

Tabla 3. Solubilidad en agua a 20°C (mg l⁻¹) de las moléculas de principios activos que componen los diferentes herbicidas.

Principio activo	Producto	Valor	Interpretación
Terbutilazina	Terbyne	6,6	baja
Iodosulfuron	Percutor	25000	alta
Thiencarbazono		436	moderada
Imazetapir	Mayoral	1400	alta
Imazapic		2250	alta
Clorimuron	Ligate	1200	alta
Sulfometuron		244	moderada
Metsulfuon	Finesse	172	moderada
Clorsulfuron			alta
Clomazone	Command/Command 48 EC	1212	alta
Amicarbazono	Dinamic	4600	alta

roseta mayor a los 5 cm de diámetro.

A los 114 DDA en los tratamientos: Finesse + Command y Ligate no se observaron nacimientos de rama negra. Estos fueron los tratamientos que mejor comportamiento demostraron a las condiciones del año 2020, seguidos de los tratamientos de: Dinamic + Clomazone 48 ec y Mayoral que también presentaron muy buenos resultados. En tanto que, en el resto de los tratamientos herbicidas la rama negra prosperó.

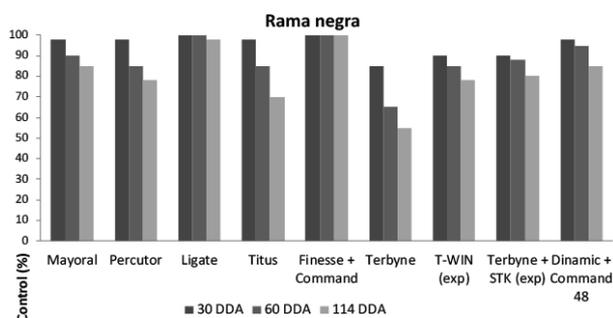


Figura 2. Porcentaje de control de rama negra de los diferentes tratamientos herbicidas.

Raygrass

Antes de aplicar los tratamientos de barbecho químico largo se controlaron la totalidad de las plantas emergidas de raygrass ya que el objetivo del ensayo era determinar el efecto residual de las distintas

alternativas. Debido a lo anteriormente mencionado y las condiciones de tiempo de los meses de julio y agosto, se detectaron escasos nacimientos de esta maleza. Por lo tanto en los tratamientos: Finesse + Command, Dinamic + Command 48, Ligate y Mayoral no se encontraron plántulas de ryegrass, mientras que en los restantes tratamientos se observaron entre 1 y 2 plántulas.

Yuyo colorado

Seguir los nacimientos de malezas hasta el 30/10/2020 permitió comparar el comportamiento de los diferentes herbicidas frente al *Amaranthus hybridus* (Figura 3).

A 114 DDA los herbicidas, Terbyne presentó la mejor performance en cuanto al control de yuyo colorado, posiblemente relacionado a que se incorporó durante las precipitaciones de septiembre; sin embargo al 30/10/2020 el control no superó el 70%. También es para destacar que la mayor parte de los herbicidas utilizados durante el barbecho químico largo pertenecen a la familia de los inhibidores de la enzima aceto lactato sintetasa (ALS) que no tienen un buen control sobre yuyo colorado debido a la resistencia de la maleza a los herbicidas de esta familia.

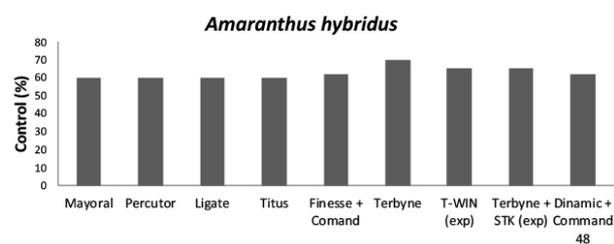


Figura 3. Porcentaje (%) de control de *Amaranthus hybridus* a 114 DDA aplicados los herbicidas

COMENTARIOS FINALES

- En las condiciones de este ensayo, los tratamientos Finesse + Command y Ligate se destacaron sobre el resto en cuanto al control de rama negra.
- En la primera quincena de octubre en todos los tratamientos se observó la presencia de *Amaranthus hybridus*, sin embargo en el tratamiento Terbyne la densidad de esta maleza fue menor.

BIBLIOGRAFÍA

- Papa, J.C., Tuesca, D. 2017. El barbecho químico: etapa clave en el manejo de malezas en siembra directa. Artículo de divulgación, INTA Oliveros. <https://inta.gov.ar/documentos/el-barbecho-quimico-etapa-clave-en-el-manejo-de-malezas-en-siembra-directa>

MANEJO DE LOS CULTIVOS DE COBERTURA EN SECUENCIA CON MAÍZ TARDÍO

Mirian Barraco¹; Cristian Álvarez²; Paula Girón¹; Mauro Rampo¹; Walter Miranda¹; Horacio Martín Lobos³
¹EAA INTA General Villegas; ²AER INTA General Pico; ³Becario Doctoral INTA-CONICET

*barraco.miriam@inta.gov.ar

PALABRAS CLAVE:
centeno, vicia, agua en el suelo, nitratos.

INTRODUCCIÓN

En la región de la pampa arenosa en la última década se incrementó significativamente la superficie implantada con maíz tardío, dado en-

tre otros factores, a su mayor estabilidad y productividad en ambientes de menor aptitud. Generalmente el cultivo se implanta sobre lotes de soja que permanecen en barbecho 7 a 8 meses al año, quedando el

suelo expuesto a la erosión, lavado de nutrientes, y desaprovechando generalmente el aporte del agua de lluvia de este período. Los cultivos de cobertura (CC) son cada vez más utilizados en estas secuencias, los cuales, requieren del ajuste de algunas prácticas como la selección de la especie, su nutrición y momento de secado para no afectar la disponibilidad hídrica y de nutrientes, principalmente nitrógeno (N), al cultivo siguiente.

Existen antecedentes que muestran que el número de días de crecimiento de los CC determina la producción de biomasa y el agua consumida, pero son escasos los estudios que integren el efecto del manejo de los CC en combinación con la fecha de secado sobre la dinámica hídrica. El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes tratamientos de CC (definidos por la especie de CC y/o nutrición) sobre la producción de biomasa y dinámica de agua y N para tres momentos de secado.

y a la siembra de maíz. A mediados de enero además se midieron en los tratamientos Testigo, Vicia 20P, centeno 9P+40N y la mezcla (solo del secado tardío).

Los resultados se analizaron mediante ANOVA usando un diseño en parcelas divididas y test de diferencias de medias de DGC ($p < 0,05$). Para evaluar el efecto de la nutrición en vicias o centenos se hicieron análisis de contrastes ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ensayo se instaló sobre un suelo con 50% de arena, con una capa de tosca entre los 190 y 220 cm y con una disponibilidad hídrica inicial de 345 mm.

En la Tabla 1 se detalla las precipitaciones mensuales durante el desarrollo de los estudios y los valores medios históricos de la región (1898-2018), observándose que las precipitaciones desde la siembra

Tabla 1. Precipitaciones mensuales en mm durante el desarrollo del estudio e históricas (Hist)

	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Enero	Feb	Mar
20/21											
Hist	4	0	1	0	56	41	41	31	120	34	53
	39	24	22	22	46	91	95	100	99	91	112

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló durante la campaña 2020-2021 en la EEA INTA General Villegas, (Bs As) sobre un suelo Hapludol Típico, con antecesor soja de primera.

Los tratamientos evaluados fueron: i) cultivo de cobertura y ii) momento de secado.

Los CC fueron: 1) vicia villosa inoculada "Vicia", 2) vicia villosa inoculada y fertilizada con 20 kg P ha⁻¹ "Vicia 20P"; 3) centeno fertilizado con 9 kg P ha⁻¹ + 40 kg N ha⁻¹ "Cent 9P+40N"; 4) centeno fertilizado con 20 kg P ha⁻¹ + 80 kg N ha⁻¹ "Cent 20P+80N"; 5) vicia villosa + centeno fertilizado con 20 kg P ha⁻¹ "Vicia+Cent 20P"; y 6) barbecho sin CC "Testigo".

Los momentos de secado fueron: secado temprano (16/9/20), secado intermedio (8/10/20) y secado tardío (30/10/20).

El ensayo presentó un diseño en parcelas divididas con tres bloques. Sobre las parcelas principales se aleatorizaron los momentos de secado y éstas fueron divididas en seis subparcelas donde se aleatorizaron los CC.

Los CC (vicia villosa sp y centeno cv Don Ewald) se sembraron el 2/5/20 con un distanciamiento entre hileras de 17,5 cm. Las densidades de siembra fueron de 65 semillas m⁻² para las vicias, de 270 semillas m⁻² para los centenos y de 65 semillas m⁻² de vicia + 27 semillas m⁻² de centeno para el tratamiento Vicia+Cent 20P. Como fuente de P se utilizó superfosfato triple (0-46-0) aplicado incorporado al momento de la siembra y como fuente de N urea, aplicada al voleo 10 días posteriores a la siembra.

Previo a la siembra se realizó un control químico de malezas con 1 l ha⁻¹ de glifosato + 75 cm³ ha⁻¹ de carfentrazone. El quemado químico de los CC consistió en aplicaciones de glifosato en mezclas con fluroxipir y las dosis difirieron según el estadio fenológico de los cultivos. El 4/12/20 se sembró el cultivo de maíz.

Al secado de los CC se determinó la biomasa aérea mediante cortes sobre una superficie de 0,50 m². A la siembra y secado de los CC y a la siembra de maíz se determinó el contenido de humedad de los suelos por gravimetría hasta los 160 cm. Se calculó el consumo de agua o uso consuntivo (UC) de los CC [agua al secado – (agua a la siembra + precipitaciones)] y las eficiencias de uso de agua (EUA) mediante el cociente entre biomasa producida y UC. También se calculó el costo hídrico de la inclusión de los CC como la diferencia de agua útil disponible en el suelo en los diferentes tratamientos con CC al momento de secado en relación al tratamiento control (sin CC). Se determinó el contenido de N-nitrato en el suelo (0-60 cm) al momento del secado

de los CC hasta la etapa crítica de los maíces tardíos resultaron inferiores a las medias históricas.

Aporte de biomasa aérea y calidad de los CC

La producción de biomasa varió entre 1697 y 6041 kg ha⁻¹ y se observaron diferencias entre especies ($p < 0,01$), momentos de secado ($p < 0,01$), pero sin interacción entre ambas variables ($p = 0,36$). La mayor producción fue para Cent 20P+80N, seguido por Vicia+Cent 20P y Cent 9P+40N (sin diferencias entre sí) y menores producciones para las vicias (Figura 1).

Cuando se realizaron análisis de contraste para evaluar el efecto de la nutrición en cada especie pura se detectaron diferencias entre los centenos ($p < 0,01$) (independientemente del momento de secado), mientras que en vicia no se observó un incremento significativo en su producción por el agregado de P a pesar que los niveles de P de los suelos eran bajos (7,3 ppm). Resultados similares se obtuvieron en el mismo ensayo evaluado en la campaña 2019-2020 (Barraco et al., 2020). Varios estudios en la región subhúmeda y semiárida pampeana muestran que una adecuada nutrición en gramíneas de CC incrementa significativamente la biomasa (Pereyro et al., 2020; Fernández et al., 2013), lo que permitiría adelantar la interrupción del ciclo del CC entre 20-30 días, sobre todo en campañas con menores probabilidades de precipitaciones en primavera. Por otro lado, incrementos en la producción de biomasa, sobre todo en los primeros estadios de desarrollo contribuye a una mejor competencia con las malezas, cumpliendo otro de los objetivos por lo que se incluye CC en las secuencias agrícolas. En cuanto al contenido de N y relación C/N de la biomasa se observó interacción entre tratamientos de CC y momentos de secado ($p < 0,01$), (Figura 2 a y b). En las vicias a medida que se demoró el secado se incrementó el contenido de N en biomasa, posiblemente atribuido a una mayor fijación biológica de N en floración (coincidente con el secado tardío) y la relación C/N, si bien disminuyó, lo hizo en menor magnitud. La mezcla incrementó el contenido de N al demorar el secado como consecuencia del incremento de la participación de biomasa de la vicia, pero la relación C/N fue menor en el secado intermedio, lo que se debió a una mayor lignificación del centeno en el secado tardío que incrementó el C de esta especie (datos no presentados). En el caso de los centenos el contenido de N disminuyó en la medida que se demoró el secado, lo que generó un aumento de la relación C/N. En general, la mezcla presentó una relación C/N intermedia entre las especies puras, de manera similar a lo descrito por Sa Pereyra et al. (2017).

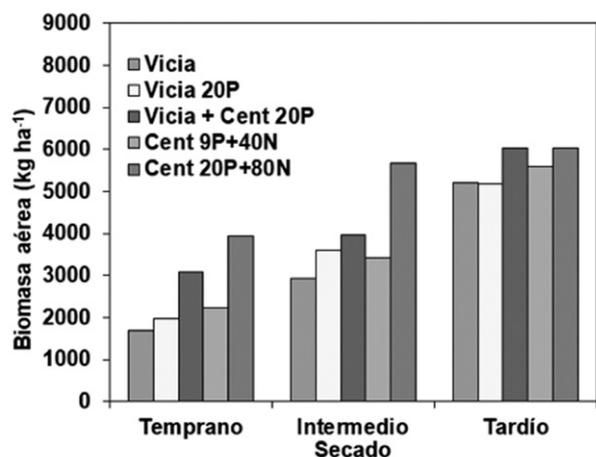


Figura 1. Producción de biomasa aérea de cultivos de cobertura (CC) según momento de secado. Cent=centeno, P=kg de fósforo ha⁻¹, N=kg de nitrógeno ha⁻¹.

los mayores consumos de agua se registraron en centeno, mientras que en el secado tardío el consumo de agua se incrementó considerablemente y no se observaron diferencias entre especies (Figura 3). Estos resultados corroboran un incremento significativo en el consumo de agua para las vicias durante el mes de octubre, coincidente con el período de mayor acumulación de biomasa.

La EUA se modificó en mayor magnitud por el manejo de los CC que por la fecha de secado sin interacción entre ambas variables (Figura 3b). Las EUA fueron similares entre momentos de secado ($p=0,15$), con diferencias significativas entre tratamientos de CC ($p<0,01$). Las mayores EUA se observaron en Cent 20P +80N y la mezcla de Vicia + Centeno, mientras que la EUA media de Cent 9P+40N fue muy baja en secado temprano e intermedio debido al escaso aporte de biomasa en los primeros estadios de desarrollo (Figura 3).

Si consideramos el costo hídrico de la inclusión de los CC en relación al barbecho tradicional (testigo) este no se modificó por el momento de secado ($p=0,27$), con un valor medio de 44 mm, mientras que entre tratamientos de CC fue mayor para los centenos (56 mm de promedio) que las vicias o la mezcla (37 mm en promedio).

El agua disponible (AD) a la siembra de maíz está condicionada por

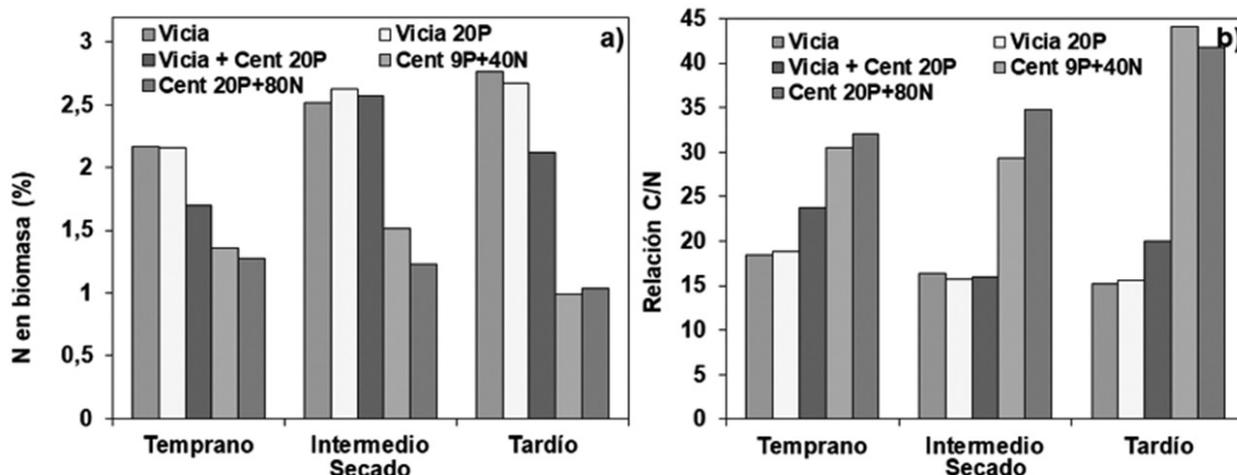


Figura 2. a) Contenido de nitrógeno (N) en biomasa y b) relación Carbono/Nitrógeno (C/N) de la biomasa aérea de cultivos de cobertura (CC) según momento de secado.

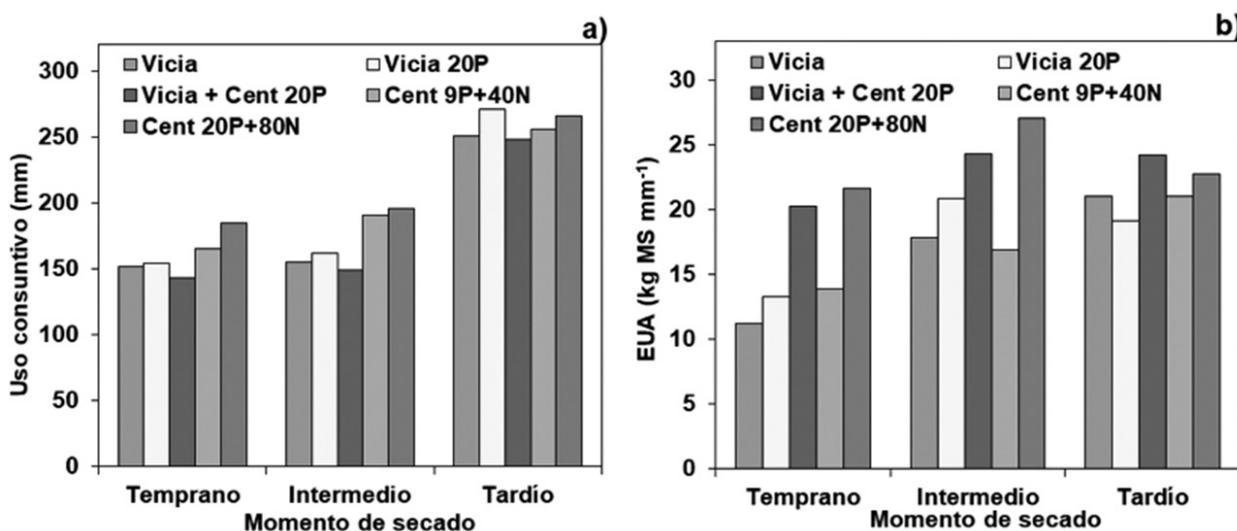


Figura 3. Uso consuntivo de los cultivos de cobertura (CC) y EUA según momento de secado y tratamiento de CC. Cent=centeno, P=kg de fósforo ha⁻¹, N=kg de nitrógeno ha⁻¹.

Dinámica hídrica

El UC varió entre 139 y 246 mm, con interacción entre especies y momento de secado (Figura 3a). En los secados temprano e intermedio

el consumo de agua de los CC hasta su secado, las precipitaciones ocurridas entre el secado y la siembra y la eficiencia de captura del

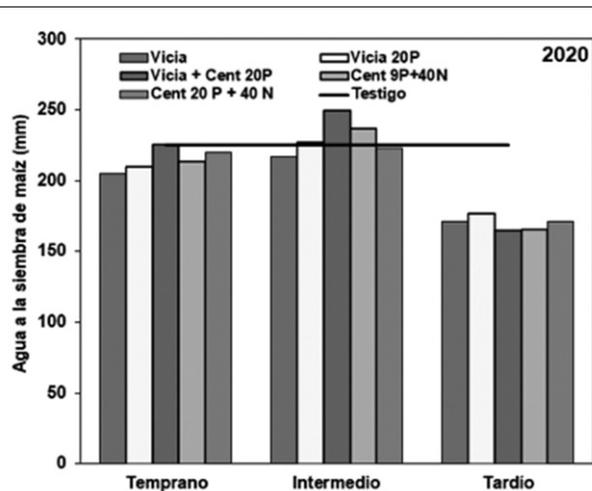


Figura 4. Disponibilidad de agua en el suelo (0-160 cm) al momento de la siembra de maíz. Cent=centeno, P=kg de fósforo ha⁻¹, N=kg de nitrógeno ha⁻¹. La línea negra representa el promedio de las parcelas testigos sin cultivos de cobertura.

agua de lluvia. El AD varió entre 164 y 250 mm, con una tendencia a interacción entre momento de secado y tratamiento ($p=0,08$) (Figura 4). Las precipitaciones ocurridas desde el secado hasta la siembra de maíz resultaron escasas con respecto a otras campañas (129, 82 y 41 mm para secado temprano, intermedio y tardío, respectivamente) y en muchos casos se dieron en eventos de escasa pluviometría (menores a los 10 mm). Con el secado temprano e intermedio los tratamientos con CC mostraron contenidos de agua similares al barbecho (testigo), mientras que con el secado tardío todos los tratamientos de CC mostraron menor contenido de agua, indicando que las escasas precipitaciones ocurridas no permitieron la recarga de los perfiles. En este secado se observó una menor disponibilidad hídrica con CC entre los 40 y 80 cm, con respecto al testigo (Figura 5). Estos resultados difieren de los observados en la campaña 2019-2020 (caracterizada por mayores precipitaciones primaverales) en donde los perfiles a la siembra de maíz fueron similares entre testigo sin CC y CC, independientemente del momento de secado (Barraco et al., 2020).

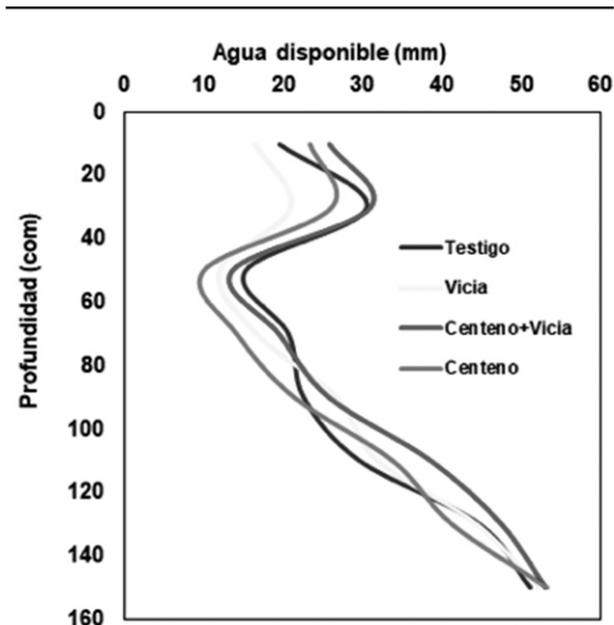


Figura 5. Distribución vertical del agua en el perfil a la siembra de maíz en el secado tardío de los cultivos de cobertura.

trato disminuyeron en la medida que se atrasó el secado (Figura 6a) (42, 37 y 35,9 kg N ha⁻¹ para secado temprano, intermedio y tardío, respectivamente) y con una disponibilidad media de 71 kg N ha⁻¹ para el testigo y 32 kg N ha⁻¹ para los CC (promedio de todos los secados).

A la siembra del cultivo de maíz el comportamiento fue similar, (Figura 6b). Se observaron diferencias entre momentos de secado ($p<0,05$), entre CC ($p<0,01$) y sin interacción entre las variables ($p=0,42$). La disponibilidad promedio fue de 100, 89 y 68 kg N ha⁻¹ para los secados temprano, intermedio y tardío, respectivamente. En cuanto a los CC, los mayores contenidos medios se observaron sobre el testigo (98 kg N ha⁻¹), intermedios para las vicias y la mezcla (89 kg N ha⁻¹) y menores contenidos sobre los centenos (72 kg N ha⁻¹). En los muestreos realizados en enero (solo en el secado tardío) se observó mayores con-

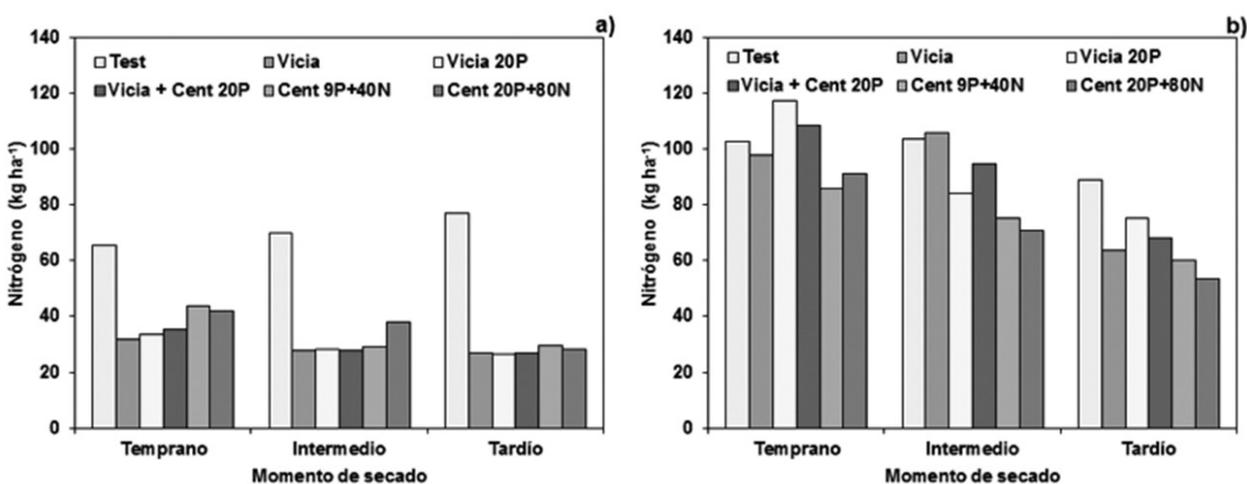


Figura 6. Disponibilidad de nitrógeno-nitrato (0-60 cm) al momento de cada secado a) y la siembra de maíz b). Cent=centeno, P=kg de fósforo ha⁻¹, N=kg de nitrógeno ha⁻¹.

Dinámica de nitrógeno

Los contenidos de N-nitrato al secado variaron según el momento de secado ($p<0,05$) y el tratamiento de CC ($p<0,01$), pero sin interacción entre estas variables ($p=0,21$). En promedio, los contenidos de N-ni-

tenidos para testigo y vicia (142 kg N ha⁻¹) y menores para la mezcla y centeno (92 kg N ha⁻¹). Estos resultados difieren de la campaña 2019-2020 donde en promedio los contenidos de N fueron similares entre momentos de secado, y mayores para el testigo con respecto a los CC que no difirieron entre especies (Barraco et al., 2020).

CONCLUSIONES:

El estudio se desarrolló en una campaña con escasas precipitaciones tanto durante el ciclo de CC como en el período de barbecho previo a la siembra de maíz, lo cual condicionó la dinámica de agua y N. El manejo nutricional de los CC modificó la producción de biomasa de centeno, pero no de vicia. La mezcla de vicia con centeno produjo una producción similar al centeno con mayor nutrición, centeno con baja fertilización presentó una producción intermedia y las vicias una producción menor.

Por otro lado, el UC se incrementó significativamente en el secado tardío, mientras que las EUA fueron similares entre secados y mayores para el centeno con mayor fertilización y la mezcla. Los secados temprano e intermedio permitieron la recarga de los perfiles a valores similares al barbecho, pero con el secado tardío los tratamientos con CC presentaron en promedio 55 mm menos que el barbecho tradicional. En la medida que se atrasó el momento de secado disminuyeron los contenidos de N-nitrato a la siembra de maíz, sin diferencias entre tratamientos de CC. Sin embargo, el monitoreo realizado en enero muestra para el secado tardío un mayor aporte por mineralización en las vicias.

BIBLIOGRAFÍA

- Barraco, M; Álvarez, C; Rampo, M; Girón, P; Miranda, W; Lobos, H.M. 2020. Especies y momentos de secado de cultivos de cobertura antecesores de maíz tardío. Memoria Técnica 2019-2020. Estación Experimental Agropecuaria General Villegas. pp. 23-26. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/9532>
- Fernández, R; Quiroga, A; Noellemeyer, E. 2013. Cultivo de cobertura como antecesor de maíz en la región semiárida pampeana. En Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Ed. Álvarez C.; A. Quiroga, D. Santos, M. Bodrero Ediciones INTA, 198pp. https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/89/l_alvcon779.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=118
- Pereyro, A; Gomez, G; Mazzola, L. 2020. Gramíneas invernales utilizadas como cultivos de cobertura en el este de Buenos Aires. Memoria Técnica 2019-2020. Estación Experimental Agropecuaria General Villegas. pp.26-29. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/9532>.
- Sa Pereyra, E; Galantini, J; Quiroga, A. 2017. Calidad de cultivos de cobertura en sistemas de siembra directa del sudeste bonaerense. Ciencia del Suelo 35 (2): 337-350. https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/3946/INTA_CRBsAs-Sur_EEABordenave_SaPereira_E_Calidad_de_cultivos_de_cobertura_en_sistemas_de_siembra_directa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PRODUCCIÓN DE VICIA SEGÚN CONDICIONES DE MANEJO DE LA SIEMBRA Y DE LA INOCULACIÓN

Miriam Barraco¹; Eugenia Gallace²; Martín Díaz-Zorita²

¹EEA INTA General Villegas, ²FA UNLPam

*barraco.miriam@inta.gob.ar

PALABRAS CLAVE:

cultivos de servicio, siembra al voleo, siembra en línea, implantación, biomasa.

INTRODUCCIÓN

La vicia es una especie con crecimiento otoño-inverno-primaveral que además de su abundante producción de materia seca, al ser una leguminosa, en simbiosis con rizobios específicos, incorpora nitrógeno (N) del aire a través del proceso de fijación biológica del N. En promedio, cada tonelada de biomasa de vicia contiene entre 22 y 30 kg de N que, dada la baja relación C:N de los residuos, es de rápida mineralización y fácilmente disponible para la nutrición de cultivos inmediatos en rotación. Esta cualidad no solo tiene efectos directos sobre su nutrición y producción de biomasa sino también sobre el mejoramiento de los sistemas agropecuarios. En suelos con antecedentes de esta especie es frecuente observar la formación espontánea de nódulos, no obstante, son abundantes los estudios que muestran que al inocular con cepas de *Rhizobium leguminosarum biovar viciae* el crecimiento de la vicia es mayor y se mejora la nutrición nitrogenada y producción de los cultivos en rotación (Gudelj y col. 2010). Además, por su porte rastrojero permite cubrir el suelo y así reducir su erosión.

La siembra de vicia se realiza durante el otoño por lo que, para su inclusión en sistemas agrícolas con cultivos estivales, además de la siembra convencional luego de la cosecha del cultivo anterior es frecuente y creciente la siembra en superficie ("con avión", "al voleo") quedando las semillas sobre los rastrojos de cultivos antes de la cosecha. Se reconoce con este manejo resultados variables en la eficiencia de implantación asociados, entre otros factores, a limitaciones en la humedad y exposición a desecación que limitan la imbibición o la instalación de las plántulas en el suelo. Gallace et al. (2021) observaron, en estudios en condiciones controladas de crecimiento, que la siembra

de semillas de vicia en superficie, aún sobre un sustrato húmedo, limita en aproximadamente el 70% la emergencia inicial y en el 25% el logro de la implantación del cultivo. Además, la aplicación de tratamientos de semillas con un inoculante conteniendo cepas de *Rhizobium leguminosarum* y aditivos de protección bacteriana mejoró la nodulación tanto al sembrar en superficie como en el sustrato de cultivo.

A partir de estas observaciones se supone que, al exponer las semillas inoculadas a condiciones desfavorables de germinación, la nodulación de las plántulas de vicia disminuye y que este comportamiento sería parcialmente atenuado con la aplicación de aditivos de protección bacteriana. Esta mejora durante la instalación del cultivo contribuiría al crecimiento inicial del cultivo en el invierno y sus aportes serían de menor magnitud en el ciclo completo de producción.

El objetivo de este estudio fue cuantificar, en condiciones de campo, los efectos de la inoculación de semillas de vicia sobre la implantación y producción del cultivo según la ubicación de las semillas durante la siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la EEA INTA "General Villegas" (Drabble, Bs.As.) sobre un suelo con predominio de Hapludoles Típicos con antecesor centeno de cosecha. El 30 de marzo del 2021 se instalaron los tratamientos descriptos en la Tabla 1. Se emplearon semillas de *Vicia villosa* sp villosa que, según el tratamiento correspondiente, fueron inoculadas en el día de la instalación del ensayo con un inoculante líquido conteniendo *Rhizobium leguminosarum* (Optimize C®) a razón de 3 ml kg⁻¹ de semillas y con un aditivo de protección bacteriana