdes de leguminosas fueron muy difundidos.

En la actualidad, los AV que tradicionalmente eran incorporados al suelo antes de la siembra del cultivo siguiente, evolucionaron hacia los CC. Este cambio se originó con el auge de la labranza cero y el interés en el manejo de los residuos como medio para reducir la erosión del suelo (Reeves 1994). Los CC son cultivos que no se cultivan para cosechar, sino para llenar vacíos, sean de tiempo o espacio, de suelo desnudo que dejan las siembras comerciales (Altieri 1999). Su crecimiento es interrumpido antes de la siembra del siguiente cultivo o bien después de la siembra de éste, pero antes que comience la competencia entre ambos (FAO 2008). Los residuos de los CC juegan un papel importante tanto como mulch que favorece la conservación del suelo y el agua, así como un insumo para mantener la MO y restituir nutrientes al suelo (Schomberg *et al.* 1994).

En los sistemas de manejo de cultivos modernos, los CC cumplen varios roles, entre ellos: a) proveer cobertura y proteger al suelo de la erosión eólica o hídrica (Sustainable Agriculture Network 1998); b) mejorar la infiltración de agua en el suelo (Álvarez *et al.* 2009); c) actuar como destino de nutrientes que de otra manera se perderían por lavado o volatilización (Shipley *et al.* 1992); d) proporcionar control de malezas mediante competencia y alelopatía (Teasdale y Abdul-Baki 1998, Fernández *et al.* 2009); e) controlar enfermedades e insectos por medio del incremento de la biodiversidad (Sustainable Agriculture Network 1998); f) funcionar como fuente complementaria de N (Sainju y Singh 2008). Particularmente, los CC de leguminosas de invierno reciben especial atención por su potencial para contribuir con significativas cantidades de N fijado biológicamente a cultivos de verano, como maíz (*Zea mays*) o sorgo (*Sorghum* sp.) (Smith *et al.* 1987, Reeves 1994, Fageria y Baligar 2005).

Las investigaciones sobre CC en Argentina fueron discontinuas. Las primeras experiencias se realizaron en la EERA INTA Pergamino en los inicios de la década del '80, evaluando CC

de leguminosas y gramíneas (Cordone y Hansen 1984, 1986, Cordone 1990). A comienzos de los '90 se interrumpieron y se retomaron en principios de 2000, como respuesta al proceso de agriculturación que incrementó la participación de cultivos de verano en la secuencia, redujo el aporte de residuos y, por lo tanto, el contenido de MO de los suelos (Quiroga *et al.* 2009).

Actualmente, la información disponible acerca del uso de especies invernales como CC, es cada vez más abundante. En varias regiones del país se realizan estudios relacionados al uso de leguminosas (vicias), gramíneas (centeno o avena) o la consociación de ambas, como CC (Restovich *et al.* 2008, Sá Pereira *et al.* 2008, Fernández *et al.* 2009, Capurro *et al.* 2009, Fargioni *et al.* 2009, Vanzolini *et al.* 2010, Baigorria y Cazorla 2010, Frasier *et al.* 2012, Diez *et al.* 2012). Los resultados de estas investigaciones permiten ahondar en los conocimientos acerca de esta práctica e incrementar su adopción por parte de los productores.

En este capítulo se reflejan los aspectos más destacados de la utilización de vicias como CC, en los sistemas agrícolas contemporáneos.

Criterios a tener en cuenta en un CC de vicia

En numerosas experiencias, la vicia (*Vicia spp.*) demostró ser un género apto para CC (Ebelhar *et al.* 1984, Hargrove 1986, Mc Vay 1989, Wagger 1989a, Utomo *et al.* 1990, Decker *et al.* 1994, Kuo *et al.* 1997a, Sainju y Singh 2001, Reinbott *et al.* 2004).

La cronología de un CC posee algunos puntos claves como lo son: la siembra, el secado y, la cantidad y calidad del residuo remanente (Figura 2). Siguiendo este orden, se señalarán aspectos considerados de relevancia para cada uno de estas etapas.

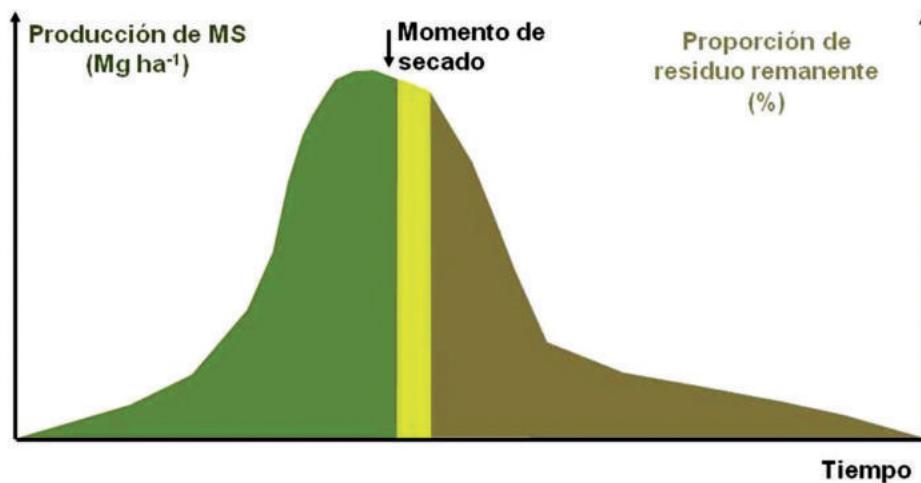


Figura 2. Dinámica de acumulación de materia seca, momento de secado y proporción de residuo remanente para un CC típico.

Siembra de un CC de vicia

La primera cuestión a resolver es la elección de la especie a sembrar. Algunos aspectos relevantes en una especie a utilizar como CC son; a) facilidad de implantación y establecimiento; b) alta tasa de crecimiento, para proporcionar una rápida cobertura de suelo; c) abundante producción de biomasa para aportar buena cantidad de residuos; d) resistencia a enfermedades; e) facilidad de control; f) viabilidad económica (Reeves 1994).

Además, la tolerancia al frío es una característica fundamental para atravesar los meses de invierno (Smith et al. 1987, Wilke y Snapp 2008). Claramente, en climas fríos y secos, es habitual observar menor desarrollo en CC de leguminosas, respecto de climas más húmedos y cálidos (Doran y Smith 1991).

En Argentina, las especies del género *Vicia* más difundidas, son *V. sativa* L y *V. villosa* Roth. Ambas son anuales, de ciclo otoño invierno primaveral; sin embargo, son muy diferentes respecto de caracteres morfológicos, fisiológicos y adaptativos (Piper y McKee 1915, Renzi 2008).

Vicia villosa es más tolerante a bajas temperaturas, resiste mejor períodos de sequía y se adapta a suelos poco fértiles. Además, presenta alta plasticidad a la época de siembra, consecuentemente, puede implantarse desde fines de verano hasta el invierno (Vanzolini et al. 2010). Estas características determinan la mayor capacidad de producción de materia seca (MS) de *V. villosa* respecto de *V. sativa* (Renzi y Cantamutto 2007, 2008). Generalmente, la *V. villosa* se asocia con suelos arenosos y regímenes semiáridos / subhúmedos; sin embargo, en los últimos años se ha empezado a utilizar también en la zona núcleo (Tabla 1).

La mayoría de las experiencias señalan el potencial de *V. sativa* como CC (Cordone 1986, Restovich et al. 2008, Capurro et al. 2009), aunque cabe aclarar que su capacidad de expresarlo está ligada a ciertos ambientes, en los que predominan suelos pesados y ciclos húmedos (Tabla 1).

Tabla 1. Antecedentes de utilización de CC de vicia en Argentina.

Especie utilizada	Localidad	Tipo suelo	Referencia
<i>Vicia villosa</i> Roth	H. Ascasubi (Bs. As.)	Haplustol éntico	Vanzolini et al. (2010)
	M. Juárez (Cba.)	Argiudol típico	Baigorria y Cazorla (2010)
	M. Juárez (Cba.)	Argiudol típico	Rinaudo et al. (2012)
	Correa (Sta. Fe)	Argiudol típico	Capurro et al. (2012)
	Armstrong (Sta. Fe)	Argiudol acuico	Capurro et al. (2012)
	Balcarce (Bs. As.)	Argiudol típico	Diez et al. (2012)
<i>Vicia sativa</i> L	Pergamino (Bs. As.)	Argiudol típico	Cordone y Hansen (1986)
	Pergamino (Bs. As.)	Argiudol típico	Restovich et al (2008)
	Correa (Sta. Fe)	Argiudol típico	Capurro et al. (2009)
	Morrison (Cba.)	Hapludol típico	Fargioni et al. (2009)
	Cnel. Suárez (Bs. As.)	Argiudol típico	Sá Pereira et al. (2012)
	Anguil (La Pampa)	Haplustol éntico	Frasier et al. (2012)
	Anguil (La Pampa)	Ustipsamment típico	Frasier et al. (2012)
	Balcarce (Bs. As.)	Argiudol típico	Tourn et al. (2012)
	25 de Mayo (Bs. As.)	Hapludol éntico	Rillo et al. (2012)

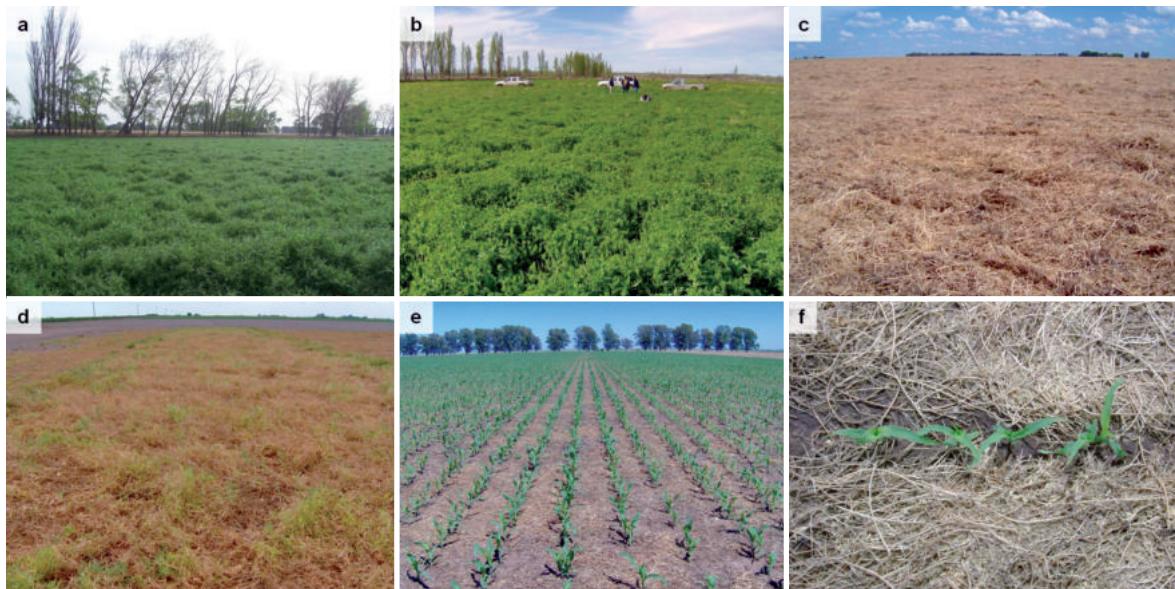


Figura 3. Cultivos de cobertura de *Vicia* sp. (a) CC de *V. villosa* en prefloración en H. Ascasubi. (b) CC de *V. sativa* en prefloración en Viedma (IDEVI). (c) Residuos de un CC de *V. villosa* en Monte Buey (Cba.). (d) CC de *V. sativa* secado tardíamente en Teodelina (Sta. Fe.). (e) Maíz implantado sobre un CC de *V. villosa* en Marcos Juárez (Cba.). (f) Maíz sobre un CC de *V. villosa* en Hilario Ascasubi (Bs. As.).

La época de siembra de un cultivo de vicia adquiere relevancia desde el punto de vista del potencial productivo. Por lo general, son recomendables las fechas tempranas, tanto para cubrir el suelo como para estimular su crecimiento de otoño y fomentar la competencia con malezas (Teasdale *et al.* 2007).

Durante el período inicial, el crecimiento de vicia es muy lento, ya que su evolución en el otoño está condicionada por las bajas temperaturas. Esta circunstancia se acentúa aún más en invierno, aunque no afecta el desarrollo de raíces (Sustainable Agriculture Network 1998). A fines de la estación invernal, las temperaturas cálidas favorecen la acumulación de MS de vicia (Clark *et al.* 1995, Sainju *et al.* 1997). En la primavera, el crecimiento se incrementa rápidamente y la tasa de acumulación de MS es muy alta (Renzi y Cantamutto 2007, 2008, Vanzolini *et al.* 2010) (Figura 4).

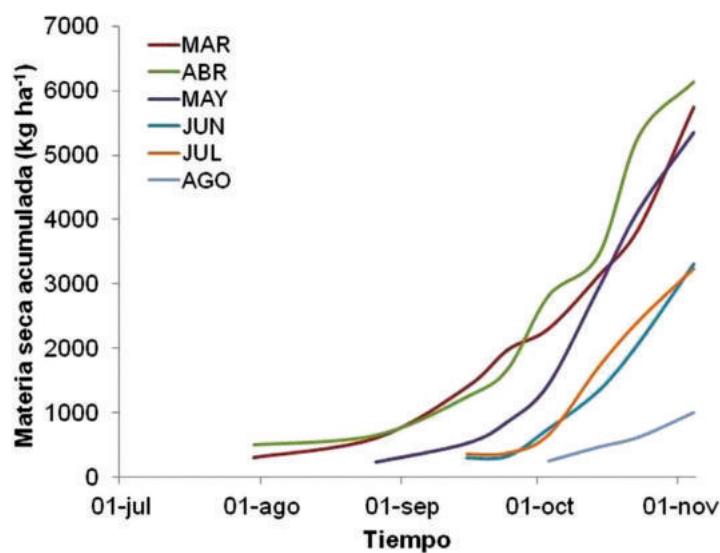


Figura 4. Efecto de la época de siembra (mensual) de *V. villosa* sobre la materia seca acumulada en el Valle Bonaerense del Río Colorado, Villarino, Prov. Bs. As. (Vanzolini *et al.* 2010).

Vicia villosa posee un ciclo de crecimiento de tipo indeterminado, por lo cual es frecuente encontrar cultivos en floración avanzada que aún tienen tallos vegetativos. Esta característica, promueve la acumulación de MS aún en estados reproductivos, a diferencia de *V. sativa*, de ciclo determinado. La indeterminación de *V. villosa* puede ser una característica deseable bajo condiciones climáticas desfavorables.

La densidad de plantas para optimizar la acumulación de MS de *V. villosa* es muy variable. Reinbott *et al.* (2004) obtuvieron máxima producción con dosis de siembra de 34 kg ha⁻¹, aunque no hallaron diferencias significativas con dosis de 22 kg ha⁻¹. Renzi y Cantamutto (2008) encontraron alta producción de biomasa de *Vicia villosa* con 50 plantas m⁻² (aproximadamente 15 a 20 kg ha⁻¹), y no observaron cambios al aumentar la densidad. En CC de *V. sativa*, la densidad de siembra utilizada en épocas tempranas suele ser de 40-50 kg ha⁻¹ (Cordone 1986, Capurro *et al.*, 2012). En siembras tardías es recomendable incrementar la densidad de plantas, en ambas especies, debido a que el crecimiento lento durante épocas de bajas temperaturas, suele disminuir la competencia del cultivo frente a las malezas. El comportamiento de diferentes estructuras de cultivo se describe en los Capítulos 9 y 11.

Las vicias, como otras leguminosas, tienen la capacidad de fijar N atmosférico mediante la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*. Este proceso es muy eficiente en suelos con ciertas deficiencias del nutriente. La actividad de fijación simbiótica está regulada por la disponibilidad de N inorgánico en el suelo. Según Rochester y Peoples (2005), de la acumulación total de N en la biomasa de vicia, 75 al 90% deriva de la fijación biológica de N. Por ello, es importante asegurar la presencia de la bacteria en siembras de vicia mediante la inoculación de la semilla.

El N acumulado en la MS de vicia se estima a partir de su concentración en la biomasa aérea. Se menciona que el 85-90% del N acumulado en una leguminosa se encuentra en su biomasa aérea, y por lo tanto sólo el 10-15% se encuentra en las raíces (Mitchell y Teel 1977, Kuo *et al.* 1997a).

Para una amplia diversidad de condiciones ambientales se halló que *V. villosa* acumula aproximadamente 36 kg N ha⁻¹ por t de MS (Figura 5).

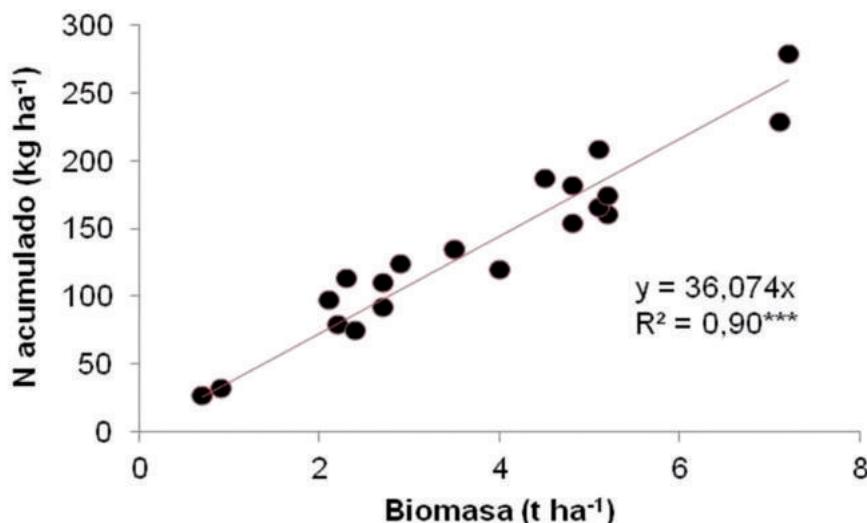


Figura 5. Relación entre la biomasa acumulada y contenido de N en vicia. Elaboración propia en base a recopilación bibliográfica.

La inoculación de la semilla y la nodulación efectiva

La inoculación de la semilla de vicia es importante para asegurar la presencia de la cepa específica de la bacteria en el entorno de las raíces. Si bien es probable la existencia de cepas nativas en el suelo, éstas suelen ser ineficientes en la fijación de N.

La mayoría de los inoculantes de vicia son en base turba. El proceso de inoculación consiste en mezclar el producto con la semilla, agregando además, un poco de agua y azúcar, para favorecer la adherencia del inoculante al tegumento de la semilla. Para facilitar la tarea, se puede contar con un sinfín ó con un tambor de eje descentrado. Para verificar la actividad simbiótica, será necesario extraer plantas al azar dentro del lote, observar las raíces y comprobar la coloración de los nódulos por dentro. Si ésta es rojiza, la fijación de N está siendo efectiva.

Momento de secado de un CC de vicia

La producción de MS de un CC se encuentra acotada al crecimiento delimitado por la fecha de siembra y el secado. Por lo tanto, el momento de secado de un CC determina, en parte, cuánta cantidad de N puede ser fijado por la leguminosa y cuánto residuo del CC quedará en la superficie del suelo (Clark *et al.* 1995).

Teniendo en cuenta que la fijación biológica de N en leguminosas anuales alcanza su máxima tasa en floración (Sustainable Agriculture Network 1998), el momento de secado de un CC de vicia, debería ser cercano a dicho estado fenológico, y de esta manera se evitaría la translocación del N fijado en la MS a los órganos reproductivos.

En zonas de secano, el momento de secado de un CC suele determinarse mediante el compromiso entre la MS acumulada y el consumo de agua del CC, que puede limitar el recurso al cultivo siguiente (Restovich *et al.* 2008, Scianca *et al.* 2008). Esta situación puede causar que el secado temprano del CC de vicia delimite la expresión de su potencial. Por ello, es importante tener en cuenta que los efectos del momento de secado del CC, respecto del agua disponible en el suelo para el cultivo siguiente, son variables y dependen de factores edáficos y climáticos (Unger y Vigil 1998). Estos criterios son más flexibles en sistemas irrigados, en los que la disponibilidad hídrica en el cultivo estival no es restrictiva. La producción total de biomasa aérea de la leguminosa al momento de secado es más importante que su concentración de N (Holderbaum *et al.* 1990), ya que ésta última se mantiene casi constante. Un retraso de dos semanas en el control de un CC de vicia en primavera, permite incrementar la cantidad de MS producida, y por lo tanto, aumentar significativamente la acumulación de nitrógeno en la biomasa del mismo (Sainju y Singh 2001, Vanzolini 2011). Wagger (1989b) observó un aumento promedio de 61% de producción de materia seca cuando se retrasó el control de un CC de vicia por dos semanas, acompañado por un incremento del 41% en el contenido de N total. En parcelas experimentales, en la EEA INTA Hilario Ascasubi, cuando el secado del CC de vicia se postergó dos semanas, la leguminosa elevó su producción en 3,6 t MS ha⁻¹ (Figura 6). Este incremento se atribuyó al rápido crecimiento de la vicia en primavera, en respuesta al aumento de temperatura y disponibilidad de agua (Clark *et al.* 1995, Sainju *et al.* 1998). Según lo observado, la tasa de acumulación de materia seca para el período considerado fue de 240 kg MS día⁻¹ ha⁻¹.

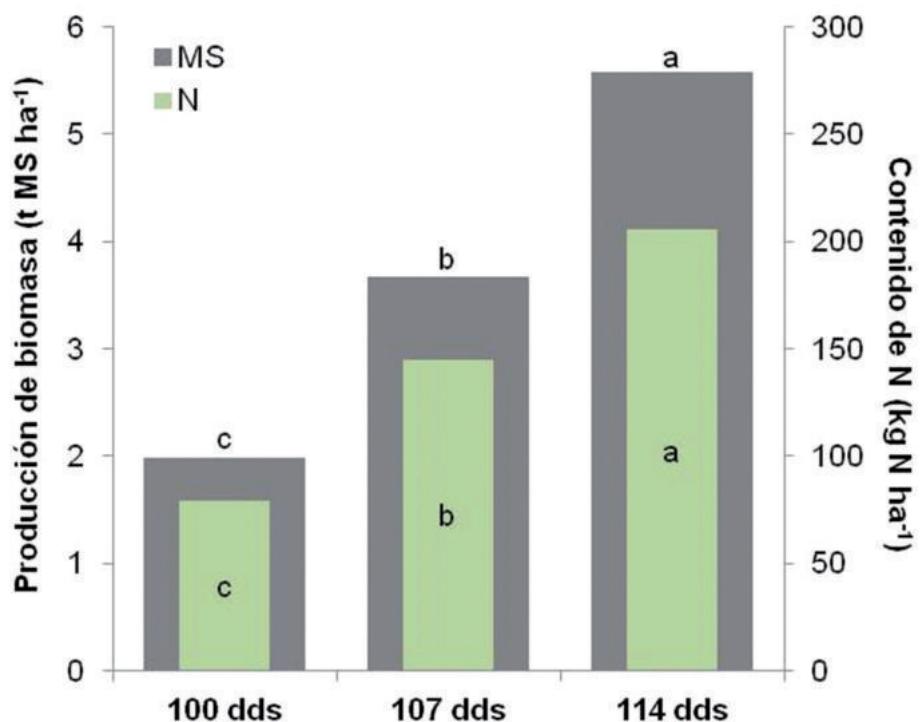


Figura 6. Producción de materia seca (MS) y contenido de N de CC de vicia secadas con una y dos semanas de retraso respecto a la fecha recomendada (100 dds), en experiencias realizadas en la EEA INTA Hilario Ascasubi. dds = días desde la siembra.

Asimismo, la demora en el momento de supresión puede influir positivamente sobre la absorción de N por parte del cultivo estival, tanto por la mayor acumulación de N en el residuo, como por el efecto de la cobertura o “mulch” durante el verano (Clark *et al.* 1997a). Habitualmente, el retraso en el secado del CC causa el aplazamiento en la siembra del cultivo de verano. El atraso de la siembra puede disminuir el rendimiento (Bollero y Bullock 1994), aunque en situaciones puntuales ello no ocurriría (Clark *et al.* 1997a).

La supresión de un CC se realiza mediante la aplicación de herbicidas totales, como glifosato, aunque a veces es necesario agregar otros productos que potencien el control (e.g. 2,4-D). También puede aplicarse paraquat.

Una alternativa al uso de agroquímicos para el secado, es el tratamiento con herramientas como rollos cortadores. Esta técnica permite controlar CC de vicia en sistemas orgánicos. Cabe destacar que los CC de *V. villosa* son susceptibles al rolado, en estados fenológicos de floración avanzada (Mischler *et al.* 2010). En la EEA Marcos Juárez (Cba.), Baigorria *et al.* (2011) encontraron muy buenos resultados con la utilización de este tipo de herramienta para control de un CC de *V. villosa* (Figura 7a). Estos autores observaron el posible rebrote de la leguminosa luego del rolado, sin que ello perjudique la posterior implantación del cultivo de maíz (Figura 7b).



Figura 7. Rolado de *V. villosa* en Marcos Juárez. En (a), utilización del rolo para suprimir un CC de vicia con avena; en (b), el rebrote observado en *V. villosa* a la siembra del maíz.

Calidad del residuo y aportes de un CC de vicia

Frecuentemente, el efecto de un CC de *V. villosa* se relaciona estrechamente con el cambio producido sobre la disponibilidad de N en el suelo (Corak *et al.* 1991, Kuo y Jellum 2000) que es señalado como un beneficio de corto plazo (Kuo *et al.* 1997a). Por su alta concentración de N y baja relación C:N, el residuo de *V. villosa* puede descomponerse rápidamente en el suelo (Kuo *et al.* 1997b, Sá Pereira *et al.* 2012), liberar el N y dejarlo disponible para el cultivo siguiente (Stute y Posner 1995).

En general, la bibliografía indica que el contenido de C en residuos de cultivos oscila entre 40 y 50% (Kumar y Goh 2000). En cambio, el contenido de N varía considerablemente entre especies, e incluso entre estados fenológicos de la misma especie, lo que da lugar a la variación de la relación C:N. Aún cuando en diferentes estados fenológicos la MS de vicia mantiene la relación C:N baja, la calidad del residuo puede variar sustancialmente debido a un aumento en la concentración de hemicelulosa y lignina (Wagger *et al.* 1998). Por lo general, una relación C:N de 25:1 es considerada el límite entre la mineralización o la inmovilización del N del residuo (Allison 1966). La información relevada en la bibliografía indica que el residuo de vicia posee una relación C:N que favorece su rápida descomposición. Los CC pueden realizar aportes significativos de C e incidir sobre la cantidad y calidad de la MO (Quiroga *et al.* 2008). Los aportes de residuos incrementan los contenidos de la fracción lábil de la MO y los grupos menos estables de los ácidos húmicos (Galantini y Rosell 2006, Ding *et al.* 2006).

La incorporación del residuo de un CC de vicia puede aumentar su tasa de descomposición y la velocidad de liberación del N. Sin embargo, este incremento en la rapidez con la que el N queda disponible para el cultivo siguiente puede tener consecuencias adversas, perdiéndose parte del N por lavado antes de que el cultivo estival pueda tomarlo (Huntington *et al.* 1985, Wagger 1989b).

Beneficios de la implementación de un CC de vicia: Aportes de nitrógeno y cambios en la dinámica del agua

Entre las ventajas de la implementación de los CC en sistemas agrícolas, habitualmente se mencionan el aporte de nutrientes al cultivo siguiente, la conservación de la humedad, debido al mulch, y el efecto sinérgico de ambos (Ebelhar *et al.* 1984, Munawar *et al.* 1990, Corak *et al.* 1991, Clark *et al.* 1997b, Sainju y Singh 2001).

Cuando se utiliza un CC de leguminosa como antecesor de un cultivo de verano, se pueden

observar distintos tipos de respuesta (Ruffo y Parsons 2004). Una de ellas está dada por la diferencia en rendimiento del cultivo estival con antecesor CC de leguminosa, respecto al mismo cultivo con antecesor barbecho, a dosis bajas de N. A medida que se incrementa la dosis de N, la diferencia se va haciendo cada vez menor. Este tipo de respuesta evidencia el aporte de N realizado por el CC (Figura 8a). Otra clase de respuesta se observa cuando la diferencia entre el antecesor CC de leguminosa y el antecesor barbecho se mantiene a través de dosis de N cada vez más altas (Figura 8b). Cuando la respuesta se manifiesta de esta forma, se atribuye al CC un efecto adicional al aporte de N, como puede ser la conservación de la humedad (efecto “mulch”) o la mejora en propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Por último, puede presentarse una situación en la que el CC tiene un efecto depresor del rendimiento, que se manifiesta cuando se aplica N (Figura 8c). Este tipo de respuesta se atribuye al consumo de agua excesivo por parte del CC, durante su ciclo de crecimiento (Smith *et al.* 1987).

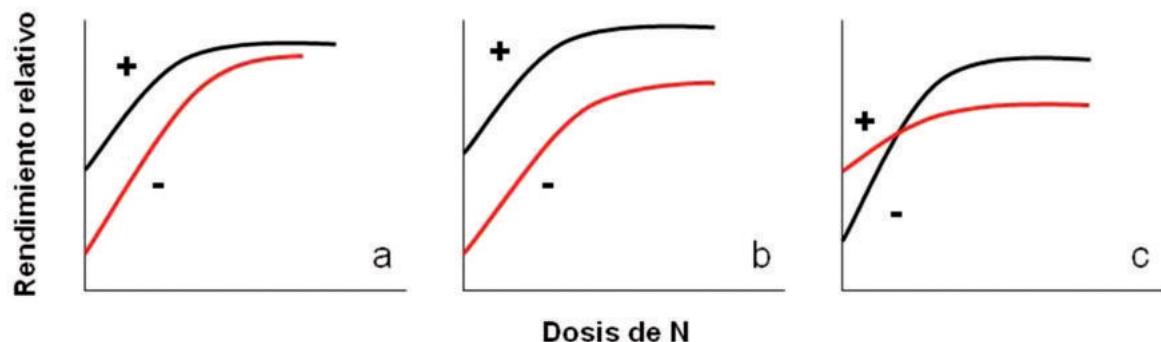


Figura 8. Curvas teóricas de respuesta de rendimiento al fertilizante, esperables con CC como antecesor (+), o con barbecho (-) en cultivos estivales (Smith *et al.* 1987).

Estas relaciones pueden ser afectadas por las condiciones ambientales y de manejo que influyen sobre el aporte de N que realiza el CC de leguminosa, tanto por la cantidad de MS acumulada por este último como por el rendimiento potencial que pueda expresar el cultivo de verano (Reeves 1994, Wagger 1989a).

La eficiencia de recuperación del N fijado en los residuos del CC, por parte del cultivo estival dependerá de varios factores, tales como: el momento de secado del CC, el lapso entre el secado y la siembra del cultivo posterior, las condiciones de temperatura y humedad imperantes, la fertilidad inicial del suelo y la fertilización nitrogenada en el ciclo del cultivo. El manejo apropiado de estos elementos es importante desde el punto de vista de la sincronía entre la entrega del N contenido en los residuos del CC y la demanda del cultivo siguiente. La contribución en N de un CC de leguminosa al cultivo siguiente se puede calcular como la dosis de N requerida por un cultivo de verano con antecesor CC de gramínea (o sin CC) para alcanzar el rendimiento del cultivo estival con CC de leguminosa y sin fertilizante (Reeves 1994). Sin embargo, este método subestima la capacidad del CC de mejorar algunas otras condiciones además de la fertilidad nitrogenada y atribuye todo el efecto al aporte de N. Al respecto, varios autores coinciden en señalar que los CC de vicia tienen un efecto por encima del aporte de N, que incrementa el rendimiento máximo del sistema (Mitchell y Teel 1977, Ebelhar *et al.* 1984, Smith *et al.* 1987, Blevins *et al.* 1990, Decker *et al.* 1994, Miguez y Bollero 2006).

Sainju y Singh (2001) analizaron el efecto del atraso de la siembra del maíz sobre un CC controlado tardíamente. Ellos encontraron un incremento en el N disponible en el suelo y un aumento en la concentración y absorción de N del maíz el que atribuyeron a una sincronía entre la liberación de N del residuo y la demanda del cultivo. Clark *et al.* (1995) también encontraron que la absorción de N en maíces sobre CC de vicia secados en distintos momentos, era mayor en los casos en los que se había acumulado mayor cantidad de MS. Smith *et al.* (1987) señalan que los residuos de leguminosas son menos eficientes como fuente de N que los fertilizantes nitrogenados. Según Seo *et al.* (2006) el fertilizante es dos veces más efectivo que un CC de leguminosa en proveer de N a un cultivo. Estos autores concluyeron que el sistema de manejo de N con la utilización de fertilizante N y residuos de CC de leguminosa puede cubrir los requerimientos de N y conservar el N del suelo, aunque la mezcla óptima depende de factores de sitio específico de cada sistema de producción. En climas templados húmedos y sub-húmedos, es posible incluir CC de vicia como antecesor de cultivos de soja (Capurro *et al.* 2012). En estos casos, es recomendable la consociación de la leguminosa con un cereal de invierno (por ejemplo, centeno), para aumentar la relación C:N del residuo y de esta forma, mejorar el balance de C en el suelo. Por otra parte, la secuencia vicia-soja podría promover la incidencia de algunos nematodos de suelo (*Meloidogyne* sp.) que afecten el rendimiento del cultivo principal (Timer *et al.* 2006). Este efecto se contrarrestaría con la presencia de un cereal de invierno en el CC.

Efecto sobre las malezas

Los CC afectan a la población de malezas, tanto durante su período de crecimiento como también cuando sus residuos son dejados en superficie.

El residuo de un CC limita la germinación de las semillas de algunas malezas por su efecto sobre la radiación (menor entrada de luz) y la temperatura del suelo (menor amplitud térmica) (Teasdale *et al.* 2007). Esta influencia sobre la dinámica de la población de malezas, es mayor en estadios tempranos (emergencia) y puede colaborar con la disminución del uso de herbicidas durante el ciclo del cultivo principal. Sin embargo, la competencia ejercida sobre las malezas es mayor durante el ciclo de crecimiento del CC que luego de ser controlado (Reddy y Koger 2004) (Tabla 2).

Tabla 2. Impacto de un CC o de sus residuos sobre la inhibición de las malezas en distintos momentos de su crecimiento.

Estadio de la maleza	CC	Residuos de CC
Germinación	Alta	Moderada
Emergencia/Establecimiento	Alta	Moderada
Crecimiento	Alta	Baja
Producción de semillas	Moderada	Baja

Extraído de Teasdale *et al.* (2007)

El impacto de la vicia como CC en la emergencia de las malezas depende de muchos factores. Se considera que niveles de residuos en la superficie del suelo por encima de 5 t ha⁻¹, pueden inhibir la emergencia de muchas especies de malezas anuales. Cuando los residuos acumulados se encuentran dentro de un rango más acotado (3-5 t ha⁻¹), la emergencia de las malezas puede ser suprimida o estimulada, dependiendo de las condiciones y especies (Teasdale y Mohler 2000).

Por la naturaleza de su residuo (baja relación C:N), la vicia tiende a descomponerse

rápidamente, por lo que la supresión de la emergencia de malezas por presencia de su residuo, puede ser menos eficiente que en el caso de utilizar una gramínea (Fernández et al. 2009).

Rotaciones cereal-leguminosa en sistemas de clima semiárido templado

En el sur de la provincia de Buenos Aires el clima es semiárido templado, y la estacionalidad de las precipitaciones es un factor limitante de las alternativas productivas. Además, los suelos son de textura arenosa y tienen escaso nivel de materia orgánica, por lo que su fertilidad potencial está definida por el tipo de manejo que se aplique.

Los sistemas de la región se caracterizan por ser mixtos, con un fuerte componente ganadero de cría. Los recursos forrajeros suelen ser verdeos de invierno, fundamentalmente de avena, pasturas perennes y pastizales naturales. La actividad agrícola se basa en el cultivo de trigo.

En este escenario, la inclusión de *V. villosa* en los verdeos, cumple un rol importante, mejorando la calidad de la dieta. Esto tiene un efecto secundario interesante, como lo es la posibilidad de fijar nitrógeno atmosférico.

En experiencias a campo en la EEA Ascasubi, se demostró el efecto de la rotación avena-vicia/trigo, comprobándose el cambio en la fertilidad nitrogenada del suelo y el efecto del mismo sobre el rendimiento del trigo (Agamennoni y Vanzolini 2006).

Bibliografía

- Agamennoni, R., Vanzolini, J.I. 2006. Diferentes manejos para la vicia y su efecto sobre el rendimiento y la calidad del trigo. Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Salta.
- Allison, F.E. 1966. The fate of nitrogen applied to soils. Adv. Agron. 18:219-258
- Altieri, M. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Ed. Nordan-Comunidad.
- Alvarez, C., Scianca, C., Barraco, M., Quiroga A., Díaz Zorita, M. 2009. Impacto de diferentes coberturas invernales sobre el movimiento de agua en suelo. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Andriulo, A., Sasal C., Rivero, M. 2001. Los sistemas de producción conservacionistas como mitigadores de la pérdida de carbono edáfico. P 17-28. En “Siembra Directa II” INTA (Ed. Panigatti, Buschiazzo y Marelli)
- Baigorria, T., Cazorla, C. 2009. Evaluación de especies como cultivo de cobertura en sistemas agrícolas puros en siembra directa. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Baigorria, T., Cazorla, C. 2010. Eficiencia del uso del agua por especies utilizadas como cultivos de cobertura. Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Salta.
- Baigorria, T., Gómez, D., Cazorla, C., Lardone, A., Bojanich, M., Aimetta, B., Bertolla, A., Cagliero, M., Vilches, D., Rinaudo, D., Canale, A. 2011. Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz. <http://inta.gob.ar/documentos/bases-para-el-manejo-de-vicia-como-antecesor-del-cultivo-de-maiz/>
- Blevins, R.L., Herbeck, J.H., Frye, W.W. 1990. Legume cover crops as a nitrogen source for no till corn and grain sorghum. Agron. J. 82:769-772
- Bollero, G.A., Bullock, D.G. 1994. Cover cropping systems for the central corn belt. J. Prod. Agric. 7:55-58

- Capurro, J., Dickie, M.J., Ninfí, D., Zazzarini, A., Tosi, E., Gonzalez, M.E. 2012. Gramíneas y leguminosas como cultivos de cobertura para soja. Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16 al 20 de agosto de 2012. Mar del Plata, Argentina.
- Capurro, J., Surjack, J., Andriani, J., Dickie, M.J., González, C., Vernizzi, A. 2009. Evaluación de cultivos de cobertura, 2º año. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Clark, A.J., Decker, A.M., Meisinger, J.J., McIntosh, M.S. 1997a. Kill date of vetch, rye, and a vetch-rye mixture: I. Cover crop and corn nitrogen. *Agron. J.* 89:427-434
- Clark, A.J., Decker, A.M., Meisinger, J.J., McIntosh, M.S. 1997b. Kill date of vetch, rye, and a vetch-rye mixture: II. Soil moisture and corn yield. *Agron. J.* 89: 434-441
- Clark, A.J., Decker, A.M., Meisinger, J.J., Mulford, F.R., McIntosh, M.S. 1995. Hairy vetch kill date effects on soil water and corn production. *Agron. J.* 87:579-585
- Corak S.J., Frye, W.W., Smith, M.S. 1991. Legume mulch and nitrogen fertilizer effects on soil and water corn production. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:1395-1400
- Cordone, G. 1990. Efecto de las especies invernales utilizadas como abono verde o cobertura en la producción de maíz. Resultados de tres campañas. Información Nº 96. Carpeta de Producción Vegetal. INTA EERA Pergamino.
- Cordone, G., Hansen, O. 1984. Utilización de cultivos invernales como abonos verdes o cobertura en la producción de maíz. Información Nº 64. Carpeta de Producción Vegetal. INTA EERA Pergamino.
- Cordone, G., Hansen, O. 1986. Los abonos verdes y su efecto sobre el rendimiento. Información Nº 77. Carpeta de Producción Vegetal. INTA EERA Pergamino.
- Crews, T.E., Peoples, M.B. 2004. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102:279-297
- Decker, A.M., Clark, A.J., Meisinger, J.J., Mulford, F.R., McIntosh, M.S. 1994. Legume cover crop contributions to no-tillage corn production. *Agron. J.* 86:126-135
- Diez, S.N., Domínguez, G.F., Studdert, G.A. 2012. Uso de una leguminosa como alternativa de provisión de nitrógeno para un cultivo de maíz (*Zea mays L.*). Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16 al 20 de agosto de 2012. Mar del Plata, Argentina.
- Ding, G., Liu, X., Herbert, S., Novak, J., Amarasinghe, D., Xing, B. 2006. Effect of cover crop management on soil organic matter. *Geoderma* 130: 229-239
- Doran, J.W., Smith, M.S. 1991. Role of cover crops in nitrogen cycling. P 85-90 In Hargrove, W.L., ed. 1991. *Cover Crops for Clean Water*. Ankeny, IA: Soil and Water Conservation Society.
- Ebelhar, S.A., Frye, W.W., Blevins, R.L. 1984. Nitrogen from legume cover crops for no-tillage corn. *Agron. J.* 76:51-55
- Echeverría, H. 2009. Eficiencia de uso de nitrógeno en cultivos extensivos. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Fageria, N.K., Baligar, V.C. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Adv. Agron.* 88:97-185
- Fageria, N.K., Baligar, V.C., Bailey, B.A. 2005. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 36:2733-2757
- FAO. 2004. Uso de fertilizantes por cultivo en Argentina. Primera edición. FAO, Roma
- FAO. 2008. La importancia de los cultivos de cobertura en la agricultura de conservación. <http://www.fao.org/ag/ca/es/2a.html>
- Fargioni, M., Vega, C., Baigorria, T., Pietrantonio, J., Cazorla, C. 2009. Cultivos de cobertura y su efecto sobre la disponibilidad hídrica y nitrogenada a la siembra y el rendimiento de maíz. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Fernández, R., Frasier, I., Quiroga, A. 2009. Cultivos de cobertura. Efectos sobre la

- población de malezas. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Fernández, R., Quiroga, A. 2009. Cultivo de cobertura. Alternativas tecnológicas para su implementación y efectos sobre el cultivo sucesor. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
 - Fernández, R., Quiroga, A., Arenas, F., Antonini, C., Saks, M. 2007. Contribución de los cultivos de cobertura y las napas freáticas a la conservación del agua, uso consuntivo y nutrición de los cultivos. P 51-59. En Manual de fertilidad y evaluación de suelos. Publicación Técnica N°71. Ediciones INTA. Noviembre 2007
 - Fixen, P.E. 2009. Reservas mundiales de nutrientes de los fertilizantes. IPNI Cono Sur. Simposio Fertilidad 2009. Rosario. 12 y 13 de mayo de 2009
 - Frasier, I., Riestra, D., Noellemyer, E., Quiroga, A. 2012. Aporte de C y N de raíces de cultivos de cobertura. Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16 al 20 de agosto de 2012. Mar del Plata, Argentina.
 - Galantini, J.A., Landriscini, M.R., Iglesias, J.O., Miglierina, A.M., Rosell, R. 2000. The effects of crop rotation and fertilization on wheat productivity in the Pampean semiarid region of Argentina. 2. Nutrient balance, yield and grain quality. *Soil y Tillage Research* 53:137-144
 - Galantini, J.A., Rosell, R. 1997. Organic fractions, N, P and S changes in an Argentine semiarid Haplustoll under different crop sequences. *Soil y Tillage Research* 42:221-228
 - Galantini, J.A., Rosell, R. 2006. Long-term fertilization effects on soil organic matter quality and dynamics under different production systems in semiarid Pampean soils. *Soil & Tillage Research* 87:72-79
 - Hargrove, W.L. 1986. Winter legumes as a nitrogen source for no-till grain sorghum. *Agronomy Journal* 78:70-74
 - Holderbaum, J.F., Decker, A.M., Meisinger, J.J., Mulford, F.R., Vough, L.R. 1990. Fall-seeded legume cover crops for no-tillage corn in the humid east. *Agron. J.* 82: 117-124
 - Huntington, T.G., Grove, J.H., Frye, W.W. 1985. Release and recovery of nitrogen from winter annual cover crops in no-till corn production. *Commun. Soil Sci. Plant Anal* 16:193-211
 - Kumar, K., Goh, K.M. 2000. Crop residues and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield, and nitrogen recovery. *Adv. Agron.* 68:197-319
 - Kuo, S., Jellum, E.J. 2000. Long-term winter cover cropping effects on corn (*Zea mays L.*) production and soil nitrogen availability. *Biol. Fertil. Soils* 31:470-477
 - Kuo, S., Sainju, U.M., Jellum, E.J. 1997a. Winter cover cropping influence on nitrogen in soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:1392-1399
 - Kuo, S., Sainju, U.M., Jellum, E.J. 1997b. Winter cover crop effects on soil organic carbon and carbohydrate in soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:145-152
 - Mc Vay, K.A., Radcliffe, D.E., Hargrove, W.L. 1989. Winter legume effects on soil properties and nitrogen fertilizer requirements. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:1856-1862
 - Miguez, F., Bollero, G.A. 2006. Winter cover crops in Illinois: evaluation of ecophysiological characteristics of corn. *Crop Sci.* 46:1536-1545
 - Miguez, F., Villamil M., Crandall, S., Ruffo, M., Bollero, G.A. 2009. Los efectos de los cultivos de cobertura sobre los rendimientos de maíz. Simposio Fertilidad 2009. IPNI, Rosario.
 - Mischler, R., Duiker, S.W., Curran, W.S., Wilson, D. 2010. Hairy vetch management for no-till organic corn production. *Agron. J.* 102:355-362
 - Mitchell, W.H., Teel, M.R. 1977. Winter-annual cover crops for no tillage corn production. *Agron. J.* 69:569-573
 - Munawar, A., Blevins, R.L., Frye, W.W., Saul, M.R. 1990. Tillage and cover crop management for soil water conservation. *Agron. J.* 82: 773-777
 - Paulsen, T.R., Colville, L., Kranner, I., Daws, M.I., Hogstedt, G., Vandvik, V., Thompson, K. 2013. Physical dormancy in seeds: a game of hide and seek?. *New Phytologist* 198: 496-503.

- Pieters, A.J. 1927. Green manuring. Principles and practice. John Wiley y Sons, New York.
- Piper, C.V., McKee, R. 1915. Vetches. Farmer's Bulletin 515. US Departament of Agriculture
- Quiroga A., Fernández, R., Funaro, D., Peinemann, N. 2008. Materia orgánica en Molisoles de la región semiárida pampeana. Influencia sobre propiedades físicas y productividad. P 97-116. En "Estudio de las fracciones orgánicas en suelos de la Argentina". Ed. JA Galantini. Editorial de la Universidad Nacional del Sur.
- Quiroga, A., Fernández, R., Frasier, I., Scianca, C. 2009. Cultivos de cobertura. Análisis de su inclusión en distintos sistemas de producción. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Raun, W.R., and J.S. Schepers. 2008. Nitrogen management for improved use efficiency. p.675-693. En Schepers, JS y Raun, WR (Eds.) Nitrogen in agricultural systems. Agron. Monogr. 49. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.
- Reddy, K.N., Koger, C.H. 2004. Live and killed hairy vetch cover crop effects on weeds and yield in glyphosate-resistant corn. Weed technology 18:835-840
- Reeves, D.W. 1994. Cover crops and rotations. P 125-172. En Hatfield, JL y BA Stewart (Eds.) Crops residue management. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Reinbott, T.M., Conley, S.P., Blevins, D.G. 2004. No-tillage corn and grain sorghum response to cover crop and nitrogen fertilization. Agron. J. 96:1158-1163
- Renzi, J.P. 2008. Cobertura y producción de biomasa de cultivares y poblaciones de *Vicia* spp. Revista Argentina de Producción Animal 28:411-412. 31° Congreso Argentino de Producción Animal. Potrero de los Funes, San Luis.
- Renzi, J.P., Cantamutto, M.A. 2007. Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de forraje de *Vicia sativa* L. y *Vicia villosa* Roth. consociada con *Avena sativa* L. Revista Argentina de Producción Animal. 27(1): 153-154.
- Renzi, J.P., Cantamutto, M.A. 2008. Producción de forraje de *Vicia villosa* Roth. y *Vicia sativa* L. en siembras puras y en mezcla con *Avena sativa* L. Revista Argentina de Producción Animal 28:412-413. 31° Congreso Argentino de Producción Animal. Potrero de los Funes, San Luis.
- Restovich, S.B., Andriulo, A.E., Améndola, C. 2008. Definición del momento de secado de diferentes cultivos de cobertura en la secuencia soja maíz. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. AACCS. Potrero de los Funes, San Luis. 13 al 16 de mayo de 2008.
- Rillo, S., Alvarez, C., Bagnato, R., Noellemyer, E. 2012. Efecto de vicia como cultivo de cobertura sobre la disponibilidad de nitrógeno en maíz. Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16 al 20 de agosto de 2012. Mar del Plata, Argentina.
- Rinaudo, D., Baigorria, T., Cazorla, C., BoCcolini, M.F. 2012. Efecto de *Vicia villosa* Roth. en el desarrollo y rendimiento de maíz. Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16 al 20 de agosto de 2012. Mar del Plata, Argentina.
- Rochester, I., Peoples, M. 2005. Growing vetches (*Vicia villosa* Roth) in irrigated cotton systems: inputs of fixed N, N fertilizer savings and cotton productivity. Plant and Soil 271:251-264
- Ruffo, M.L., Parsons, A.T. 2004. Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. Informaciones Agronómicas del Cono Sur N°21
- Sá Pereira, E., Galantini, J.A., Quiroga, A. 2012. Análisis de calidad de cultivos de cobertura de invierno bajo siembra directa. Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16 al 20 de agosto de 2012. Mar del Plata, Argentina.
- Sainju, U.M., Singh, B.P. 1997. Winter cover crops for sustainable agricultural systems: influence on soil properties, water quality and crop yields. HortScience, Vol. 32 (1)
- Sainju, U.M., Singh, B.P. 2001. Tillage, cover crop, and kill-planting date effects on corn yield and soil nitrogen. Agron. J. 93 : 878-886

- Sainju, U.M., Singh, B.P. 2008. Nitrogen storage with cover crops and nitrogen fertilization in tilled and nontilled soils. *Agron. J.* 100:619-627
- Sarandón, S. (Ed). 2002. Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. E.C.A. Ediciones Científicas Americanas.
- Schomberg, H.H., Ford, P.B., Hargrove, W.L. 1994. Influence of crop residues on nutrient cycling and soil chemical properties. In *Managing Agricultural Residues*. Ed. P. Unger. Chapter 6 pp 100-116
- Scianca, C., Álvarez, C., Barraco, M., Quiroga, A., Zalba, P. 2008. Cultivos de cobertura en un argiudol típico del noroeste bonaerense. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. AACS. Potrero de los Funes, San Luis. 13 al 16 de mayo de 2008.
- Seo, J.H., Meisinger, J.J., Lee, H. 2006. Recovery of nitrogen-15-labeled hairy vetch and fertilizer applied to corn. *Agron. J.* 98:245-254
- Shipley, P.R., Meisinger, J.J., Decker, A.M. 1992. Conserving residual corn fertilizer nitrogen with winter cover crops. *Agron. J.* 84:869-876
- Smith, M.S., Frye, W.W., Varco, J.J. 1987. Legume winter cover crops. *Adv. Soil Sci.* vol.7
- SSSA. 1997. Glossary of soils science terms. Soil Science Society of America, Madison
- Stute, J.K., Posner, J.L. 1995. Synchrony between legume nitrogen release and corn demand in the upper Midwest. *Agron. J.* 87:1063-1069
- Sustainable Agriculture Network. 1998. Managing cover crops profitably. Third edition. Ed. A Clark
- Teasdale, J.R., Abdul-Baki, A.A. 1998. Comparison of mixtures vs. monocultures of cover crops for fresh-market tomato production with and without herbicide. *HortScience* 33 (7) 1163-1166
- Teasdale, J.R., Brandsaeter, L.O., Calegari, A., Skora Neto, F. 2007. Cover crops and weed management. Non chemical weed management. Ed. Upadhyaya, M.K. y Blackshaw, R.E.
- Teasdale, J.R., Mohler, C.L. 2000. The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Science* 48, 385-392
- Timer, P., Davis, R.F., Glynn Tillman, P. 2006. Reproduction of *Meloidogyne incognita* on winter cover crops used in cotton production. *Journal of Nematology* 38 (1): 83-89
- Tourn, S.N., Studdert, G.A., Platz, P., Domínguez, G.F., Agostini, M.A., Diez, S.N., Capurro, J.A. 2012. Efecto de paraplow y de cultivos de cobertura en planteos agrícolas bajo siembra directa continua. Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16 al 20 de agosto de 2012. Mar del Plata, Argentina.
- Unger, P.W., Vigil, M.F. 1998. Cover crop effects on soil water relationships. *Journal of Soil and Water Conservation* 53 (3)
- Utomo, M., Frye, W.W., Blevins, R.L. 1990. Sustaining soil nitrogen for corn using hairy vetch cover crop. *Agronomy Journal* 82:979-983
- Vanzolini, J.I. 2011. La vicia villosa como cultivo de cobertura: efectos de corto plazo sobre el suelo y la productividad del maíz bajo riego en el Valle Bonaerense del río Colorado. Tesis de Magíster. UNS.
- Vanzolini, J.I., Renzi, J.P., Martínez, J.M., Reinoso, O. 2010. Efecto de la fecha de siembra sobre la producción de materia seca y la acumulación de N en *Vicia villosa* Roth. como cultivo de cobertura. Actas del XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo., Rosario, Santa Fe.
- Wagger, M.G. 1989a. Cover crop management and nitrogen rate in relation to growth and yield of no-till corn. *Agron. J.* 81:533-538
- Wagger, M.G. 1989b. Time of desiccation effects on plant composition and subsequent nitrogen release from several winter annual cover crops. *Agron. J.* 81:236-241
- Wagger, M.G., Cabrera, M.L., Ranells, N.N. 1998. Nitrogen and carbon cycling in relation to cover crop residue quality. *Journal of Soil and Water Conservation* 53 (3)
- Wilke, B.J., Snapp, S.S. 2008. Winter cover crops for local ecosystems: linking plant traits and ecosystems function. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 551-557.

Capítulo 11

Producción de Forraje y Valor Nutritivo

Juan Pablo Renzi

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascasubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Manejo del cultivo de vicia destinado a forraje

Previo a la siembra es importante seleccionar un ecotipo o cultivar de vicia adaptado para producción de forraje, con aceptable capacidad de rebrote (ver capítulo 4). En relación a otras leguminosas anuales (*Medicago* spp., *Trifolium* spp.) las vicias poseen una elevada capacidad de producción forrajera, con un amplio rango de 2-10 t ha⁻¹ de biomasa a floración, dependiendo de las condiciones ambientales (Fraser et al. 2004).

La preparación y época de siembra de cultivos de vicia en mezcla con cereales es similar a otros verdeos de invierno, se recomiendan siembras tempranas, desde fines de febrero hasta abril, cuando las condiciones de humedad del suelo y temperaturas del ambiente sean apropiadas ($\approx 20^{\circ}\text{C}$) (ver capítulo 5). Siembras tardías, desde mayo a julio, reducen la producción de biomasa durante principios de primavera en ambas especies de vicia, debido a las bajas temperaturas iniciales que reducen la tasa de crecimiento (Iglesias y Lloveras 1998, Guldán y Martín 2003, Bingol et al. 2007). La preparación del lote, profundidad de siembra y tratamiento de semillas, no difiere de lo comentado en el capítulo 9.

Las siembras consociadas de vicias con cereales de invierno, en relación a siembras puras, logran una mezcla nutricionalmente mejor balanceada, productividad forrajera más prolongada y estable (Velázquez Beltrán et al. 2002, Dhima et al. 2007). Aunque los policultivos poseen muchos beneficios adicionales sobre las propiedades del suelo y factores bióticos (Anil et al. 1998), la dificultad en el manejo debido al comportamiento diferencial de la leguminosa respecto al cereal, requerimientos de suelo, respuesta a la fertilización, control de malezas, plagas, enfermedades, sincronización y momento de aprovechamiento, pueden impactar de manera negativa sobre su adopción (Assefa y Ledin 2001).

Monocultivos de vicia

Ensayos conducidos en el sur de Buenos Aires mostraron que la siembra pura de *V. villosa* subsp. *villosa* alcanzó un potencial de 5 t ha⁻¹ en floración, mayor al observado con la subsp. *dasyarpa* y con *V. sativa* (Renzi 2008). Si bien en ambientes húmedos y templados la acumulación de biomasa de *V. sativa* sería mayor que la de *V. villosa* (Qamar et al. 1999, Sartaj et al. 2003, Albayrak et al. 2004b) estos resultados confirmarían la mejor adaptación de *V. villosa* a condiciones semiáridas (Kuusela et al. 2004, Celen et al. 2005, Nan et al. 2006). Asimismo la máxima acumulación de biomasa en floración no fue afectada por la densidad de siembra en *V. villosa* siendo recomendable densidades de 30-50 plantas m⁻² equivalente a un rango de 15-25 kg ha⁻¹ (Figura 1). En *V. sativa* la densidad más productiva fue de 200 plantas m⁻², no obstante debido al precio de la semilla, densidades de 100 plantas m⁻² sería la óptima económica, equivalente a una dosis de siembra de 50-80 kg ha⁻¹ (Renzi 2009). En ambientes con buenas condiciones agroecológicas, como la zona núcleo, para siembras tempranas de marzo-abril densidades de solo 10 kg ha⁻¹ de *V. villosa* y 30 kg ha⁻¹ de *V. sativa* serían suficientes para obtener un buen rendimiento de forraje para aprovechamiento durante la primavera.

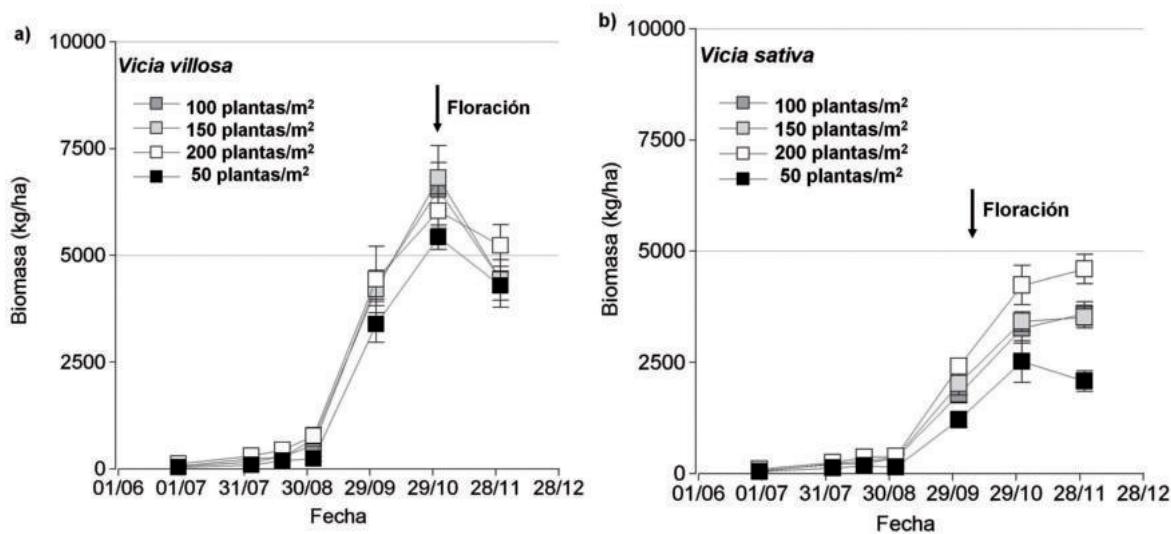


Figura 1. Acumulación de biomasa de *V. villosa* (a) y *V. sativa* cv. Marianna (b) para diferentes densidades en el sur de Buenos Aires (Renzi 2009).

Producción forrajera total de policultivos

Los beneficios asociados al incremento de la producción de forraje en policultivos de vicia en relación a monocultivos de cereales (avena, cebada, centeno, triticale y trigo) dependen del sitio de estudio. Durante los primeros estadios del policultivo, la vicia y el cereal crecen como en cultivos puros, hasta cierto estadio fenológico donde se producen las relaciones entre componentes (Ouknider y Jackuard 1988).

El incremento del rendimiento en policultivos puede explicarse por los principios de producción competitiva y de facilitación (Vandermeer, citado por Sarandón y Chamorro 2003). De acuerdo al principio de producción competitiva el policultivo puede ser más productivo si los requerimientos de recursos de las especies (sus nichos ecológicos) son suficientemente diferentes. El principio de facilitación se presenta cuando una especie modifica el ambiente de tal manera que beneficia a la segunda especie. Este sería el caso de plantas erguidas y altas, asociadas con plantas trepadoras, como podría ser la consociación vicia con un cereal invernal (Figura 2) (Malezieu *et al.* 2008).

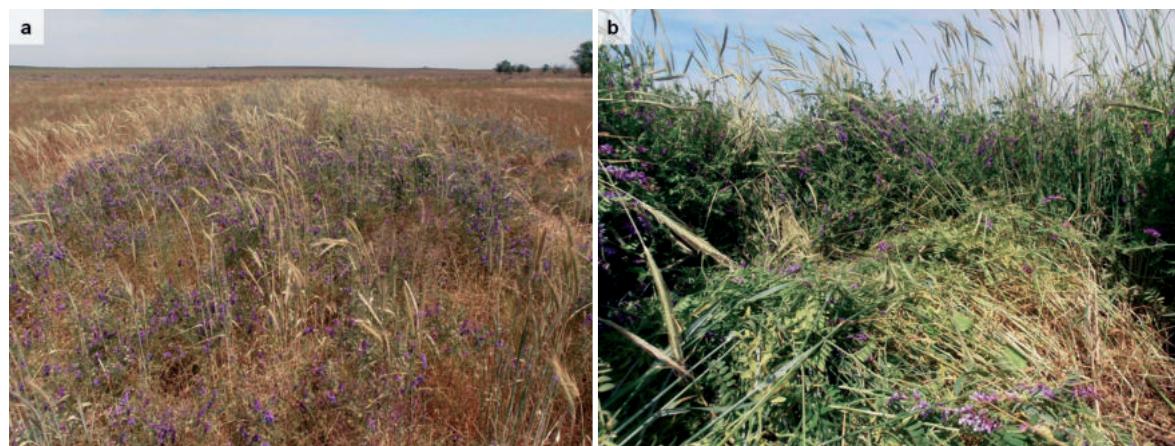


Figura 2. Detalle de policultivo de *V. villosa* y centeno creciendo en ambiente semiáridos de secano (a) y bajo riego (b).

El comportamiento de las asociaciones varía en función de la habilidad competitiva de la especie y cultivar, de la densidad utilizada y proporción de mezcla, entre otros factores del ambiente (Malexieu *et al.* 2008, Renzi 2009). Las especies de vicia con mayor habilidad competitiva son *V. villosa* subsp. *villosa*, luego la subsp. *dasycarpa* y por último la mayoría de los cultivares de *V. sativa*. Dentro de los cereales el orden de mayor a menor competencia se produce generalmente con cebada > triticale > centeno > avena, debido a una mayor tasa de crecimiento inicial y arquitectura foliar (Dhima *et al.* 2007, Renzi *et al.* 2010b) (Figura 3). Para estos policultivos la producción de forraje acumulada por mezclas con centeno y triticale superan a la de avena y cebada (Figura 3).

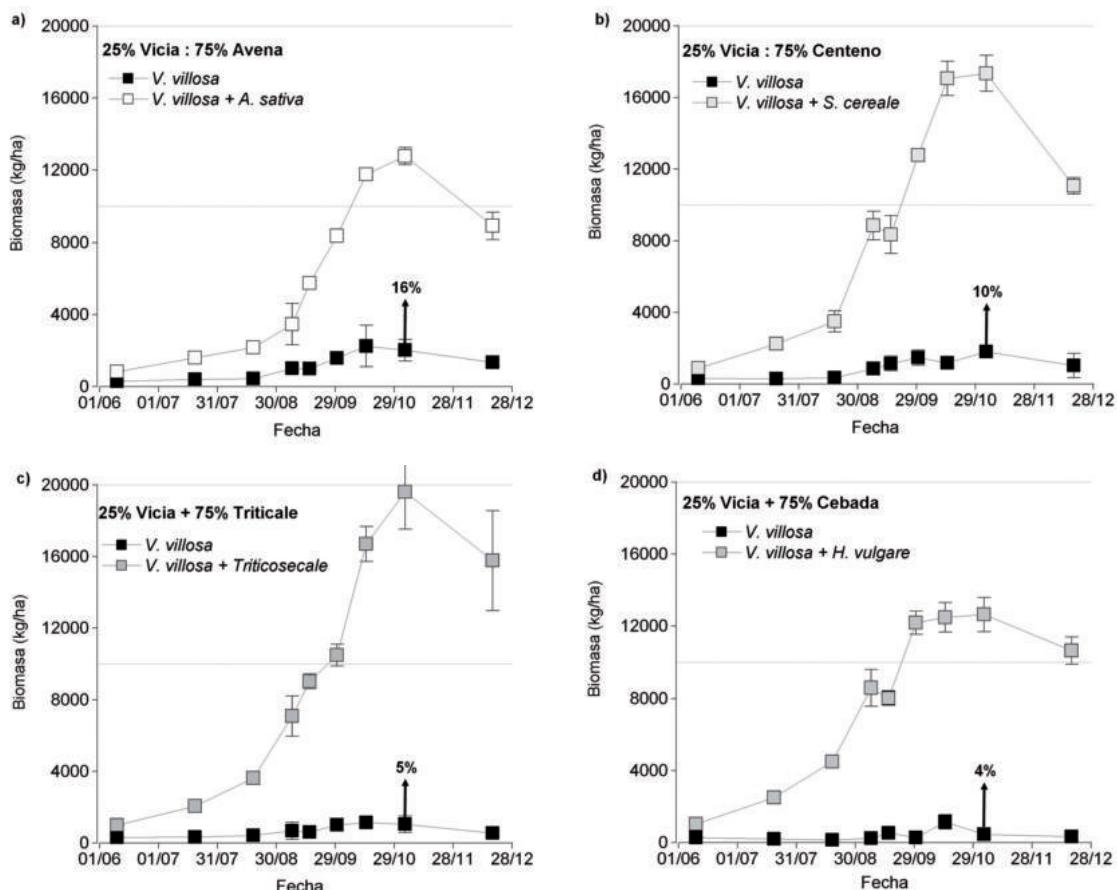


Figura 3. Acumulación de biomasa de *V. villosa* en mezcla con avena (a), centeno (b), triticale (c) y cebada (d) en el sur de Buenos Aires (Renzi *et al.* 2010a). Con la flecha se muestra el porcentaje de vicia en la mezcla en plena floración.

Las dosis de siembra mencionadas en la bibliografía alcanzan de 20 a 80 kg ha⁻¹ del cereal y 15 a 120 kg ha⁻¹ de vicia. En *V. sativa*, densidades de 60 kg ha⁻¹ (100 plantas m⁻²) a 120 kg ha⁻¹ (200 plantas m⁻²) no influyeron sobre la producción total y porcentaje de biomasa de vicia en la mezcla (Caballero *et al.* 1995). Por ello se puede inferir que no se obtendrían ventajas competitivas frente al cereal incrementando la densidad de siembra de la vicia por encima de la óptima recomendada para monocultivo.

En la figura 4 se puede observar que para diferentes relaciones de mezcla la productividad total no cambia con la inclusión de vicia, en relación a siembras puras del cereal (Ouknider y Jacquard 1988 y 1989, Caballero *et al.* 1995, Lauk y Lauk 2009, Lithourgidis *et al.* 2006 y 2007, Dhima *et al.* 2007, Tuna y Orak 2007, Yolcu *et al.* 2009), o puede aumentarla (Al-

Masri 1998, Qamar *et al.* 1999, Albayrak *et al.* 2004, Shobeiri *et al.* 2010, Ansar *et al.* 2010). Los policultivos de vicia-cereal aumentan la productividad en relación a siembras puras de vicia (Figura 4).

Además de las relaciones de mezcla y las diferentes habilidades competitivas de los cultivares utilizados, las condiciones del ambiente pueden influir en estos resultados. Ouknider y Jacquard (1988 y 1989) mostraron que bajo condiciones de elevada fertilidad nitrogenada el crecimiento del cereal (avena) superó al de la vicia. Una elevada disponibilidad de agua aumentó el área foliar, la tasa de crecimiento y el sombreado del cereal sobre la leguminosa. Es por ello que en los policultivos la vicia tiende a elongar los tallos para aprovechar estratos superiores del canopeo. En períodos de estrés hídrico la avena mostró mayor eficiencia para extraer el agua del suelo respecto a *V. sativa*. Tendencias similares se observaron en el SO Bonaerense en condición de extrema sequía donde la avena en mezcla con *V. villosa* mostró un mejor comportamiento (Larrañaga 2010). Frente a eventos prolongados de sequía *V. villosa* muestra una menor aptitud productiva que la gramínea, ello es debido a su plasticidad para aprovechar lluvias ocasionales durante la primavera, siendo mayor en la subsp. *villosa* de ciclo más prolongado en relación a la subsp. *dasycarpa* de ciclo precoz (ver capítulo 5).

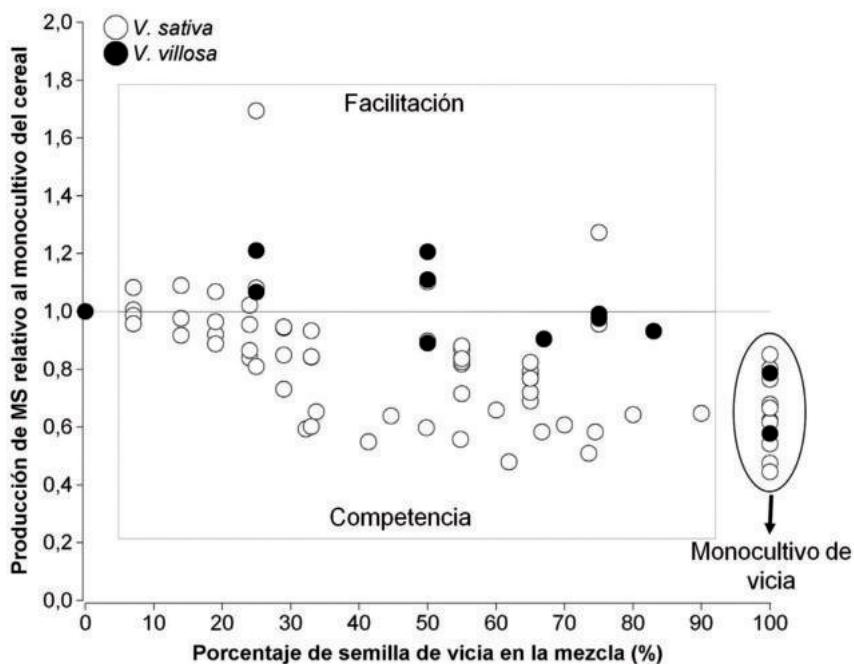


Figura 4. Producción de materia seca (MS) total relativo al monocultivo del cereal (avena, cebada, centeno, trigo y triticale), para diferentes relaciones de siembra. Valores < a 1 muestran que no hay ventajas sobre la producción de materia seca total con la inclusión de vicia por sustitución en relación al monocultivo del cereal (competencia), a diferencia de valores > a 1 donde si hay ventajas (facilitación). Compilado de varios autores (Caballero *et al.* 1995, Al-Masri 1998, Qamar *et al.* 1999, Lithourgidis *et al.* 2006 y 2007, Dhima *et al.* 2007, Tuna y Orak 2007, Yolcu *et al.* 2009, Lauk y Lauk 2009, Shobeiri *et al.* 2010, Ansar *et al.* 2010).

En policultivos del sur de Buenos Aires la productividad forrajera total fue superior con relaciones de 35-40% de *V. sativa* y 60-65% del cereal, densidades de 250 plantas m² totales para producciones invernales y 200 plantas m² para primavera. En *V. villosa* un 25% de la leguminosa con 75% del cereal acompañante mostraron los mayores rendimientos forrajeros, con 200 y 150 plantas m² totales para invierno y primavera respectivamente (Figura 5). En la figura 6 se muestran la acumulación de biomasa de las mezclas para su aprovechamiento durante la primavera.

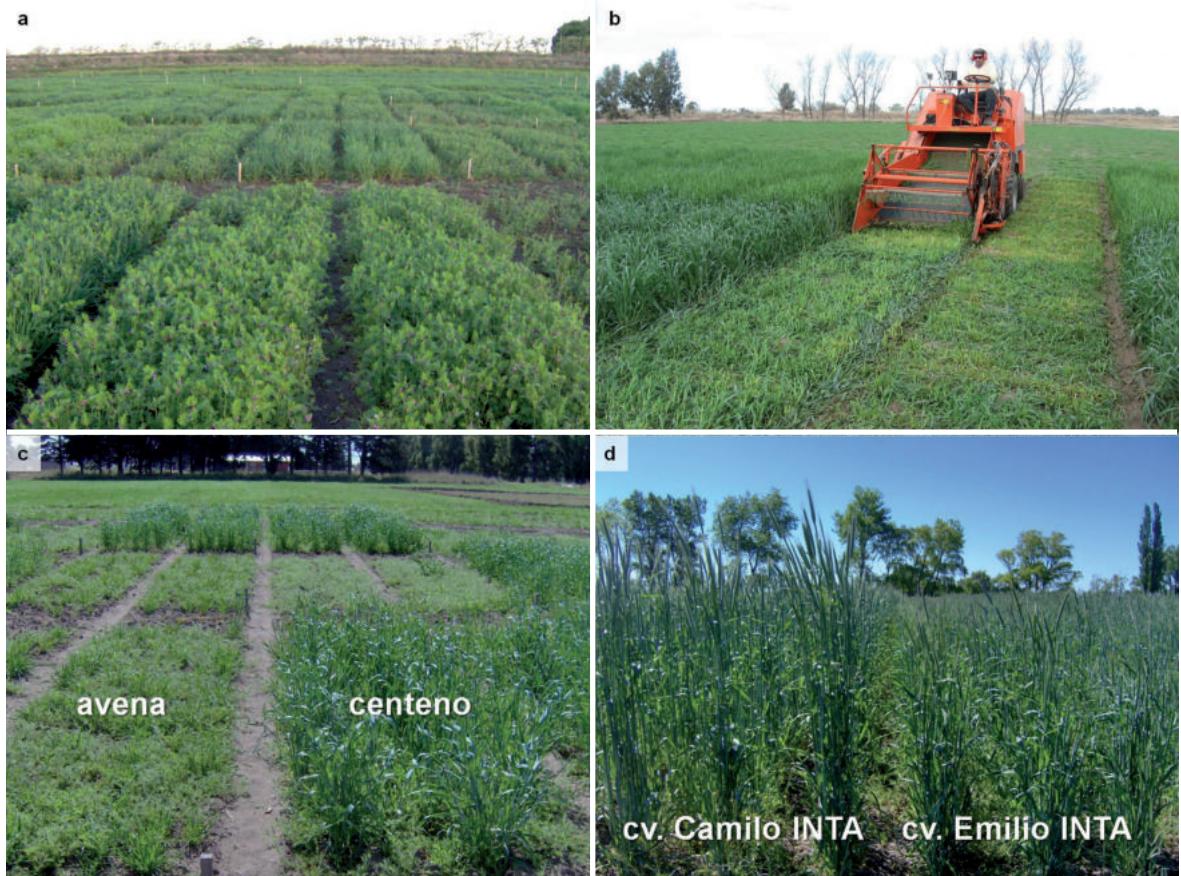


Figura 5. Vista de ensayos realizados en la EEA H. Ascasubi de INTA (a y b) donde se observa el mayor crecimiento inicial del centeno que avena (c) y la diferencia de altura entre genotipos de centeno (d).

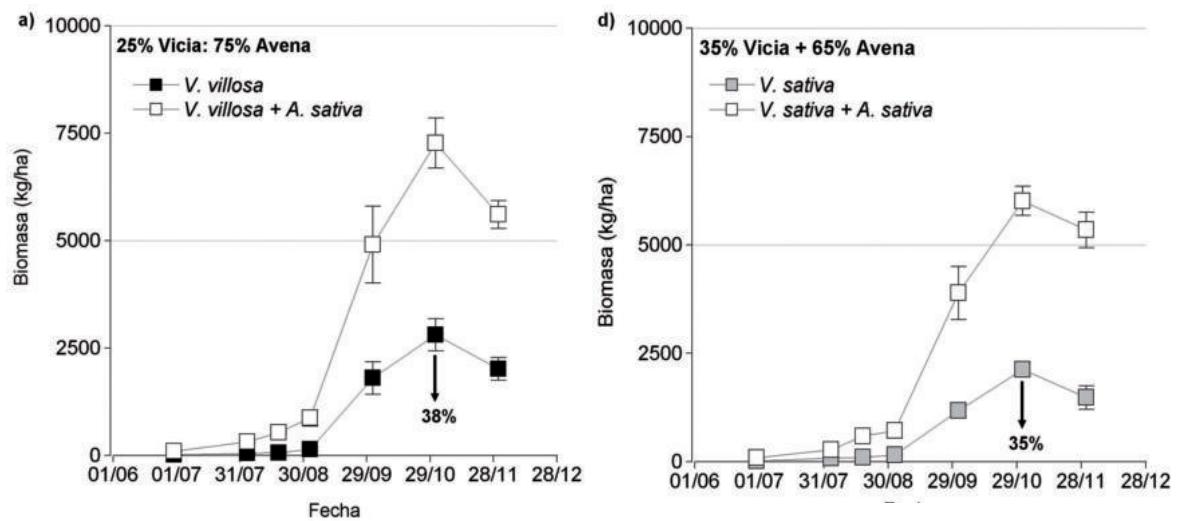


Figura 6. Acumulación de biomasa en primavera de *V. villosa* (a) y *V. sativa* (b) en mezcla con avena para 150 plantas m² totales y siembra tardía (mayo), en el sur de Buenos Aires (Renzi 2009).

Producción forrajera de vicia en mezcla con cereales

Con el fin de maximizar el porcentaje de vicia en la mezcla hay que considerar que la capacidad de interferencia del cereal se expresa comúnmente con proporciones mayores a 20% de densidad de siembra (Renzi 2009). El incremento de la proporción de cereales en el policultivo impacta sobre la acumulación de biomasa seca de *V. sativa* en mayor medida que sobre *V. villosa*, y depende de factores de manejo y ambientales (Figura 7) (Caballero *et al.* 1995, Poma *et al.* 1999, Lithourgidis *et al.* 2006 y 2007, Assefa y Ledin 2001, Alemu *et al.* 2007, Dhima *et al.* 2007). Condiciones favorables para el crecimiento de vicia, como temperaturas templadas ($\approx 20^{\circ}\text{C}$), buena humedad en el suelo, nódulos activos en la raíces, niveles moderados a buenos de P disponible ($>12 \text{ ppm P-Bray}$), entre otros, aumentarán la participación de la leguminosa en el policultivo (Lauk y Lauk 2009).

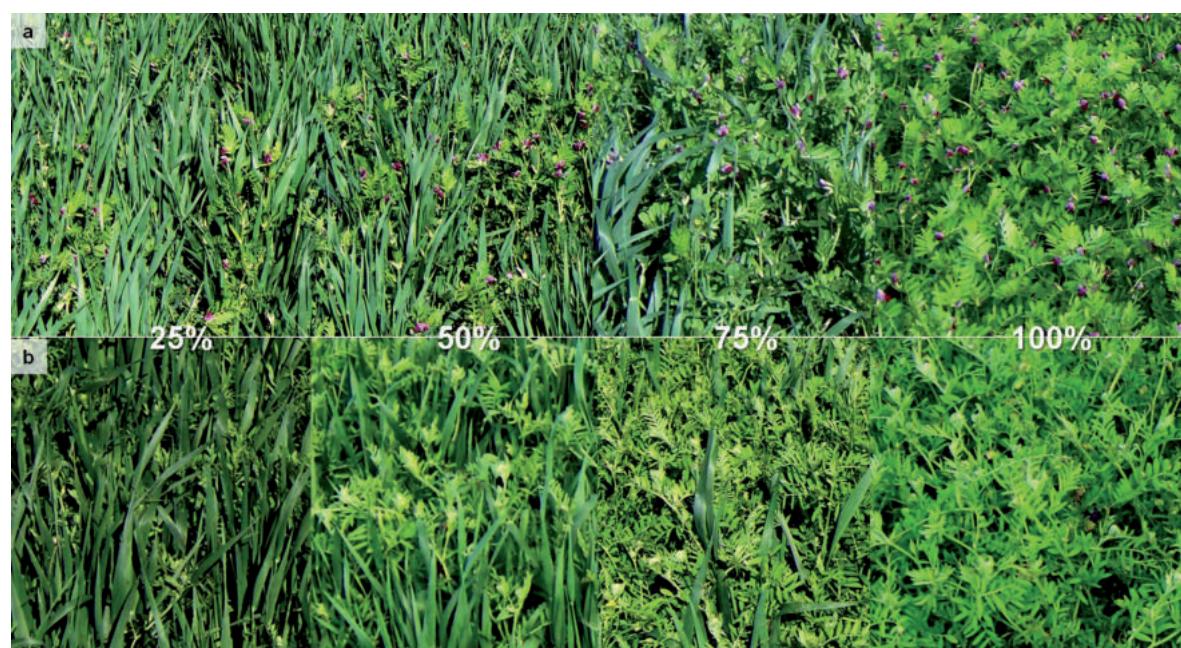


Figura 7. Relación en la producción de biomasa en policultivos de avena con *V. sativa* (a) y *V. villosa* (b).

Es posible un alto porcentaje de vicia en la mezcla ($> 50\%$) solo con bajas proporciones del cereal en la dosis de siembra ($< 35\%$) (Caballero *et al.* 1996). Esta relación no solo va a depender de la densidad de siembra sino también de otros factores de manejo como fecha de implantación, tipo de cereal acompañante y condiciones edáficas (Figura 8). La vicia tiene una tendencia a aumentar su contribución en la biomasa vegetal acumulada por los policultivos a medida que avanza su ciclo llegando a un máximo hasta plena floración (Roberts *et al.* 1989, Tomm y Foster 2001, Kuusela *et al.* 2004, Renzi 2009). Esto se debe a la baja tasa de crecimiento inicial seguido por una rápida acumulación de biomasa durante primavera (Thomson *et al.* 1997). El atraso de la siembra del policultivo (junio) reduce en mayor medida la interferencia del cereal acompañante sobre producción de biomasa de vicia en relación a fechas tempranas (marzo-abril).

Es importante considerar que muchas veces siembras puras de vicia poseen porcentajes variables de gramíneas en la mezcla durante el aprovechamiento, debido a que es frecuente la inclusión de cereales en la rotación y aparición de voluntarios por resiembra. Los porcentajes de participación del cereal en la mezcla pueden variar desde un 20% hasta un 60% dependiendo del manejo previo y del control de gramíneas en el cultivo de vicia (Caballero *et al.* 1996).

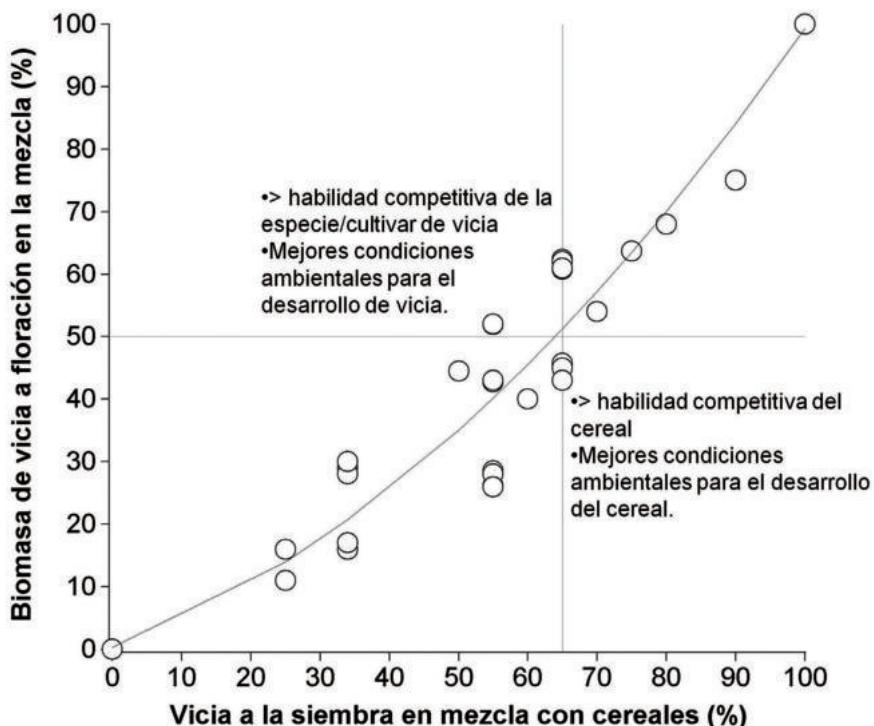


Figura 8. Relación entre el porcentaje de vicia en la mezcla a la siembra (en plantas m⁻²) y la acumulación de biomasa de vicia en plena floración. Compilado de varios autores (Caballero *et al.* 1995, 1996, Al-Masri 1998, Qamar *et al.* 1999, Lithourgidis *et al.* 2006 y 2007, Dhima *et al.* 2007, Tuna y Orak 2007, Alemu *et al.* 2007, Renzi 2009, Shobeiri *et al.* 2010).

Fertilización

En siembras consociadas con cereales, la fertilidad del suelo influye en el balance de la mezcla. Suelos con altos valores de nitrógeno o la aplicación de fertilizantes nitrogenados, favorecen a las gramíneas (Ouknider y Jacquard 1989), el caso contrario se produce en suelos de baja fertilidad, donde la leguminosa desarrolla sin inconvenientes, siendo *V. villosa* una de las especies que más se adapta a estas condiciones (Labarthe y Pelta 1971, Kuusela *et al.* 2004).

Para el SO Bonaerense Balbarrey (2009) mostró que la fertilización con nitrógeno hasta 60 kg N ha⁻¹ y azufre a 10 kg S ha⁻¹ en suelos franco arenosos con 2-3% de MO, favoreció el desarrollo de avena en detrimento de la leguminosa acompañante, compuesta por *V. villosa* y *V. sativa*, tanto en condiciones con bajo y alto nivel de fósforo disponible (5 y 24 ppm P-Bray).

El fósforo incrementó en un 15 a 55% la producción de biomasa de *V. villosa*, dependiendo de la dosis de fertilizante (20 a 140 kg P ha⁻¹) y sitio de estudio (Balabanli y Akkecili 2006, Quiroga *et al.* 2009, Zhu *et al.* 2011). En *V. sativa* se observó respuesta en la producción de forraje con 30 kg ha de P en suelos calcáreos con 14,5 ppm P-Olsen (Larbi *et al.* 2010b). Dosis de 9-10 kg ha⁻¹ de P como arrancador mejoran la producción inicial forrajera en ambas especies de vicia (Rees 2002).

Momentos de aprovechamiento

La producción de forraje de vicia en mono o policultivo puede tener múltiples destinos, para

forraje en pie bajo pastoreo directo o forraje conservado, mediante henificación (rollos y fardos) o silaje. Para este último destino las experiencias se reducen a unos pocos ensayos realizados en otros países.

En la figura 9 se muestra la acumulación de biomasa de vicia en función de la fecha de siembra. Las disminución o incremento de estos valores cercanos a los potenciales dependerán de la elección del genotipo (especie/cultivar), calidad de semilla, manejo de suelo, fertilización, incidencia de malezas, plagas y enfermedades, estructura del cultivo y condiciones ambientales entre otros. Cuando la vicia se utiliza para pastoreo directo el primer aprovechamiento es dependiente de la fecha de siembra y condiciones ambientales que promuevan un rápido crecimiento. En siembras tempranas es factible realizar el primer corte/pastoreo luego de los 50-65 días desde la emergencia. Las siembras en mezcla con cereales de invierno reducen este periodo por mayor crecimiento inicial de la gramínea, a 45-60 días dependiendo de la especie y cultivar (Amigone y Tomaso 2007, Spada y Mombelli 2009, Tomaso 2009). Las siembras desde mediados de abril a principios de junio incrementan los días hasta el primer aprovechamiento debido a las bajas tasas de crecimiento de la vicia por efecto de las temperaturas invernales. Desde principios de septiembre las condiciones ambientales favorecen el rápido crecimiento de la vicia ($\approx 100-200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) luego del receso invernal (Figura 9). La duración del pastoreo se puede extender hasta los 120-160 días dependiendo de las condiciones del cultivo y sistema de rotación.

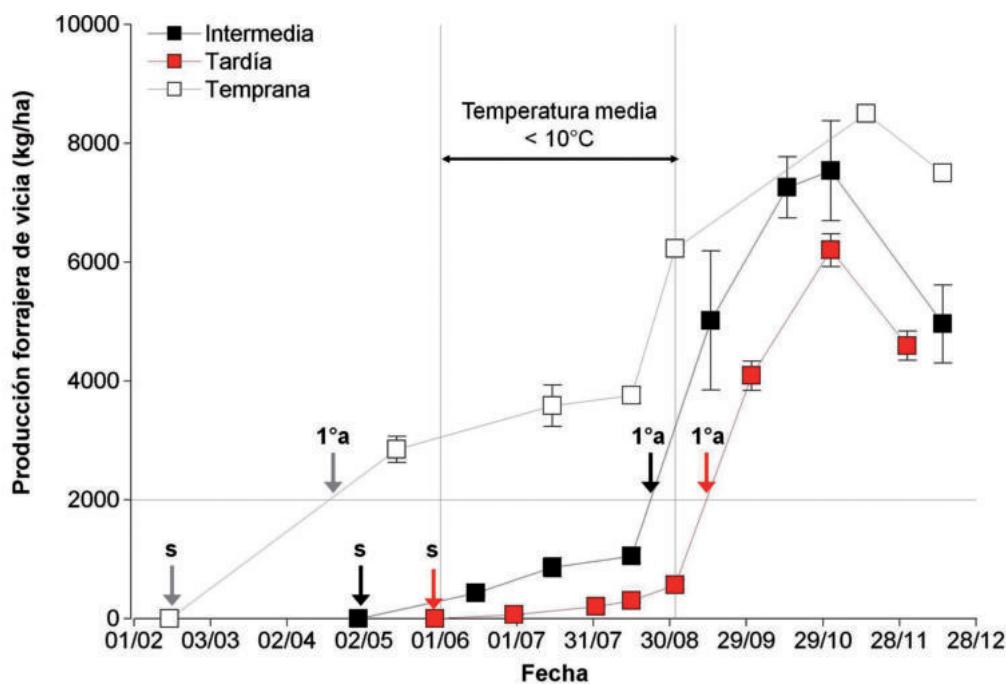


Figura 9. Dinámica en la acumulación de forraje de *V. villosa* para diferentes momentos de siembra en el sur de Buenos Aires (Renzi y Cantamutto 2007, Renzi et al. 2010a y b). S: momento de siembra, 1° a: posibilidad de primer aprovechamiento.

Los cortes/pastoreos durante el otoño-invierno aprovechan la capacidad de rebrote, tanto para *V. sativa*, mayor en ecotipos y variedades nacionales, como para *V. villosa*, mayor en la subsp. *villosa* en relación a *dasycarpa* (ver capítulo 4). Durante la primavera la capacidad de rebrote y crecimiento se reduce desde prefloración a inicio de floración en ambas vicias, intensificándose bajo estrés hídrico (Qamar et al. 1999). Dependiendo del genotipo la fase de inicios de floración puede ocurrir desde fines de septiembre para algunos materiales

de la subsp. *dasyarpa* y de *V. sativa*, hasta mediados y fines de octubre, en algunos genotipos de la subsp. *villosa* y de *V. sativa* (ver capítulo 5).

Cuando la vicia y el cereal se utilicen bajo pastoreo, deben sembrarse en el mismo surco de manera de evitar que haya selección por mayor palatabilidad del cereal (Labarthe y Pelta 1971).

Valor nutritivo del forraje

La concentración de los diferentes minerales en la planta puede dar indicios de los requerimientos para el desarrollo del cultivo, así como las cualidades nutricionales del verdeo. Deficiencias minerales pueden impactar en bajas ganancias de peso, bajo porcentaje de pariciones e incluso la muerte de los animales en pastoreo. En la figura 10 se presentan los valores de macro y micronutrientes en la biomasa aérea de verdeos de vicia durante la fase de floración. En etapas previas la concentración de la mayoría de nutrientes se mantiene en rangos estables, excepto para los micronutrientes Zn y Cu que disminuye a medida que avanza el ciclo fenológico de la vicia, posiblemente por un efecto de dilución luego de la absorción en etapas juveniles (Lanyasunya *et al.* 2007a).

La mezcla de vicia y avena para pastoreo de animales en lactancia, además de mejorar la calidad de la ingesta total, contribuye a eliminar trastornos como la hipocalcemia e hipomagnesemia, que ocurre en verdeos puros, especialmente con avena (Labarthe y Pelta 1971). En relación a las necesidades de los rumiantes, la vicia tiene un aporte adecuado de macro elementos (Puricelli 1996, Badrzadeh *et al.* 2008). Algunos micro elementos pueden ser menores a los deseables para la dieta, como Cu y Zn en suelos con alto pH, siendo recomendable suplementar con estos minerales, en estas condiciones edáficas (Lanyasunya *et al.* 2007a).

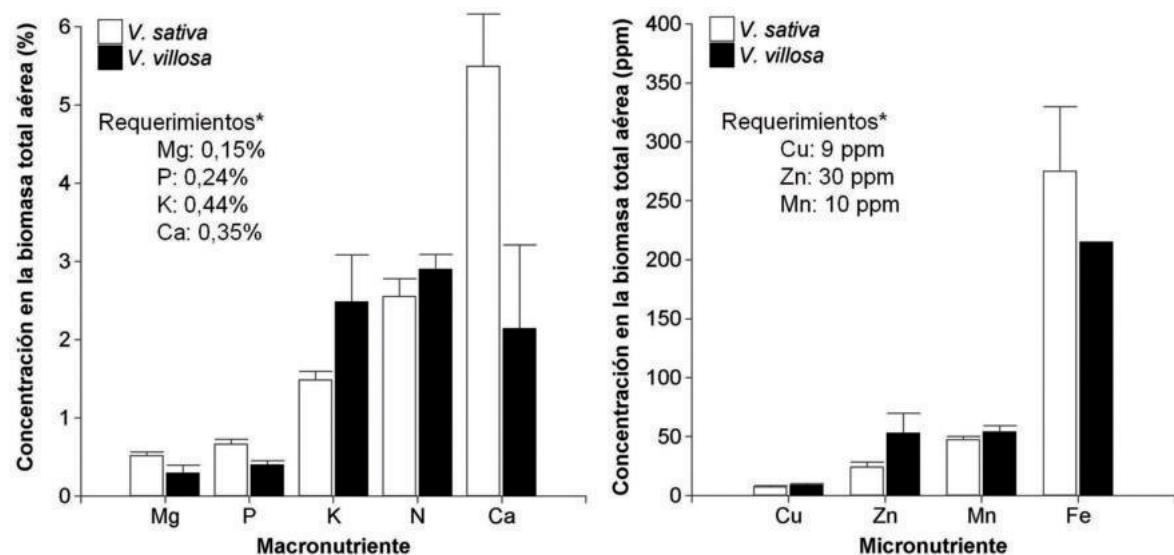


Figura 10. Concentración de macro y micronutrientes en vicia. Valores medios obtenidos de diferentes autores (Puricelli 1996, Pederson *et al.* 2002, Celen *et al.* 2005, Lanyasunya *et al.* 2007a, Anugroho *et al.* 2009). *Requerimientos mínimos para un novillo de 300 kg y una ganancia de peso estimado en 500 g día⁻¹ (Lanyasunya *et al.* 2007a).

Los parámetros de calidad de forraje utilizados para evaluar los cultivos de vicia generalmente incluyen la proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido

(FDA), lignina (LDA) y carbohidratos no estructurales solubles (CNES). La mayoría de los antecedentes miden esos parámetros y estiman la digestibilidad de la materia seca de manera indirecta (DMS: 88,9 – (0,779*FDA). La misma metodología puede emplearse para cuantificar la energía metabolizable (EM (Mcal kg⁻¹): 3,20 – (0,028*FDA)) (Menke y Stempess 1988). Algunas otras estimaciones que dan idea del valor nutritivo del forraje mencionados en la bibliografía son; total de nutrientes digestibles (TND: (-1,291*FDA)+101,35)), consumo potencial de materia seca (CPMS: 120/FDN) y valor alimenticio relativo del forraje (VAR: CPMS*DMS/1,29) (Flores Ortiz *et al.* 2007, Lithourgidis *et al.* 2006 y 2007, Larbi *et al.* 2010a).

Otras experimentaciones analizan el valor nutritivo del forraje mediante atributos de mayor complejidad, como la digestibilidad in vitro, las fracciones proteicas y de carbohidratos, los aminoácidos y las tasas de degradación ruminal (Bruno-Soares *et al.* 2000, Alzueta *et al.* 2001, Caballero *et al.* 2003, González y Andrés 2003, Comai *et al.* 2007). En la tabla 1 se muestra valores medios de calidad para las dos especies de vicias más difundidas.

Tabla 1. Atributos de calidad en forraje fresco y heno de *V. sativa* y *V. villosa* en floración, y valores en semilla de *V. sativa* (Heuzé *et al.* 2012)

Atributo de calidad	<i>V. sativa</i>			<i>V. villosa*</i>	
	Forraje	Heno	semilla	Forraje	Heno
Materia seca (%)	19,3±3,3	89,7±2,6	87,9±4,4	22,3±5,9	88,9
Proteína bruta (%)	23,0±5,1	19,7±1,5	28,4±5,3	23,9±4,3	10,6±0,4
Fibra bruta (%)	25,4±3,6	24,7±2,5	4,7±1,2	25,8±2,1	32,3
FDN (%)	36,7±11,3	40,4±9,1	15,7±2,9	38,3±9,0	63,1
FDA (%)	28,5±3,3	30,4±4,4	7,5±1,9	29,0±5,2	44,9±6,6
Extracto etéreo (%)	2,5±0,8	2,4	1,5±0,7	3,1±0,5	sd
Cenizas (%)	9,8±1,5	10,6±1,3	4,0±1,6	10,4±1,8	9,4±2,9
Almidón (%)	sd	sd	48,7±9,1	sd	sd
Ca (%)	1,2±0,26	1,44±0,24	0,62±0,56	1,33±0,41	1,49
P (%)	0,44±0,09	0,22±0,09	0,48±0,11	0,45±0,05	0,17
Energía bruta (Mcal kgMS ⁻¹)	4,46	4,37	4,54	4,49	sd
Digestibilidad MO (%)	69,8±6,4	64,4±2,9	92,5	66,4±4,8	59,6
Digestibilidad energía (%)	66,7	60,8	91,1	73,1	56,4
Digestibilidad energía (Mcal kgMS ⁻¹)	2,98	2,66	4,13	3,29	sd
Energía metabólica (Mcal kgMS ⁻¹)	2,35	2,11	3,31	2,57	1,58
Digestibilidad N (%)	78,9±3,6	76,7±3,6	86	84,7±1,1	sd

*Los valores de calidad en semillas de *V. villosa* no se incluyen debido a la alta concentración de factores no nutricionales (FNN).

Es conocido que las pasturas de vicia poseen altos valores de proteína, similar al cultivo de alfalfa y superior a muchas otras leguminosas (Labarthe y Pelta 1971, Fraser *et al.* 2004). Para la alimentación, la mezcla con cereales de invierno o con forrajes con altos niveles de fibras, como sorgos diferidos incrementan el valor nutritivo total de la dieta (Assefa y Ledin 2001, Fraser *et al.* 2004, Lanyasunya *et al.* 2007b). Es así que la utilización como suplemento proteico de forraje de *V. villosa* picado hasta un 25% de la dieta en sorgo de baja calidad incrementó el consumo en ovinos de 6 meses de edad y la ganancia de peso. Posiblemente la adición de N en el rumen proveniente de la vicia mejoró la actividad de las bacterias celulolíticas y mantuvo buenos niveles de amonio y ácidos grasos volátiles (AGV) para una eficiente digestión (Lanyasunya *et al.* 2007b).

De la concentración proteica en vicia es importante destacar que la fracción soluble representa un 40-50% del total, similar a alfalfa. La proteína no degradable e indigestible oscila en un 4-6% en cultivos aprovechados en forma directa y es independiente al estado

de madurez. La situación cambia en henos confeccionados desde floración a madurez donde la proteína no degradable se incrementa entre un 10 a 25% (Hay Ayed *et al.* 2001, Alzueta *et al.* 2001, Caballero *et al.* 2003, Karsli *et al.* 2005). En esta leguminosa la PB posee baja concentración de aminoácidos azufrados, como metionina y cisteína, pero elevados niveles de lisina y triptófano (Comai *et al.* 2007). Los bajos niveles de aminoácidos azufrados limitan el uso en monogástricos en mayor medida que para rumiantes, debido a que estos últimos lo pueden sintetizarlos a través de formas inorgánicas por intermedio de los microorganismos del rumen (Balbarrey 2009).

Como se muestra en la figura 11a, el contenido de proteína en el cultivo de vicia no muestra una caída muy abrupta luego de la floración, a diferencia de un verdeo de avena (Fraser *et al.* 2004). Posiblemente la elongación de vainas y llenado de granos luego de este periodo compensan la reducción de los niveles de proteína de las partes vegetativas, como tallos y hojas (Balbarrey 2009).

Las diferencias en el contenido de PB en forraje y heno para similar estado fenológico se atribuyen al proceso de henificación (rollos y fardos). Valores inferiores al 15% de PB en henos confeccionados durante la etapa de madurez en *V. sativa* se deben a la pérdida de hojas y semillas por dehiscencia de las vainas, a diferencia de *V. villosa* que posee un menor desgrane e índice de cosecha (Hay Ayed *et al.* 2001) (Figura 11a). No se observa una diferencia marcada en el contenido de PB entre *V. sativa* y *V. villosa* (Renzi *et al.* 2009), es por ello que mientras algunos autores obtuvieron mayores valores en *V. villosa* (Abd el Moneim *et al.* 1998, Kuusela *et al.* 2004), otros la hallaron en *V. sativa* (Haj Ayed *et al.* 2001, Kim *et al.* 2004, Albayrak *et al.* 2004, Badrzadeh *et al.* 2008). Para estos últimos los mayores niveles de PB en *V. sativa*, para determinados cultivares, podrían estar relacionados con una mayor relación hoja/tallo en floración, e índice de cosecha durante el periodo de formación y llenado de grano, previo al desgrane (Hay Ayed *et al.* 2001).

Luego de la cosecha de semillas, la calidad del rastrojo de *V. sativa* y *V. villosa* es muy baja, con valores de PB 9,5%, FDN 50%, FDA 38% y PB 10,5%, FDN 55%, FDA 42% respectivamente (Abd El Moneim 1998, Bruno Soares *et al.* 2000, Larbi *et al.* 2010b). No obstante, el rastrojo de vicia es superior al de otras gramíneas, como avena, con valores medios de PB 3%, FDN 80% y FDA 47% (Hadjipanayiotou *et al.* 1985, Fernández Mayer *et al.* 2007).

Los carbohidratos no estructurales solubles (CNES), son otro atributo de calidad del forraje. La concentración durante floración en *V. sativa* llega a un 10-11% y se reduce gradualmente hasta un 3-4% en madurez. *V. villosa* poseen valores inferiores (< 6%) que disminuye al igual que para otras leguminosas a medida que avanza el ciclo (Renzi *et al.* 2009). Los cultivos de avena duplican la concentración de CNES mejorando las aptitudes del forraje para silo (Fernández Mayer *et al.* 2007). Posiblemente en *V. villosa* debido a las bajas concentraciones de CNES la palatabilidad y capacidad de rebrote sea inferior a la observada en *V. sativa*, y estas menores comparadas con cultivos de gramíneas (Balbarrey 2009).

Como se muestra en la figura 11b y c la concentración de fibras (FDN y FDA) se incrementa levemente a medida que avanza el ciclo del cultivo, por aumento de la proporción de lignina en la pared celular, siendo mayor en *V. villosa* que en *V. sativa*. A medida que se incrementa la FDA menor es la digestibilidad y el contenido de energía del forraje (Caballero *et al.* 1996).

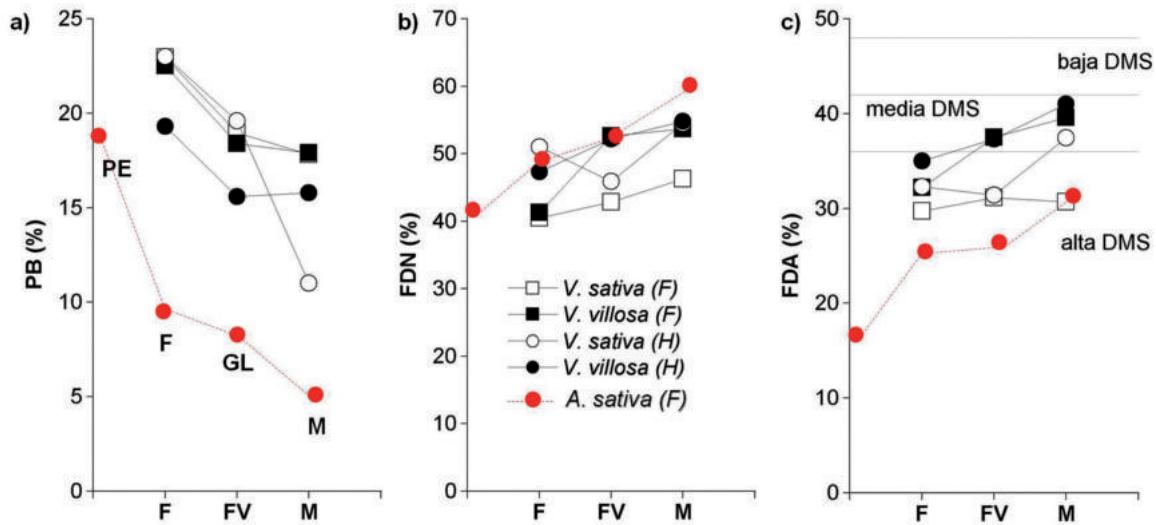


Figura 11. Valores medios de calidad de forraje (F) y heno (H) para *V. sativa* y *V. villosa* en función del ciclo ontogénico, en floración (F), formación y llenado de grano (FV) y madurez del cultivo (M). En rojo cambios de calidad del cultivo de avena para diferentes estados fenológicos según Fernández Mayer *et al.* (2007), panoja embuchada (PE), floración (F), grano lechoso (GL) y madurez (M). DMS: Digestibilidad de la materia seca. Alta: sin limitantes para el consumo, alta ganancia de peso y apto para vacas lecheras. Medio: Puede haber limitantes en el consumo, apto para producción de carne y leche con suplementación. Baja: Limita las ganancias de peso, no apto para producción de leche. Ref en vicia: Caballero *et al.* 1995, 1996 y 2003, Alzueta *et al.* 1995 y 2001, Abd El Moneim *et al.* 1998, Castro *et al.* 2000, Hay Ayed *et al.* 2000 y 2001, Assefa y Ledin 2001, Albayrak *et al.* 2004, Kim *et al.* 2004, Lithourgidis *et al.* 2006 y 2007, Ammar *et al.* 2010.

Generalmente los cultivos de vicia se siembran en mezcla con cereales de invierno. Es por ello que diferencias en la composición de la mezcla afecta la calidad del forraje, mostrando frecuentemente una menor variación en las fracciones de fibra y sus componentes en relación a la concentración proteica (Caballero *et al.* 1996).

Un forraje de buena calidad, con niveles de PB > 13%, FDN < 48 y FDA < 30, requiere como mínimo un 30-50% de vicia en la composición de la mezcla (Figura 7 y 12). Asimismo se observó que un incremento en la proporción de vicia en el forraje promueve un mayor consumo voluntario, asociado a un menor valor de FDN (Caballero *et al.* 1995, Hay Ayed *et al.* 2000). Es probable que los animales compensen la menor digestibilidad y contenidos de azúcares de la vicia incrementando el consumo (Kuusela *et al.* 2004). Como se mencionó anteriormente (Figura 8) si el objetivo es incrementar la calidad del forraje, es importante considerar que la relación entre densidad de siembra y porcentaje de biomasa de vicia en la mezcla no sigue una tendencia lineal (Caballero *et al.* 1996).

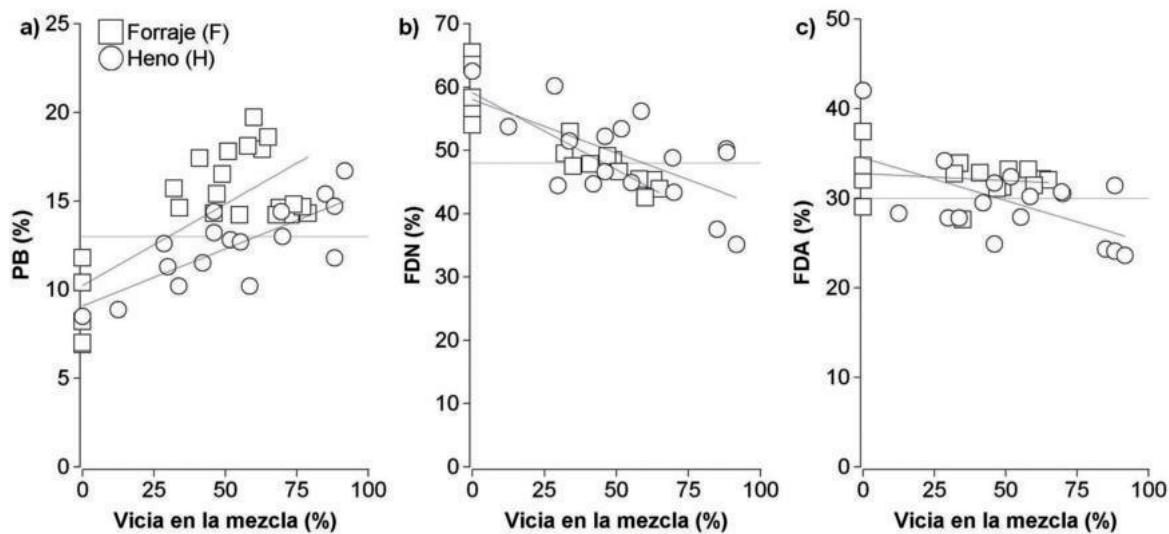


Figura 12. Valores promedios de calidad de forraje (F) y heno (H) para vicia en relación al porcentaje en la mezcla con verdeos de invierno. Ref en vicia: Caballero *et al.* 1996 y 2003, Castro *et al.* 2000, Hay Ayed *et al.* 2000 y 2001, Lithourgidis *et al.* 2006 y 2007, Balbarrey 2009, Renzi *et al.* 2009.

En cultivos de vicia destinados para forraje conservado, es posible obtener henos de muy buena calidad durante la primavera. Si nuestro objetivo es obtener la máxima acumulación de nutrientes hay que considerar que además de los valores de calidad mencionados anteriormente es importante tener en cuenta la producción de biomasa. En *V. sativa* el corte debe realizarse cuando las primeras vainas estén bien desarrolladas, y el cereal acompañante se encuentre en estado de grano lechoso o pastoso (Labarthe y Pelta 1971, Matic 2007, Renzi *et al.* 2009). Para *V. villosa* el momento óptimo se produce cuando la leguminosa se encuentra en plena floración y principios de elongación de vainas (Smith y Valenzuela 2002, Renzi *et al.* 2009).

Los antecedentes de uso de vicia para silo son escasos (Pursiainen y Tuori 2007, Balabanli *et al.* 2010). Si bien el forraje de *V. sativa* durante el llenado de grano posee valores de azúcares ligeramente superiores (entre 5-6%) al umbral requerido ($> 3-5\%$) para una adecuada fermentación y conservación del silo, estos son menos aptos comparados con otras leguminosas (Pursiainen y Tuori 2007). Los cereales son más adecuados para esta práctica y el uso de vicia solo se limita a su inclusión en policultivos. Para estos últimos, los mejores silajes de *V. sativa* se obtuvieron en mezcla con cebada y avena comparados con las consociaciones con trigo, triticale y centeno (Balabanli *et al.* 2010).

El empaste no sería un problema en cultivos de vicia (Labarthe y Pelta 1971, Celen *et al.* 2005). Solamente un antecedente de origen escandinavo menciona la posibilidad de ocurrencia (Kuusela *et al.* 2004). No obstante, se han registrado casos de intoxicaciones en verdeos de *V. villosa* bajo pastoreo, su incidencia y manejo se discute más adelante. Para *V. sativa* en Australia, se determinó que cultivos muy infectados con roya, el pastoreo o consumo de heno/silaje por animales preñados puede inducir abortos (Matic y Nagel 2009).

Intoxicación con forraje de *V. villosa*

A pesar de las buenas cualidades como forraje, existen algunos casos reportados de intoxicaciones en rumiantes (ovinos, bovinos y equinos) pastoreando verdeos de *V. v. subsp. villosa, dasycarpa* y *V. benghalensis* en diferentes parte del mundo (Enneking 1995,

Sonne *et al.* 2010, Oruc *et al.* 2011), siendo aislados los registrados en Argentina (Odriozola *et al.* 1991, Miranda *et al.* 2005). Es importante remarcar que el consumo de vicia no necesariamente produce efectos tóxicos, de modo que la información compilada tiene un carácter preventivo enfatizando en la conveniencia de realizar un control adecuado en los animales que pastorean esta especie (Odriozola *et al.* 1991). Por lo general la intoxicación se presenta en verdeos puros de vicia o con predominio de la leguminosa en caso de estar consociado con algún cereal. Buenas condiciones ambientales para el desarrollo de la vicia durante la primavera predisponen a la enfermedad durante el estado de floración y formación de vainas (Enneking 1995).

Las causas de la toxicidad de la vicia aún no están bien establecidas, atribuyéndosela al aminoácido canavanina, que incrementa su concentración durante la formación de vainas y se acumula posteriormente en las semillas (2-3%). Este constituyente o sus metabolitos actuarían como sensibilizantes de los linfocitos generando una reacción de hipersensibilidad (Miranda *et al.* 2005). Hay varios informes de toxicidad aguda en animales que consumen semillas de *V. villosa* y es esperable que los casos observados bajo pastoreo se deban a intoxicaciones crónicas por niveles inferiores de canavanina (Enneking 1995). La inducción forzando a consumir *V. villosa* frecuentemente no estimula la enfermedad. Probablemente la toxicidad es dependiente de la dosis inicial ingerida y diferencias en el consumo inicial entre animales podrían explicar porque algunos son más susceptibles que otros (Panciera *et al.* 1992).

En caso de presentarse la enfermedad, los primeros síntomas se manifiestan entre 2-6 semanas luego de acceso al cultivo de vicia, generalmente en algunos animales (<3) del rodeo, mostrando decaimiento general, andar tambaleante, conjuntivitis con abundante descarga ocular y nasal, dermatitis exudativa con zonas de depilación en la cabeza, cuello, región abdominal, pecho y base de la cola, y pérdida de la condición corporal, con diarrea y fiebre ocasional (Odriozola *et al.* 1991, Miranda *et al.* 2005). El intervalo entre la aparición de los síntomas y la muerte ocurre usualmente a los 10-20 días. La tasa de mortalidad ronda el 50% de los animales afectados, estos promedian generalmente un 3-8% (morbilidad) del rodeo (Panciera *et al.* 1992, Enneking 1995). La necropsia en los animales muertos muestra numerosas áreas hemorrágicas en el abomoso, riñones pálidos y agrandados, hígado agrandado y congestivo, corazón con áreas pálidas, pulmones con sectores endurecidos, entre otros (Odriozola *et al.* 1991, Miranda *et al.* 2005). La histopatología de los distintos órganos evidencia una severa reacción granulomatosa en riñón, hígado y corazón (Odriozola *et al.* 1991).

Por tratarse de una reacción de hipersensibilidad se estima que un elevado consumo inicial, la duración de la exposición o repetidas exposiciones a pequeñas cantidades son las causas de esta toxicidad, más que el volumen total de vicia consumido. También se ha observado que la enfermedad se presenta generalmente en animales adultos, con más de 3 años de edad, los más jóvenes afectados presentan mayores tasas de supervivencia (Peet y Gardner 1986, Panciera *et al.* 1992).

Para reducir los riesgos de toxicidad es aconsejable pastorear la vicia en mezcla con cereales o incluir un porcentaje de rollos en la dieta, con el fin de evitar cultivos puros durante estados avanzados de desarrollo (formación de vainas). En estos casos los pastoreos deben ser rápidos y en lo posible con animales que se vayan a vender pronto, evitar toros y vacas de cría que permanecen más años en el rodeo (Miranda *et al.* 2005). Reducir la posibilidad de ingesta inicial alta por ingreso de animales hambreados. Revisar el rodeo diariamente y retirar los animales en caso de observar alguno con presencia de síntomas de intoxicación.

Si se decide no pastorear un cultivo con predominio de *V. villosa*, la abundancia de biomasa puede utilizarse como forraje conservado (heno), debido a que no se han registrados casos de intoxicación en animales consumiendo heno de *V. villosa* (Panciera *et al.* 1992). Otras

alternativas incluyen la utilización como cultivo de cobertura, para mejorar el suelo, y la cosecha de semilla.

Factores no nutritivos en semillas de vicia

Los granos de *V. sativa* se destacan por tener niveles aceptables de proteína (26-33%), alta digestibilidad (70-87%) (Tabla 1) y elevadas concentraciones de ácido aspártico, ácido glutámico y leucina, pero bajas en metionina, prolina y alanina (Rees 1992, Seymour *et al.* 2002, González y Andrés 2003, Matic *et al.* 2005, Karadag y Yavuz 2010, Selmi *et al.* 2010). A pesar de las cualidades nutricionales, el principal problema para el uso en la alimentación de animales y humana se debe a la presencia de compuestos tóxicos o factores no nutritivos (FNN), siendo variables en composición y concentración dependiendo de la especie y cultivar (Tabla 2). Su función ecológica sirve como mecanismo de defensa frente a microorganismos, herbívoros y como sustancias de reserva con el fin de nutrir a las plántulas durante la germinación (Berger *et al.* 2003). Algunos FNN afectan tanto a rumiantes y monogástricos, otros solo a monogástricos (Tate y Enneking 1992).

Tabla 2. Factores no nutritivos (FNN) predominantes para *V. villosa* (Grupo 1) *V. sativa* (Grupo 2) y *V. narbonensis* (Grupo 3) como especies representativas de cada grupo (Adaptado de Tate y Enneking 1992, Enneking 1995, Berger *et al.* 2003).

Grupo mayor	Componente	Efecto	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Proteínas	Inhibidores de tripsina (mg por mg ⁻¹ de proteína)	Reducción actividad de las proteasas, hipertrofia/hiperplasia pancreática, secreción incrementada de enzimas pancreáticas, depresión del crecimiento.	2,14 - 2,22	0,18 - 2,87	0,61 - 2,05
	γ-glutamil-S-etilen cisteína (%)	Disminución del consumo. Daño renal	0,20	--	1,16 - 2,60
Aminoácidos no proteicos	Canavanina (%)	Reducción del crecimiento a través de la sustitución aberrante de los intermediarios metabólicos. Aumento en el recambio de proteína.	1,50 – 3,00	--	--
		Disminución del consumo. Daño hepático. Efectos teratogénicos.			
Glicósidos	Cianógenos* (%)	Falla respiratoria. Límite crítico 0,5-1 mg HCN kg ⁻¹ de peso corporal. Temblores, convulsiones, hiperactividad. Fotosensibilización hepática.	--	0,40 - 2,80	--
		Anemia hemolítica.		0,73	0,08
	Vicina (%)	--	--	0,08	0,02
Compuestos polifenólicos	Taninos (%)	Formación de complejo proteína-carbohidrato, interferencia con la digestibilidad de proteínas y carbohidratos.	0,41 - 0,44	0,27 - 1,28	0,17 - 0,99

Grupo 1: *V. villosa*, *V. benghalensis*, *V. ervilia*, *V. articulata*, *V. monantha*, *V. cracca*

Grupo 2: *V. sativa* y subespecies (*sativa*, *nigra*, *amplicarpa*...)

Grupo 3: *V. narbonensis* y *V. pannonica*

* β cianoalanina y γ-glutamil-β cianoalanina. HCN: ácido cianhídrico.

Sin considerar a *V. faba*, existen escasas referencias de uso del grano de vicia para consumo humano, limitándose a periodos de hambruna (Tate y Enneking 1992). La toxicidad de la especie depende de la dosis y frecuencia, es por ello que consumos ocasionales probablemente no produzcan un gran riesgo. No obstante, su inocuidad y efecto a largo plazo sobre la salud humana continúa siendo un interrogante (Enneking 1995). Más frecuentes son los antecedentes que mencionan la posibilidad de inclusión de granos en la dieta animal sugiriendo diferentes precauciones para un uso seguro. Los envenenamientos ocurridos en animales se pueden agrupar en los relacionados con los glucósidos cianogénicos y ácido cianhídrico (HCN) en *V. sativa*, y los causados por canavanina (CAN) y sus análogos para *V. villosa*, *V. benghalensis* y *V. ervilia*. Metabolitos secundarios como taninos, poli-fenoles e inhibidores de proteasas también actúan como FNN reduciendo la digestibilidad del forraje (Berger et al. 2003). Todavía las evidencias disponibles sobre el modo de acción no se hallan del todo dilucidadas y no se descartan otros posibles compuestos tóxicos (Enneking 1995).

Los granos de *V. sativa* se pueden utilizar como suplemento proteico en elevadas proporciones en raciones para rumiantes (ovinos-bovinos), no obstante otros factores limitan su empleo en animales monogástricos, como aves de corral y cerdos (Enneking 1995, Berger et al. 1999b, Francis et al. 1999, Enneking y Wink 2000, Farran et al. 2001, Berger et al. 2003, Seymour et al. 2003, Sadeghi et al. 2004, Enneking y Tate 2006, Firincioglu 2006). Hasta la actualidad todas las variedades disponibles de *V. sativa* presentan FNN, como los glucósidos cianogénicos, β cianoalanina y γ -glutamil- β cianoalanina, vicina y convicina (Tate y Enneking 1992, Seymour et al. 2003). A través de mejoramiento convencional se ha logrado reducir el nivel γ -glutamil- β cianoalanina a $0.4 \pm 0.1\%$ pudiendo ampliar su concentración en dietas para monogástricos (Chowdhury et al. 2001). Vicina y convicina también se hallan presentes en *V. faba*, y pueden producir una enfermedad hemolítica aguda denominada Favismo que afecta a determinadas personas que carecen de una enzima específica (glucosa-6-P-deshidrogenasa) en las células rojas de la sangre. Esta deficiencia se produce frecuentemente en algunas poblaciones Asiáticas y del sur oeste del Mediterráneo (Enneking 1995).

En monogástricos existen diferentes antecedentes de uso de grano de *V. sativa* como suplemento proteico, con proporciones en la dieta variables dependiendo del nivel de FNN, tipo y categoría animal y edad entre otros atributos (Tabla 3). En todos los casos los granos de *V. sativa* en la dieta debe incluirse gradualmente hasta el umbral establecido, debido a que es posible que se produzca una adaptación metabólica a las toxinas (Enneking 1995). Para esta especie es importante considerar la posibilidad de contaminación con semillas de *V. villosa*, incrementando el riesgo de toxicidad aun con baja proporción en la mezcla (<4%) (Enneking 1995, Seymour et al. 2003) (Figura 13). Curiosamente en aves domésticas como palomas, las semillas de *V. sativa*, al igual que para *V. villosa*, no producen toxicidad (Tate y Enneking 2006).

Tabla 3. Antecedentes de uso de granos de *V. sativa* en monogástricos, rango estudiado y nivel adecuado sin influencia sobre la ganancia de peso y salud animal.

Animal (edad)	Genotipo	Rango estudiado (%)	Niveles seguros (%)	Referencia
Pollos parrilleros (16 meses)	<i>V. sativa</i>	0-30	10	Saki et al. 2008
Pollos parrilleros (22 días)	<i>V. sativa</i>	0-30	10	Tabeidian et al. 2011
Pollos parrilleros (21 días)	<i>V. sativa</i> cv. Blancheafluor	0-25	10*	Chowdhury et al. 2004
	<i>V. sativa</i> cv. Morava	0-25	20*	
Gallinas ponedoras (6 meses)	<i>V. sativa</i> cv. Blancheafluor	0-10	0	Enneking 1995
Gallinas ponedoras (7 meses)	<i>V. sativa</i>	0-22	0	Gul et al. 2005
Conejos de engorde (1 mes)	<i>V. sativa</i>	0-30	10	Yalcin et al. 2003
Cerdos de engorde	<i>V. sativa</i> cv. Rasina y Morava		22**	Matic y Nagel 2009
Cerdos de engorde	<i>V. sativa</i>		<20	Francis et al. 1999
Lechones	<i>V. sativa</i>		<10	

Toxina en la ración: *0,10% γ -glutamil- β cianoalanina, **0,15% γ -glutamil- β cianoalanina

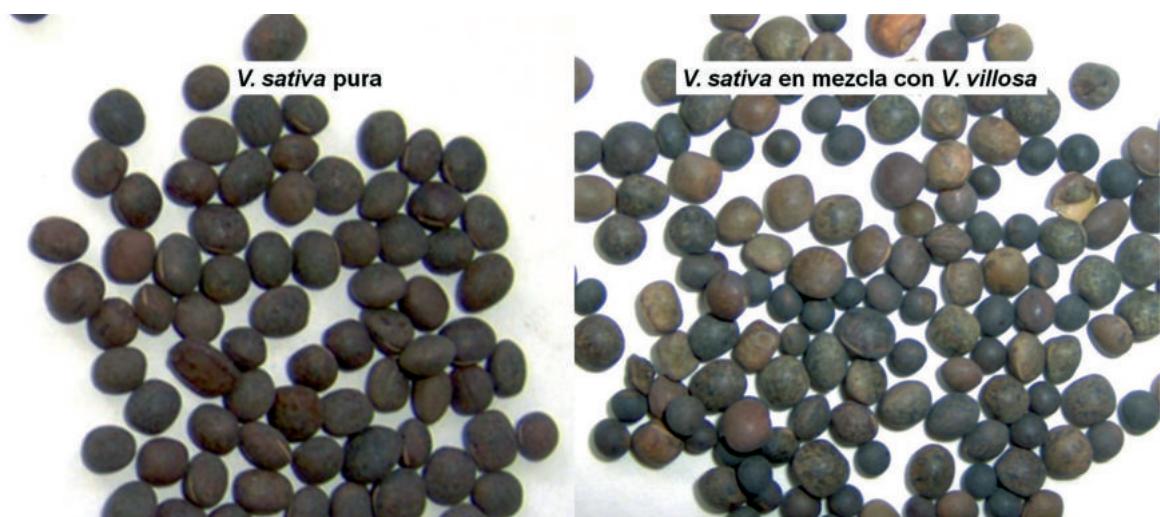


Figura 13. Muestras de semilla de *V. sativa* pura y contaminada o en mezcla con *V. villosa*.

En *V. v.* subsp. *villosa* y *dasycarpa* el consumo de granos por rumiantes y animales monogástricos puede producir intoxicaciones, no siendo recomendable su uso en ninguna categoría animal. Su acción es posible que se deba a la canavanina (CAN) que se concentra mayormente en la semilla, donde alcanza hasta el 3% del peso seco (Panciera et al. 1992, Berger et al. 1999a, Matic y Nagel 2009). En otras especies del subgénero los niveles de CAN en semillas son bajos (*V. ervilia* 0,05-0,2% y *V. articulata* 0,1-0,4%) pudiéndose incluir en la dieta de rumiantes, no así en monogástricos donde su acción tóxica se manifiesta en concentraciones tan bajas como 0,015% de la ración (Enneking y Wink 2000, Berger et al.

2003, Sadeghi *et al.* 2004). Se presume de manera preliminar, que la principal toxicidad de este compuesto se produce por interferencia sobre el aminoácido esencial arginina, e indirectamente reduciendo la movilidad de los alimentos (peristalsis) y el consumo voluntario luego de un periodo de tiempo (Sadeghi *et al.* 2004). La posible utilización de forraje con canavanina en rumiantes, en contraste con monogástricos, presupone que la vía de detoxificación se produce por la flora ruminal. No obstante estudios adicionales deben realizarse (Enneking 1995).

En postcosecha es posible la detoxificación de estos FNN presentes en las semillas de vicia mediante diferentes tratamientos en hidrólisis ácida (glicósidos) o alcalina (canavanina) (Enneking y Wink 2000, Sadegui *et al.* 2004). Debido a que una misma especie posee varios compuestos no nutritivos de diferente naturaleza (termoestables, lábiles, etc.), con frecuencia métodos simples de procesamiento no pueden eliminarlos en su totalidad. Es así que los beneficios obtenidos en reducir sus niveles con técnicas postcosecha (detoxificación / suplementación) dependerán de los costos y el valor nutritivo obtenido al final del proceso (Enneking 1995).

Asimismo debido a que muchos FNN poseen funciones de resistencia a plagas, enfermedades, efectos alelopáticos, tolerancia a estrés abiótico (sequía, frío, calor, sales, inundación, etc.) y como compuestos de reservas, la eliminación mediante mejoramiento genético puede impactar negativamente en su adaptación en ambientes marginales y sistemas de bajos insumos (Enneking y Wink 2000).

Intersiembras de vicia

Las intersiembras de vicia como técnicas de implantación constituyen una buena opción para incrementar la productividad de pasturas perennes cultivadas o nativas. Uno de los factores de mayor relevancia que condicionan el éxito de la técnica es la adaptación de la especie al ambiente (ver capítulo 5) (Colabelli 1998). *V. villosa* posee una alta adaptabilidad a ambientes semiáridos y potencial para naturalizarse (Renzi y Cantamutto 2009). Asimismo la baja incidencia de plagas, enfermedades y escasa preferencia de roedores, buen crecimiento, competencia y ausencia de meteorismo potencian su uso (Hewitt *et al.* 1982). *V. sativa* posee un mejor comportamiento bajo condiciones sub-húmedas y húmedas y su difusión en intersiembras es escasa.

En pasturas permanentes el escaso periodo de aprovechamiento puede incrementarse mediante la intersiembra de verdeos de invierno cuando el cultivo se encuentra en latencia. En estas pasturas perennes la deficiencia de nitrógeno es el factor de fertilidad más limitante, con pérdida gradual de productividad, enmalezamiento y reducción de la carga animal (Roncedo y Pérez 2000). La consociación de leguminosas como *V. villosa* permite incrementar la productividad total en primavera, la calidad de la dieta y mejorar las propiedades del suelo, principalmente el contenido de nitrógeno disponible y orgánico (Kandel *et al.* 2000, Ashworth *et al.* 2011). Esto se observó en pasturas de ciclo primavera-verano como “pasto llorón”, *Eragrostis curvula* (Venanzi y Kruger 2006), *Bothriochloa* spp. (Volesky *et al.* 1996), *Cynodon dactylon* (Biermacher *et al.* 2012) y *Panicum virgatum* (Warwick 2011) entre otras (Figura 14) (Ashworth *et al.* 2011). En estos ambientes marginales la fertilización nitrogenada inorgánica incrementa los costos de producción, además de tener una baja eficiencia de aprovechamiento (40-60%) debido a procesos de volatilización por las altas temperaturas (Volesky *et al.* 1996, Ashworth *et al.* 2011).

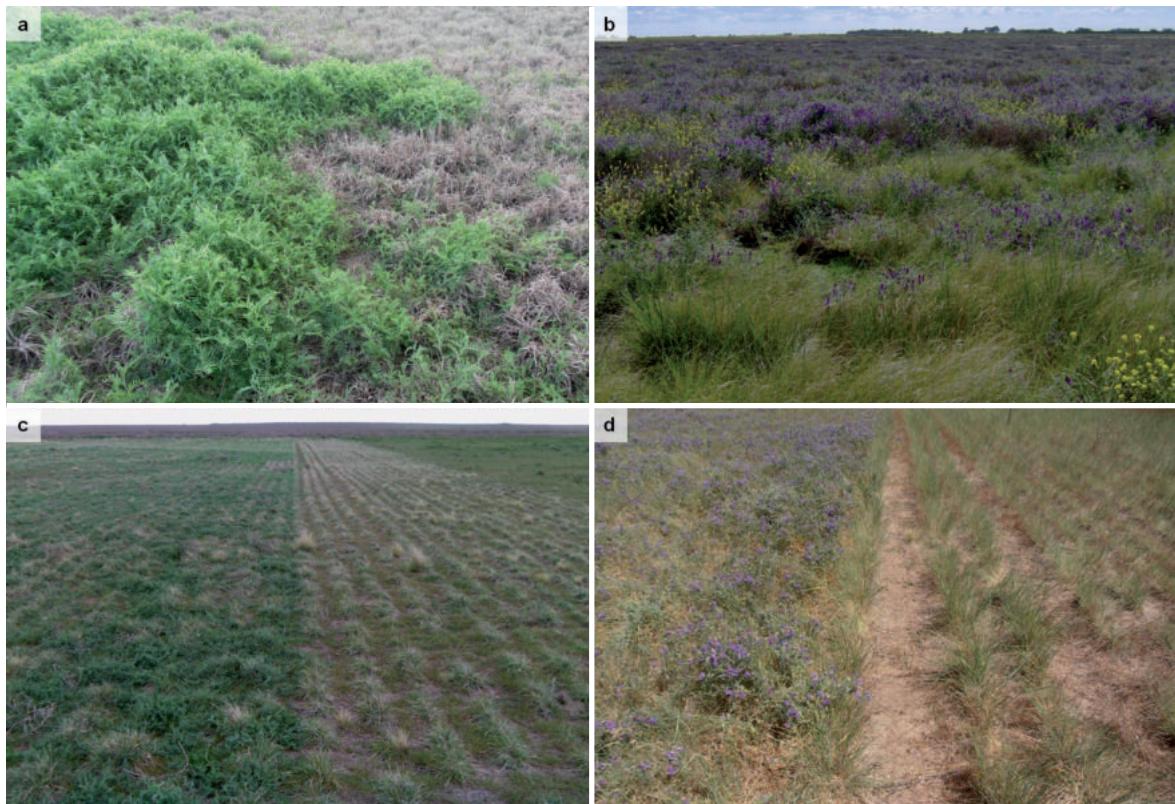


Figura 14. Intersiembra de *V. villosa* en pastura de *Chloris gayana* (“grama rhodes”) (a), sobre *Stipa tenuis* (“flechilla fina”) y *Pappophorum sp.* (b). *Thynopirum ponticum* (“agropiro”) con y sin intersiembra de *V. villosa* en agosto (c) y noviembre (d) en Patagonia, sur de Buenos Aires.

Para intersiembras con *V. villosa* una dosis de 10-12 kg ha⁻¹ (\approx 15-20 plantas m⁻²) es suficiente para lograr un buen estand que no interferiría con la gramínea. La inoculación específica es necesaria para aquellos lotes sin historia de vicia. Asimismo la fecha de siembra depende del momento en que la pastura estival se encuentre en latencia, disminuyendo el logro de implantación desde fines de verano a principios de invierno (Warwick 2011). La profundidad de siembra puede variar de 1 a 8 cm en función de la humedad en el suelo. Esta especie se adapta a sistemas sin laboreo mejor que otras leguminosas (Ashworth *et al.* 2011, Jennings *et al.* 2011).

Previo a la implantación de la vicia es importante realizar un manejo adecuado del lote con el fin de corregir los niveles de minerales en el suelo, principalmente P, reducir la infestación de malezas, la biomasa y residuo en exceso para que los cuerpos de siembra pueda trabajar adecuadamente (Jennings *et al.* 2011, Biermacher *et al.* 2012). Luego de establecido la leguminosa, un pastoreo rotativo y buen control de malezas mejoran la productividad forrajera (Figura 15).

- 1- Análisis de suelo
- 2- Manejo y control de malezas
- 3- Reducción biomasa pastura y malezas (pastoreo/corte)
- 4- Intersiembra de *V. villosa*
- 5- Inicio pastoreo rotativo
- 6- Dispersión de semillas para futura resiembra natural

Cobertura relativa de:

- Pastura en latencia
- Pastura estival
- Vicia villosa*

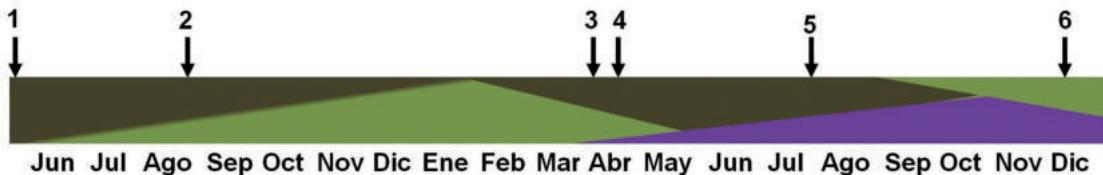


Figura 15. Esquema orientativo de manejo de intersiembra de *V. villosa* en pasturas estivales.

En *V. villosa* es posible la resiembra natural durante el otoño luego del primer ciclo del cultivo, debido a la presencia de semillas con dormancia. La pérdida de la dormición está ligada a exposición a altas temperaturas de verano. Sin embargo, para que la resiembra sea exitosa es necesario dejar semillar la vicia durante el primer año, aunque ello puede reducir el rebrote de primavera de la pastura estival por competencia (Renzi y Cantamutto 2009, Warwick 2011). Las semillas dispersadas en forma natural a fines de primavera o principios de verano pierden su dormancia de forma gradual (Renzi datos no publicados). No obstante, algunas semillas pueden permanecer viables en el suelo por más de 5 años (Warwick 2011). Es por ello, que el establecimiento de la resiembra de vicia no requiere dejar semillar todos los años el cultivo, si no ocasionalmente cada 3-5 años con el fin de restablecer el banco de semillas en el suelo (Figura 16).

Los antecedentes de intersiembras de vicia en cultivos de verano son escasos en Argentina, limitándose a solo unas pocas experiencias con girasol (Sáenz Rozas 1978) y sorgo (Lasa 2010). Con siembras de octubre a enero se encontró que la producción de biomasa a inicios de invierno fue escasa ($<750 \text{ kg ha}^{-1}$) posiblemente por las altas temperaturas de verano (ver capítulo 5). No obstante, intersiembras de vicia durante febrero-marzo, luego de realizado un corte en sorgo ($<20 \text{ cm}$), se presenta como una alternativa posible debido a las mejores condiciones para el crecimiento de vicia durante fines de verano y principios de otoño (Lasa 2010).

La intersiembra estival de *V. villosa* es posible solamente en ambientes con temperaturas moderadas durante el verano y sin déficit hídrico. En estas condiciones el rendimiento del cultivo principal no fue afectado con intersiembras de *V. villosa* sobre maíz en V_2-V_9 (Guldan et al. 1996, Mohammadi 2010), girasol en V_4-V_{10} (Kandel et al. 2000) y algunas hortícolas (Guldan et al. 1997, Vanek et al. 2005) logrando producciones de biomasa de vicia en otoño de $1000-3500 \text{ kg ha}^{-1}$, siendo menores a los potenciales debido al sombreado del cultivo principal (Kandel et al. 2000). Humphreys et al. (2003) proponen en intersiembras de *V. villosa* en maíz la reducción del canopeo en madurez fisiológica del maíz mediante una defoliación por encima de la espiga, de manera de reducir el sombreo e incrementar la intercepción de la luz, favoreciendo de esta forma la producción de la leguminosa hasta la cosecha del cultivo.



Figura 16. Secuencia de resiembra natural en *V. villosa*. Abril 2010, siembra de vicia (a). Diciembre 2010, cosecha de semillas y diseminación (b). Febrero 2011, control químico de malezas previa resiembra (c). Septiembre 2011, cultivo de resiembra para forraje (d). Noviembre 2011, siembra de sorgo (e). Marzo 2011, aprovechamiento del sorgo para heno (f y g). Agosto 2012, nueva resiembra de vicia proveniente del banco de semillas en el suelo diseminadas en diciembre del 2010 (h). Octubre 2012, cultivo de vicia para forraje o semilla (i).

Bibliografía

- Abd El Moneim. 1998. Forage legume improvement. Germplasm programs legumes. Annual Report 127-132.
- Albayrak, S., Guler, M., Tongel, M.O. 2004b. Effects of seed rates on forage production and hay quality of vetch-triticale mixtures. Asian Journal of Plant Sciences 3:752-756.
- Alemu, B., Melaku, S., Prasad, N.K. 2007. Effects of varying seed proportions and harvesting stages on biological compatibility and forage yield of oats (*Avena sativa* L.) and vetch (*Vicia villosa* R.) mixtures. Livestock Research for Rural Development 19:1-11.
- Al-Masri, M.R. 1998. Yield and nutritive value of vetch (*Vicia sativa*)-barley (*Hordeum vulgare*) forage under different harvesting regimens. Tropical Grasslands 32: 201-206.
- Alzueta, C., Caballero, R., Rebolé, A., Treviño, J., Gil, A. 2001. Crude protein fractions in common vetch (*Vicia sativa* L.) fresh forage during pod filling. J. Anim. Sci. 79:2449-2455.
- Alzueta, C., Ortiz, L.T., Rodríguez, M.L. 1995. Rendimiento y valor nutritivo de los productos obtenidos mediante el fraccionamiento húmedo de *Vicia sativa* L y *V. villosa* Roth. Arch. Zootec. 44:63-71.
- Amigone M.A., Tomaso, J.C. 2007. Principales características de especies y cultivares de verdeos invernales. Información para Extensión. N° 103 INTA Marcos Juárez 11 p.
- Ammar, H., López, S., Andrés, S. 2010. Influence of maturity stage of forage grasses and leguminous on their chemical composition and in vitro dry matter digestibility. Options Méditerranéennes 92:199-203.
- Anil, L., Park, J., Phipps, R.H., Miller, F.A. 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. Grass and forage science 53: 301-317.

- Ansar, M., Ahmed, Z.I., Malik, M.A., Nadeem, M., Majeed, A., Rischkowsky, B.A. 2010. Forage yield and quality potential of winter cereal-vetch mixtures under rainfed conditions. *Emir. J. Food Agric.* 22: 25-36.
- Anugroho, F., Kitou, M., Nagumo, F., Kinjo, K. 2009. Effect of the sowing date on the growth of hairy vetch (*Vicia villosa*) as a cover crop influenced the weed biomass and soil chemical properties in a subtropical region. *Weed Biology and Management* 9: 129–136.
- Ashworth, A., Keyser, P., Allen, F., Bates, G., Harper, C. 2011. Intercropping Legumes with Native Warm-season Grasses for Livestock Forage. *AgResearch Extension SP731-G* 8p.
- Assefa, G., Ledin, I. 2001. Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures. *Animal Feed Science and Technology* 92:95-111.
- Badrzadeh, M., Zaragorzadeh, F., Esmailpour, B. 2008. Chemical composition of some forage *Vicia* spp. in Iran. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 6:178-180.
- Balabanlı, C., Akkecili, N. 2006. Nitrogen and phosphorus fertilization effects on yield responses of some vetch species. *Journal of Biological Sciences* 6:76-81.
- Balabanlı, C., Albayrak, S., Turk, M., Yuksel, O. 2010. A research on determination of hay yields and silage qualities of some vetch+cereal mixtures. *Turkish Journal of Field Crops* 15:204-209.
- Balbarrey, G. 2009. Fertilización nitroazufreada en verdeos invernales puros y consociados con vicias y efectos sobre el suelo. *Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur.* 166p.
- Berger, J.D., Robertson, L.D., Cocks, P.S. 2003. Agricultural potential of Mediterranean grain and forage legumes: 2) Anti-nutritional factor concentrations in the genus *Vicia*. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 201-212.
- Berger, J.D., Siddique, K.H.M., Loss, S.P. 1999a. Cool season grain legumes for Mediterranean environments: the effects of environment on non-protein amino acids in *Vicia* and *Lathyrus* species. *Australian Journal of Agriculture Research* 50:403-412.
- Berger, J.D., Siddique, K.H.M., Loss, S.P. 1999b. Cool season grain legumes for Mediterranean environments: species x environment interaction in seed quality traits and anti-nutritional factors in the gene *Vicia*. *Australian Journal of Agriculture Research* 50:389-401.
- Biermacher, J.T., Reuter, R., Kering, M.K. 2012. Expected Economic Potential of Substituting Legumes for Nitrogen in Bermudagrass Pastures. *Crop Sci.* 52:1923-1930.
- Bingol, N.T., Karsli, M.A., Yilmaz, H., Bolat, D. 2007. The Effects of Planting Time and Combination on the Nutrient Composition and Digestible Dry Matter Yield of Four Mixtures of Vetch Varieties Intercropped with Barley. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 31: 297-302.
- Bruno-Soares, A.M., Abreu, J.M.F., Guedes, C.V.M., Dias-da-Silva, A.A. 2000. Chemical composition, DM and NDF degradation kinetics in rumen of seven legume straws. *Animal Feed Science and Technology* 83:75-80.
- Caballero, R., Alzueta, C., Ortiz, L.T., Rodríguez, M.L., Barro, C., Rebólé, A. 2003. Carbohydrate and Protein Fractions of Fresh and Dried Common Vetch at Three Maturity Stages. *Agron. J.* 93:1006-1013.
- Caballero, R., Goicoechea, E.L., Hernaiz, P.J. 1995. Forage yield and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of vetch. *Field Crop Research* 41:135-140.
- Caballero, R., Rebólé, A., Barro, C., Alzueta, C., Treviño, J., García, C. 1996. Farming practices and chemical bases for a proposed quality standard of vetch-cereal hays. *Field Crops Research* 47: 181-189.
- Castro, M.P., Sau, F., Piñeiro, J. 2000. Effect of seeding rates of oats (*Avena sativa* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.) and common vetch (*Vicia sativa* L.) on the yield, botanic composition and nutritive value of the mixture. *Options Méditerranéennes* 45:207-211.
- Celen, E.A., Cimrin, M., K., Sahar, K. 2005. The herbage yield and nutrient contents of some vetch (*Vicia* spp.) species. *Journal of Agronomy* 4:10-13.
- Chowdhury, D.M.S., Rathjen, J.M., Tate, M.E., McDonald, G. 2004. Genetics of colour traits in common vetch (*Vicia sativa* L.). *Euphytica* 136: 249–255.
- Chowdhury, D.M.S., Tate, M.E., McDonald, G.K., Hughes, R. 2001. Progress Towards Reducing Seed Toxin Levels in Common Vetch (*Vicia sativa* L.). *Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference*, Hobart, Tasmania.
- Colabelli, M. 1998. Intersiembra de pasturas y pastizales degradados. *Agromercado* 19:18-20.
- Comai, S., Bertazzo, A., Bailoni, L., Zancato, M., Costa, C.V.L., Allegri, G. 2007. Protein and non-protein (free and protein-bound) tryptophan in legume seeds. *Food Chemistry* 103:657-661.
- Dhima, K.V., Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Research* 100:249-256.
- Enneking, D. 1995. The toxicity of *Vicia* species and their utilisation as grain legumes. Centre for Legumes in Mediterranean Agriculture (CLIMA) OCCasional Publication No. 6, University of Western Australia, Nedlands W.A. (First edition, Enneking, D. (1994) PhD thesis, University of Adelaide).
- Enneking, D., Tate, M. 2006. Global vetch production. *Grain legume*. 47:14-15. <http://www.grainlegumes.com>

- Enneking, D., Wink, M. 2000. Towards the elimination of anti-nutritional factors in grain legumes. In: Knight, R (ed.) linking Research and marketing opportunities for Pulses in the 21st Century. Proceedings of the Third International Food Legume Research Conference, Adelaide 1997. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture. Vol. 34. Kluwer Academic publishers, Dordrecht/Boston/London pp. 375-384.
- Farran, M.T., Dakessian, P.B., Darwish, A.H., Uwayjan, M.G., Dbouk, H.K., Sleiman, F.T., Ashkarian, V.M. 2001. Performance of Broilers and Production and Egg Quality Parameters of Laying Hens Fed 60% Raw or Treated Common Vetch (*Vicia sativa*) Seeds. *Poultry Science* 80:203-208.
- Fernández Mayer, A., Lagrange, S., Bolleta, A., Tulesi, M., Larrea, D. 2007. Evaluación de la calidad nutricional de diferentes estados de madurez del cultivo de avena para la obtención de Henos o Silajes de planta entera. http://www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/anibal/henos_silaje.pdf
- Firincioglu, H.K. 2006. Vetch production in Turkey. *Grain legume* 47:20-22. <http://www.grainlegumes.com>
- Flores Ortiz, M.A., Gutiérrez Luna, R., Palomo Rodríguez, M. 2007. Veza común y *Lathyrus sativus* L.: Alternativas para producir forraje en Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Científico N° 13. 45p.
- Francis, C.M., Enneking, D., Abd El Moneim, A. 1999. When and where will vetches have an impact as grain legumes?. En: Knight, R. (ed.) Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21st Century. Proceedings of the Third International Food Legume Research Conference, Adelaide 1997. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture. Vol. 34. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, pp. 671-683.
- Fraser, J., McCartney, D., Najda, H., Mir, Z. 2004. Yield potential and forage quality of annual forage legumes in southern Alberta and northeast Saskatchewan. *Can. J. Plant Sci.* 84: 143-155.
- Gonzalez, J., Andrés, S. 2003. Rumen degradability of some feed legume seeds. *Anim. Res.* 52:17-25.
- Gul, M., Yoruk, M.A., Hayirli, A., Turgut, L., Karaoglu, M. 2005. Effects of Additives on Laying Performance and Egg Quality of Hens Fed a High Level of Common Vetch Seed (*Vicia sativa*) During the Peak Period. *J. Appl. Poult. Res.* 14:217-225.
- Guldan, S.J., Martin, C.A. 2003. Hairy vetch biomass yield as affected by fall planting date in the irrigated steppe of the Southern Rocky Mountains. *Journal of Sustainable Agriculture* 22:17-23.
- Guldan, S.J., Martin, C.A., Cueto-Wong, J., Steiner, R.L. 1996. Dry-matter and Nitrogen Yields of Legumes Interseeded into Sweet Corn. *Hortscience* 31:206-208.
- Guldan, S.J., Martin, C.A., Lindemann, W.C., Cueto-Wong, J., Steiner, R.L. 1997. Interseeding legume into Chile: legume benefits to a following crop of forage sorghum. *Horttechnology* 7:146-149.
- Hadjipanayiotou, M., Economides, S., Koumas, A. 1985. Chemical composition, digestibility and energy content of leguminous grains and straws grown in a Mediterranean region. *Ann. Zootech.* 34:23-30.
- Haj Ayed, M., González, J., Caballero, R., Alyir, M.R. 2000. Nutritive value of on-farm vetch-oat hays. I. Voluntary intake and nutrient digestibility. *Ann. Zootech.* 49: 381-389.
- Haj Ayed, M., González, J., Caballero, R., Alyir, M.R. 2001. Effects of maturity on nutritive value of field-cured hays from common vetch and hairy vetch. *Animal Research* 50:31-42.
- Heuzé V., Tran G., Baumont R., 2012. Common vetch (*Vicia sativa*). Feedipedia.org. A programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <http://www.feedipedia.org/node/239> Last updated on October 25, 2012, 17:11.
- Hewitt, G.B., Wilton, A.C., Lorenz, R.J. 1982. The Suitability of Legumes for Rangeland Interseeding and as Grasshopper Food Plants. *Journal of Range Management* 35: 653-656.
- Humphreys, M.T., Freeman, K.W., Mullen, R.W., Keahey, D.A., Teal, R.K., Raun, W.R. 2003. Canopy Reduction and Legume Interseeding in Irrigated Continuous Corn. *Journal of Plant Nutrition* 26:1335-1343.
- Iglesias, I., Lloveras, J. 1998. Annual cool-season legumes for forage production in mild winter areas. *Grass and Forage Science*, 53: 318-325.
- Jennings, J., Simon, K., Philipp, D., Beck, P. 2011. Interseeding Clover and Legumes in Grass Sod. University of Arkansas Cooperative Extension Service 4p.
- Karadag, Y., Yavuz, M. 2010. Seed yields and biochemical compounds of common vetch (*Vicia sativa* L.) lines grown in semi-arid regions of Turkey. *African Journal of Biotechnology* 9:8334-8338.
- Karsli, M.A., Akdeniz, H., Levendoglu, T., Terzioglu, M. 2005. Evaluation of the Nutrient Content and Protein Fractions of Four Different Common Vetch Varieties. *Turk J Vet Anim Sci* 29:1291-1297.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Lim, Y.C., Seo, S., Kim, M.J., Kim, J.D. 2004. Studies on the comparison of agronomic characteristics and productivity in induced vetch cultivar. *J. Korean Grassl. Sci.* 24:177-182.
- Kuusela, E., Khalili, H., Nykanen-Kurki, P. 2004. Fertilisation, seed mixtures and supplementary feeding for annual legume-grass-cereal pastures in organic milk production systems. *Livestock Production Science* 85:113-127.
- Labarthe, A., Pelta, H. 1971. Informe de Vicias. Agencia Cooperativa de Extensión Rural-INTA Tornquist.
- Lanyasunya, T.P., Mukisira, A.E., Ilatsia, E.D., Wang, H., Ondiek, J.O. 2007b. Effect of incremental dietary level of *Vicia villosa* Roth. On intake, digestibility and nitrogen balance in sheep fed sorghum almun. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 7:201-209.

- Lanyasunya, T.P., Wang, H.R., Kariuki, S.T., Kuria, D.M., Chek, A.L., Mukisira, E.A. 2007a. Effects of maturity on the mineral content of hairy vetch (*Vicia villosa*). Tropical and Subtropical Agroecosystems 7: 53-58.
- Larbi, A., Hassan, S., Kattash, G., Abd El-Moneim, A.M., Jammal, B., Nabil, H., Nakkul, H. 2010a. Annual feed legume yield and quality in dryland environments in north-west Syria: 1. Herbage yield and quality. Animal Feed Science and Technology 160:81-89.
- Larbi, A., Hassan, S., Kattash, G., Abd El-Moneim, A.M., Jammal, B., Nabil, H., Nakkul, H. 2010b. Annual feed legume yield and quality in dryland environments in north-west Syria: 2. Grain and straw yield and straw quality. Animal Feed Science and Technology 160: 90-97.
- Larrañaga, A., 2010. Incidencia de la defoliación sobre la producción de forraje y semilla de *Vicia villosa* Roth consociada con *Avena sativa*. Tesis de grado DA-UNS. 33p.
- Lasa, J.C. 2010. Influencia de la intersiembra de *Vicia villosa* Roth. sobre la productividad forrajera de un sorgo diferido. Tesis de grado DA-UNS. 34p.
- Lauk, R., Lauk, E. 2009. Dual intercropping of common vetch and wheat or oats, effects on yields and interspecific competition. Agronomy Research 7: 21-32.
- Lithourgidis, A.S., Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., Yiakoulaki, M.D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crop Research 99:106-113.
- Lithourgidis, A.S., Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., Yiakoulaki, M.D. 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. Agronomy for Sustainable Development. 27:1-5.
- Malezieu, E., Crozat, T., Dupraz, C., Laurans, M., Makowski, D., Ozier-Lafontaine, H., Rapidel, B., de Tourdonnet, S., Valantin-Morison, M. 2008. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models: A review. Agron. Sustain. Dev. 28:1-18.
- Matic, R. 2007. Improved vetch varieties for fodder production. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication N 07/123. 11p.
- Matic, R., Nagel, S. 2009. Vetch variety sowing guide 2009. National Vetch Breeding Program, SARDI and Richard Saunders Senior Research Agronomist, SARDI, Loxton. 2p.
- Matic, R., Nagel, S., Robertson, S., Young, I., Mihailovic, V., Mikic, A., Kirby, G. 2005. Vetch (*Vicia spp.*) expansion and use in Australia. Biotechnology in Animal Husbandry 21:203-207.
- Miranda, A.O., Bedotti, D.O., Pieralighi, S. 2005. Toxicidad en bovinos producido por *Vicia villosa*. Caso reportado. p94-97 En: Investigación en producción animal 2004. Región subhúmeda y semiárida pampeana. Boletín de Divulgación Técnica 88. EEA INTA. Anguil, Argentina.
- Menke, K.H., Steingass, H. 1988. Estimation of The Energetic Feed Value Obtained from Chemical Analysis and In Vitro Gas Production Using Rumen Fluid. Animal Research and Development 28: 7-55.
- Mohammadi, G.R. 2010. Weed control in irrigated corn by hairy vetch interseeded at different rates and times. Weed Biology and Management 10:25-32.
- Nan, Z.B., Abd El Moneim, A.M., Larbi, A., Nie, B. 2006. Productivity of vetches (*Vicia spp.*) under alpine grassland conditions in China. Tropical Grasslands 40:177-182.
- Odriozola, E., Paloma, E., Lopez, T., Campero, C. 1991. An outbreak of *Vicia villosa* (hairy vetch) poisoning in grazing Aberdeen Angus bulls in Argentina. Vet. Hum. Toxicol. 33: 278-280.
- Oruc, h.h., Senturk, S., Kahraman, m., Cirak, V.Y., Akdesir, E. 2011. Suspected Hairy Vetch (*Vicia villosa*) Poisoning with a Concomitant Babesiosis in Dairy Cows in Turkey. Pak. Vet. J. 32:471-473.
- Ouknider, M., Jacquard, P. 1988. Un modèle d'association graminée-légumineuse: le mélange vesce (*Vicia sativa* L.)-avoine (*Avena sativa* L.). Agronomie 8: 97-106.
- Ouknider, M., Jacquard, P. 1989. Variabilité des phénomènes d'interférence entre *Vicia sativa* L. et *Avena sativa* L. I. Dynamique de croissance de la vesce dans un peuplement associé de vesce-avoine. Agronomie 9:391-400.
- Panciera, R.J., Mosier, D.A., Ritchey, J.W. 1992. Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth.) poisoning in cattle: update and experimental induction of disease. Journal Veterinary Diagnostic Investigation 4:318-325.
- Pederson, G.A., Brink, G.E., Fairbrother, T.E. 2002. Nutrient uptake in plant parts of sixteen forages fertilized with poultry litter: Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Copper, and Zinc. Agronomy Journal 94:895-904.
- Peet, R.L., Gardner, J.J. 1986. Poisoning of cattle by hairy or woolly-pod vetch, *Vicia villosa* subspecies *dasycarpa*. Australian Veterinary Journal 63:381-382.
- Poma, I., Gristina, L., Trapani, P., Carrubba, A. 1999. Vetch (*Vicia sativa* L.)/barley (*Hordeum vulgare* L.) mixture seed production in the Mediterranean semi-arid environment. Proceedings Fourth International Herbage Seed Conference. Perugia (Italia). p137-141.
- Puricelli, C.A. 1996. La consociación avena más vicia en el S.O de Buenos Aires una revisión de antecedentes. Serie didáctica Nº 2. INTA, EEA Bordenave. p. 14.
- Pursiainen, P., Tuori, M. 2007. Effect of ensiling field bean, field pea and common vetch in different proportions with whole-crop wheat using formic acid or an inoculant on fermentation characteristics. Grass and Forage Science 63:60-78.

- Qamar, I.A., Keatinge, J.D.H., Mohammad, N., Alí, A., Khan, M.A. 1999. Introduction and management of vetch/barley forage mixtures in the rainfed areas of Pakistan. 1. Forage yield. Australian Journal of Agricultural Research 50:1-9.
- Quiroga, A., Fernández, R., Frasier, I., Scianca, C. 2009. Cultivos de cobertura. Análisis de su inclusión en distintos sistemas de producción. Jornadas Nacionales Sistemas Productivos Sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca 13p.
- Rees, P. 2002. Phosphate acquisition efficiency of pulse crops. Pulse research and industry development in Western Australia. ISSN 1445-0592. 117p.
- Rees, R. 1992. The International and Local Market Prospects for Vicia and Lathyrus. Proceedings of the Vicia/Lathyrus Workshop, Perth, Western Australia. p77.
- Renzi, J., Marinissen, J., Orionte, S., Cantamutto, M. 2009. Valor nutritivo de *Vicia* spp. en siembra pura y en mezcla con *Avena sativa* L. Revista Argentina de Producción Animal 29:482-483.
- Renzi, J.P. 2008. Cobertura y producción de biomasa de cultivares y poblaciones de *Vicia* spp. Revista Argentina de Producción Animal 28:411-412.
- Renzi, J.P. 2009. Efecto de la estructura de cultivo y grado de madurez a cosecha sobre el rendimiento y la calidad de semillas de *Vicia sativa* L. y *V. villosa* Roth., bajo riego. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. 126p.
- Renzi, J.P. y Cantamutto, M.A. 2007. Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de forraje de *Vicia sativa* L. y *Vicia villosa* Roth. consociada con *Avena sativa* L. Revista Argentina de Producción Animal. 27: 153-154.
- Renzi, J.P., Cantamutto, M.A. 2008. Producción de forraje de *Vicia villosa* Roth y *Vicia sativa* L. en siembras puras y el mezcla con *Avena sativa* L. Revista Argentina de Producción Animal 28: 412:413.
- Renzi, J.P., Cantamutto, M.A. 2009. Dormancia y germinación en semillas de *Vicia villosa* Roth. Análisis de Semillas. 3:84-89.
- Renzi, J.P., Lasa, J.C., Vanzolini, J.I., Cantamutto, M.A. 2010a. Producción forrajera de *Vicia villosa* Roth. consociada con cereales de invierno. Revista Argentina de Producción Animal 30:309-310.
- Renzi, J.P., Lasa, J.C., Vanzolini, J.I., Cantamutto, M.A. 2010b. Efecto de la defoliación sobre el rendimiento de semilla de *Vicia villosa* Roth. consociada con cereales. Revista Argentina de Producción Animal 30:307-308.
- Roberts, C.A., Moore, J.K., Johnson, K.D. 1989. Forage quality and yield of wheat-vetch at different stage of maturity and vetch seeding rates. Agronomy Journal 81:57-60.
- Roncedo C.S., Pérez, H.E. 2000. Intersiembra de leguminosas forrajeras en pasturas degradadas de *Chloris gayana* Kunt cv. Pioneer. Pasturas Tropicales 27:66-69.
- Sadeghi, G., Samie, A., Pourreza, J., Rahmani, H.R. 2004. Canavanine content and toxicity of raw and treated bitter vetch (*Vicia ervilia*) seeds for broiler chicken. International Journal of Poultry Science 3:522-529.
- Saenz Rozas, D.R. 1978. Intersiembra de vicia (*Vicia sativa*) y avena (*Avena sativa*) en Girasol (*Helianthus annus* L.). Tesis de grado FCA-UNMdP. 60p.
- Saki, A.A., Pourhesabi, G., Yaghobfar, Mosavi, M.A., Tabatabai, M.M., Abbasinezhad, M. 2008. Effect of different levels of the raw and processed vetch seed (*Vicia sativa*) on broiler performance. Journal of Biological Science 1-4.
- Sarandón, S.J., Chamorro, A.M. 2003. Policultivos en los sistemas de producción de granos. p. 353-372. En: Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Satorre, E.H., Benetich Arnold, R.L., Slafer, G.A., De La Fuente, E.B., Miralles, D.J., Otegui, M.E., Savin, R. Ed. Fac. Agronomía. UBA. 783 pp.
- Sartaj, K., Ashiq, H., Din, M. 2003. Potential productivity of barley, oats, triticale and vetch cultivars as forage crops. Sarhad J. Agric. 19: 511-514.
- Selmi, H., Gasmi-Boubaker, A., Mosquera Losada, R., Abdouli, H., Rekik, B., Rouissi, H., Hassen, H., Rigueiro-Rodriguez, A. 2010. Natural vetch economic alternative to soybean meal in Tunisia. Options Méditerranéennes 92: 63-66.
- Seymour, M., Siddique, K., Brandon, N., Martin, L., Jackson, E. 2002. Response of vetch (*Vicia* spp.) to plant density in southwestern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 42:1043-1051.
- Seymour, M., Siddique, K., Pritchard, I., Brandon, N., Riethmuller, G., Latham, L. 2003. Common vetch production technology. Bull. 4578, Department of Agriculture, South Perth, Australia, ISSN 1448-0352.
- Shobeiri, S.S., Habibi, D., Kashani, A., Paknejad, F., Jafary, H., Al-Ahmadi, M.J., Tookaloo, M.R., Lamei, J. 2010. Evaluation of Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth) in Pure and Mixed Cropping with Barley (*Hordeum vulgare* L.) to Determine the Best Combination of Legume and Cereal for Forage Production. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 5: 169-176.
- Smith, J., Valenzuela, H. 2002. Woollypod Vetch. Cooperative Extension Service. University of Hawaii at Manoa. Sustainable Agriculture Green Manure Crops. 3p. <http://www.ctahr.hawaii.edu/sustainag>
- Sonne, L., Raymundo, D.L., Antoniassi, N.A.B., Bandarra, P.M., Rodrigues de Almeida, P., da Silva Vaz Júnior, I., Driemeier, D. 2010. Granulomatous myelitis associated with hemorrhagic syndrome due to consumption of *Vicia villosa* by cattle. Ciência Rural, Santa Maria 40:1848-1851.

- Spada, M.C., Mombelli, J.C. 2009. Producción de verdeos de invierno en la Región central de Córdoba. EEA INTA Manfredi, Boletín de Divulgación Técnica N° 4:27-33.
- Tabaeidian, S.A., Sadeghi, G., Toghyani, M., Toghyani, M. 2011. Effect of Processing on Nutritional Value of Common Vetch (*Vicia sativa*) Seed as a Feed Ingredient for Broiler Chicks. 2nd International Conference on Agricultural and Animal Science 22: 92-96.
- Tate, M., Enneking, D. 1992. The abundant *Vicia sativa* cultivar “blanchefleur” from Australia is perceived by markets to be a cheap protein rich pulse, but is it suitable for human consumption?. Nature 359:357-358.
- Tate, M., Enneking, D. 2006. Vetch: from feed to food?. Grain legume. 47:14-15.http://www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/anibal/henos_silaje.pdf Thomson, B.D., Siddique, K., Barr, M.D., Wilson, L.M. 1997. Grain legume in low rainfall Mediterranean type environments. 1. Phenology and seed yield. Field Crop Research 54:173-187.
- Tomaso, J.C. 2009 Cereales forrajeros de invierno. Agromercado (Forrajeras). N° 149. 4-11 p.
- Tomm, G.O., Foster, R.K. 2001. Effect of intercropping wheat with forage legumes on wheat production and ground cover. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 36:465-471.
- Tuna, C., Orak, A. 2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.)/oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. Journal of Agricultural and Biological Science 2:14-19.
- Vanek, S., Wien, H.C., Rangarajan, A. 2005. Time of Interseeding of Lana Vetch and Winter Rye Cover Strips Determines Competitive Impact on Pumpkins Grown Using Organic Practices. Hortscience 40:1716-1722.
- Velázquez-Beltrán, L.G., Felipe-Pérez, Y.E., Arriaga-Jordán, C.M. 2002. Common vetch (*Vicia sativa* L.) for improving the nutrition of working equids in campesino systems of hill slopes in central México. Tropical Animal Health and Production 34: 169-179.
- Venanzi, S., Kruger, H. 2006. Intersiembra de verdeos de invierno sobre pasto llorón, ¿Una forma de agrandar el campo?. EEA Bordenave 2p.
- Volesky, J.D., Mowrey, D.P., Smith, G.R. 1995. Performance of rose clover and hairy vetch interseeded into Old World bluestem. Journal of Range Manage 49:446-451.
- Warwick, K. 2011. Establishment and Persistence of Legumes in Switchgrass Biomass and Forage/biomass Production Systems. Thesis of Master of Science. The University of Tennessee, Knoxville 128p.
- Yalcin, S., Tuncer, I., Yalcin, S., Onbasilar, E.E. 2003. The use of different levels of common vetch seed (*Vicia sativa* L.) in diets for fattening rabbits. Livestock Production Science 84:93-97.
- Yolcu, H., Polat, M., Aksakal, V. 2009. Morphologic, yield and quality parameters of some annual forages as sole crops and intercropping mixtures in dry conditions for livestock. Journal of Food, Agriculture & Environment 7: 594-599.
- Zhu, X., Liu, R., Zhang, Y. 2011. Interactions of a hairy vetch-corn rotation and P fertilizer on the NPK balance in an upland red soil of the Yunnan plateau. African Journal of Biotechnology 10:9040-9050.

Capítulo 12

Formulación de Raciones para Bovinos

Josefina Marinissen

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascásubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Importancia de la calidad de los alimentos

La producción animal es una actividad transformadora de alimentos de origen vegetal en productos proteicos animales destinados a la alimentación humana. En consecuencia, es lógico esperar que la alimentación animal represente la porción más importante en los costos totales de producción, variando estos entre el 55 y 85%. De esto se deduce que la alimentación debe realizarse de manera eficiente, siendo para ello necesario introducir raciones balanceadas, es decir que posean los nutrientes que respondan a las necesidades de los animales, tanto en cantidad como en calidad, para esto es necesario conocer la composición química de los alimentos y a partir de esta su valor nutritivo.

La avena y vicia para alimentación animal

Dentro de la gama de opciones forrajeras que existe para alimentación animal, avena/vicia constituye una muy interesante, ya que la mezcla de una gramínea y una leguminosa tienden a equilibrar la dieta aportando carbohidratos y proteína respectivamente en un solo alimento e ingesta (Renzi *et al.* 2009).

La proporción de cada una en la mezcla y el momento fisiológico al consumo de la misma por parte de los animales, nos da idea del valor nutritivo y consecuentemente de cómo se comporta frente a los requerimientos de los animales que lo consumen. En este sentido, es fundamental conocer la composición química de la mezcla para así poder平衡earla con otros alimentos (concentrados – forrajes – henos) según sea necesario en función de la categoría animal que la consuma y del estado fisiológico, en el caso de vaca de cría (Blas Beorlegui *et al.* 1995, Church y Pond 1977, Travé Cubiló 1995).

A continuación expondremos una serie de dietas basadas en avena/vicia y vicia pura y complementaremos con los alimentos que sea necesario para cubrir los requerimientos o necesidad de los animales.

La avena/vicia y la vicia pura serán consumidas en pie, es decir a través del pastoreo directo, con vaca de cría en segundo mes de lactancia (considerado de máximo requerimiento), vaca seca, ternero/novillito (recria) y novillo terminación.

Las raciones se realizarán con la vicia en tres períodos fenológicos; vegetativo (marzo-mediados de octubre), floración (mediados de octubre - principios de diciembre) y madurez fisiológica (principios de diciembre hasta cosecha). En mezcla con avena el aporte de la vicia al total de la materia seca se estimará en un 25% (Tabla 1).

La disponibilidad de forraje y la asignación que se haga del mismo a los animales deben permitir alcanzar el máximo consumo posible, sin limitantes. El consumo de MS de novillos a pastoreo, en general no es afectado con disponibilidades de forraje que oscilan entre 900 y 3600 (kg materia orgánica ha^{-1}), lo que equivale aproximadamente al 2% del peso vivo de los animales (Chifflet de Verde *et al.* 1974a y b, NRC 1987). Cangiano (1982) por su parte, trabajando con disponibilidades forrajeras que oscilaron entre 1700 y 3700 (kg MO ha^{-1}) no encontró diferencias en los consumos, los cuales fueron superiores a los 8000 g MO animal $día^{-1}$ representando aproximadamente el 2,5% del peso vivo. Finalmente Duble *et al.* (1971), aducen que la máxima tasa de crecimiento animal puede ser alcanzada con disponibilidades entre 750-1000 kg MS ha^{-1} , siempre que estemos frente a un forraje con un 50 o 60% de digestibilidad.

El tipo de dieta a usar, va a depender de la condición general del animal y del momento fisiológico en el que se encuentre. En el caso de la vaca de cría, consideraremos que se encuentran en condición corporal (CCo) 5 (tabla 1-9) (Whitman 1975) o 3 (tabla 1-5) (Lowman *et al.* 1976), es decir una buena condición para la producción (servicio, parición y lactancia).

Se considerará para el armado de las raciones un ciclo completo de producción, con un servicio a los vientres desde octubre a diciembre, una parición/lactancia desde julio a septiembre, y un destete (convencional), en marzo. De modo que el servicio será sobre una avena/vicia en floración/madurez fisiológica y la parición/lactancia y el destete sobre una avena/vicia en estado vegetativo (Tabla 2).

Tabla 1. Estado fenológico, valor nutritivo de la avena/vicia y vicia pura según ciclo fenológico (Renzi et al. 2009)

Estado fenológico/valor nutritivo	MS ¹	DMS ²	EE ³	PB ⁴	EM ⁵
	(%)	(%)	(%)	(%)	(Mcal kgMS ⁻¹)
Vicia- vegetativo	22	65,3	2,0	19,0	2,35
Vicia - floración	26	66,3	3,1	23,9	2,39
Avena/Vicia - vegetativo	22	71,5	2,1	15,4	2,57
Avena/Vicia - floración	26	62,7	1,9	18,5	2,26
Avena/Vicia - madurez fisiológica	28	59,5	1,9	6,4	2,14
Grano de <i>V. sativa</i> ⁶	88	83,0	1,5	28,4	3,30
Silaje de maíz ⁷	37	73,0	3,2	8,1	2,80

¹Materia seca, ²Digestibilidad de la MS, ³Extracto etéreo, ⁴Proteína bruta, ⁵Energía metabolizable. ⁶El grano de vicia posee un 48,7% de almidón y muy bajo contenido de fibras (FB: 4,7% - FDN: 15,7% - FDA: 7,5%). ⁷valor promedio NRC.

Tabla 2. Momento fisiológico de la vaca y fenología del cultivo de avena-vicia.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
Mes de Gestación														
4º	5º	6º	7º	8º	9º				1º	2º	3º			
Momento fisiológico														
Destete						Parición			Servicio					
Fenología mezcla Avena/ Vicia														
	Vegetativo*						FI./M.F**							

* Floración/madurez fisiológica.

Raciones para vaca de cría. Seca – 2º mes de lactancia.

Dieta 1: *V. villosa* en estado vegetativo

Categoría animal: vaca adulta, seca, 150 días de gestación, 400 kg de peso vivo, 5 CCo.

Ingredientes de la dieta y consumo: vicia pura en estado vegetativo (100%), 9,86 kg MS día⁻¹ (\approx 49,29 kg MF día⁻¹).

Característica de la dieta: 65,3%DMS, 2,0%EE, 19%PB, 2,35 McalEM kgMS⁻¹.

Ganancia de peso (GDP): 0,560 kg día⁻¹.

En este caso, como puede observarse para esta categoría con vicia como único alimento, cubrimos los requerimientos y ganamos peso, con lo cual sería una excelente alternativa para la vaca durante el periodo invernal antes de la parición. Teniendo en cuenta el momento del año y los recursos que pueda haber disponible en los campos, podríamos estar combinando la vicia con pasto llorón (diferido), sorgo diferido, rastrojos de cultivos de

gruesa, etc. Utilizar un recurso como la vicia, con los altos contenidos de PB que posee, permite no solo mantener los vientres en buen estado corporal sino además consumir el pasto seco (forrajes de baja calidad - FBC), que de otra manera no podrían ser aprovechados. Esto es posible dado que el contenido de N (nitrógeno) de la vicia, permite el crecimiento y desarrollo de las bacterias ruminales (celulolíticas), y consecuentemente el consumo de la fibra (hemicelulosa - celulosa) de los FBC y el aprovechamiento de los mismos.

Dieta 2: *V. villosa* en estado vegetativo y pasto llorón diferido

Categoría animal: vaca adulta, seca, 150 días de gestación, 400 kg de peso vivo, 5 CCo.

Ingredientes de la dieta y consumo: vicia pura en estado vegetativo (80%) 7,61 kg MS día⁻¹ (\approx 38,06 kg MF día) y pasto llorón diferido (20%) 1,90 kg MS día⁻¹ (\approx 7,32 kg MF día⁻¹)

Característica de la dieta: 63,6%DMS, 1,9%EE, 16,6%PB y 2,30 McalEM kgMS⁻¹. Considerando un valor nutritivo del diferido de 57%DMS, 7%PB y 2,05 McalEM kgMS⁻¹.

Ganancia de peso (GDP): 0,460 kg día⁻¹.

Con esta dieta, la GDP disminuye en unos 100g, considerado no representativo para un vientre en buen estado corporal, teniendo en cuenta además la ventaja de poder consumir la fibra de los forrajes secos.

Cuando el vientre se acerca al periodo de parición (julio) y lactancia, la demanda energético/proteica aumenta considerablemente. Si continuamos con una dieta de vicia en estado vegetativo, y no agregamos ningún alimento complementario, la GDP tiende a disminuir, pudiendo comprometer el servicio, dependiendo del estado corporal de la vaca. La disminución de la calidad o cantidad de la ingesta con el vientre en lactancia, restringe la aparición del celo frente a una posible disminución en la producción de leche, manteniendo esta última a expensas de las reservas corporales. Para evitar esta situación y que la vaca no comprometa su estado corporal y pueda preñarse al inicio del servicio, lo conveniente sería combinar el forraje base con otros recursos alimenticios.

Lo ideal en estos casos sería agregar algún grano energético y algo de fibra, para favorecer la producción láctea. La digestión de la fibra genera a nivel ruminal ácido acético, favorece para la producción de leche. Dentro de los granos más comunes encontramos el maíz, la avena y la cebada. En estas condiciones el grano de avena no solo aporta energía, sino también proteína y fibra, reduciendo la posibilidad de provocar trastornos metabólicos (acidosis) frecuentes en suplementaciones “extensivas” o “poco controladas”.

Dieta 3: *V. villosa* en estado vegetativo, pasto llorón diferido y grano de avena

Categoría animal: Vaca 2º mes lactancia, 400kg de peso vivo, 5 CCo.

Ingredientes de la dieta y consumo: vicia pura en estado vegetativo (60%), 6,60 kg MS día⁻¹ (\approx 32,99 kg MF día), pasto llorón diferido (20%) 2,20 kg MS día⁻¹ (\approx 8,46 kg MF día⁻¹) y grano de avena (20%) 2,20 kg MS día⁻¹ (\approx 2,56 kg MF día⁻¹)

Característica de la dieta: 66%DMS, 2,5%EE, 15,4%PB, 2,4 McalEM kgMS⁻¹. Considerando un valor nutritivo del grano de avena de 77%DMS, 13%PB y 2,77 McalEM kgMS⁻¹.

Ganancia de peso (GDP): 0,450 kg día⁻¹

Con esta dieta logramos una GDP de 0,450kg día⁻¹, con un pequeño desbalance proteico. Para resolver este déficit tendríamos que eliminar el FBC. Las opciones consisten en agregar un 20% heno de alta calidad (11-15%PB), lo cual representa unos 2,5kgMF día⁻¹ con la misma proporción de vicia y grano de avena. Aumentar la participación de la vicia al 80%, lo cual representa unos 45,5kgMF día⁻¹, sacando la fibra de la dieta. Esto además permite aumentar la GDP en 140g. O utilizando la mezcla avena/vicia, en lugar de la vicia pura. En este caso, dado que la mezcla tiene un mayor contenido de energía, podríamos eliminar el grano de avena y de todos modos aumentamos la GDP en 100g. Por lo tanto la dieta quedaría:

Dieta 4: Avena/vicia y heno de alfalfa pura

Categoría animal: Vaca 2º mes lactancia, 400kg de peso vivo, 5 CCo.

Ingredientes de la dieta y consumo: avena/vicia en estado vegetativo (65%), 7,58 kg

MS día⁻¹ (\approx 34,40 kg MF día) y heno de alfalfa (35%) 4,00 kg MS día⁻¹ (\approx 18,50 kg MF día⁻¹)

Característica de la dieta: 69%DMS, 2,1%EE, 17,8%PB, 2,5 McalEM kgMS⁻¹.

Considerando un valor nutritivo del heno de alfalfa de 64%DMS, 22%PB y 2,30 McalEM kgMS⁻¹.

Raciones para recría - engorde

La mezcla avena/vicia, por su valor nutritivo también se adapta a la recría, engorde y terminación de novillos, como en el caso de la vaca habrá que suplementar con algún otro recurso según sea la necesidad.

En esta oportunidad consideraremos una dieta que abarque desde destete hasta terminación, es decir desde febrero hasta el ingreso de los terneros de destete del próximo ciclo (un año) con una avena/vicia que irá desde estado vegetativo (marzo-septiembre) a floración (octubre-diciembre). Tal como puede observarse en la tabla 2, desde diciembre (cosecha de la vicia), hasta el próximo otoño no habrá vicia para consumir, con lo cual la propuesta sería realizar la terminación sobre un silaje de maíz/sorgo azucarado suplementando con grano de vicia. El peso de destete se fijará en unos 180 kg y el de terminación en 400 kg para razas británicas.

El grano de vicia a emplear para suplementar será el de *V. sativa*, las razones son fundamentalmente el menor costo y la ausencia de factores no-nutritivos (FNN) para rumiantes (Tabla 1).

Dieta 1: Avena/vicia en estado vegetativo

Categoría animal: Ternero 180 kg peso vivo- 8 meses de edad.

Raza: Británica, Aberdeen Angus

Ingredientes de la dieta y consumo: avena/vicia en estado vegetativo (100%), 6,07 kg MS día⁻¹ (\approx 27,60 kg MF día⁻¹).

Característica de la dieta: 71,5%DMS, 2,1%EE, 15,4%PB y 2,57 McalEM kgMS⁻¹.

Ganancia de peso (GDP): 1,100 kg día⁻¹.

Con avena/vicia únicamente obtenemos una dieta con un contenido total de proteína del 15%, que para esta categoría es bajo considerando que aún está creciendo. Lo ideal sería llegar a un nivel proteico total de 17%, para lo cual necesariamente deberíamos incorporar un concentrado proteico, aunque uno energético si queremos obtener una mayor ganancia de peso y acortar el período de recría.

Si a la dieta base (avena/vicia), le incorporamos pellet de girasol (PG), que posee un 30-32%PB, pasamos de una dieta de 15,4% de proteína a una de 17,4%, con solo 900g PG día⁻¹, con lo cual los desbalances proteicos que pudieran existir quedan cubiertos, con la misma GDP. Si además del PG, agregamos algún grano, la dieta mejora notablemente no solo en la GDP sino en el aprovechamiento de los nutrientes en general.

Una característica importante del grano de vicia, es que parte de su proteína es pasante, es decir se digiere en el intestino y genera aminoácidos que son directamente aprovechados por el animal para formar proteína. Esto es importante de mencionar ya que en estas categorías tan exigentes en proteína hay que alimentar necesariamente al rumen, con proteína que se degrade en ese sitio (como el PG) y genere proteína microbiana, y al intestino con proteína pasante.

En la dieta 2, vemos con solo 700g día⁻¹ de grano de vicia y 800g día⁻¹ PG, cubrimos las necesidades de los terneros, contando con la avena/vicia de base.

Dieta 2: Avena/vicia en estado vegetativo, grano de *V. sativa* y pellet de girasol

Categoría animal: Ternero 180 kg peso vivo- 8 meses de edad.

Raza: Británica, Aberdeen Angus

Ingredientes de la dieta y consumo: avena/vicia en estado vegetativo (78%), 4,73 kg MS día⁻¹ (\approx 21,40 kg MF día⁻¹), grano de *V. sativa* (10%) 0,61 kg MS día⁻¹ (\approx 0,69 kg MF día⁻¹) y pellet de girasol (12%) 0,73 kg MS día⁻¹ (\approx 0,82 kg MF día⁻¹).

Característica de la dieta: 71,2%DMS, 2,1%EE, 18,6%PB y 2,6 McalEM kgMS⁻¹.

Ganancia de peso (GDP): 1,200 kg día⁻¹.

Si tomamos como base esta dieta y avanzamos en el tiempo, llegaremos a septiembre con un animal de 360 kg PV (1,200 kg * 150 días considerando de abril a septiembre), por lo que en este momento cambian los requerimientos, pasando a ser fundamental la energía para lograr el engrasamiento y la terminación. Si usáramos la avena/vicia como único recurso, ahora en floración (26%MS, 62,7%DMS, 1,9%EE, 18,5%PB y 2,26 Mcal EM kgMS⁻¹), la caída de peso sería abrupta, a GDP de solo 0,350 kg día⁻¹. La opción en este caso es agregar un concentrado energético a la avena/vicia en floración.

Usar el grano de vicia sería una opción, representando un 30% de la dieta es decir 2,7 kgMF día⁻¹, con la avena/vicia en un 70% (21,5kg MF día⁻¹), esto permite lograr una GDP de 0,870 kg día⁻¹. Cuando analizamos el valor nutritivo de la dieta general vemos que el contenido proteico llega a 21,5% y solo 2,57% de energía. A pesar de ser buena la relación, la cantidad de proteína es demasiada para esta categoría (360 kg PV), la sugerencia es entonces emplear o bien otro grano o mejor aún aprovechando las bondades del mismo (alta proteína y alta energía), emplear otro recurso forrajero base, y dejar la avena/vicia para cosecha de forraje (heno) o semilla.

En este sentido, se podría por ejemplo emplear un silaje de maíz o sorgo. Utilizando el silaje de maíz y el grano de vicia tenemos un pequeño desbalance proteico a nivel ruminal, esto debido a lo antes mencionado en relación al sitio de digestión de la proteína del grano de vicia, por lo cual deberíamos considerar incorporar algún concentrado proteico que mejore ese desbalance, y lograr el aprovechamiento total de la dieta. La propuesta podría ser el PG y la urea (granulada que se emplea para fertilizar). La ventaja de utilizar urea, es que se digiere en un 100% en el rumen, es decir que libera muy rápidamente N. Como desventaja debe ser elevada la energía disponible a nivel ruminal para poder emplearlo, ya que de otra manera ese N puede provocar intoxicación.

Dieta 3: Silaje de maíz, grano de *V. sativa* y pellet de girasol

Categoría animal: Novillo 360kg PV - 14 meses de edad.

Raza: Británica, Aberdeen Angus

Ingredientes de la dieta y consumo: silaje de maíz (40%), 3,15 kg MS día⁻¹ (\approx 8,46 kg MF día⁻¹), grano de *V. sativa* (40%) 3,15 kg MS día⁻¹ (\approx 3,58 kg MF día⁻¹) y pellet de girasol (20%) 1,57 kg MS día⁻¹ (\approx 1,77 kg MF día⁻¹).

Característica de la dieta: 75,2%DMS, 2,4%EE, 20,8%PB y 2,9 McalEM kgMS⁻¹

Ganancia de peso (GDP): 1,200 kg día⁻¹.

Dieta 4: Silaje de maíz, grano de *V. sativa* y urea

Categoría animal: Novillo 360kg PV - 14 meses de edad.

Raza: Británica, Aberdeen Angus

Ingredientes de la dieta y consumo: silaje de maíz (57%), 4,44 kg MS día⁻¹ (\approx 11,94 kg MF día⁻¹), grano de *V. sativa* (42%) 3,27 kg MS día⁻¹ (\approx 3,72 kg MF día⁻¹) y urea (1%) 0,08 kg MS día⁻¹ (\approx 0,08 kg MF día⁻¹).

Característica de la dieta: 77,5%DMS, 2,5%EE, 19,4%PB, 3 McalEM kgMS⁻¹

Ganancia de peso (GDP): 1,300 kg día⁻¹.

Reemplazando el PG por urea, logramos una dieta con prácticamente las mismas

características que la anterior, a mucho menor costo. La urea se usa como máximo al 1% y debemos asegurarnos una excelente distribución en los comederos.

Nota: Los resultados presentados en este escrito surgen de un programa de cálculo de raciones, que se arma considerando situaciones hipotéticas. De modo que los mismos son solo orientativos.

Bibliografía

- Blas Beorlegui, C., García Alonso, J. 1995. Los nutrientes, clasificación y composición. Reproducción y alimentación. Buxadé Carbó, C. Tomo II. Cap. X. 145 pp.
- Cangiano, C.A. 1982. Comportamiento de la ingestión de novillos a pastoreo. Tesis M. Sc. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce. 204 p.
- Chifflet de Verde, S., Otero, J., Rosso, O.R., Torres, F., Arostegui, J., Villarreal, E., Ovejero, F. 1974a. Disponibilidad y consumo en pastoreo. I Estimación de la digestibilidad del forraje pastoreando. Prod. Anim., 5(2): 69.
- Chifflet de Verde, S., Torres, F., Otero, J., Ovejero, F., Rosso, O.R. 1974b. Disponibilidad y consumo en pastoreo. II. Consumo y su relación con disponibilidad de forraje. Prod. Anim., 5(2): 78.
- Church, D.C., Pond, W.G. 1977. Métodos corrientes de análisis de nutrientes y alimentos. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Cap. 2. 20 pp.
- Duble, R.L., Lancaster, J.A., Holt, E.C. 1971. Forage characteristics limiting animal performance on warm-season perennial grasses. Agron. J. 63:795.
- Lowman, B.G., Scott, N.A., Somerville, S.M. 1976. Condition Scoring beef cattle. The east of Scotland College of Agriculture. Bulletin N° 6.
- NRC. 1987. Predicting feed intake of Food-Producing Animals. National Academy Press, Washington, D.C
- Renzi, J., Marinissen, J., Oriente, S., Cantamutto, M. 2009. Valor nutritivo de *Vicia* spp. en siembra pura y en mezcla con *Avena sativa* L. Revista Argentina de Producción Animal 29:482-483.
- Travé Cubiló, M.D. 1995. Los principios inmediatos y su clasificación. Reproducción y alimentación. Buxadé Carbó, C. Tomo II. Cap. IX. 133 pp.
- Whitman, R.W. 1975. Weight change, body condition and beef cow reproduction. PhD Thesis, Colorado State University. Fort. Collins.

Capítulo 13

Evaluación Económica en Distintos Ambientes

Daniel Iurman

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascasubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Juan Pablo Renzi

Estación Experimental Agropecuaria H. Ascasubi,
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Introducción

El cultivo de vicia se ha utilizado tradicionalmente para abonos verdes y como insumo en la producción ganadera de zonas semiáridas templadas (Labarthe y Pelta 1971). Es conocido que la rotación vicia-cereal incrementa los ingresos productivos en relación a monocultivos de cereales (Agamennoni y Vanzolini 2006a), sin diferencias bajo sistemas convencionales, de mínima labranza o siembra directa (Sánchez-Girón *et al.* 2004). Asimismo desde hace varios años se está mejorando y ampliando la producción de semillas para abastecer estos mercados tradicionales (Renzi 2009). Un nuevo demandante, hasta el momento incipiente, son los productores de siembra directa, que están utilizando la vicia como cultivo de cobertura (CC) para mejorar las propiedades de los suelos. Es por ello que los últimos años se ha diversificado el uso de este cultivo, expandiéndose a diferentes ambientes y producciones (ver capítulo 2).

Entre los beneficios principales de la vicia al sistema productivo podemos mencionar el aporte de nitrógeno al suelo por la fijación biológica, la producción de carne a través de su materia seca y el ingreso económico por la producción de semillas. Sin embargo es importante considerar que existen otros beneficios indirectos asociados al cultivo de vicia, como la mejora en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, el reciclado de nutrientes y balance de agua, la presencia de enemigos naturales de plagas, la reducción de la incidencia de enfermedades, la mejora en la interferencia frente a las malezas y la utilización para apicultura (Howieson *et al.* 2000, Ruffo y Parsons 2004, Snapp *et al.* 2005, Martínez *et al.* 2008, Vanzolini 2011).

El objetivo de este capítulo es inferir el ingreso económico a los sistemas productivos a través de la asignación de valores y rangos a los aportes principales del cultivo en distintos ambientes de Argentina.

Para el análisis se consideraron tres ambientes, las producciones y los usos más comunes de cada uno de ellos. Los mismos consistieron en:

Pampeana húmeda: *V. villosa* para CC y *V. sativa* para CC y producción de semillas.

Semiárida: *V. villosa* como forraje, para producción de semillas y doble propósito (forraje y producción de semillas).

Bajo riego (VBRC): *V. villosa* y *V. sativa* como forraje, semilla y doble propósito.

Asimismo se realiza un análisis de riesgo a través de la consideración de distintos escenarios productivos y de precios.

Análisis físico: Estimación de aportes a los diferentes sistemas

Producción de forraje y semilla

Para cuantificar los aportes se siguieron diferentes procedimientos según el caso. Para cada ambiente, destino productivo y especie de vicia, los rangos de productividad (biomasa y semilla) se muestran en la Figura 1, basados en diferentes antecedentes nacionales (Agamennoni y Vanzolini 2006a, b, Lorenzatti *et al.* 2009, Renzi 2009, Quiroga *et al.* 2009, Balbarrey 2010, Vanzolini 2011, Baigorria *et al.* 2011, Gutierrez 2011, Capurro *et al.* 2012, Rillo *et al.* 2012, Venanzi *et al.* 2012, Balducci *et al.* 2012).

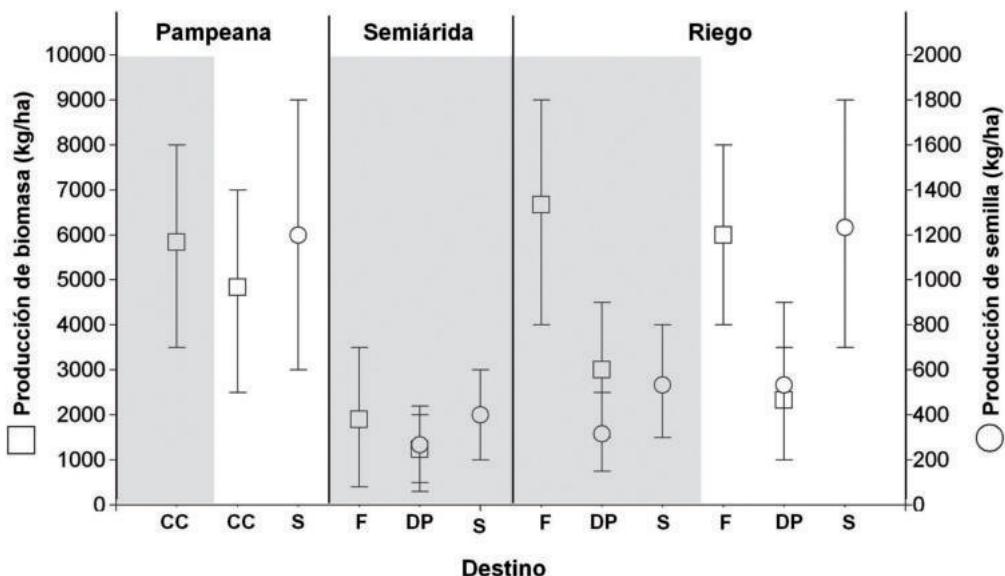


Figura 1. Rangos aproximados de producción de biomasa (□) y semilla (○) para *V. villosa* (sombra gris) y *V. sativa* (en blanco) según ambiente y destino productivo (CC: cultivo de cobertura, F: forraje, S; semilla y DP: doble propósito).

Aporte de nitrógeno

La estimación de los aportes de N se realizó en función de la biomasa de vicia y la concentración de N según estado fenológico (Figura 2).

Los ingresos de N en CC se calcularon en base al 3,7% N para el estado de plena floración, momento en el cual se secan los cultivos (Vanzolini 2011). En aquellos destinados a semilla, con fin único o como doble propósito, se ponderó mediante el producto entre los residuos de cosecha y la concentración de 1,5% N en los mismos (Bruno-Soares *et al.* 2000). Los egresos de N por la cosecha de semillas de vicia, corresponden al producto entre el rendimiento de grano y el 4,5% N (Selmi *et al.* 2010). En los modelos destinados a forraje exclusivamente, debido a la remoción parcial de la biomasa aérea por el ganado, el ingreso de N dependerá de la eficiencia de pastoreo, ponderado en 0,75 para esta simulación, con 3,0% N correspondiente a un estado ontogénico de elongación y formación de vainas (Haj Ayed *et al.* 2000) (Figura 2).

Para todos los casos, los ingresos de N son subestimados debido a que no se consideró el aporte proveniente de las raíces. Estos son variables dependiendo del antecedente, oscilando entre un 10-35% de la biomasa aérea (Kuo *et al.* 1997, Sainju *et al.* 2005, Anugroho *et al.* 2009). Asimismo el porcentaje de N también varía en función del estado de desarrollo radical con rangos de 1,6 a 3,5% N (Sidiras *et al.* 1999, Pederson *et al.* 2002, Choi y Daimon 2008). También es importante considerar que los aportes de N al sistema no son utilizados por el cultivo siguiente en un 100%, y en este caso se sobreestima el efecto del aporte de N por el cultivo de vicia. La eficiencia de uso es variable en función del sitio y cultivo, con rangos de 27-38% en ambientes húmedos o bajo riego (Teasdale *et al.* 2008) y mayores a un 50% en condiciones semiáridas (Warwick 2011).

En la Figura 3 se muestra para cada fin productivo y ambiente el N ingresado por hectárea luego de finalizado el cultivo. El nitrógeno calculado se valorizó en función del costo del fertilizante equivalente y del ahorro de la aplicación del mismo.

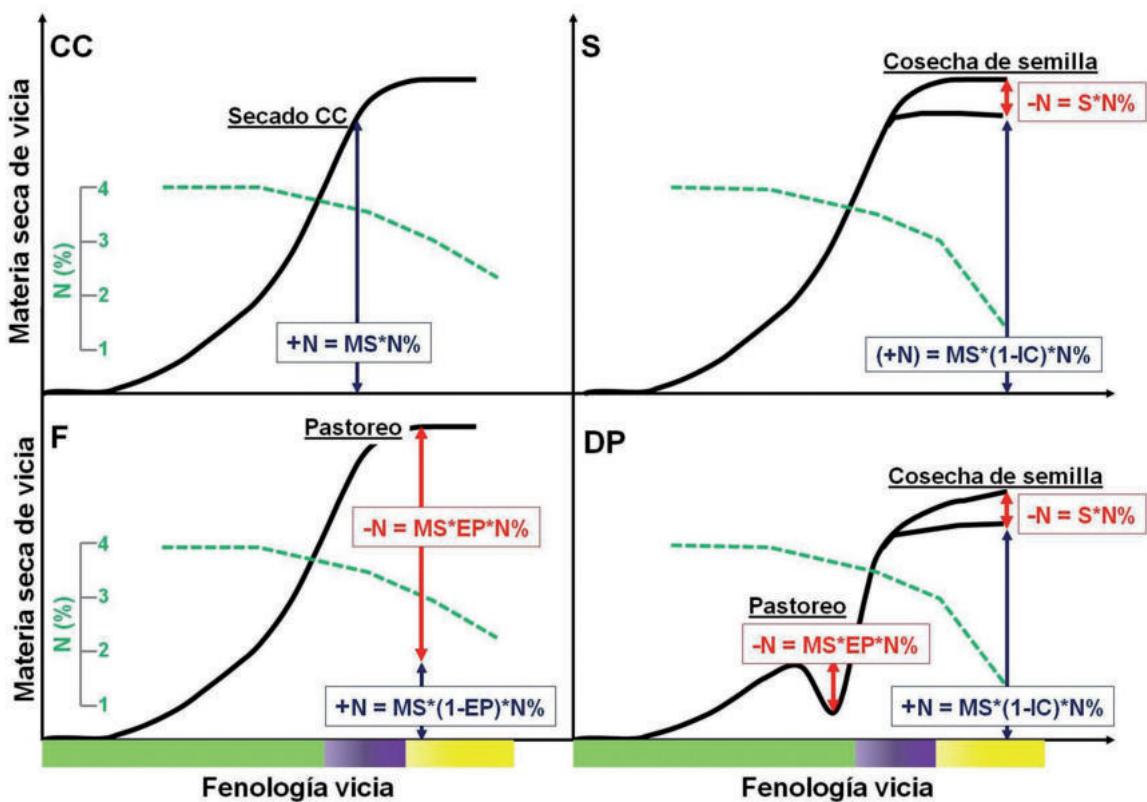


Figura 2. Ingresos (+) y egresos (-) de nitrógeno (N) para cada destino. Cultivo de cobertura (CC), producción de semillas (S), forraje (F) y doble propósito (DB), en función de la materia seca (MS) y concentración de N. Ref: EP: eficiencia de pastoreo (75%), S: rinde de semillas, IC: índice de cosecha, 18% en *V. villosa* y 30% en *V. sativa*. Fenología: Verde, estado vegetativo, Púrpura, floración y en Amarillo, formación de vainas y madurez del cultivo (Adaptado Renzi 2009 y Vanzolini 2011).

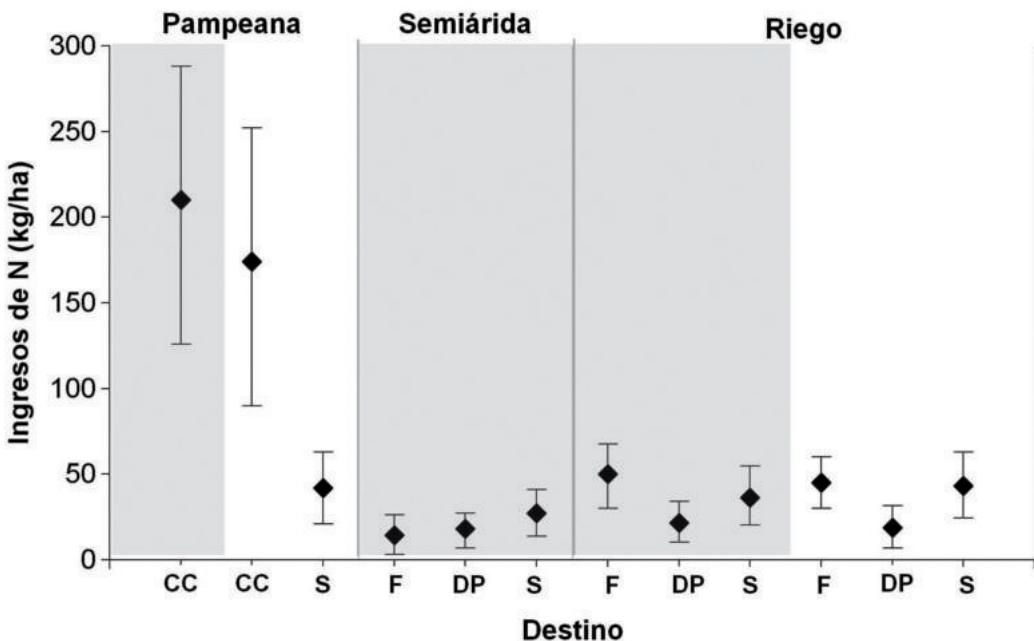


Figura 3. Rangos aproximados de ingresos de N (kg/ha) para *V. villosa* (sombra gris) y *V. sativa* (en blanco) según ambiente y destino productivo (CC: cultivo de cobertura, F: forraje, S; semilla y DP: doble propósito).

El balance de N en el sistema dependerá también de los egresos según destino y ambiente, excepto para CC donde uno de los objetivos es el aporte de este nutriente. Los egresos de N son mayores en cultivos destinados para forraje, doble propósito y semillas respectivamente. Estos destinos impactan en la disponibilidad de N para el cultivo siguiente (Puricelli 1996, Jones y Arousa 1999, Yau *et al.* 2003, Agamennoni y Vanzolini 2006).

Producción de carne

Para estimar la producción de carne a través del forraje se consideró un modelo simplificado común a todos los casos. El planteo que se visualiza en la figura 4, corresponde a una recría con; destete en marzo y $180 \text{ kg cabeza}^{-1}$, ganancia de peso de $0,8 \text{ kg día}^{-1}$, consumo 3% de peso vivo, eficiencia de pastoreo 75% y mortandad 3%.

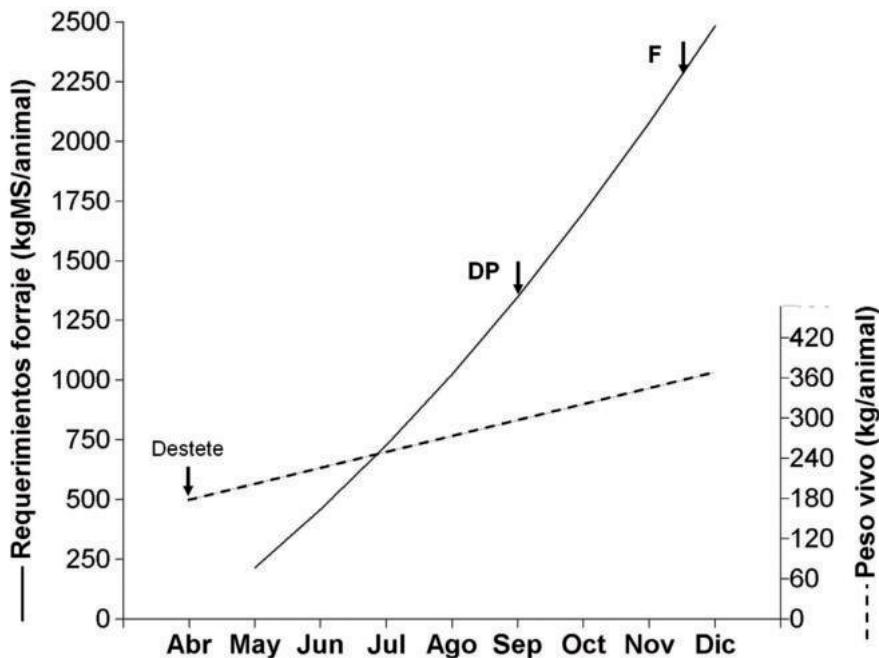


Figura 4. Evolución de la recría, con los requerimientos forrajeros acumulados de vicia para ganancias de peso de $0,8 \text{ kg día}^{-1}$ en sistemas de doble propósito (DB) y como destino único (F) (com. per. J. Marinissen).

En función de la producción de forraje media para cada ambiente y sistema (Figura 1) y la eficiencia de conversión a carne bajo un modelo de recría (Figura 4), los rangos de producción de carne por ciclo y la carga animal posible, oscilan entre un mínimo de $70 \text{ kg carne ha}^{-1}$ ($0,71 \text{ cabezas ha}^{-1}$) en ambientes semiáridos y con sistema doble propósito y hasta un máximo de $400 \text{ kg carne ha}^{-1}$ ($2,80 \text{ cabezas ha}^{-1}$) en ambientes bajo riego con destino del cultivo de vicia exclusivo para forraje (Figura 5). Este rango obtenido muestra valores coherentes para la producción de cada zona.

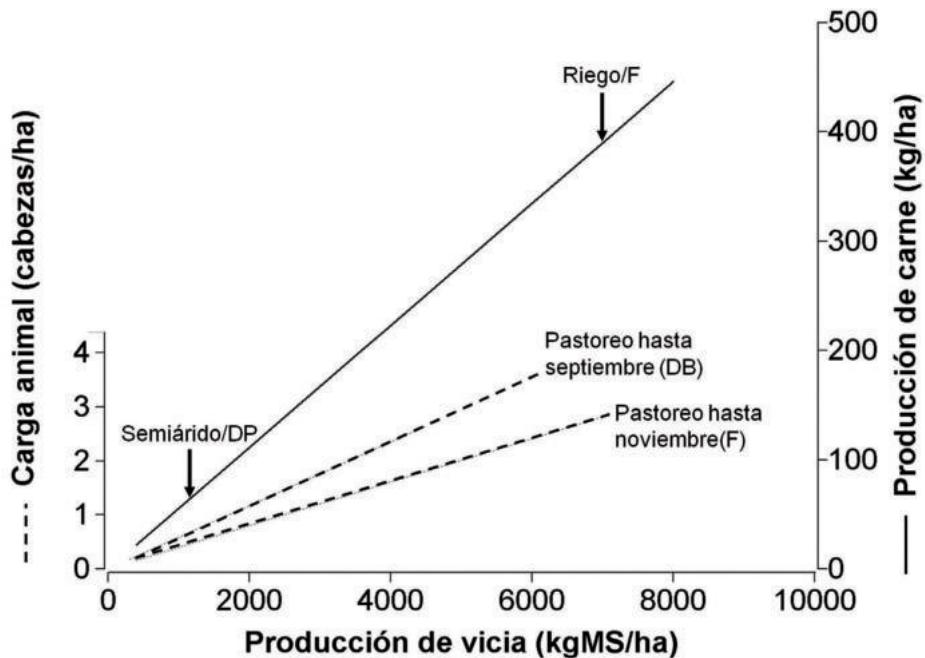


Figura 5. Producción teórica de carne y carga animal posible en sistemas con pastoreos hasta septiembre (DP) y noviembre (F) en función de la producción de biomasa del cultivo de vicia. Las fechas indican los valores mínimos y máximos medios de kg carne ha⁻¹ esperados por ciclo productivo en ambientes semiáridos y bajo riego.

Análisis económico

Ingresos

Se utilizaron los precios corrientes a diciembre de 2012 y sus variaciones para realizar el análisis de riesgo. Los mismos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Precios (\$ kg⁻¹) variables por producto estimados a diciembre de 2012

Producto	Precios (\$ kg ⁻¹)		
	Esperado	Mínimo	Máximo
Semilla <i>V. villosa</i>	8,00	4,00	16,00
Semilla <i>V. sativa</i>	4,00	2,00	8,00
Urea granulada	3,25	2,70	4,50
Carne novillito	9,00	7,50	11,00

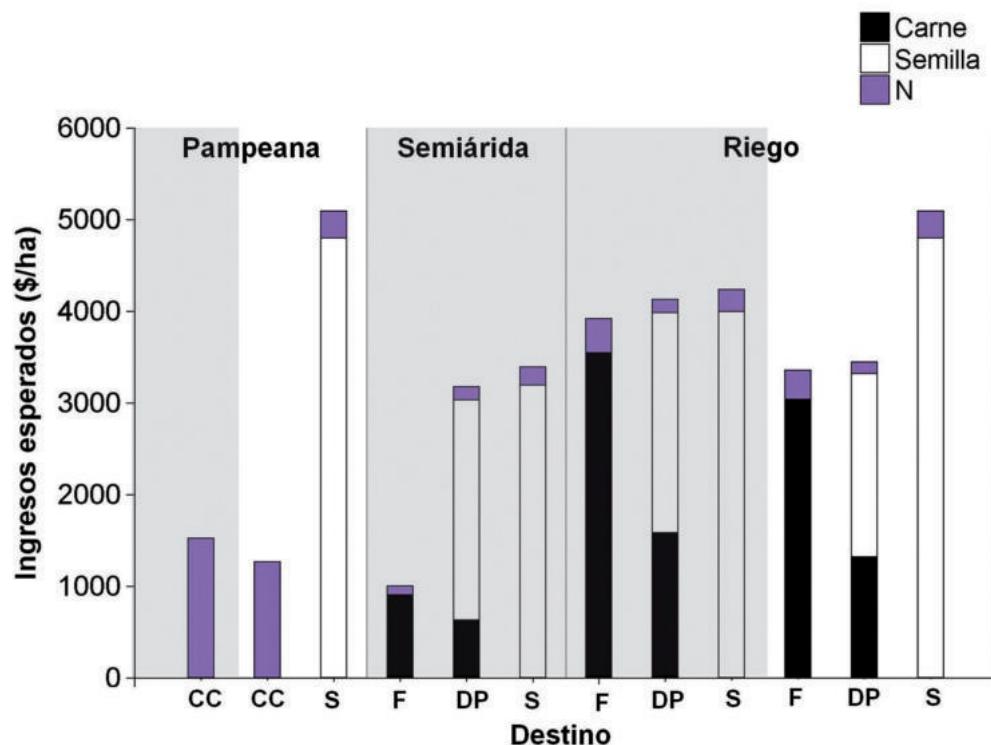


Figura 6. Ingresos brutos y composición esperada (\$/ha) para *V. villosa* (sombra gris) y *V. sativa* (en blanco) según ambiente y destino productivo (CC: cultivo de cobertura, F: forraje, S; semilla y DP: doble propósito).

Costos de producción

Para cada escenario se calcularon los costos de producción, incluyendo las diferentes labores (barbecho, siembra y cultivo), los insumos, la cosecha y los gastos de comercialización, entre otros. En la tabla 2 se muestran los costos considerados para el análisis del margen esperado. Los detalles del manejo de cultivo de vicia según el destino se pueden consultar en los capítulos correspondientes.

Tabla 2. Costos de producción y rendimiento de indiferencia para diferentes escenarios productivos (destino*ambiente*especie de vicia) considerando insumos básicos para la producción (I.B.) y opcionales (I.O.).

Costos directos (\$/ha)	Pampeana				Semiárido				Riego							
	CC		S		F		DP		S		F		DP		S	
	Vv	Vs	Vs	Vv	Vv	Vv	Vv	Vv	Vv	Vv	Vs	Vs	Vs	Vs	Vs	Vs
Labores																
Pulverización en barbecho ¹	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Siembra directa ²	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Pulverización en cultivo (I.B.) ¹	50	50	50	0	100	100	0	100	100	100	0	100	100	0	100	100
Pulverización en cultivo (+ I.O.) ¹	100	100	150	50	100	100	50	100	150	50	150	50	150	150	150	150
Construir y borrar bordos (riego) ³	0	0	0	0	0	0	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
Insumos básicos (I.B.)																
Semilla de vicia ⁴	120	140	200	120	120	120	120	120	120	120	160	200	200	200	200	200
Semilla de avena ⁴	0	0	22	66	44	22	74	44	22	74	51	15	15	15	15	15
Inoculante + terápico semilla	9,6	22	32	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	29	32	32	32	32	32
Herbicida barbecho ⁵	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Desecante CC ⁶	93	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insecticidas preventivo ⁷	0	0	15	0	15	15	0	15	15	15	0	15	15	15	15	15
Desecante pre-cosecha ⁸	0	0	113	0	113	113	0	113	113	113	0	113	113	0	113	113
Insumos optativos (I.O.)																
Fertilización reposición DAP ⁹	0	0	179	89	89	89	89	89	89	89	89	107	179	179	179	179
Herbicida pre-emergente ¹⁰	77	77	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
Herbicida post-emergente ¹⁰	93	93	93	0	0	0	0	0	0	0	93	0	93	93	93	93
Colmenas para polinización ¹¹	0	0	0	0	140	140	0	280	280	0	0	0	0	0	0	0
Fungicida preventivo ¹²	0	0	112	0	0	0	0	0	0	112	0	0	0	0	0	112
Insecticidas curativo ¹³	0	0	0	0	55	55	0	55	55	0	55	55	55	55	55	55
Cosecha directa																
COSTOS TOTALES (I.B.)	548	581	958	471	928	906	619	1068	1046	678	1177	1141	1141	1141	1141	1141
COSTOS TOTALES (+ I.O.)	818	851	1538	657	1358	1336	804	1638	1870	863	1628	1775	1775	1775	1775	1775
Rinde indiferencia (I.B) (kg/ha)	239				116				133				294			
Rinde indiferencia (+ I.O.) (kg/ha)	384				170				205				407			

Referencias:

CC: cultivo de cobertura, S: semilla, F: forraje, DP: doble propósito. Vv: *V. villosa*, Vs: *V. sativa*.

1) n° de aplicaciones * valor UTA (200\$/UTA) * 0,25 UTA/ha

2) valor UTA (200\$/UTA) * 0,65 UTA/ha

3) valor UTA (200\$/UTA) * 0,70 UTA/ha

4) Dosis de semilla (kg/ha) * precio esperado (\$/kg)

5) Glifosato al 65,5% 2,5 l/ha

6) Glifosato al 65,5% 2 l/ha + 2,4-D al 80% 0,5 l/ha

7) Para la prevención de isocas bolilleras con novaluron, triflumuron, teflubenzuron o lufenuron.

8) Paraquat 2,5 l/ha

9) Fosfato diamónico (kg/ha) * precio (730U/t)

10) En preemergencia, valor promedio del costo de los herbicidas imazetapir o sulfentrazone para CC y flurocloridona o flumetsulam para F, DP o S. En postemergencia de mezclas con bentazón, diflufenican y carfentrazone dependiendo de la especie de vicia y destino (ver capítulo 8).

11) Servicio de polinización 140\$/colmena

12) Para prevención de enfermedades foliares con fungicidas a base de triazoles + estrobilurinas

13) Para el control de isocas bolilleras en estadios adultos de larva (metoxifenoide, rynaxypyr o flubendiamide)

Margen esperado. Análisis probabilístico

Utilizando las variaciones en producción y precios de cada alternativa en cada ambiente se realizó una planilla de cálculo en donde se determinó el margen de cada alternativa por ambiente. Se presenta en la figura 7 el valor del margen calculado como los ingresos esperados menos los costos de producción. Se utilizó para el análisis probabilístico de riesgo el programa Simular 4.0.

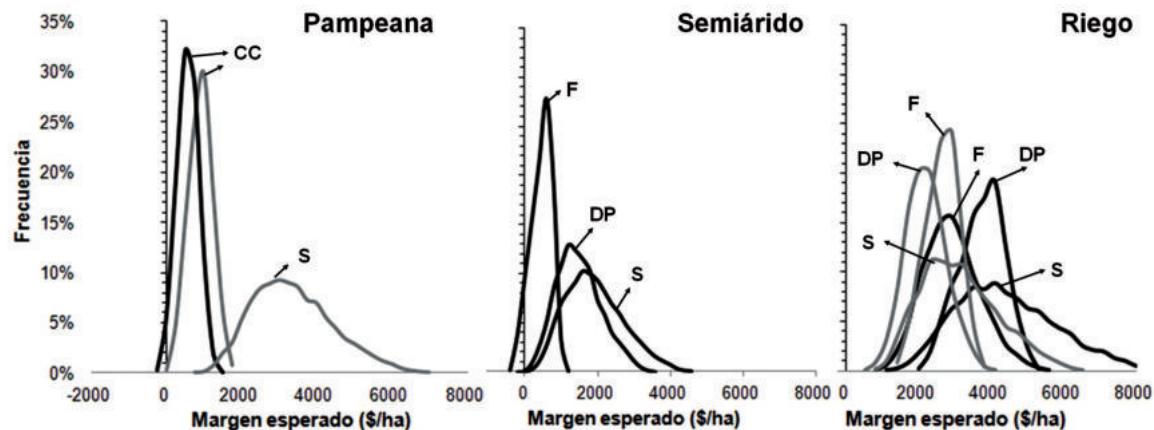


Figura 7. Análisis probabilístico del margen esperado para cada región y destino de cultivo en *V. villosa* (negro) y *V. sativa* (gris). CC: cultivo de cobertura, F: forraje, S: semilla y DP: doble propósito.

Para los diferentes ambientes los cultivos de vicia tienen un efecto positivo en el margen esperado. Los mayores riesgos se observan con la utilización del CC en la región Pampeana y como forraje en el semiárido.

Se destaca el margen esperado de la producción de semilla para los tres ambientes, debido a los buenos precios de mercado. No obstante como se trata de un análisis teórico es importante considerar que en años con buena producción, es frecuente que la disponibilidad de semillas supere a la demanda, caracterizada por un consumo inestable. Esta situación ocurre ocasionalmente con *V. sativa*, de mayor potencial de rendimiento, que es multiplicada generalmente en ambientes con mejores condiciones agroecológicas. Bajo estas circunstancias se dificulta la comercialización de semillas luego de la cosecha, con la opción de almacenarla hasta que el precio del mercado sea favorable.

En ambientes bajo riego la buena producción de forraje de vicia repercute positivamente en la producción de carne y en el margen esperado. Es probable que su utilización no se encuentre difundida en forma masiva debido a que otras forrajeras, como la alfalfa, poseen un mayor impacto sobre la productividad del forraje y su persistencia.

Bibliografía

- Agamennoni, R., Vanzolini, J.I. 2006b. Efecto de la vicia y el pastoreo sobre el rendimiento de trigo en siembra directa. Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta, Argentina.
- Agamennoni, R., Vanzolini, J.I. 2006a. Diferentes manejos para la vicia y su efecto sobre el rendimiento y la calidad de trigo. Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta, Argentina.
- Anugroho, F., Kitou, M., Nagumo, F., Kinjo, K., Tokashiki, Y. 2009. Growth, nitrogen fixation, and nutrient uptake of hairy vetch as a cover crop in a subtropical region. *Weed Biology and Management* 9:63-71.
- Balducci, M.A., Villalobos, T., Rodríguez, S. 2012. Maíz Tardío: ¿Sembrado luego de 8 meses de barbecho o capturar esos recursos mediante un cultivo de cobertura?. Congreso CREA.
- Baigorria, T., Gómez, G., Cazorla, C., Lardone, A., Bojanich, M., Aimetta, B., Bertolla, A., Cagliero, M., Vilches, D. 2011. Bases para el manejo de la vicia como antecesor del cultivo de maíz. Jornada de actualización técnica en el cultivo de maíz. Marcos Juárez, Córdoba.
- Balbarrey, G. 2009. Fertilización nitroazufraida en verdeos invernales puros y consociados con vicias y efectos sobre el suelo. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. 166p.
- Bruno-Soares, A.M., Abreu, J.M.F., Guedes, C.V.M., Dias-da-Silva, A.A. 2000. Chemical composition, DM and NDF degradation kinetics in rumen of seven legume straws. *Animal Feed Science and Technology* 83:75-80.
- Capurro, J., Dickie, M.J., Ninfì, D., Zazzarini, A., Tosi, E., González, M.C. 2012. Vicia y avena como cultivos de cobertura en maíz. Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, Argentina.
- Choi, B., Daimon, H. 2008. Effect of Hairy Vetch Incorporated as Green Manure on Growth and N Uptake of Sorghum Crop. *Plant Prod. Sci.* 11:211-216.
- Gutierrez F.J. 2011. Efecto de la cobertura de *Vicia villosa* pura o asociada con cereales de invierno sobre el rendimiento del maíz bajo riego. Trabajo de Intensificación DA UNS. 31p.
- Haj Ayed, M., González, J., Caballero, R., Alyir, M.R. 2001. Effects of maturity on nutritive value of field-cured hays from common vetch and hairy vetch. *Animal Research* 50:31-42.
- Howieson, J.G., O'Hara, G.W., Carr, S.J. 2000. Changing roles for legumes in Mediterranean agriculture: developments from an Australian perspective. *Field Crops Research* 65: 107:122.
- Jones, M.J., Arous, Z. 1999. Effect of Time of Harvest of Vetch (*Vicia sativa* L.) on Yields of Subsequent Barley in a Dry Mediterranean Environment. *J. Agronomy & Crop Science* 182: 291-294.
- Kuo, S., Sainju, U.M., Jellum, E.J. 1997b. Winter cover crop effects on soil organic carbon and carbohydrate in soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:145-152.
- Labarthe, A., Pelta, H. 1971. Informe de Vicias. Agencia Cooperativa de Extensión Rural-INTA Tornquist.
- Lorenzatti, S., Romagnoli, J., Folguera, J. 2009. Utilización de vicia como cultivo de cobertura y su aporte de nitrógeno al cultivo de maíz posterior en siembra directa. Disponible en:<http://www.gruporomagnoli.com.ar/images/assets/microsoft%20word%20utilización%20de%20vicia.pdf>
- Martínez, E., Renzi, J.P., Matarazzo, R., Schmid, E. 2008. Efecto de la polinización en cultivos de interés apícola e industrial. Apitrack R, Información apícola Nº 177.
- Pederson, G.A., Brink, G.E., Fairbrother, T.E. 2002. Nutrient uptake in plant parts of sixteen forages fertilized with poultry litter: Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Copper, and Zinc. *Agronomy Journal* 94:895-904.
- Puricelli, CA. 1996. La consociación avena más vicia en el S.O de Buenos Aires una revisión de antecedentes. Serie didáctica Nº 2. INTA, EEA Bordenave. p. 14.
- Quiroga, A., Fernández, R., Frasier, I., Scianca, C. 2009. Cultivos de cobertura. Análisis de su inclusión en distintos sistemas de producción. Jornadas Nacionales Sistemas Productivos Sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca 13p.
- Renzi, J.P. 2009. Efecto de la estructura de cultivo y grado de madurez a cosecha sobre el rendimiento y la calidad de semillas de *Vicia sativa* L. y *V. villosa* Roth., bajo riego. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. 126p.
- Rillo, S., Álvarez, C., Bagnato, R., Noellemyer, E. 2012. Efecto de vicia como cultivo de cobertura sobre la disponibilidad de nitrógeno en maíz. Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, Argentina.
- Ruffo, M.L., Parsons, A.T. 2004. Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* N°21.
- Sánchez-Girón, V., Serrano, A., Hernanz, J.L., Navarrete, L. 2004. Economic assessment of three long-term tillage systems for rainfed cereal and legume production in semiarid central Spain. *Soil & Tillage Research* 78:35-44.
- Sainju, U.M., Whitehead, W.F., Singh, B.P. 2005. Biculture Legume–Cereal Cover Crops for Enhanced Biomass Yield and Carbon and Nitrogen. *Agron. J.* 97:1403-1412.
- Selmi, H., Gasmi-Boubaker, A., Mosquera Losada, R., Abdouli, H., Rekik, B., Rouissi, H., Hassen, H.,

- Rigueiro-Rodriguez, A. 2010. Natural vetch economic alternative to soybean meal in Tunisia. Options Méditerranéennes 92: 63-66.
- Sidiras, N., Avgoulas, C., Bilalis, D., Tsougrianis, N. 1999. Effects of Tillage and Fertilization on Biomass, Roots, N-ACCumulation and Nodule Bacteria of Vetch (*Vicia sativa* cv. Alexander). J. Agronomy & Crop Science 182:209-216.
 - Snapp, S.S., Swinton, S.M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J.R., Leep, R., Nyiraneza, J., O'Neil, K. 2005. Evaluating Cover Crops for Benefits, Costs and Performance within Cropping System Niches. Agron. J. 97:322-332.
 - Teasdale, J.R., Abdul-Baki, A.A., Park, Y.B. 2008. Sweet corn production and efficiency of nitrogen use in high cover crop residue. Agron. Sustain. Dev. 28:1-7.
 - Vanzolini, J.I. 2011. La vicia villosa como cultivo de cobertura: efectos de corto plazo sobre el suelo y la productividad del maíz bajo riego en el Valle Bonaerense del río Colorado. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. 170p.
 - Venanzi, S., Tranier, E., Lageyre,E. 2012. Experiencias con vicia en el partido de Guaminí. Desafío 21 35:14-17.
 - Warwick, K. 2011. Establishment and Persistence of Legumes in Switchgrass Biomass and Forage/biomass Production Systems. Thesis of Master of Science. The University of Tennessee, Knoxville 128p.
 - Yau, S.K., Bounejmate, M., Ryan, J., Baalbaki, R., Nassar, A., Maacaroun, R. 2003. Barley/legumes rotations for semi-arid areas of Lebanon. Europ. J. Agronomy 19:599-610.

Las vicias constituyen una valiosa alternativa de cultivo para incluir en los planes rotacionales de la agricultura moderna. Son especies anuales que se adaptan tanto a zonas de alta productividad agrícola como a ambientes marginales. Las vicias pueden facilitar la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico y aumentar así su disponibilidad para los cultivos. También pueden mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo, favorecer el reciclado de nutrientes, actuar como refugio para enemigos naturales de plagas, disminuir la incidencia de enfermedades y la interferencia de las malezas.

La presente obra se realizó en base a experiencias generadas en la región Pampeana de Argentina y antecedentes bibliográficos de investigaciones realizadas en el exterior. Se trata de la primera recopilación nacional que profundiza el estudio de aspectos agronómicos de las especies de vicia que han alcanzado mayor adopción como forrajeras, cultivos de doble propósito y como mejoradoras del suelo.

La obra está destinada a profesionales, docentes, estudiantes y productores interesados en el cultivo y manejo de las vicias en los sistemas de producción agropecuaria. Si bien en Argentina los primeros registros de cultivo de vicias forrajeras datan del siglo XIX, todavía en la actualidad existe cierto desconocimiento sobre la biología de las especies y sus usos potenciales. La presente obra ha sido ilustrada con una buena cantidad de fotos y figuras, que facilitan la lectura y la comprensión de las diferentes prácticas de manejo.

ISBN 978-987-521-470-5



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Rivadavia 1439 (C1033AAE) - Buenos Aires