

Antecedentes de maíz: barbecho o cultivos de cobertura?

Cazorla, Cristian; Baigorria Tomás EEA INTA Marcos Juárez -- ccazorla@mjuarez.inta.gov.ar
Lardone⁽¹⁾, Andrea; Bojanich⁽²⁾; Marcos; Aimetta⁽³⁾, Bethania; Vilches⁽³⁾ -- ⁽¹⁾ UN Río Cuarto; ⁽²⁾ Instituto La Salle (Rosario); ⁽³⁾ UN Villa María

Introducción

Actualmente, en la provincia Córdoba se concentra el 38 % de la producción nacional de maíz, en la que se incluye el departamento Marcos Juárez, con un total de 116.800 ha sembradas, logrando un rendimiento promedio de 88 qq/ha (UPSIIA, 2009). Teniendo en cuenta que luego de la cosecha del cultivo estival el suelo queda expuesto a adversidades climáticas, una alternativa factible es la siembra de un cultivo de cobertura (CC) durante el periodo invernal.

Los CC son especies vegetales establecidas entre dos cultivos de verano, no son pastoreadas, incorporadas ni cosechadas, quedando en superficie protegiendo al suelo y liberando nutrientes como resultado de procesos de degradación de la biomasa aérea y radicular. Los CC cumplen con diversas funciones, entre ellas, protección física del suelo a la radiación solar, viento y lluvia, control de malezas (Fernández *et al.*, 2007; Damrosch, 1998), mayor aporte de carbono orgánico (Álvarez, 2005), captura de nutrientes móviles (nitrógeno y azufre) a través de su biomasa, aumento de la eficiencia del uso de agua, depresión de napas freáticas, y control de plagas y enfermedades.

A través de la producción de materia seca (MS), los CC proveen de sustrato a los microorganismos que intervienen en el ciclo de nitrógeno (N), toman $N-NO_3$ y lo incorporan en su biomasa. De este modo, se reduce la disponibilidad de N a la siembra de los cultivos estivales y no queda expuesto a lixiviación ante la ocurrencia de lluvias intensas. Finalmente, la descomposición y posterior mineralización de los residuos de CC, regulada por la actividad y número de la biota del suelo, entrega el N durante el ciclo de los cultivos estivales (Abril, 2002).

Las funciones que cumplen los CC son diversas y la probabilidad de éxito de esta técnica va a depender de cuál es el factor limitante de la producción. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo es analizar el impacto de los CC en tres funciones principales: dinámica de agua, disponibilidad de nitratos y control de malezas. Además se analizan los rendimientos obtenidos en maíz con diferentes antecedentes.

Contenidos hídricos durante el periodo invernal

Los CC pueden presentar como desventaja la interferencia por la utilización de agua, que puede llegar a afectar la implantación del cultivo posterior o comprometer su rendimiento (Fernandez & Quiroga 2009). Esto dependerá de la capacidad de retención de agua (CRA) útil al momento de la siembra y de las precipitaciones durante el ciclo del cultivo estival. Suelos Haplustoles típicos (CRA 100 mm) son más dependientes de las precipitaciones para el normal desarrollo del cultivo estival, mientras que Argiudoles típicos (CRA 240 mm) cuentan con reservas mayores para afrontar periodos de sequía.

Una vez definido la capacidad del ambiente suelo de almacenar y retener agua a través de la CRA, se debe tener en cuenta el contenido hídrico del suelo en el momento de la siembra del cultivo estival. En el cuadro 1 se presentan contenidos de agua útil (mm) con diferentes antecedentes de maíz en ensayos de la EEA INTA Marcos Juárez.

Cuadro 1. Agua útil (mm) al momento de secado de especies utilizadas como CC.

| Especie | 2008 | 2009 |
|---------------|---------|---------|
| Avena + Vicia | 80,6 a | 60,5 ab |
| Centeno | 75,5 a | 86 bc |
| Barbecho | 109,1 b | 142,2 d |
| Triticale | 58,3 a | 56 ab |
| Vicia sativa | 78,2 a | 36,2 a |
| Vicia villosa | Sd | 100,6 c |

Fuente: Baigorria & Cazorla 2010.

En haplustoles y hapludoles de regiones semiáridas la utilización de CC no reduce la disponibilidad de agua a la siembra de los cultivos estivales (Carfagno et al., 2008), como así también en vertisoles de Entre Ríos (Muller et al., 2008). En cambio sí afectan la disponibilidad de agua a la siembra en Argiudoles típicos (Baigorria & Cazorla, 2010) y en hapludoles típicos de la región semiárida pampeana (Fernandez *et al.*, 2007). Esta disminución en los contenidos de humedad con respecto al barbecho se puede denominar costo hídrico (CH) por la realización de un CC. El CH se encuentra entre 30 a 40 mm y 40 a 80 mm para leguminosas y gramíneas respectivamente dependiendo de las precipitaciones durante el ciclo de crecimiento de los CC (Baigorria & Cazorla, 2010). Similares CH son reportados por otros autores en hapludoles de la región semiárida pampeana (Fernández *et al.*, 2007).

La conservación de agua durante el período de barbecho depende del tipo de suelo y de las precipitaciones (Lampurlanes et al., 2002). Suelos con bajas CRA son ineficientes para retener agua (Fernández et al., 2007), mientras que con altas precipitaciones el barbecho es ineficiente para retener el agua. Un ejemplo de esto se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Pérdidas de agua en barbechos para dos campañas en la EEA INTA Marcos Juárez (mm).

| Año | Agua siembra | Agua secado | Precipitaciones | Pérdida agua |
|------|--------------|-------------|-----------------|--------------|
| 2008 | 130 | 109 | 32 | -53 |
| 2009 | 153 | 142 | 195 | -206 |

Se observa que las pérdidas de agua del año 2009 superaron las del anterior debido a las mayores precipitaciones del período. Estas se deben en parte a pérdidas de agua que los poros de almacenamiento no pueden retener (drenaje) y por evaporación. Esta última depende de la temperatura y el contenido hídrico del suelo. Con alto contenido de humedad, la tasa de evaporación es elevada y cuando el suelo comienza a secarse la tasa disminuye (Monzón *et al.*, 2005), es por esto que los barbechos no pueden mantener contenidos hídricos cercanos a capacidad de campo.

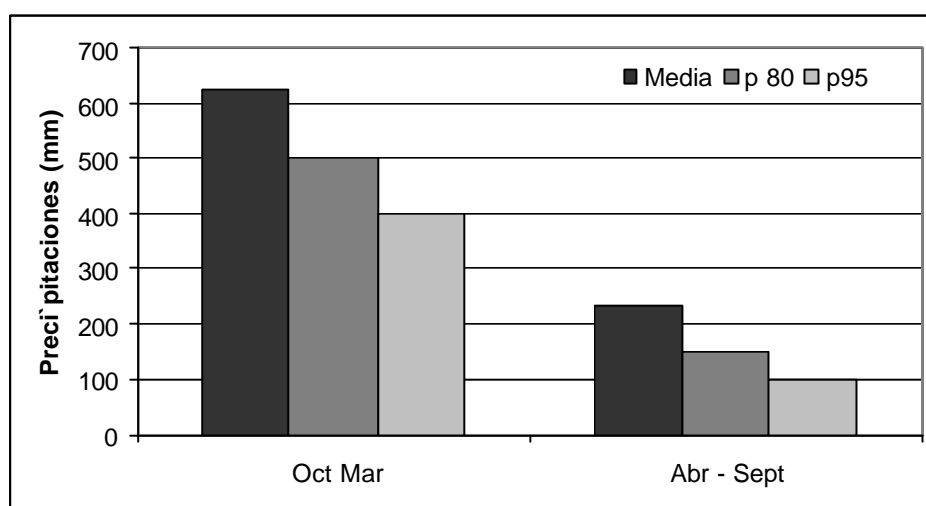
La eficiencia en el uso del agua (EUA) es la MS producida por mm de agua consumida. Esta eficiencia varía con la especie vegetal, y se relaciona positivamente con las prácticas de manejo como la fertilización (Cooper et al., 1987) y negativamente con las precipitaciones durante el ciclo de los CC (Baigorria & Cazorla, 2010; Scianca et al., 2006).

Contenidos hídricos durante el período del cultivo estival

Los requerimientos hídricos del cultivo de maíz varían de 530 a 575 mm para ambientes de Balcarce y Pergamino (Andrade et al., 1996). El consumo de agua y crecimiento se ven limitados cuando el contenido hídrico del suelo en la zona de la rizósfera se encuentra por debajo del 40-60 % del agua útil, siendo en floración el período crítico en que la provisión de agua no debe ser limitante (Andrade et al., 1996).

En la región sudeste de la provincia de Córdoba durante el período estival las precipitaciones son de 500 mm con una probabilidad del 80 % (Gráfico 1), lo que cubriría las necesidades hídricas de la mayoría de los cultivos de verano. Desde abril a septiembre las precipitaciones superan los 100 mm, y debido a la eficiencia del barbecho, como se comentó anteriormente es probable que se pierdan del proceso productivo. Desde el punto de vista de la disponibilidad hídrica la inclusión de CC se justifica debido a que en la mayoría de los años las precipitaciones son suficientes para el normal desarrollo de los cultivos estivales.

Gráfico 1. Distribución de precipitaciones de Marcos Juárez.



P80: Probabilidad del 80%

P95: Probabilidad del 95%

El momento de interrupción del ciclo de los CC debe considerar el ciclo ontogénico de éstos como así también el agua disponible a la siembra del cultivo estival. Con respecto al ciclo ontogénico, la máxima acumulación de biomasa se logra alrededor de floración, período luego del cual declina rápidamente. El contenido de N en hojas disminuye a medida que avanza el ciclo debido a que se empieza a removilizar el N a los órganos reproductivos (Barbazan et al., 2002).

Dinámica de los nutrientes

Las especies utilizadas como CC provocan una disminución en el contenido de $N-NO_3^-$ a la siembra del cultivo de maíz debido a su incorporación en biomasa. En el caso de gramíneas, la disponibilidad de N durante el cultivo de maíz se ve limitada por una relación C/N del residuo de aproximadamente 50, por lo que se produce una inmovilización del N, mientras que con leguminosas esta relación es de 15 a 20 (Zotarelli et al., 2009), motivo por el cual la disponibilidad de N es inmediata.

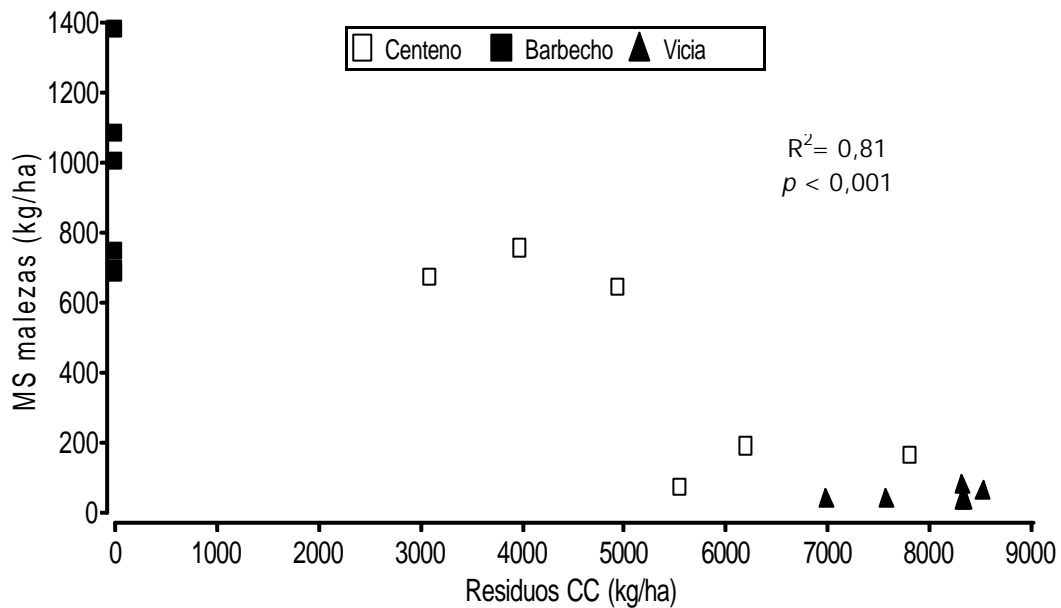
En ensayos utilizando especies como CC en la EEA INTA Marcos Juárez, se registraron contenidos de $N-NO_3^-$ de 90 ppm el barbecho, mientras que con CC el contenido se reduce a 60 y

40 ppm con leguminosas y gramíneas, respectivamente (Baigorria & Cazorla, 2009). En ensayos similares en la región semiárida pampeana encontraron valores de 60 y 40 ppm de N-NO_3^- para las situaciones barbecho y CC respectivamente (Scianca et al., 2006). Esta disminución en el contenido de N-NO_3^- a la siembra puede ser considerada una desventaja desde el punto de vista de la nutrición del cultivo, pero es una ventaja si se tiene en cuenta la probabilidad de lluvias intensas que laven nitratos por debajo de la zona de absorción de las raíces (Rimski-Korsakov et al., 2004).

Control de malezas

Los cultivos de cobertura ejercen a través de la biomasa un control en la población de malezas, limitando su emergencia (Scianca et al., 2006) por interferencia en recursos como luz y temperatura (Teasdale, 1993), además modifican la diversidad y frecuencia de las mismas (Fernández et al., 2007). En un ensayo de CC realizado en la EEA Marcos Juárez se midió el efecto de los residuos de cobertura en la población de malezas (Gráfico 2).

Gráfico 2. Relación entre MS de malezas (kg/ha) y biomasa de residuos de CC (kg/ha).

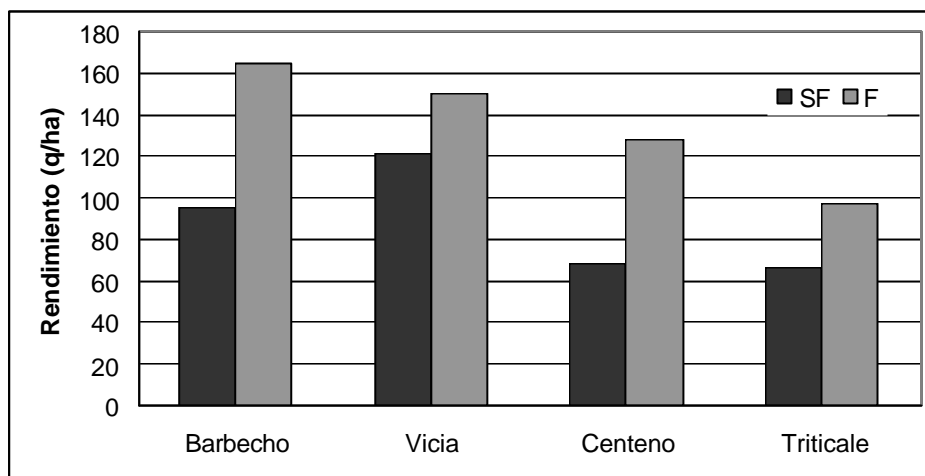


El barbecho que sólo tiene residuos del cultivo antecesor (maíz) presenta mayores contenidos de malezas. Los residuos de CC de centeno y vicia provocan una disminución de alrededor de 80% de la población de malezas. En estudios realizados en otras regiones se reportan reducciones de la población de malezas entre 30 y 90 % dependiendo del sitio y año considerado (Mischler et al., 2010; Zotarelli et al., 2009).

Rendimientos de maíz

El efecto de los CC en el rendimiento de maíz fue evaluado en la EEA INTA Marcos Juárez durante la campaña 08-09 utilizando como antecesores diferentes especies (Gráfico 3).

Gráfico 3. Rendimientos de maíz con diferentes antecesores.



Fuente: Baigorria & Cazorra, 2009.

El rendimiento de maíz se ve limitado en parte por la disponibilidad de agua y en parte por la deficiencia de N. En condiciones de fertilización se observa una disminución en los rendimientos utilizando CC. En condiciones sin fertilización hay incrementos de rendimientos cuando se utiliza vicia como CC. Resultados similares se encontraron en la campaña 2009-2010 en ensayos de fertilización con vicia y barbecho como antecesores en maíz de segunda fecha de siembra (Vilches, datos no publicados). El cultivo de vicia, a través de la descomposición de su residuo realiza un aporte de N que permite incrementos en el rendimiento final obtenido.

En suelos hapludoles de la región semiarida pampeana, el efecto de los CC en maíz es notorio, logrando incrementos en el rendimiento de 1.000 a 1.500 kg/ha (Fernandez et al., 2007). En la región sudoeste de la provincia de Buenos Aires, con antecesor vicia el incremento fue de 1.500 kg/ha, mientras que con centeno superan los 3.500 kg/ha (Barraco et al., 2009). Para estos suelos donde los volúmenes de rastrojo son inferiores, debido a los menores rendimientos, el efecto de los CC en la dinámica del agua es muy marcado, dado que el residuo de la cobertura provoca una disminución en la temperatura del suelo, disminuyendo la evaporación del mismo.

Conclusiones

Los barbechos son prácticas ineficientes para el almacenamiento de agua en el suelo, y si bien la inclusión de CC, como antecesores de maíz, provoca disminuciones en el contenido de agua útil a la siembra, las precipitaciones para la región sudeste de la provincia de Córdoba pueden cubrir los requerimientos del cultivo.

Los CC gramíneas provocan una disminución de los contenidos de nitratos y una inmovilización del N, mientras que esto no ocurre con leguminosas. Por lo tanto leguminosas como vicia serían los mejores antecesores para maíz. Los CC ejercen buen control de malezas, teniendo un impacto positivo en los costos de producción, debido a la menor necesidad de utilización de herbicidas.

El efecto de los CC en el rendimiento es variable según la especie utilizada. En condiciones sin fertilización, el rendimiento se incrementa con la utilización de vicia como

antecesor. Sin embargo, en condiciones de fertilización la utilización de CC no presenta beneficios sobre el rendimiento de maíz.

Bibliografía

- Abril, A. 2002. La microbiología del suelo: Su relación con la agricultura sustentable. En: SARANDÓN, S. (Ed.) Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable. ECA, La Plata, Argentina, pp. 153–173.
- Alvarez, C.; Barraco, M.; Díaz Zorita, M.; Scianca, C.; Pecorari, C. 2005. Uso de cultivos de cobertura en rotaciones con base soja: efecto sobre algunas propiedades edáficas y rendimiento de los cultivos en un Hapludol típico del noroeste bonaerense. Boletín de divulgación técnica N° 87.
- Álvarez J.; Scianca, C. 2007. Cultivos de cobertura en Molisoles de la Región Pampeana. Aporte de carbono e influencia sobre las propiedades edáficas. EEA INTA General Villegas. Boletín para profesionales. Jornada profesional agrícola. 28 y 29 de Septiembre del 2007.
- Andrade, F.H.; Sadras, V.O. 2000. Efectos de la sequía sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos. En Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Editores: F.H. Andrade y V.O. Sadras. EEA INTA Balcarce-Fac. de Ciencias Agrarias UNMP.
- Andrade, F.H.; Cirilo, A.; Uhart, S.; Otegui, M.E. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Dekalpress, Buenos Aires, Argentina.
- Baigorria, T.; Cazorla, C. 2010. Eficiencia del uso del agua por especies utilizadas como cultivos de cobertura. Actas XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario, 31 de Mayo al 4 de Junio del 2010.
- Baigorria, T.; Cazorla, C., 2009. Evaluación de especies como cultivos 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.
- Barbazan, M., Ferrando, J.; Zamalvide, P. 2002. Acumulación de materia seca y nitrógeno en gramíneas anuales invernales usadas como cobertura vegetal en viñedos. Agrociencia 6: 10-19.
- Barraco, M.; Álvarez, C.; Scianca, C., 2009. Aporte de nutrientes y rastrojo de diferentes especies utilizadas como cultivos de cobertura. Jornadas nacionales sistemas productivos sustentables: fósforo, Nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía blanca, 10 y 11 de Agosto de 2009.
- 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 31/01/10.
- Cooper, P.J.M.; Gregory, P.J.; Tully, D.; Harris, H.C. 1987. Improving water use efficiency of annual crops in the rainfed farming systems of west Asia and North Africa. Experimental Agriculture 23: 113-158.
- Damrosch, B., 1998. The garden primer. Workman Publishing: New York. 673 p.
- Fernández, R.; Quiroga, A. 2009. Cultivo de cobertura. Costo hídrico de su inclusión en sistemas mixtos. Jornadas nacionales sistemas productivos sustentables: fósforo, Nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía blanca, 10 y 11 de Agosto de 2009.

- 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 (Editores). Manual de Fertilidad y Evaluación de Suelos. EEA INTA Anguil, pub. Téc. 51:59.
- Lampurlanes, J.; Angás, P.; Cantero Martínez, C. 2002. Tillage effects on water storage during fallow, and on barley root growth and yield in two contrasting soils of the semi-arid Segarra region Spain. *Soil Till. Res.* 65:207-220.
- 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.
- Monzon, J.P.; Sadras, V.O.; Andrade, F.H. 2005. Evaporation during fallow: Residue effects on subhumid and semiarid environments.. *Field Crops Research* 98: 83-90.
- Müller, D.G.; Saluzzio, M.F.; De Battista J.J. 2008. Comparación de distintos cultivos de cobertura en un suelo vertisol. Actas XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Potrero de los Funes, San Luis, 13 al 16 de Mayo del 2008.
- Rimski-Korsakov, H.; Rubio, G.; Lavado, R.S. 2004. Potential losses of nitrate by leaching in soils of the pampas Argentina. *Agricultural Water Management* 65: 83-94.
- Scianca, C.; Álvarez, C; Barraco, M; Quiroga, A.; Zalba, P. 2006. Verdeos de invierno utilizados como cultivos de cobertura: influencia sobre propiedades edáficas. Actas de XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta y Jujuy, 19-22 de septiembre de 2006.
- Teasdale, J.R. 1993. Interaction of light, soil moisture, and temperature with weed suppression by hairy vetch residue. *Weed Science* 41:46-51.
- UPSIIA. 2009. Caracterización del sector agropecuario por departamento. Departamento Marcos Juárez. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos. Provincia de Córdoba. http://www.cba.gov.ar/imagenes/fotos/agr_upssia_marcosjuarez.pdf Verificado 02/07/2010.
- Zotarelli, L.; Avila, L.; Scholberg, J. M. S.; Alves, B. J. R. 2009. Benefits of Vetch and Rye Cover Crops to Sweet Corn under No-Tillage. *Agronomy Journal* 101: 252-260.