

Cultivos de cobertura como antecesores de maíz temprano.

Ignacio Alzueta, Bernardo Romano y Andrés Madias. Chacra Bragado Chivilcoy. Aapresid
ialzueta@agro.uba.ar

Introducción

Dentro del marco actual donde se desarrolla la agricultura, es necesario asegurar un sistema sostenible en el tiempo que permita desarrollar una calidad de vida aceptable y previsible. Una agricultura sostenible en el tiempo puede describirse como aquella que a través de la gestión de tecnologías ecológicamente racionales, se enfoque no solamente en la obtención de altos rendimientos de un producto en particular, sino en la optimización del sistema en su conjunto (Altieri, 1992; Alessandri, 2014). Actualmente, el proceso de agriculturización registrado en los sistemas agrícolas de la región pampeana y el aumento de hasta un 80 % de la superficie agrícola dominada por cultivos continuados de soja ha llevado a pérdidas en la cobertura de los suelos aún en sistemas de siembra directa (Ridley, 2013).

A su vez el incremento de la superficie con cultivos de verano, y la intensificación en los planteos ganaderos (más silos y/o rollos), sumado a la coyuntura productiva actual, han provocado una disminución marcada en el área de producción de los mismos y consecuentemente un significativo cambio en los aportes de carbono al suelo. Estos cambios exponen al sistema agrícola a grandes pérdidas de su potencialidad productiva, principalmente por la degradación de sus suelos. En este contexto, la inclusión de cultivos de cobertura en la rotación aparece como una oportunidad para mitigar y/o revertir una serie de procesos que pueden condicionar la sostenibilidad de los sistemas de producción, complementando y/o suplementar la producción de cultivos invernales (Kruger y Quiroga, 2013; Alessandri, 2014).

Se define Cultivo de Cobertura (CC) a *“una cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)”*. Esto es, todo cultivo que se siembre entre dos cultivos sucesivos, que no tiene un valor económico en sí mismo, pero que agrega valor al cultivo siguiente, que es el de interés económico (Alessandri, 2014).

Según Kruger y Quiroga (2013), existen un gran número de razones por las que podemos incorporar a los CC en nuestros sistemas, por ejemplo:

- mejorar el balance de C
- fijar N para reducir los requerimientos de fertilizantes
- atenuar las pérdidas de suelo por erosión eólica e hídrica
- disminuir la presión de malezas y el uso de herbicidas
- mejorar la captación de agua y reducir encharcamientos/encostramiento
- mejorar transitabilidad
- reducir riesgos de salinización por ascenso capilar desde napas
- reducir evaporación incrementando la eficiencia de conservación y disponibilidad de agua en el perfil
- disminuir la lixiviación de nutrientes

disminuir la susceptibilidad a la compactación

Si bien, las ventajas que presentan los CC son muchas y con objetivos variados, existen algunas “desventajas” que deberían tenerse en cuenta. Por ejemplo, se reconoce que el consumo hídrico de éstos durante el invierno interferiría en la normal oferta de agua para el cultivo siguiente (Duarte, 2002; Quiroga et al., 2007; Ridley, 2013), podría generar problemas de implantación en los cultivos siguientes, como también ser hospedante de diferentes plagas y enfermedades.

El grupo productores de la Chacra Bragado-Chivilcoy se encuentra en la búsqueda de alternativas para intensificar sus sistemas de producción. Estando en una zona de alto potencial de producción de cultivos como trigo y cebada, la intensificación de los sistemas debiera pasar por la inclusión de los mismos en las rotaciones. Sin embargo muchas veces existen situaciones que impiden su inclusión (elevado riesgo de anegamiento, lotes de alto potencial donde se busca hacer un cultivo de primera, dificultades en la comercialización) y es para estas situaciones en donde es necesario buscar alternativas y ajustar su manejo para hacer viable su inclusión en los sistemas. Con el fin de avanzar sobre estos objetivos específicos y productos asociados a esta línea de trabajo, se llevaron a cabo ensayos en lotes de producción durante las campañas 2015/16 y 2016/17 en la localidad Coronel Seguí, provincia de Buenos Aires.

En suelos Argiudoles típicos que se encuentran con cierto grado de degradación (densificaciones, estructuras laminares), los productores perciben que la intensificación de las rotaciones es el camino para recuperar la capacidad productiva de los mismos. Para ello están implementando en algunas situaciones rotaciones intensivas como Trigo/Soja de 2^{da}-Maíz 1° temprano y dentro de este esquema se plantean si es factible la inclusión de cultivos de cobertura como antecesores maíces tempranos (Fecha de siembra de principios de octubre) para acelerar el proceso de recuperación de los suelos mediante el aporte de C pero con la premisa de no impactar negativamente en el rendimiento del maíz.

Metodología

Durante las campañas 2015/16 y 2016/17 se llevaron adelante dos ensayos en lotes de producción cercanos a la localidad de Coronel Seguí, Buenos Aires. El suelo de los lotes fue caracterizado como Argiudol típico serie O'Higgins (GEOINTA, 2014) y el cultivo antecesor en ambos casos fue soja de primera. Se evaluaron cultivos de cobertura (y combinaciones) como antecesores de maíz temprano tales como *Vicia villosa* y *Trifolium alexandrinum* (Trébol de Alejandría) como potenciales fijadores de N del aire al sistema, Centeno (*Secale cereale*) como especie aportante de carbono; y Colza (*Brassica napus*) y Rabanito forrajero (*Raphanus sativus*) como posibles "descompactadores" de los primeros centímetros del suelo, por su raíz pivotante.

En 2015/16 los tratamientos fueron: a) Centeno cv. Don Edwal + *Vicia villosa* (C+V); b) Centeno + Trébol de Alejandría (C+T); c) Centeno + *Vicia villosa* + Colza (C+V+Co); d) Centeno + Trébol de Alejandría + Colza (C+T+Co); y e) Barbecho (sin cultivo de cobertura). El ensayo se realizó en franjas sin repeticiones, las mismas fueron de 15 m de ancho por 460 m de largo (ca. 0,69 ha). En 2016/17 los tratamientos fueron: a) Centeno cv. Don Edwal + *Vicia villosa* (C+V); b) Centeno + *Vicia villosa* + Rabanito forrajero (C+V+Rab); c) Centeno + Rabanito forrajero (C+Rab); y d) Barbecho (sin cultivo de cobertura). El ensayo se realizó en franjas con 2 repeticiones, las mismas fueron de 9,1 m de ancho por 320 m de largo (ca. 0,29 ha).

Los cultivos de cobertura se sembraron el 18 de mayo de 2015 y el 12 de mayo de 2016, durante 2015/16 y 2016/17, respectivamente. Los mismos se interrumpieron químicamente el 17 de septiembre de 2015 y 15 de septiembre de 2016 (ca.120 días de ciclo de crecimiento), para permitir una siembra del maíz en los primeros días de octubre. En 2015/16, por un exceso de precipitaciones en esa época del año, la siembra del maíz se demoró hasta el 7 de noviembre de 2015; mientras que en 2016/17 el maíz se sembró el 4 de octubre.

El manejo agronómico aplicado a las diferentes situaciones se detalla en la tabla M&M 2.

Tabla M&M. Detalles de manejo (densidad y fertilización) de cada uno de los tratamientos invernales evaluados durante 2015/16 y 2016/17. Chacra Bragado-Chivilcoy.

Campaña	Cultivo de cobertura	Densidad	Fertilización
2015/16	Centeno + Vicia	30 + 10 kg ha ⁻¹	100 kg ha ⁻¹ MAP
	Centeno + Vicia + Colza	30 + 10 + 5 kg ha ⁻¹	100 kg ha ⁻¹ MAP
	Centeno + Trébol	30 + 10 kg ha ⁻¹	100 kg ha ⁻¹ MAP
	Centeno + Trébol + Colza	30 + 10 + 5 kg ha ⁻¹	100 kg ha ⁻¹ MAP
2016/17	Centeno + Vicia	20 + 20 kg ha ⁻¹	100 kg ha ⁻¹ MAP
	Centeno + Vicia + Rabanito	30 + 20 + 13 kg ha ⁻¹	100 kg ha ⁻¹ MAP
	Centeno + Rabanito	30 + 13 kg ha ⁻¹	100 kg ha ⁻¹ MAP

*todas las semillas contaron con tratamientos de inoculación y protección.

Determinaciones y seguimiento

Se realizaron determinaciones de humedad gravimétrica hasta los 2 metros de profundidad en cinco estratos (0-20 cm, 20-50 cm, 50-100 cm 100-150 cm y 150-200 cm) en 4 momentos: siembra de las coberturas, secado de las coberturas, siembras del maíz y cosecha del maíz. Con los datos de humedad gravimétrica se estimó el contenido de agua útil hasta los 2 metros en cada momento de medición para cada uno de los tratamientos. Se calculó el costo hídrico (CH) de los cultivos de cobertura en dos momentos, al secado de las coberturas y a la siembra del maíz. El CH de cada tratamiento se calculó como la diferencia de la lámina de agua útil a los 2 m entre el tratamiento barbecho y cada uno de los tratamientos. Las lluvias diarias durante los ciclos evaluados fueron tomadas del registro propio del establecimiento.

Como variables respuestas se determinó la biomasa total generada por los cultivos de cobertura y por el maíz, el rendimiento del maíz y el margen bruto de cada tratamiento en su conjunto, como medida del resultado económico.

La Biomasa Aérea (BA; kg·ha⁻¹) de los cultivos de cobertura se determinó mediante cosechas manuales de BA de 5 estaciones de muestreo de 3 m² en cada tratamiento. Luego del corte se pesó en el campo la materia verde de cada unidad de muestreo, se tomó una alícuota para enviar a laboratorio y determinar el porcentaje de humedad de la muestra, y luego determinar la MS de cada repetición.

El rendimiento del cultivo de maíz se determinó por cosecha mecánica y se tomaron muestras de grano para determinar el contenido de humedad; luego el rendimiento se corrigió a humedad comercial (14,5%). La BA aportada por los residuos del maíz se estimó como:

$$BA = \frac{\text{Rend}}{\text{IC}} - \text{Rend}$$

Donde BA es la biomasa en kg·ha⁻¹ aportada por el cultivo de maíz; Rend es el rendimiento del maíz en kg·ha⁻¹ expresado a 0% de humedad; e IC es el índice de cosecha que se fijó en 0,48.

A partir de la información recopilada, se pudo evaluar a través del método de Andriulo *et al.* (1999), el aporte de carbono en cada una de las alternativas productivas propuestas.

Para determinar los momentos más adecuados para la interrupción de los CC se tuvo en cuenta, la disponibilidad hídrica en perfil del suelo, el volumen de biomasa aérea generada y la fecha de siembra objetivo del cultivo posterior.

En la campaña 2016/17 en el cultivo de maíz se dejó una franja sin fertilizar en sentido transversal a como se habían sembrado los cultivos de cobertura. Al momento de floración del maíz (R1; Ritchie y Hanway, 1985) sobre las parcelas con antecesores C+V+Rab y Barbecho en el sector si fertilizar se tomaron muestras de suelo cada 20 cm hasta 80 cm de profundidad y se determinó en cada una el contenido de nitratos del suelo, como un estimador del aporte N de las coberturas.

A su vez en la campaña en la campaña 2016/17, al interrumpirse los cultivos de cobertura, se realizó una evaluación visual del grado de densificación del suelo para los diferentes tratamientos a través del *método de estallido* (Peralta 2016. comunicación personal).

Finalmente, se estimó para secuencia de cultivos analizada (invernal + estival) el margen bruto (MB) como la diferencia entre los ingresos por venta de grano y los costos de implantación, protección, cosecha y comercialización. Para esto se consideró como referencia los precios de insumos y granos vigentes al 1/10/2016 y 1/5/2017.

Resultados y discusión

Costo hídrico de la inclusión de las coberturas

El costo hídrico (CH) al momento de secado de las coberturas en en ambas campañas para las alternativas evaluadas siempre fue inferior a 30 mm (Figura 1). Durante la campaña 2015/16, de las cuatro alternativas de cobertura evaluadas, las que incluyeron vicia mostraron un consumo levemente superior a las que no lo tuvieron (ca. 10-12 mm; Figura 1a). En 2016/17 el tratamiento C+Rab fue el que menor CH mostró.

El CH a la siembra del maíz en ambas campañas se redujo respecto al evaluado al momento del secado de las coberturas. En 2015/16 para todos los tratamientos fue en promedio 16 mm, habiendo llovido 140 mm entre el secado de las coberturas y la siembra del maíz. En 2016/17 el CH a la siembra del maíz fue en promedio 15 mm para todas las coberturas, aunque solo llovieron 40 mm entre el secado de las coberturas y la siembra del maíz.

Por otra parte cabe remarcar que la Eficiencia de Barbecho $[(AU\ Siembra\ Maiz - AU\ inicio\ Barbecho)/Lluvias\ en\ el\ barbecho * 100]$ fue de tan solo 7,2%, y 14,4%, para las campañas 2015/16 y 2016/17, respectivamente. Captándose en 2015/16 solamente 41 mm de los 676 mm de lluvia caídos en el período de barbecho y 15 mm de los 107 mm en 2016/17.

Se podría considerar para ambas campañas analizadas que la inclusión de CC previo al maíz de primera no tuvo un impacto negativo desde el punto del costo hídrico y que dejar el lote en barbecho no hizo que el maíz comience su ciclo con una mejor condición hídrica que cuando fue antecedido por un cultivo de cobertura. Por otra parte teniendo en cuenta que el CH al secado de las coberturas fue como máximo 30 mm y basandonos registros climáticos históricos vemos que existe un 80% de probabilidad de recargar esos 30 mm entre el 15 de septiembre y el 10 de octubre.

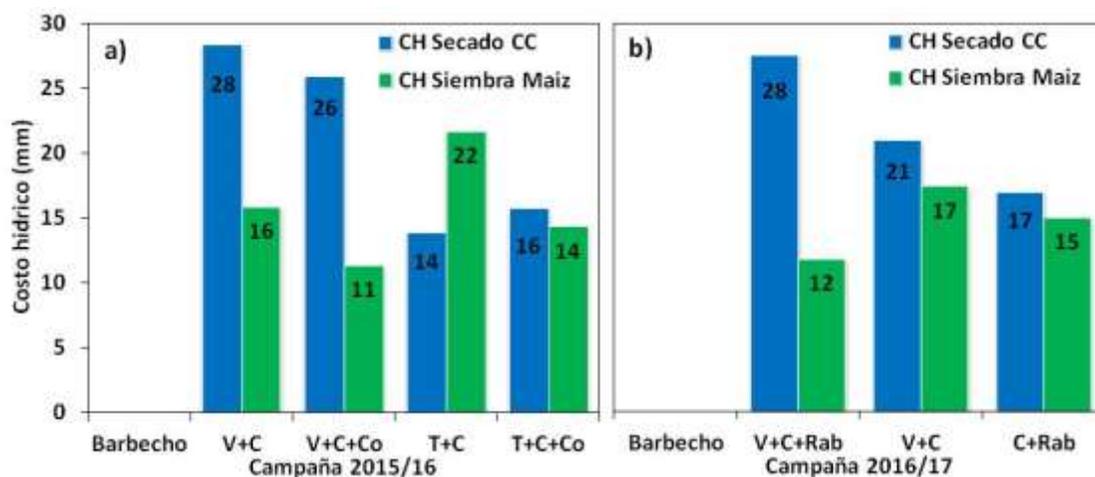


Figura 1. Costo hídrico de cada cobertura respecto al barbecho al momento de secado de las coberturas (barras azules) y a la siembra del maíz (barras verdes) para campaña 2015/16 (a) y 2016/17 (b).

Rendimiento del maíz de primera

El rendimiento medio fue de 11.541 y 11864 kg·ha⁻¹ para las campañas 2015/16 y 2016/17, respectivamente, ubicándose por encima de la media zonal.

En la campaña 2015/16, no se observaron marcadas diferencias entre antecesores, ni respecto a la situación de barbecho (Figura 2a). El máximo rendimiento se alcanzó con el antecesor barbecho (ca. 11800 kg·ha⁻¹), mientras que el valor mínimo se dio con la mezcla V+C+Co (Figura 2a).

En la campaña 2016/17, los maíces antecesorados por cultivos de cobertura rindieron entre ca. 1200 a 2200 kg·ha⁻¹ más que cuando el antecesor fue barbecho. El máximo rendimiento se alcanzó con el antecesor V+C+Rab (ca. 12.900 kg·ha⁻¹), mientras que el valor mínimo se dio en la situación barbecho con ca. 10.700 kg·ha⁻¹ (Figura 2b) encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre estos tratamientos (LSD Fisher; p<0,05).

En base a estos resultados se estaría cumpliendo con uno de los primeros requisitos planteados por los productores para definir hacer o no hacer un CC previo a un maíz de temprano, que es que el mismo no tenga un impacto negativo en el rendimiento respecto a la situación proveniente de barbecho en la presente campaña.

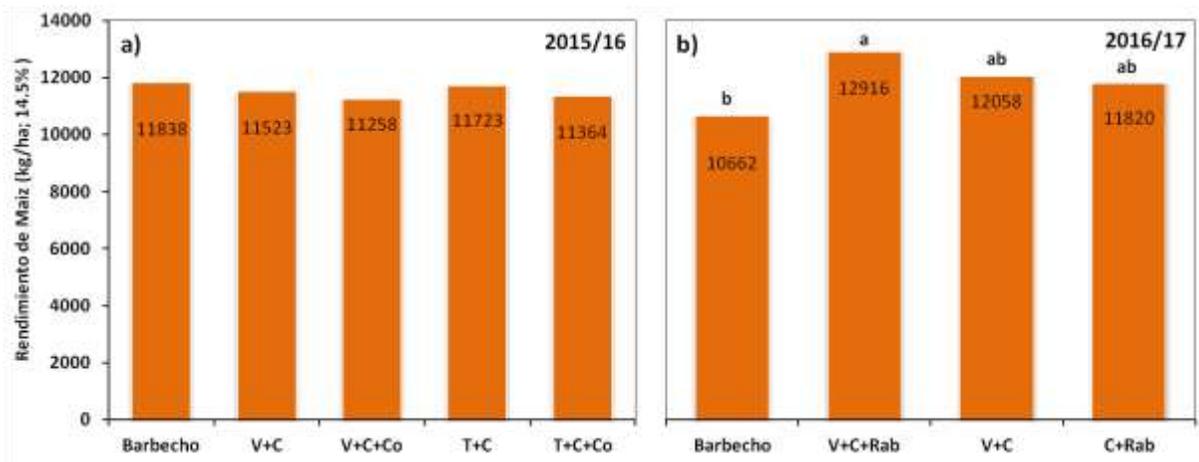


Figura 2. Rendimiento de maíz de primera ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) sobre cada uno de los tratamientos invernales en las campañas (a) 2015/16 y (b) 2016/17. Letras diferentes expresan diferencias en las medias de los tratamientos (LSD Fischer; $\alpha:0,05$).

Producción de MS de los cultivos de cobertura y balance de carbono de la secuencia

En 2015/16 los cultivos de cobertura produjeron en promedio $4.300 \text{ kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$, sin observarse grandes diferencias entre los tratamientos, aunque las combinaciones que incluyeron colza en la mezcla tuvieron un producción levemente superior ($300 \text{ kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$), mientras que las mezclas que contenían trébol produjeron en promedio $130 \text{ kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ menos que las que contenían Vicia (Figura 7a). En la campaña 2016/17 (Figura 3a) la producción promedio de las coberturas fue de $4.067 \text{ kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$, habiendo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Encontrándose diferencias significativas en la productividad de las diferentes alternativas de CC (LSD Fisher; $p<0.01$). Las coberturas V+C+Rab y V+C fueron las de mayor aportes MS con 4.890 y $4530 \text{ kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente; evidenciando el aporte de MS de la *Vicia villosa* a pesar del secado temprano ya que estos tratamientos que la incluyeron produjeron en promedio $1930 \text{ kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ más que el tratamiento que no la incluyó (C+Rab).

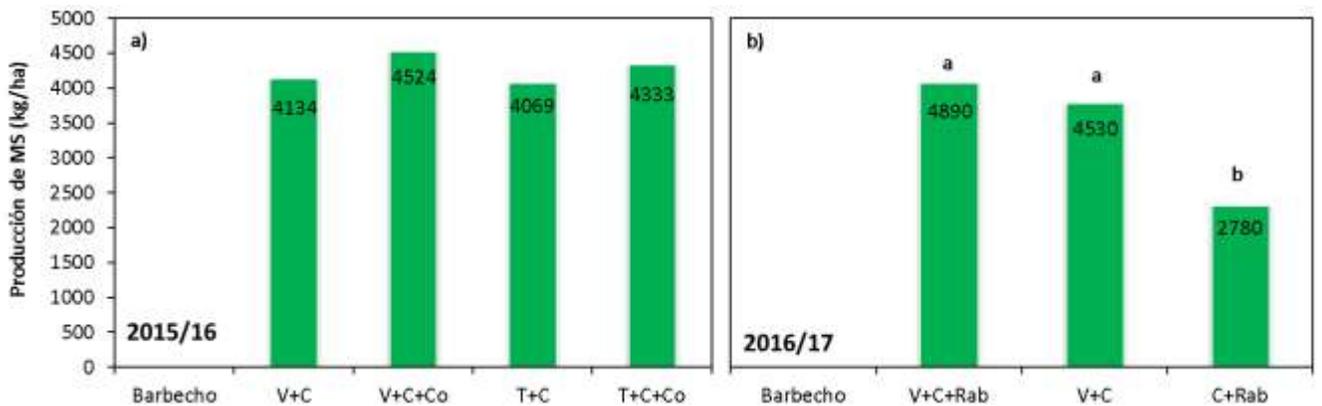


Figura 3. Producción de materia seca ($\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$) de los cultivos de cobertura evaluados. Letras diferentes expresan diferencias en las medias de los tratamientos (LSD Fischer; $\alpha:0,05$).

En un análisis anual, en promedio los tratamientos de Cultivo de Cobertura + Maíz temprano aportaron al sistema $1.150 \text{ kgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ en la campaña 2015/16 y $1196 \text{ kgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ en la campaña 2016/17; superando al tratamiento Barbecho/Maíz temprano en 340 y $550 \text{ kgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ en 2015/16 y 2016/17, repectivamente (Figura 4).

Para este tipo de ambientes -Argiudol típico y 3,9% de materia orgánica- la pérdida anual de C estimada es de ca. 1200 kgC·ha⁻¹·año⁻¹, por lo que la inclusión de alguna de estas alternativas invernales se podría considerar como una estrategia a tener en cuenta para el mantenimiento o mejora de los niveles de C de los suelos, otro de los objetivos planteados por los productores en sus sistemas de producción.

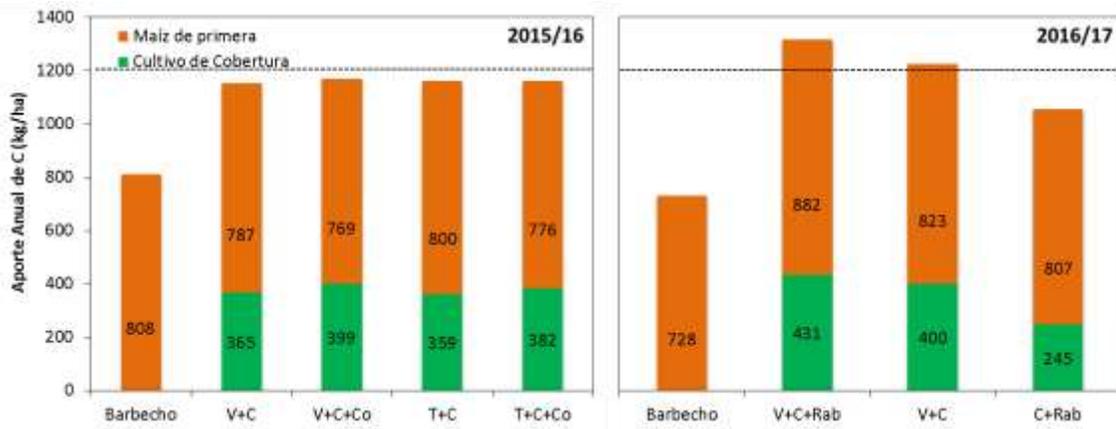


Figura 4. Aporte anual de C (kg/ha) al sistema de cada tratamientos (alternativa invernal + maíz). La línea punteada indica las pérdidas anuales de C (kg/ha) estimada para este ambiente. Campaña 2015/16 y 2016/17.

Modificaciones en la estructura del suelo

Durante la campaña 2016/17, con el fin de ver si los CC pueden tener un efecto al corto plazo sobre la estructura del suelo, se realizó la determinación del *índice de estallido* (Gil y Peralta; 2015), al finalizar el ciclo de los cultivos de cobertura. De la misma se observó que una proporción mayor de terrones de tamaño grande (>10cm) en la situación sin cultivo de cobertura (Barbecho), mientras que por el contrario en las situaciones con CC, se observó mayor proporción de terrones que rompían en tamaños menores a 2,5cm (Figura 5). En esta primera aproximación, pareciera que la utilización de cultivos de cobertura puede ser una herramienta útil a la hora de contrarrestar el efecto de densificación de los suelos por efecto de maquinaria pesada.

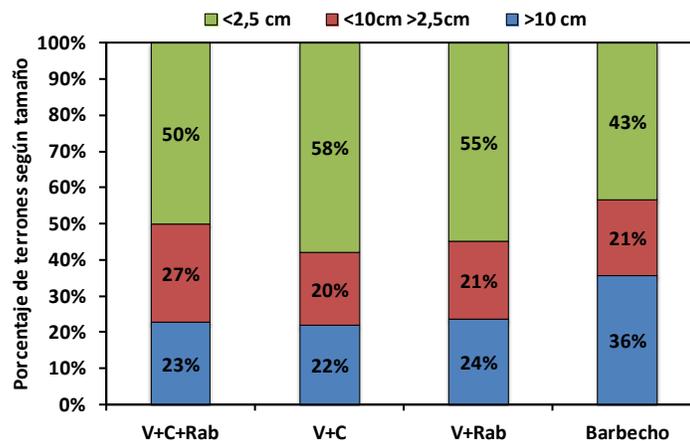


Figura 5. Porcentaje de terrones de diferente tamaño resultantes de realizar la evaluación de estructura a través del índice de estallido sobre los tratamientos de alternativas invernales, durante la campaña 2016/17.

Aportes de nitrógeno al sistema

La determinación de nitratos en suelo al momento de floración arrojó valores de 58 y 33 kgN·ha⁻¹ a los 80 cm de profundidad para los maíces con antecesores C+V+Rab y Barbecho, respectivamente, mostrando diferencias de 25 kgN·ha⁻¹ a favor del maíz antecedido por la cobertura respecto al barbecho cuando estaba ocurriendo el periodo crítico de definición del rendimiento (± 15 días de R1; Figura 11). Esta diferencia, se concentró principalmente en los primeros 20 cm del suelo, siendo la disponibilidad casi 3 veces mayor, en la franja con presencia de vicia que la que no tuvo CC (barbecho; Figura 6). Por otro lado, Agosti et al (2016) observaron en la Chara Pergamino que maíces tardíos con antecesor vicia, habían absorbido durante su ciclo una mayor cantidad de N respecto a los que provenían de barbecho, sustentando que la mayor disponibilidad observada, a su vez fue aprovechada por el cultivo para terminar repercutiendo en un mayor rendimiento.

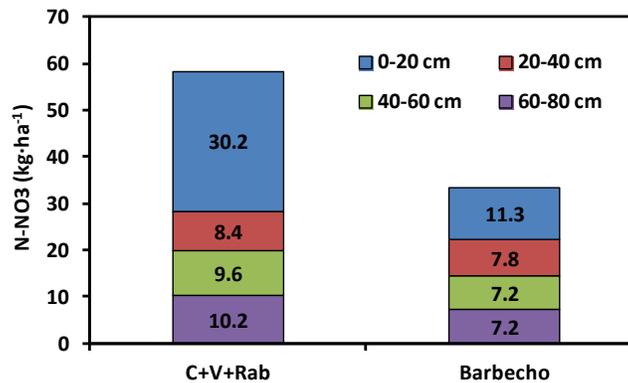


Figura 6. Disponibilidad de N-NO₃ en suelo en R1 del maíz sobre diferentes antecesores. Chacra Bragado-Chivilcoy. Campaña 2016/17.

Observaciones a lo largo del ciclo de los cultivos: Malezas

En ambas campañas, al momento de interrupción de los cultivos de cobertura, se observaron diferencias marcadas en la frecuencia de aparición de malezas O-I-P, como Rama negra (*Coniza bonariensis*) y Capiqui (*Stellaria media*) entre los tratamientos. El tratamiento de barbecho presentó la mayor frecuencia de aparición de estas malezas, mientras que en los tratamientos con coberturas la frecuencia de las mismas fue muy baja.

Si bien no se realizaron cuantificaciones, las diferencias entre las situaciones (barbecho o cultivos de cobertura) fueron evidentes, verificándose uno de los posibles beneficios de los CC que es el efecto supresor de las malezas. La inclusión de los CC permitiría planificar de manera totalmente diferente el tipo de manejo de malezas respecto a una situación de barbecho, por ejemplo desistiendo del uso de herbicidas residuales pre siembra y eventualmente herbicidas en pre emergencia del maíz.



Foto 1. Imagen correspondiente al barbecho (izquierda) y entre surco de la combinación vicia + centeno (derecha) al momento de interrupción de los cultivos de cobertura. Fotos de la campaña 2015/16

Resultado económico

A la hora de seleccionar cual alternativa es la adecuada para utilizar en este tipo de ambientes, el resultado económico (MB; US\$·ha⁻¹), puede ser una herramienta de apoyo. Entre campañas se observaron grandes diferencias en los costos para llevar adelante un cultivo de maíz temprano, siendo casi 200 US\$·ha⁻¹ menores en la campaña 2016/17, esta diferencia se dio principalmente por una reducción en el uso de nutrientes y sobre todo herbicidas durante el ciclo del cultivo. De esta manera se observaron que los MB respecto a la situación de barbecho químico, fueron en promedio 130 US\$·ha⁻¹ menores durante 2015/16 y 85 US\$·ha⁻¹ mayores durante 2016/17, este último año, también impulsados por una diferencia marcada en el rendimiento cuando el antecesor fue una cobertura (Tabla 1).

A pesar de que en este ensayo no se variaron las dosis de N aplicados al maíz por antecesor y el manejo del paquete de herbicidas fue similar, de experiencias realizadas en la chacra sobre el cultivo de maíz se pueden estimar algunos posibles ahorros en el plante del maíz siguiente producto de intensificar con cultivos de cobertura. Por ejemplo, en cuanto al uso de herbicidas se puede estimar un ahorro de 72 US\$·ha⁻¹, por prescindir de la utilización de un preemergente y residual dado que la cobertura de la vicia consociado, logra suprimir notablemente a las malezas problema de los lotes donde fueron evaluados (ie. Rama negra), sumado a un posible ahorro por la aplicación de N de alrededor de 25 US\$·ha⁻¹, dado que se podría pensar en un planteo de fertilización menor, por el aporte de unos 30 kgN·ha⁻¹, dando un ahorro total de alrededor de 97 US\$·ha⁻¹, lo cual cambiaría notablemente el resultado económico final.

Tabla 1. Margen Bruto (US\$/ha) de las diferentes alternativas evaluadas*. Diferencia MB respecto a la situación sin cultivo de cobertura, diferencia MB 2 representa la diferencia considerando el ahorro teórico de implementar CC previos al cultivo de maíz.

Campaña	Trat	Costo CC (US\$/ha)	Maíz (US\$/ha)	Total (US\$/ha)	Precio Neto (US\$/tn)	Rto (tn/ha)	Ingresos total	MB (US\$/ha)	Dif MB (US\$/ha)	Posible ahorro (US\$/ha)	Dif MB 2 (US\$/ha)
2015/16	Barbecho	57	838	895	138	11.84	1634	739	0	0	739
	V+C	162	838	1000	138	11.52	1590	590	-148	97	-51
	V+C+Col	164	838	1002	138	11.26	1554	552	-187	97	-90
	C+T	169.5	838	1008	138	11.72	1618	610	-128	97	-31
	C+T+Col	171.5	838	1010	138	11.36	1568	559	-180	97	-83
2016/17	Barbecho	57	645	702	132	10.66	1407	705	0	97	97
	V+C+Rab	216.8	645	862	132	12.92	1705	843	138	97	235
	V+C	148.4	645	793	132	12.06	1592	798	93	97	190
	C+Rab	185.4	645	830	132	11.82	1560	730	25	97	122

*Precio neto= Precio bruto – (% comercialización + flete). Maíz temprano 31%

3.4. Comentarios finales

✓ ¿Es posible realizar un CC como antecesor del maíz temprano sin impactar negativamente en el rendimiento?

Es posible realizar CC con un muy bajo impacto o impactos positivos sobre el cultivo de maíz. Se observó una disminución del 3% con rendimientos elevados ($11,5 \text{ tn}\cdot\text{ha}^{-1}$) en la primera campaña y un incremento del 15% en la segunda campaña.

✓ En un periodo de tiempo acotado, ¿qué alternativa puede realizar el mayor aporte de carbono al sistema?

La mayoría de los cultivos de cobertura evaluados produjeron más de $4 \text{ tn}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS en un ciclo de crecimiento relativamente corto (c.a. 120 días). Las coberturas en las que se combinaron 3 especies tendieron a superar a las que combinaron 2 especies. En comparación con la vicia, el trébol de Alejandría no logró un mayor aporte de MS y su costo de implantación fue un 50% mayor.

La inclusión de CC como antecesor de maíz temprano permite mejorar significativamente el balance anual de C del sistema, respecto a dejar el lote en barbecho durante el invierno.

✓ ¿Cuál es el impacto sobre la población de malezas?

Se observó una marcada reducción en la emergencia de malezas. Lo cual nos permitiría a futuro pensar en la posibilidad de prescindir de la aplicación de herbicidas residuales como ya se ha implementado en el sistema de CC/Maíz tardío.

✓ ¿Es viable económicamente incluir cultivos de cobertura previo a un maíz temprano?

El resultado varío entre campañas siendo negativa y positiva dependiendo de los costos de implantación del cultivo de maíz y el efecto sobre la productividad del mismo. Pero otras experiencias dentro de la chacra nos permiten estimar que podría existir un ahorro cercano a 85US\$/ha en el siguiente cultivos, lo cual mejoraría el resultado económico e impactaría de manera positiva en el ambiente al reducir el número de aplicaciones de herbicidas y fertilizantes inorgánicos.