

## **Cultivos de Cobertura en Sistemas Agrícolas \***

*Ing. Agr. Matías L. Ruffo<sup>1</sup> e Ing. Agr. Antonio T. Parsons<sup>2</sup>*  
*<sup>1</sup> Universidad de Illinois, EE.UU. <sup>2</sup> Estudio Cazenave y Asociados, Argentina*  
*ruffo@uiuc.edu - atparsons@e-cazenave.com.ar*

En los últimos años, el sistema de producción agrícola de la Región Pampeana Argentina ha ido evolucionando hacia ciclos agrícolas cada vez más largos e incluso, en algunas zonas, hacia la agricultura continua. La caída de los niveles de materia orgánica en 20 años es testigo de este proceso, como lo demuestran numerosos trabajos, por ejemplo, en Chacabuco campos con 6% de MO en 1976 acusaban 4% en los '90 (A.T. Parsons, com. personal). Más recientemente, la soja se ha transformado en el cultivo más importante en la región, desplazando al maíz de las rotaciones con el consiguiente balance negativo de carbono (C), inclusive bajo siembra directa. Para lograr la sustentabilidad del sistema de producción debemos mejorar el balance de C a través de un mayor aporte de biomasa vegetal. En este sentido, los cultivos de cobertura (CC) son una herramienta agronómica ideal porque cumplen el doble rol de aportar C, e incrementar el potencial de rendimiento del maíz, haciendolo económicamente más competitivo respecto al cultivo de soja, estimulando su inclusión en la rotación.

Los CC son sembrados entre dos cultivos de cosecha y no son incorporados al suelo (a diferencia de los abonos verdes), pastoreados (a diferencia de los verdes) o cosechados. Los residuos de los CC quedan en superficie, liberando los nutrientes contenidos en la biomasa vegetal al descomponerse. Los CC han sido utilizados tradicionalmente para controlar la erosión pero pueden cumplir múltiples funciones en el sistema de producción. Por ejemplo, son utilizados para reducir la compactación, minimizar la lixiviación de nitratos residuales, incrementar el contenido de C y nitrógeno

(N) del suelo, controlar malezas y aportar N mineral al cultivo siguiente. Del objetivo buscado al decidir la incorporación de CC dependerá la elección de la especie a sembrar.

En zonas templadas, las especies más utilizadas como CC son fundamentalmente de las familias de las gramíneas y leguminosas. Las gramíneas más utilizadas son centeno, trigo, cebada, avena, triticale y raigrás. El centeno es la gramínea más tolerante al frío y al estrés hídrico y produce un abundante volumen de residuo que se descompone más lentamente que el de otras gramíneas de invierno. La avena es otra alternativa interesante como cultivo de cobertura por la disponibilidad de variedades adaptadas a las diferentes zonas de la Región Pampeana. Las leguminosas mejor adaptadas como CC son las vicias (vicia villosa y vicia sativa) y los tréboles (blanco, de olor, de Alejandría y encarnado). La vicia villosa es la leguminosa más resistente al frío mientras que el trébol encarnado acumula N más rápidamente que la vicia villosa y tolera mejor los suelos moderadamente ácidos (Frye y col., 1988). Ambas especies acumulan la mayor parte de la biomasa y N entre dos a tres semanas previas a la floración. Resultados de ensayos realizados por el INTA Pergamino (Cordone y Hansen, 1985) reportan una producción de biomasa aérea de 4000 kg/ha para avena y 3000 kg/ha para vicia, mientras que ensayos realizados en diferentes regiones agrícolas de los EE.UU. reportan que, en promedio, la vicia villosa alcanza una biomasa aérea de 3000 kg/ha de MS (con 120 kg N/ha), en tanto que el centeno acumula entre 3500 y 5000 kg/ha (25 a 75 kg N/ha) (Smith y col., 1987).

Los CC pueden ser incluidos en diferentes rotaciones de la Región Pampeana siendo más recomendable utilizar una leguminosa antes del maíz y una gramínea antes de la soja. La inclusión de una leguminosa (vicia villosa, vicia sativa o trébol encarnado) aporta C, genera cobertura, reduce el requerimiento de fertilizante nitrogenado e

incrementa el rendimiento potencial del maíz. Una gramínea invernal (centeno o avena) es útil para absorber nitratos residuales (especialmente luego de años secos), aportar C e incrementar la cobertura del suelo. Además, estos cultivos compiten con las malezas invernales y reducen la germinación de malezas (especialmente cola de zorro, yuyo colorado, quínoa y capiquí) dándole “residualidad” a la aplicación del glifosato utilizado para desecar el cultivo de cobertura.

Al comparar la respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada con una leguminosa como cultivo de cobertura antecesor o con barbecho invernal se observan fundamentalmente dos tipos de respuestas representadas en la Figura 1. En el caso A, el rendimiento del maíz después de CC es superior al barbecho a bajas dosis de N, pero con dosis más altas esta diferencia desaparece. Fundamentalmente, el efecto del cultivo de cobertura está asociado al aporte de N. En otros casos (línea B; Figura 1), la diferencia entre cultivo de cobertura y barbecho es máxima a bajas dosis de N, pero sigue siendo significativa aún a dosis de fertilizante que maximizan el rendimiento. En estos casos, el cultivo de cobertura además de aportar una considerable cantidad de N produce un incremento de rendimiento que ha sido denominado “efecto de rotación”. Las causas de este efecto se atribuyen a la conservación del agua, control de malezas, mejora en propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y reducción de la presión de patógenos. Una forma simple de estimar el aporte de N del CC al maíz es calcular el Valor de Reemplazo de Fertilizante, que no es más que la dosis de fertilizante a la cual el maíz con barbecho invernal iguala en rendimiento al maíz con cultivo de cobertura y sin fertilizante (Fig. 1). Este valor comúnmente oscila entre 20 y 200 kg N/ha, con valores más comunes entre 60 y 100 kg N/ha. Este simple índice enfatiza el aporte de N como

efecto fundamental de los CC y prácticamente no considera el efecto rotacional que puede ser aun más importante a nivel de sistema de producción. Una alternativa más real y económicamente más correcta es comparar el rendimiento de maíz en ambos sistemas a la dosis económicamente óptima de N. En este caso, no solo se observa una reducción (entre 10 y 80 kg N/ha) de la dosis de fertilizante nitrogenado para alcanzar el rendimiento económicamente óptimo (valor económico de reemplazo de fertilizante), sino que además en muchos casos las leguminosas incrementan el rendimiento potencial del maíz. Resultados de ensayos en EE.UU. indican que el incremento del rendimiento potencial puede variar entre 5 y 27 qq/ha, siendo esperable que sea mayor en suelos degradados, pobres en materia orgánica y livianos.

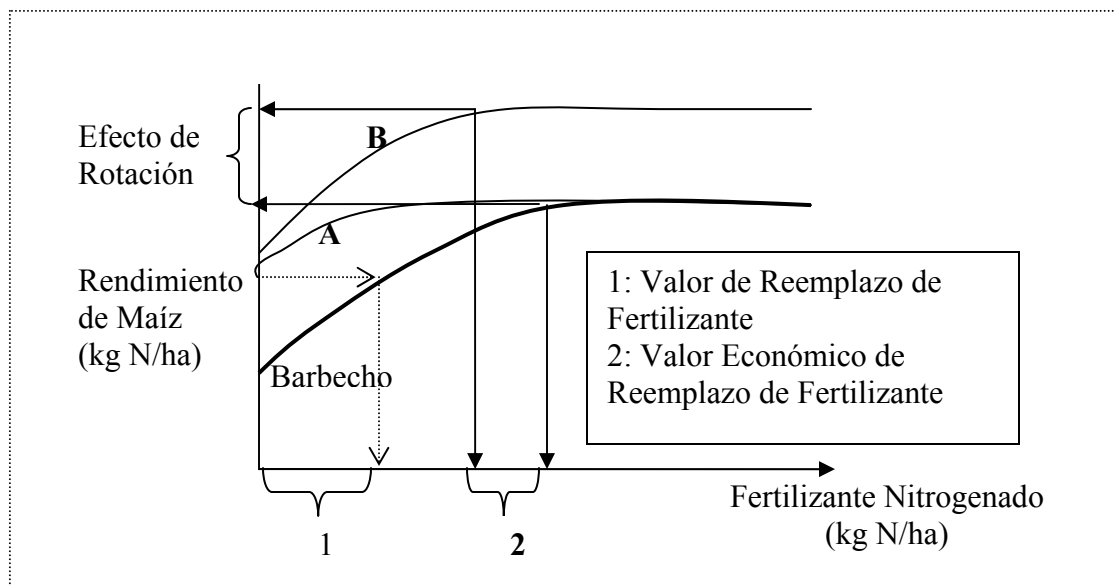


Fig. 1. Rendimientos de maíz con barbecho invernal (Barbecho) o con dos situaciones de cultivo de cobertura antecesor (A o B).

Sembrar vicia villosa implica un costo adicional de U\$S 24.2/ha, asumiendo una densidad de siembra de 20 kg/ha con semilla inoculada (U\$S 0.48/kg semilla) y un costo de siembra de U\$S 14.5/ha. El costo de aplicación de herbicida (glifosato + 2-4D o

paraquat) para terminar el crecimiento de la vicia no es un costo adicional porque en planteos de siembra directa se lo aplica para controlar malezas durante el barbecho. Considerando el precio de maíz a U\$S 85.7/Tn (promedio del período 1998-2002) y el precio de la urea a U\$S 230/Tn (U\$S 0.5/kg N), se calculó el beneficio económico para cuatro niveles de incremento de rendimiento (1 Tn/ha, 0.5 Tn/ha, 0.2 Tn/ha y sin incremento de rendimiento, 0 Tn/ha) de maíz sembrado luego de vicia respecto a maíz sin cultivo de cobertura y para diferentes niveles de valor de remplazo de fertilizante nitrogenado. Los resultados se presentan en la Fig. 2.

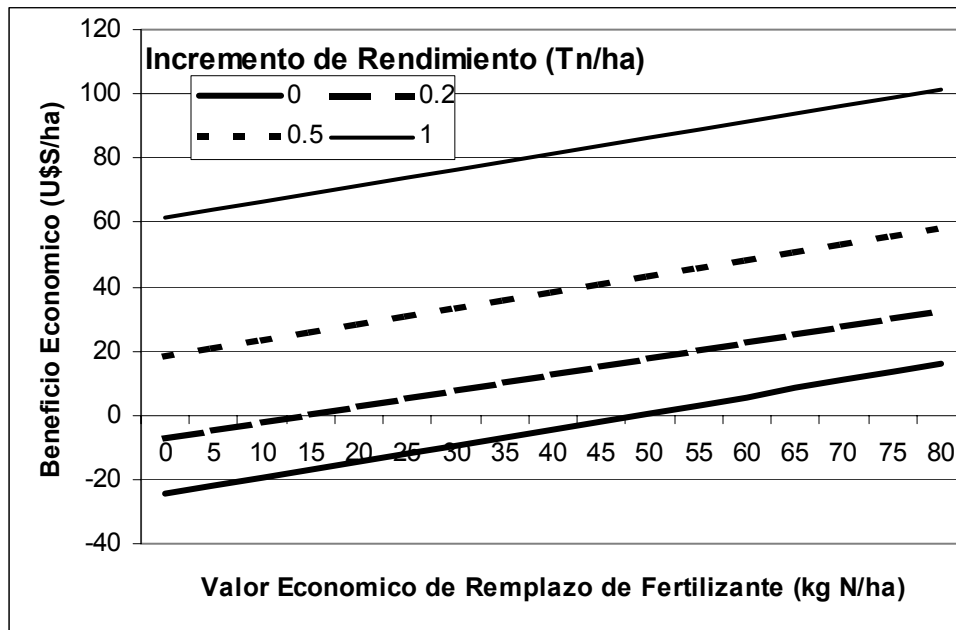


Fig. 2. Beneficio Económico de la inclusión de vicia villosa como cultivo de cobertura como antecesor del maíz para cuatro niveles de incremento de rendimiento en función del valor de remplazo de fertilizante.

Con incremento del rendimiento de 0.5 Tn/ha, el beneficio económico es positivo (U\$S 20/ha) aún cuando no se reduzca la dosis de nitrógeno aplicada (0 kg N/ha de valor de remplazo de fertilizante). Es decir, que con 0.5 Tn/ha de incremento de rendimiento del maíz por el efecto de la vicia se cubre el gasto de siembra y semilla del cultivo de

cobertura y se obtiene un beneficio económico adicional de U\$S 20/ha, con respecto a un maíz sin cultivo de cobertura. Con los precios y supuestos utilizados en este análisis, el rendimiento de indiferencia para incluir vicia villosa como antecesor de maíz, asumiendo que el valor de remplazo de fertilizante es 0 kg N/ha, es de 0.29 Tn/ha. Es decir que con 0.29 Tn/ha de incremento de rendimiento de maíz se cubren los costos de implantación del cultivo de cobertura. Si se asume que el incremento de rendimiento es nulo, con un valor económico de remplazo de fertilizante de 48 kg N/ha (105 kg/ha de urea) se cubren los costos de implantación de la vicia villosa. Es decir que el costo de implantación de la vicia (siembra, semilla e inoculante) equivale a aproximadamente 105 kg/ha de urea. Estos dos casos son dos situaciones extremas, siendo más probable encontrar un caso intermedio, es decir que valor de reemplazo de fertilizante sea positivo (reduccion en la dosis económicamente óptima de N) y además un aumento del rendimiento del maíz. La experimentación local es fundamental para poder estimar el valor de reemplazo de fertilizante y el incremento de rendimiento con vicia y otras leguminosas y analizar el resultado económico de los CC en diferentes zonas y rotaciones.

Este análisis es de corto plazo, y no considera beneficios de mediano y largo plazo de los CC sobre el suelo y el rendimiento de los siguientes cultivos en la rotación. Por ejemplo, Cordone y Hansen (1986) encontraron un incremento de rendimiento de trigo de 2.5 qq/ha sembrado luego de maíz que tuvo vicia villosa como antecesor en INTA Pergamino. Por otro lado, Frye y colaboradores (1985) reportaron un incremento de 5 qq/ha por año en el rendimiento de maíz continuo con vicia villosa, y atribuyeron este resultado a la mejora de la fertilidad del suelo.

En el caso de la soja, existe menos información sobre el efecto de gramíneas como CC en el rendimiento. En experiencias realizadas a mediados de la década del '80 en establecimientos de Chabás (Santa Fe) con más de 40 años de agricultura, el intercalado de avena como cultivo de cobertura entre dos sojas determinaba incrementos de 6 qq/ha en el rendimiento de esta leguminosa (A.T. Parsons). Esta práctica hoy con siembra aérea con 80 kg/ha de semilla antes de la caída de las hojas puede costar alrededor de U\$S/ha 17, que con un precio neto de soja de 12,5 U\$S/qq (Septiembre 2003) daría un incremento de rinde de indiferencia de 1,36 qq/ha. Una importante clave del éxito es obtener coberturas importantes con la gramínea anual antes de que se produzca el incremento de consumo de agua que coincide con encañazón. Para esto debe destacarse la fertilización nitrogenada. Afortunadamente, existe abundante información de trabajos ganaderos sobre la respuesta en producción de materia seca de verdeos de invierno, dependiendo ésta del valor de nitratos a la siembra, humedad del suelo y nivel de fósforo. En la ecuación económica estaríamos agregando, con 80 kg/ha de urea, un gasto extra de 18 U\$S en fertilizante y 4 U\$S/ha de aplicación para un total de 22 U\$S equivalente al valor neto de 1,8 qq de soja.

En conclusión, el análisis económico demuestra que los CC tienen un retorno inmediato al gasto además de la respuesta económica en el mediano y largo plazo. Es necesario realizar experiencias en cada zona que permitan cuantificar el efecto de los CC sobre el rendimiento de los cultivos de grano en el corto, mediano y largo plazo, y asimismo cuantificar los beneficios sobre las propiedades del suelo.

### **Referencias**

Cordone, G. y O. Hansen. 1985. EERA INTA Pergamino. Carpeta de Producción Vegetal N° 77. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

- Cordone, G. y O. Hansen. 1986. EERA INTA Pergamino. Carpeta de Producción Vegetal N° 80. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.
- Frye, W.W., R.L. Blevins, M.S. Smith, S.J. Corak y J.J. Varco. 1988. Publicación Especial no. 51, ASA-CSSA-SSSA. Madison, Wisconsin, EE.UU.
- Frye, W.W., W.G. Smith y R.J. Williams. 1985. J. of Soil and Water Conservation. 40: 246-249.
- Smith, M.S., W.W. Frye, y J.J. Varco. 1987. Advances in Soil Science. Vol. 7.