



**Estación Experimental Agropecuaria
Marcos Juárez**

Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz

Baigorria, Tomás¹; Gómez, Dionisio¹; Cazorla, Cristian¹; Lardone, Andrea²; Bojanich, Marcos²; Aimetta, Bethania²; Bertolla, Ariel²; Cagliero, Marcos²; Vilches, Dario²; Rinaudo, Diego². Canale, Alejandra³.

¹EEA INTA Marcos Juárez. ²Tesista. ³AER INTA Laboulaye.

E-mail: ccazorla@mjuarez.inta.gov.ar

Introducción

Son numerosos los usos que se puede dar al cultivo de vicia, tales como pastoreo directo, heno, ensilaje, cobertura de suelos, abonos verdes o suplemento proteico. Dentro del género *Vicia* L., las especies *Vicia villosa* (VV) y *Vicia sativa* (VS), son las que predominan en la utilización como cultivos de cobertura (CC) (Renzi, 2009). Tanto VV como VS, se cultivan en diversas regiones templadas del mundo, comportándose bajo esas condiciones como invierno-primaverales (Wheeler y Hill 1957). Sin embargo en zonas más frías se las puede emplear como cultivos estivales, en siembras primaverales (USDA, 1962; Kandel et al., 2000).

Las funciones más importantes que ambas especies cumplen como coberturas en sistemas de siembra directa, son las siguientes: a) fijación de nitrógeno (N) atmosférico (el cual puede ser utilizado por el cultivo subsiguiente en la rotación), b) control de malezas invernales-estivales, las primeras por competencia y las segundas por el residuo dejado en superficie, c) reducción de la erosión del suelo, ya que protegen al suelo del impacto de la gota de lluvia, generando un menor escurrimiento superficial, en tanto que las raíces generan canales que mejoran la infiltración, d) mejorar la eficiencia del uso del agua, a través de la reducción de las pérdidas del sistema, comparándolo con el barbecho convencional (Clark et al., 2007; Carfagno, 2008).

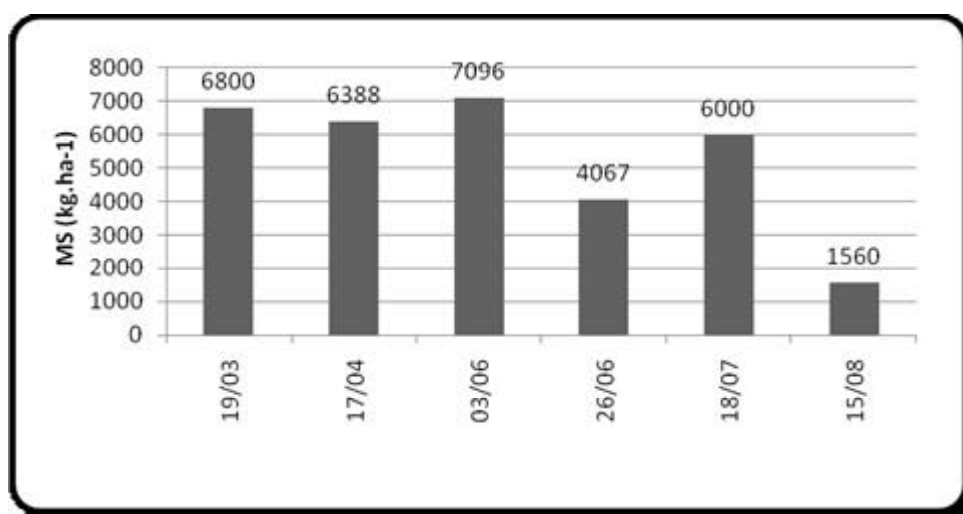
A pesar de los múltiples beneficios que los cultivos de cobertura (CC) aportan al sistema de producción, pueden tener efectos adversos con un manejo inadecuado. La inclusión de estos cultivos agrega una variable más a considerar y manejar, e implica costos adicionales (semilla, siembra y fertilización). Una de las mayores barreras para la adopción de los CC, leguminosas en este caso, es desconocer de aspectos técnicos tales como, la especie a utilizar, la fecha de siembra, densidad de siembra, distanciamiento entre hileras, momento de secado (mecánico o químico), el consumo de agua por parte de los cultivos, etc. Algunos de estos puntos serán abordados en el siguiente artículo, tratando de mejorar el escaso conocimiento, que existe en nuestra región sobre estas especies.

Fecha de siembra

La fecha de siembra de vicia es uno de los factores que determina su potencial productivo, mencionándose en diversas publicaciones desde fines de verano hasta mediados de invierno, con producciones de materia seca (MS) que varían entre 500 y 7200 kg ha⁻¹ (Vanzolini et al. 2009). La figura 1 muestra, producciones de MS de VV en función de seis fechas de siembra, en ensayos realizados en EEA INTA Hilario Ascasubi. Se puede observar que en fechas otoñales, VV crece bajo condiciones de mayores temperaturas y fotoperíodo, siendo mayor la producción de MS, debido a una mayor tasa de crecimiento. Los meses de invierno presentan valores muy bajos respecto a las tres primeras, salvo el mes de Julio, que al encontrarse en estado vegetativo tuvo una mayor tasa de crecimiento con respecto al mes de junio que se hallaba en floración (Vanzolini et al., 2009).

Cabe mencionar, que la fecha de evaluación de MS en ese trabajo se realizó en noviembre, la cual es muy tarde para interrumpir el ciclo de VV como antecesor de maíz. Evaluaciones realizadas en octubre, exponen diferencias aún más notorias, entre las fechas otoñales vs invernales (datos no mostrados). Por lo tanto se sugiere, que la fecha de siembra de vicia se realice en los meses de otoño.

Gráfico 1. Efectos de la fecha de siembra en la producción de MS de VV.



Fuente: Vanzolini et al., 2009.

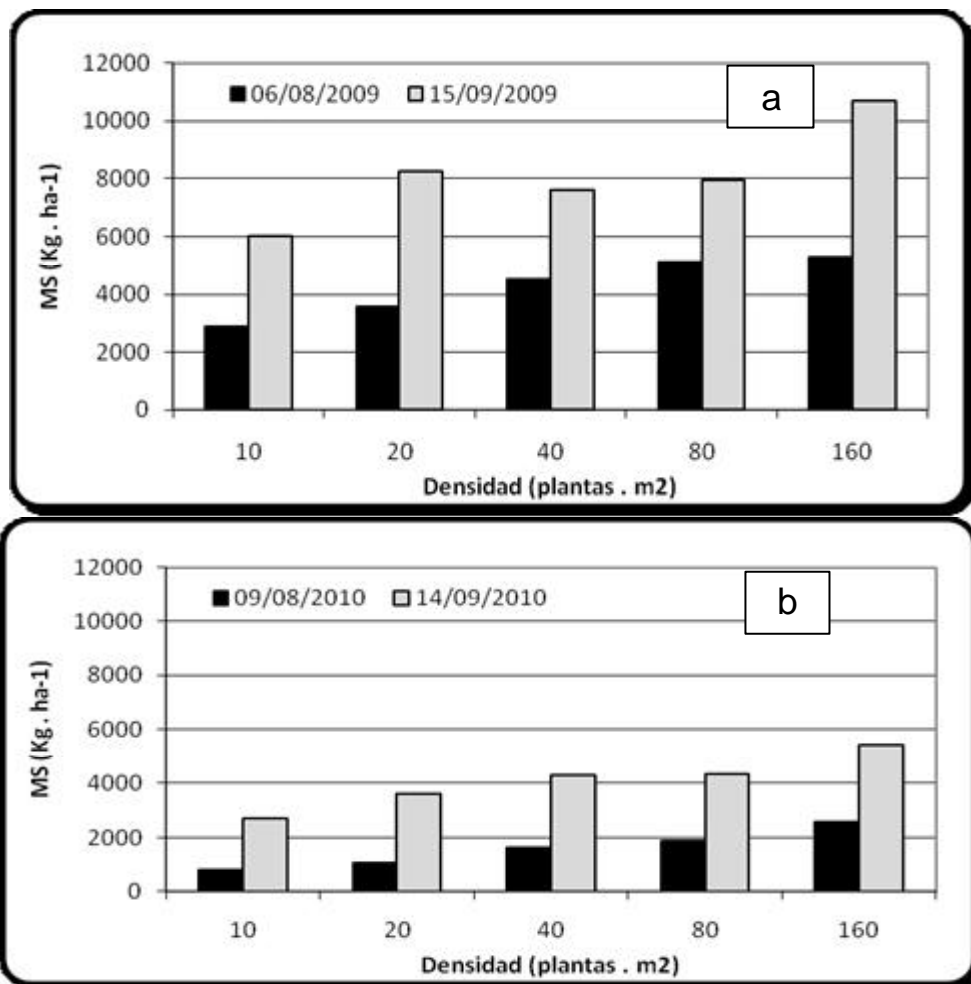
Densidad de siembra

La densidad de siembra tiene gran incidencia en los costos de implantación y en la producción de MS. Algunos trabajos señalan, como densidades de siembra de 20-30 plantas.m⁻² como bajas, 40-50 medias y 120 – 160 altas (Renzi y Cantamutto, 2007; Clark et al., 1995). Ensayos realizados con VV en Marcos Juárez en el año 2009 (fecha de siembra 03 de abril sobre un rastrojo de soja) y en el año 2010 (fecha de siembra 05 de mayo sobre un rastrojo de maíz) muestran aumentos en la producción de MS del 35% (media de 2 años) al pasar de 10 a 40 plantas/m⁻², mientras que de 40 a 160 plantas/m⁻² el incremento es solo del 19% (Figura 2 a y b).

Se observa en el gráfico 2 el incremento en la producción de MS en la segunda fecha, que duplica la producción de MS en la mayoría de los casos, marcando un crecimiento lento durante el invierno. Si tenemos en cuenta que la concentración de nitrógeno (N) en biomasa aérea en *Vicia villosa*, es aproximadamente del 3.5 – 4% (Clark et al., 1994), vemos que con 40 plantas/m² la producción de MS ronda los 4200 kg/ha, lo que permitiría fijar una cantidad estimativa de 147 kg/ha de N.

Se concluye, para las condiciones de estudio, que 30 – 40 plantas/m², sería una densidad adecuada, logrando niveles importantes de cobertura a mediados de septiembre (fecha probable de secado), resultando en un significativo aporte de N, el cual puede ser utilizado por el cultivo posterior en la rotación.

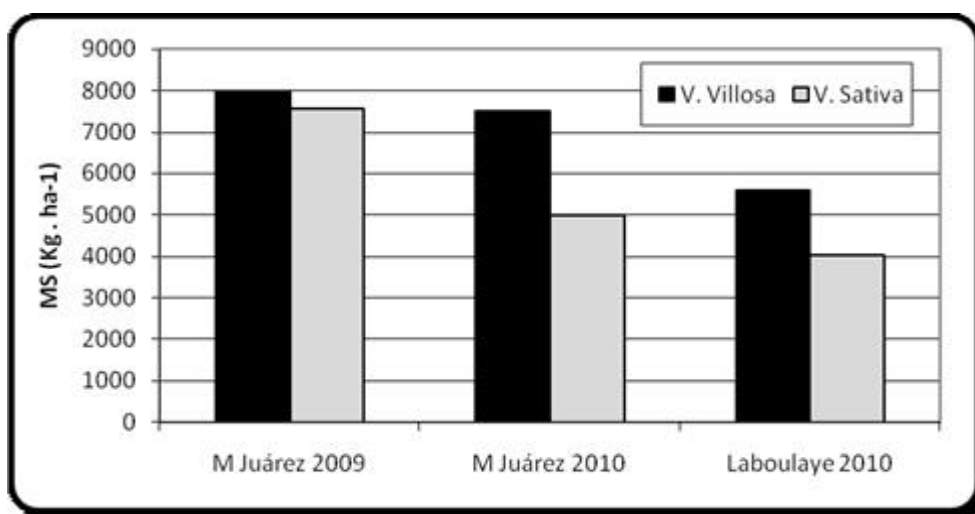
Gráfico 2. Producción de MS en VV con diferentes densidades de siembra para el año 2009 (a) y 2010 (b).



Diferencias en producción de materia seca de V. villosa y V. sativa

En ensayos realizados en Marcos Juárez y Laboulaye (Gráfico 3) con VV y VS se observó que VV siempre produjo más que VS, lo que también fue observado por (Renzi et al., 2008), quien atribuye esta característica a que VV presenta una mayor tolerancia frío, resistencia a la sequía y una mayor adaptación a un amplio rango de condiciones edáficas. Además, el porte rastroero de VV hace que cubra el suelo con mayor rapidez que VS (porte erecto). La severidad de las heladas ocurridas en 2010, parece ser la causa de la importante disminución en la producción de Vicia sativa, respecto del 2009 en la localidad de Marcos Juárez.

Gráfico 3. Producción de MS en VV y VS para ensayos realizados en Marcos Juárez y Laboulaye.



Es importante destacar que dos funciones muy importantes de las leguminosas utilizadas como CC son el aporte de N y el control de malezas, factores que están ligados a la producción de MS. Por lo tanto VV presenta un mejor comportamiento, bajo diferentes condiciones climáticas y de suelo y sería la especie más indicada a ser utilizada como CC.

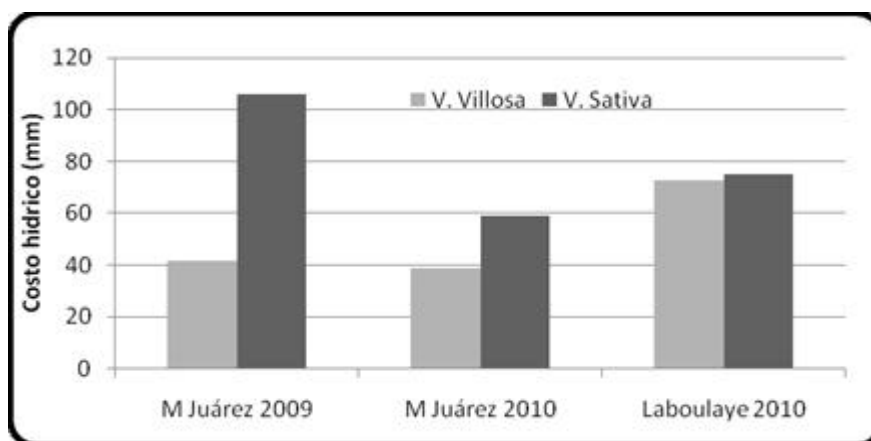
Costos hídricos del cultivo de vicia

Intercalar cultivos invernales, como CC, podría ser una alternativa a evaluar para proveer de residuos ricos en carbono y promover al desarrollo y al mantenimiento de la cobertura de los suelos. Pero, se reconoce que el consumo hídrico de estos durante el invierno podría interferir en la normal oferta de agua para el cultivo sucesor (Duarte, 2002). El costo hídrico (CH) es la diferencia entre los contenidos hídricos de vicia en relación al barbecho convencional.

Ensayos realizados en Marcos Juárez y Laboulaye muestran diferencias muy notables entre especies (Figura 4). Los CH son mayores para VS (entre 60 y 100 mm) que para VV (entre 40 y 70 mm). En la localidad de Laboulaye los CH son muy similares pero VV presentó una mayor producción de MS. En la localidad de Marcos Juárez las producciones de MS de VV son mayores que VS (Gráfico 3), sin embargo los CH son menores. Considerando estos resultados, podemos concluir por un lado que VV es más

eficiente en la producción de MS y que VS debido a su hábito de crecimiento puede presentar pérdidas de agua por evaporación hasta que se cubra el surco.

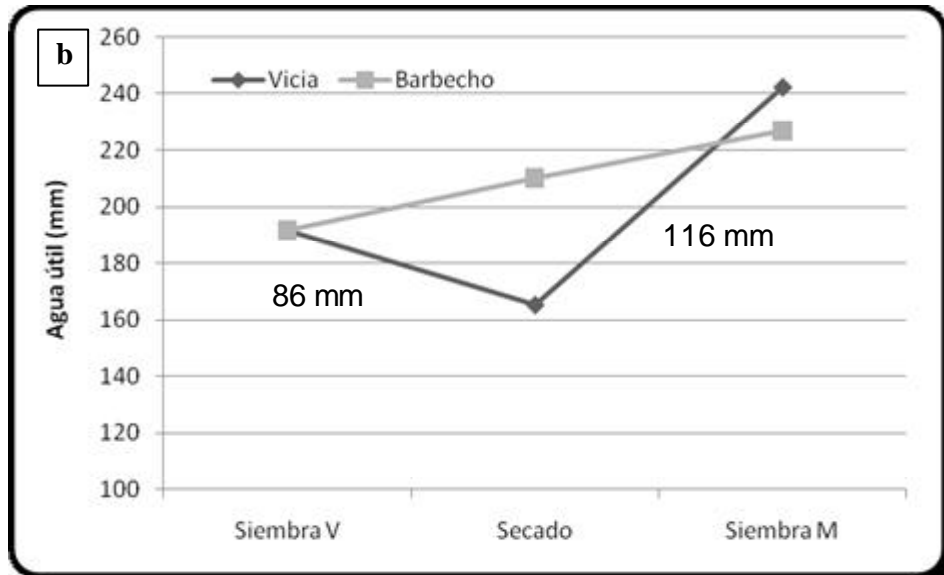
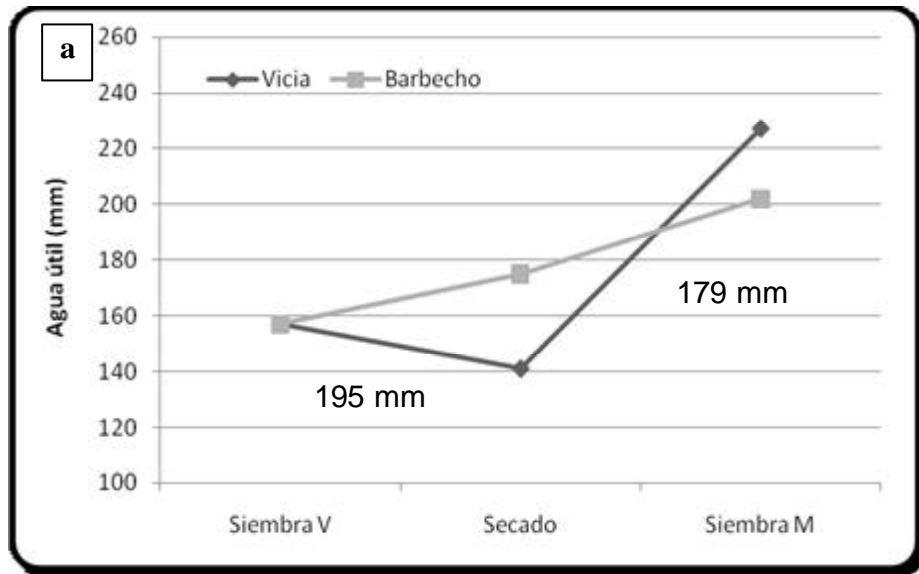
Gráfico 4. Costo hídrico (mm) en ensayos en las localidades de Marcos Juárez y Laboulaye durante los años 2009 y 2010.



La dinámica del agua en situaciones de VV y barbecho (Gráfico 5 a y b) muestra que durante el periodo de crecimiento de VV disminuye el contenido hídrico hasta el momento de secado. Es importante remarcar que durante el periodo de barbecho se registraron precipitaciones de 195 mm y 86 mm para los años 2009 y 2010 respectivamente. Estas precipitaciones superan la capacidad de almacenamiento de los suelos y la situación barbecho está expuesta a pérdidas de agua por drenaje y por evaporación. Estos resultados coinciden con los de otros autores que remarcan la ineficiencia del barbecho para almacenar el agua de las precipitaciones (Lampurlanes et al., 2002; Fernández et al., 2007).

Luego las lluvias durante el período secado–siembra de maíz permitieron recargar el perfil y la siembra de maíz se realiza con mayores contenidos hídricos en VV que en barbecho. Resultados similares fueron encontrados por Ernst et al., (2004), quien utilizó trébol (*Trifolium alexandrinum*) como antecesor de maíz.

Gráfico 5. Contenidos de agua útil (150 cm) en diferentes momentos para las localidades de Marcos Juárez en el año 2009 (a) y 2010 (b).

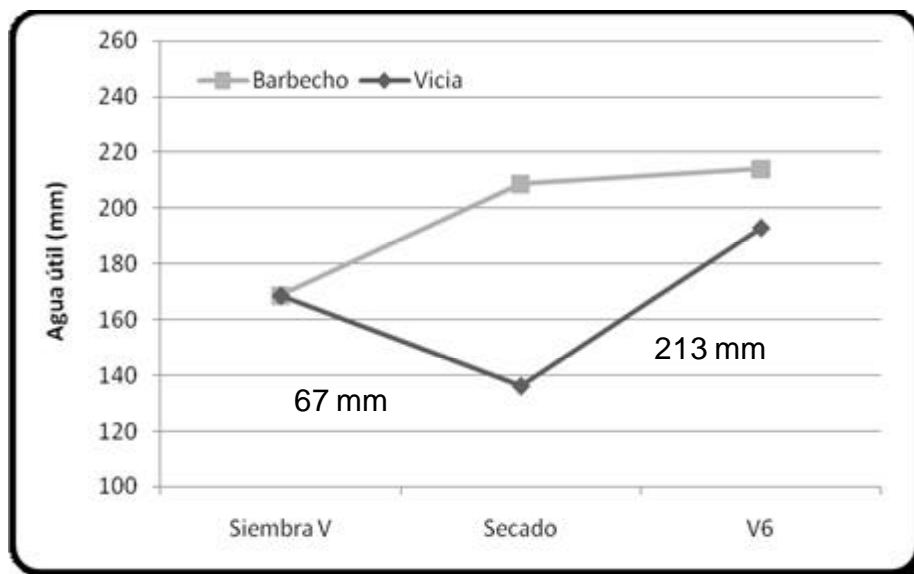


En recuadro las precipitaciones durante los periodos. Siembra V=siembra de vicia; Siembra M= siembra maíz.

Esta condición de contenidos hídricos superiores en VV con respecto a barbecho se deben a las recargas realizadas por las precipitaciones y a el efecto de la cobertura superficial que disminuyen las pérdidas por evaporación en el periodo previo a la siembra.

En la localidad de Laboulaye la situación de barbecho se encuentra con contenidos hídricos por encima de la máxima capacidad de retención, debido a que es un suelo con influencia de napas (Gráfico 6). Las precipitaciones ocurridas desde el secado hasta V6 en maíz superan ampliamente la capacidad de almacenar agua del suelo en la situación barbecho, por lo tanto caben las mismas consideraciones expuestas anteriormente para la localidad de Marcos Juárez. Si bien los contenidos de agua en vicia en V6 son inferiores, en la profundidad 0 – 40 cm (datos no mostrados) presenta mayor disponibilidad de agua que la situación barbecho. En la ausencia de cobertura superficial el suelo está más expuesto a pérdidas de agua por evaporación.

Gráfico 6. Contenidos de agua útil (150 cm) en diferentes momentos para la localidad de Laboulaye en el año 2010.



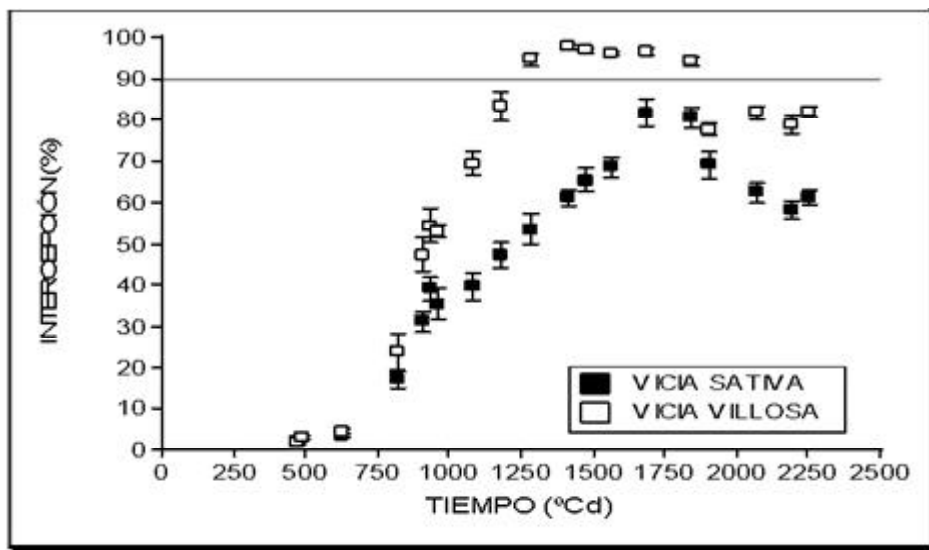
En recuadro las precipitaciones durante los periodos. Siembra V=siembra de vicia; V6= maíz con seis hojas.

Porcentaje de intercepción de la radiación en *Vicia villosa* y *Vicia sativa*

La cantidad de radiación solar interceptada acumulada por un cultivo depende de la duración del ciclo y de la dinámica de intercepción de dicho cultivo, esta última está fuertemente ligada a la evolución del índice de área foliar (IAF) (Maddoni y Otegui, 1996). El IAF se genera con la aparición y expansión de las hojas y es producto del número de hojas y del tamaño de las mismas (Carcova *et al.*, 2004). El valor mínimo de IAF con el cual se alcanza el 90% de la intercepción se denomina IAF crítico (Gardner *et al.*, 1985).

En un experimento realizado en Marcos Juárez, se midió durante todo el ciclo ontogénico del cultivo de VV y VS los componentes fisiológicos de la biomasa aérea (Radiación interceptada acumulada por el cultivo (R_{lacum} -MJ/m²) y la eficiencia del uso de la radiación (EUR -g/MJ/m²). El porcentaje de radiación interceptada en función del tiempo en unidades térmicas (°Cd) para VV y VS se puede observar en el gráfico 7. Bajo las condiciones en que se desarrollo esta experiencia, VV logro alcanzar el 90% de intercepción de la radiación, alrededor de los 1200 °Cd aproximadamente, mientras que en otro trabajo similar, para lograr un porcentaje de cobertura similar VV necesitó menos unidades térmicas (950°Cd) (Teasdale *et al.*, 2004). La especie VS nunca alcanzó este valor de intercepción, por lo que su eficiencia de conversión de radiación en MS es menor. Estas diferencias se deben a sistemas de crecimiento, VV tiene un porte rastrero, en tanto que VS es erecto.

Gráfico 7. Intercepción de la radiación en función de las unidades térmicas (°Cd) para VV y VS. La línea marca el 90 % de intercepción de la radiación.



Una característica importante para elegir un CC es su precocidad para cubrir el suelo, ya que le otorga una mayor competencia con las malezas y disminuye las pérdidas de agua por evaporación, aumentando la eficiencia del uso del agua. En este sentido, VV demuestra tener estas características, comportándose como un cultivo de crecimiento más rápido que VS.

Control químico de malezas en post emergencia de vicia

El éxito en la implantación y producción temprana de MS suele estar condicionado por la presencia de malezas durante las primeras etapas del cultivo (Renzi, 2007). El control químico de malezas una vez producida la emergencia del cultivo puede ser una alternativa interesante de manejo, sin embargo estudios previos muestran la gran sensibilidad de las vicias a los herbicidas (Renzi, 2007). En un ensayo realizado en INTA H. Ascasubi, con el objetivo de estudiar la selectividad de herbicidas aplicados en postemergencia temprana de VV con 4-5 hojas (6-8 cm) sembrada con *A. sativa*, encontró los siguientes resultados: Diflufenican (50% SC) en dosis de 25 g (i.a. ha⁻¹) y bentazón (60% SL) 300 g (i.a. ha⁻¹) presentaron síntomas de fitotoxicidad leve en VV, igualando en producción de MS a un testigo. Metsulfurón-metil (60% SF) 4 g (i.a. ha⁻¹), no fue selectivo para VV y daños marcados fueron realizados con MCPA sal sódica (28% SL) 70 g (e.a. ha⁻¹). Utilizando bromoxynil (34,6% EC) 175 g (i.a. ha⁻¹) y oxifluorfen (24% EC) 120 g (i.a. ha⁻¹) disminuyeron la producción de MS de VV. Si bien en esta experiencia se probaron otros productos, se destaca a diflufenican y bentazón como herramientas válidas a considerar para el control de malezas en el cultivo de VV.

Alternativas de interrupción del ciclo de *Vicia villosa*

- **Control químico**

Uno de las formas, más utilizadas en los sistemas de agricultura bajo siembra directa es el uso de herbicidas no selectivos. Este tiene la característica de ofrecer mayor

agilidad ya que permite optimizar la logística y el tiempo debido que a se pueden realizar una gran cantidad de hectáreas en pocas horas y se puede aplicar en diferentes estados fenológicos de vicia. Es muy poca la información existente sobre los productos y las dosis a aplicar en vicias en estadios fenológicamente avanzados, teniendo en cuenta que es una especie citada como tolerante a dosis normales de glifosato (Rodríguez, 2005).

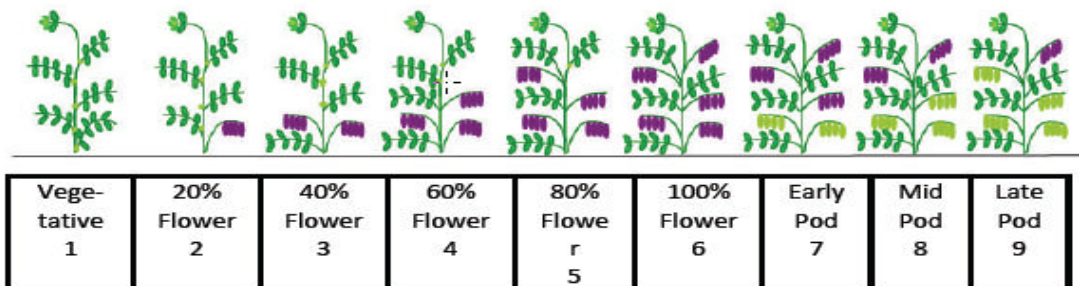
En un trabajo realizado en la EEA INTA Marcos Juárez (Belluccini, 2011, en esta publicación) se realizó un ensayo con el objetivo de evaluar el control que efectúan diferentes dosis y productos aplicados sobre VV en estado avanzado de crecimiento. El cultivo de VV al momento de la aplicación presentaba un nivel de producción de MS cercano a los 5000 kg/ha⁻¹. La evaluación se realizó en forma visual desde los 7 hasta los 28 días desde la aplicación. En cuanto a los resultados de este trabajo, el autor menciona que glifosato (66.2%) cuando se lo combina con 0.1 l/ha de dicamba, mostró en todas las evaluaciones el % de control más elevado. Por lo tanto, si bien se requieren ajustes de dosis, la utilización de glifosato (66.2%) + dicamba, sería una alternativa a considerar para el control de VV usada como CC.

- **Control mecánico**

Este es un método en el que se utiliza una herramienta de rodado, llamada rolo faca, que consiste de un tambor hueco al cual se encuentran abulonadas una serie de cuchillas de acero sin filo. Este implemento aplasta el tejido vascular de los CC sin realizar cortes en los tallos. En el continente europeo y Estados Unidos se registran numerosos trabajos sobre la utilización del rolo para el control de VV en sistemas agrícolas orgánicos en donde no se puede utilizar productos de síntesis química (Teasdale y Rosencrace, 2003). En Argentina son muy escasas las experiencias realizadas, ya que se desconocen las ventajas que ofrece este método frente al control químico.

El rolo sólo se puede utilizar en una etapa de crecimiento determinado del cultivo, debido a que puede haber rebrotes y el control es inadecuado. Para VV se determinó que el momento fenológico en el que se logran controles superiores al 80%, es a partir del 60% de floración (Mischler et al., 2010). La fenología del cultivo de VV propuesta por Mischler et al., (2010) se fundamenta en el seguimiento del estado de desarrollo de los primeros cinco nudos ubicados en cada rama.

Figura 1.



En el estado vegetativo 1 no se ven flores en ninguna de las yemas, del 2 al 6 se ubican los diferentes estados de floración y del 7 al 9 los diferentes estados de formación de vaina (temprano-medio-tardío).
Fuente: Mischler et al., 2010.

En la EEA INTA Marcos Juárez se realizó una prueba utilizando un rolo triturador de rastrojo al cual se le retiraron las cuchillas de corte, para evaluar el control que ejerce sobre VV. El rolado se efectuó cuando la vicia se encontraba en comienzo de formación de vainas, encontrándose en ese momento una cobertura de 6500 kg/ha^{-1} de MS. Bajo estas condiciones, posterior al rolado, se registraron algunas precipitaciones que posibilitaron un rebrote de 1500 kg/ha^{-1} de MS, el cual no ejerció competencia sobre el maíz que se implantó posteriormente.

Conclusiones

La inclusión de CC en reemplazo del barbecho convencional puede provocar cambios químicos, físicos y biológicos muy importantes en el suelo. A su vez, estos cambios pueden tener gran relevancia desde el punto de vista económico-ambiental, debido al aporte de N, el control de malezas, la mayor eficiencia del uso del agua, la disminución del escurrimiento superficial, etc. Todos ellos son factores que mejoran la calidad del suelo, pero también reducen el uso de insumos.

Por los datos expuestos, podemos decir que ambas especies tienen gran potencia para ser utilizadas como antecesores de maíz, pero hay que conocer las limitantes de cada zona o región y elegir la que mejor se adapte a las condiciones del lugar. Por lo tanto, para los ambientes evaluados la VV presenta algunas ventajas tales como la mayor precocidad, mayor resistencia al frío, mayor producción de MS, mayores aportes de N y menores consumos de agua.

Bibliografía

- Belluccini, P. 2011. Control químico de Vicia villosa como cultivo de cobertura previo a la siembra de maíz. Jornada de actualización Técnica de maíz 2011. EEA INTA Marcos Juárez, 30 de Junio de 2011.
- Carcova, J.; Abeledo, G.; López Pereira, M. 2004. Análisis de la generación del rendimiento: crecimiento, partición y componentes. *En*: Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. H Satorre; RL Vence; GA Slafer; EB de la Fuente; DJ Miralles; ME Otegui & R Savin (eds.). Editorial Facultad de agronomía. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. pp. 75-95.
- Carfagno P. 2008. Cultivos de Cobertura en Agricultura de Secano en Región Pampeana. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Instituto de suelos INTA Castelar. <http://www.insuelos.org.ar/Informes/CultivosSecano.pdf> Verificado 30/05/11.
- Clark, A. (ed.) 2007. Managing cover crops profitably. 3rd ed. National SARE Outreach Handbook Series Book 9. National Agricultural Laboratory, Beltsville, MD.
- Clark, A. J.; Decker, A. M.; Meisinger, J.J. 1994. Seeding rate and kill date effects on hairy vetch-cereal rye cover crop mixtures for corn production. *Agronomy Journal* 86: 1065–1070.
- 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. *Agronomy Journal* 87: 579–585.
- Duarte, G.A. 2002. Modelos de producción en la región de la pampa arenosa. *En*: Díaz-Zorita, M. y Duarte, G.A. (eds.) Manual Práctico para el Cultivo de Girasol. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 281-297.

- Ernst, O. 2004. Leguminosas como cultivos de cobertura. Informaciones agronómicas del cono sur N 21. 9 pp.
- Fernández, R.; Quiroga, A.; Arena, 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. Quiroga A., A Bono (Eds). Manual de fertilidad y evaluación de suelos. EEA INTA ANGUIL. Publicación técnica 71: 51-59.
- Gardner, B.R., Pearce, R.B. ; Michell, R.L.1985. Physiology of crops plants. Iowa State University Press. USA.
- 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.
- Lampurlanes, J.P. Angas, P.; Cantero Martínez, C. 2002. Tillage effects on wáter storage during fallow, and barley on root growth and yield in two contrasting soils of the semi-arid Segarra región Spain. Soil Till Res 65: 207-220.
- Maddoni, G.A., y Otegui, M.E.. 1996. Leaf area, light interception and crop development in maize. Field Crop Res. 48: 81-87.
- 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.
- Mischler, R.A., Duiker, S.W.; Curran, W.S.; Wilson, D. . 2010. Hairy vetch management for no-till organic corn production. Agronomy Journal 102: 355-362.
- Renzi, JP. 2007. Selectividad de herbicidas aplicados en post emergencia en *Vicia villosa* Roth. y *Avena sativa* L. INTA Ascasubi. 30º Congreso Argentino de Producción Animal. AAPA. Santiago del Estero. Octubre 2007.
- Renzi, J.P. 2009: Efecto de la estructura del cultivo y el grado de madurez a cosecha sobre el rendimiento y calidad de semillas de vicia villosa L y sativa Roth. , bajo riego. Tesis de magíster en ciencias agrarias, departamento de agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- 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 ; 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. 30º Congreso Argentino de Producción Animal. AAPA. Santiago del Estero. Octubre 2007.
- Rodríguez, N. 2005. Detección de especies de malezas de difícil control (tolerantes o resistentes) en los sistemas de producción. En: Cultivos de Cosecha Gruesa. Actualización 2005, Publicación N° 61 EEA INTA Anguil, Cap. 17, pp 85-86.
- 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.
- Teasdale, J.R.; Rosencrance, R.C. 2003. Mechanical versus herbicidal strategies for killing a hairy vetch cover crop and controlling weeds in minimum-tillage corn production. Am. J. Alternative Agric. 18:95–102.
- USDA. 1962. Seeds. Ed. Continental, S.A. 1962. p 766-769, 330-334, 446-448.

- Vanzolini, J.I.; Galantini, J.; Agamennoni, R.; Reinoso, O. 2009. Momento de control de cultivos de cobertura de *Vicia villosa* roth. y su efecto sobre la producción de biomasa. Jornadas Nacionales Sistemas Productivos Sustentables, Comisión Química de Suelos. AACCS. Bahía Blanca, Bs.As. Agosto 2009.
- Wheeler, WA.; Hill, D.D. 1957. Southern grasses. P. 544-561. In grassland seeds. D. Van nostrand company, inc. Princeton, New Jersey.