



Secretaría
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo
Presidencia de la Nación

Estabilidad de rendimientos y disminución de costos en maíces tardíos complementados con antecesor vicia (*Vicia villosa* Roth).

CRISTIAN CAZORLA*, TOMAS BAIGORRIA*, PABLO BELLUCCINI*, JUAN PABLO IOELE**.

*EEA INTA Marcos Juárez, **AER INTA Corral de Bustos
cazorla.cristian@inta.gob.ar

Palabras clave: maíz – vicia - rendimiento

INTRODUCCION

El área sembrada con maíz en la República Argentina ha crecido al igual que la producción nacional y el rendimiento por superficie. El área sembrada en la campaña 2018-2019 fue de 5,4 millones de hectáreas. La producción nacional de maíz creció alrededor de 8 veces en los últimos 30 años, pasando de 6 a 48 millones de toneladas desde el año 1990 al año 2019, siendo el rendimiento promedio nacional de 6,6 Tn ha⁻¹ (Secretaría de agroindustria, 2019). Del total de la superficie implantada, un 46 % se siembra en primera época de siembra, mientras que el 54% restante se siembra en segunda época de siembra, tanto como maíz tardío sobre barbecho o como maíz de segunda luego de la cosecha de un cultivo invernal (Maizar, 2019).

La alternativa de maíz tardío tuvo un crecimiento importante en la última década. En relación al maíz temprano, el maíz tardío tiene un menor potencial de rendimiento debido a la mayor captura de radiación solar (Maddonni, 2012). Sin embargo en condiciones de campo presenta pisos de rendimiento más altos que el maíz temprano. Esto se debe a un menores restricciones climáticas, entre ellas heladas tempranas, escasa humedad en la cama de siembra, estrés hídrico en floración y estrés térmico en floración y llenado de granos (Maddonni, 2017). El mayor piso de rendimiento de maíz tardío fue reportado por estudios a campo en la región norte de Buenos Aires (Ermacora et al., 2016) y en la región sudeste de Córdoba (Beccari & Videla Mensegue, 2018). Esto permite considerar a la estrategia de maíz tardío como una alternativa para diversificar las rotaciones en ambientes de alta productividad con baja recarga del perfil o pronóstico de año niña. Sin embargo el uso de la fecha de siembra tardía está afectado por el problema creciente de malezas tolerantes y resistentes (García Frugoni, 2017).

La alternativa de maíz tardío presenta un barbecho largo desde la fecha de cosecha del cultivo estival anterior, en general soja, hasta la siembra de maíz a principios de diciembre. En este periodo pueden ocurrir importantes pérdidas de agua por evaporación y proliferación de malezas de difícil control. La utilización de cultivos de cobertura (CC) como antecesores al maíz es una estrategia que incrementa la eficiencia del uso del agua, minimiza los requerimientos de fertilización nitrogenada y reduce la población de malezas (Ross, 2017). El rendimiento de maíz se modifica con la utilización de CC, siendo en general menor con antecesores gramíneas, mientras que cuando los antecesores son leguminosas se reportan aumentos de rendimiento (Miguez & Bollero, 2005). Este potencial incremento en el rendimiento de maíz que tienen las leguminosas invernales es atribuido a la fijación biológica de N. a pesar de los beneficios que aportan al sistema los cultivos leguminosas invernales como antecesor de maíz, la decisión de implementar la práctica se ve reducida por cuestiones económicas. Por tal motivo, este trabajo tiene como objetivo analizar el rendimiento y los costos directos de maíz tardío en los antecesores vicia y barbecho sin cultivo de cobertura con y sin fertilización nitrogenada. Además se analizará el efecto del aporte de N de vicia en ausencia de fertilización nitrogenada.

MATERIALES Y METODOS

Para realizar este estudio se utilizaron datos medios de ensayos realizados en la EEA INTA Marcos Juárez sobre un suelo Argiudol Típico, clase I, un suelo oscuro, profundo y bien drenado. El primer análisis se realizó con datos de 4 campañas de maíz tardío: 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 y 2013/2014. Los ensayos se realizaron en parcelas divididas, donde el factor principal fue el antecesor al maíz tardío: vicia como cultivo de cobertura y barbecho sin cultivo de cobertura. El factor secundario fue la fertilización nitrogenada en maíz tardío con dos niveles: 0 y 100 kg de N ha⁻¹. El segundo análisis se realizó con datos de 8 campañas, donde se comparó el rendimiento de maíz tardío sobre vicia y barbecho sin fertilización para obtener la respuesta media al antecesor vicia.

El maíz se sembró siempre en la primera semana de diciembre a 52 cm entre hileras. El control de malezas en barbecho se realizó con 3 aplicaciones pre-siembra de maíz y una en post-emergencia, mientras que en vicia se realizaron 2 aplicaciones, una para el secado químico de vicia y otra en el estadio V6 de maíz. La fertilización se realizó con urea al voleo cuando el cultivo de maíz se

encontraba en 6 hojas. La cosecha fue manual mediante recolección manual de 10 metros lineales de 2 surcos contiguos en el sector central de la parcela.

Cuadro 1: Labores realizadas en maíz tardío con antecesor barbecho y vicia.

Antecesores Labores	Barbecho		Vicia	
	Sin N	Con N	Sin N	Con N
Siembra Maíz	X	x	x	x
Siembra Vicia			x	x
Fertilización nitrogenada		x		x
Herbicidas Barbecho largo	x	x		
Herbicidas Barbecho intermedio	x	x		
Herbicidas Pre siembra	x	x	x	x
Herbicidas Post emergencia	x	x	x	x

Los costos directos fueron realizados en U\$\$ ha⁻¹, utilizando precios de referencia de los insumos utilizados en cada alternativa evaluada. Las medias de rendimientos de los tratamientos fueron analizados mediante un gráfico de cajas (box plot).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento medio de maíz tardío con antecesor vicia con fertilización fue mayor y presentó techos y pisos más altos de rendimiento, mientras que barbecho sin fertilización se encontró en la situación de menores techos y pisos de rendimientos (Gráfico 1). La alternativa de barbecho con fertilización nitrogenada, presentó mayor rendimiento (473 kg ha⁻¹) y mayor costo directo (95 U\$\$) que vicia sin fertilización. Al precio de maíz de Julio de 2019, el incremento en el rendimiento no alcanzo a compensar los mayores costos. Por último, la alternativa de vicia con fertilización, presentó fue la que maximizó los beneficios, ya que presento iguales costos que barbecho con fertilización pero mayor rendimiento medio (648 kg ha⁻¹).

Los CC leguminosas tienen un efecto positivo en el rendimiento del maíz motivo por el cual otorga la posibilidad de reducir el uso de fertilizantes nitrogenados (Miguez & Bollero, 2005). Otros autores reportan también incrementos de rendimientos de maíz sobre vicia para diferentes regiones del país como el sudoeste bonaerense (De Sá Pereyra *et al.*, 2014), norte de Buenos Aires, (Restovich & Andriulo, 2013), valle bonaerense del Río Colorado (Vanzolini, 2015) sur de Santa Fe (Capurro *et*

al., 2012), sur de Córdoba (Canale *et al.*, 2013). Todos estos autores atribuyen este efecto positivo en los rendimientos al aporte de N realizado por la descomposición del residuo del cultivo de vicia. También Salvagiotti y otros (2016) atribuyen esto a una mayor disponibilidad de N sobre antecesor vicia. La mejora en la oferta de N para el cultivo de maíz con antecesor vicia se puede apreciar muchos años en un color verde más intenso en el cultivo (Figura 5).

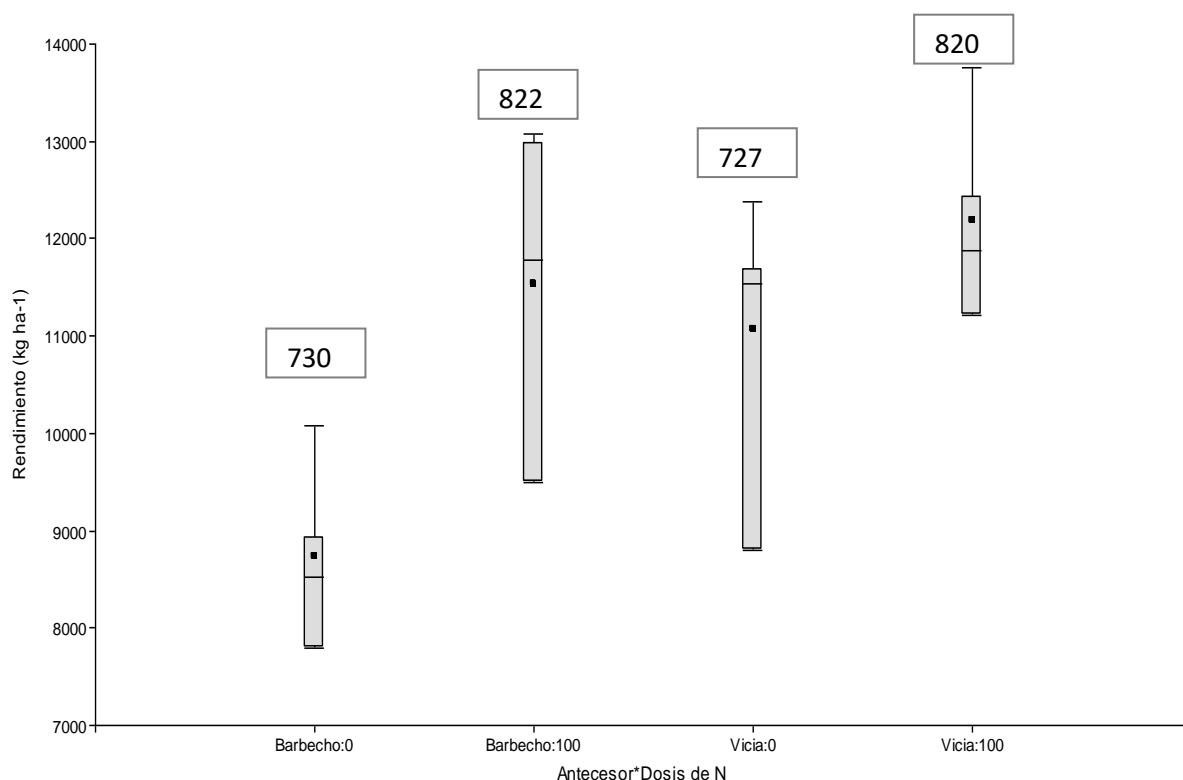


Gráfico 1: gráfico de cajas de rendimientos de maíz en antecesores barbecho y vicia, con dosis de 0 y 100 kg N ha⁻¹. En el recuadro sobre cada barra figura el costo directo de cada alternativa expresado en U\$S ha⁻¹.

En el segundo análisis realizado, el rendimiento de maíz sobre presentó diferencias estadísticas significativas, siendo mayor en el antecesor vicia (1602 kg ha⁻¹) y esta diferencia fue consistente a través de los años (Gráfico 2). A su vez, se puede observar que ante igualdad de condiciones, los rendimientos tuvieron un piso y un techo más alto (Gráfico 3). Para todos los años evaluados, los contenidos de agua útil disponible del suelo (150 cm de profundidad) fueron iguales para ambos antecesores y se encontraron siempre a capacidad de campo (datos no mostrados) a pesar del consumo de agua realizado por vicia. Esto se debe al mejor uso de agua de lluvia, ya que los

cultivos de cobertura incrementan la infiltración de agua de lluvia (Alvarez *et al.*, 2016) a la vez que disminuye las pérdidas de agua del suelo por evaporación (Gráfico 4). Por lo tanto, las diferencias observadas en los rendimientos podrían estar asociadas casi exclusivamente al nitrógeno aportado por vicia.

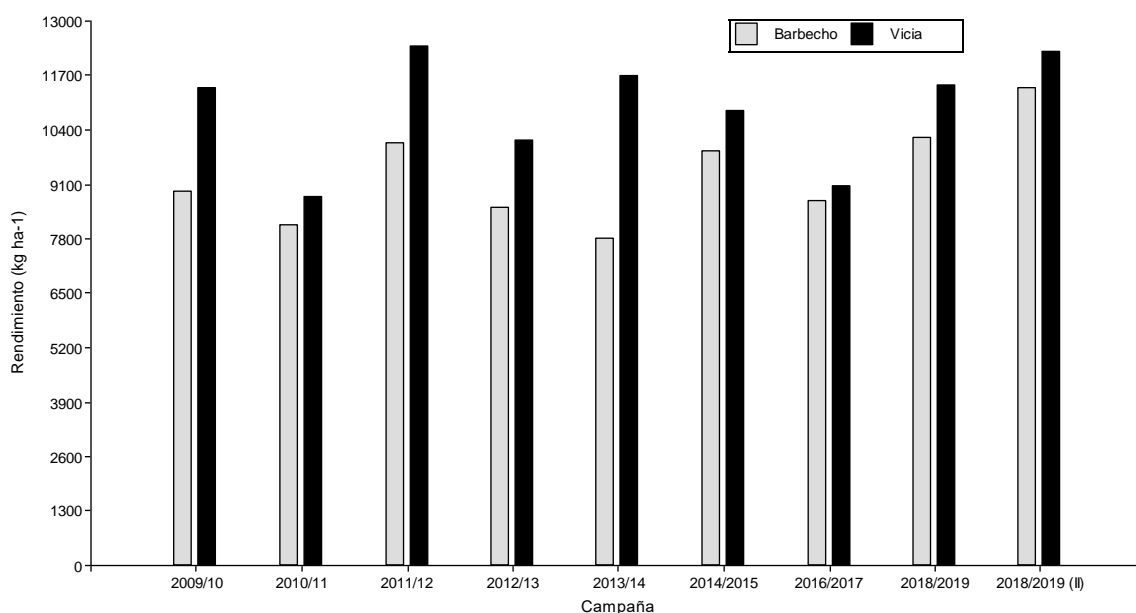


Gráfico 2: rendimientos de maíz sobre barbecho y vicia sin fertilización con nitrógeno en diferentes campañas.

El cultivo de vicia aportó un incremento en el rendimiento medio de maíz de 17 % con respecto a barbecho en ausencia de la fertilización con N. Miguez y Bollero (2005) en un meta análisis de 36 estudios realizados en USA y Canadá reportaron un incremento en el rendimiento de 37 % cuando se comparó una leguminosa como CC con respecto a un barbecho sin CC. En este estudio la respuesta en rendimiento fue menor a la reportada por Miguez y Bollero (2005) pero similar a la observada en estudios de la región (Restovich & Andriulo, 2012; Canale *et al.*, 2013; Capurro *et al.*, 2012). Salvagiotti y otros (2016) reportaron aportes de N desde el cultivo de vicia que variaron entre 0 a 62 kg ha⁻¹. Para las condiciones del presente trabajo no se cuenta con datos de todos los años de aporte de N de vicia, como así tampoco de contenidos de nitratos iniciales, pero se observó un

diferencial de rendimiento de maíz de 349 a 2473 kg ha⁻¹, lo que representa incrementos de rendimientos de 4 a 28 %, respectivamente (Gráfico 2). A pesar de esta variabilidad observada, el incremento en el rendimiento de maíz sobre vicia se observó en todos los años evaluados.



Gráfico 3: Gráfico de cajas (box plot) de rendimiento de maíz tardío sobre antecesor barbecho y vicia para 8 campañas.

CONCLUSIONES

Estos resultados preliminares muestran que vicia como CC antecesor de maíz, tiene gran potencial para el departamento de Marcos Juárez, ya que fue la alternativa de mayor rendimiento y estabilidad de los mismos, a la vez que sin fertilización disminuyó los costos directos por una menor necesidad de aplicaciones de herbicidas para el control de malezas. El aporte del cultivo de vicia en rendimiento medio de maíz tardío fue de 1602 kg ha⁻¹ cuando comparó vicia y barbecho, en ambos casos sin fertilización con N. Además la utilización de vicia como cultivo de cobertura presenta otros beneficios que no fueron evaluados en el presente trabajo, como la disminución en la población de malezas (gráficos 6 y 7) y por lo tanto un menor impacto ambiental por el menor uso de herbicidas y el aporte de Carbono al suelo a través de la biomasa aérea y radicular.

CONSIDERACIONES FINALES

Debido a la respuesta de rendimiento de maíz sobre vicia con adición de N, sería conveniente estudiar el ajuste de la dosis a las condiciones particulares de cada año a través de distintas metodologías, entre ellas contenido de nitratos y nitrógeno anaeróbico del suelo a la siembra del cultivo de maíz. Además en los ambientes con presencia de napa cercana a la superficie evaluar la posibilidad de realizar estudios de maíz de fecha de siembra temprana sobre antecesor vicia.



Foto 1: Cobertura de suelo en un maíz en V2 en la situación con antecesor vicia (izquierda) y barbecho (derecha).



Foto 2: Intensidad de verde en maíz V4 en la situación con antecesor vicia (izquierda) y barbecho (derecha).



Foto 3: Población de malezas en maíz en estado de V10 en la situación con antecesor vicia (izquierda) y barbecho (derecha).



Foto 4: Población de malezas a la cosecha de maíz en la situación con antecesor vicia (izquierda) y barbecho (derecha).

Bibliografía consultada

Alvarez, C; M Barraco, C Cazorla, JC Colazo, J De Dios Herrero, A Lardone, P Girón, S Restovich & S Rillo. 2016. Mejora de propiedades edáficas con inclusión de cultivos de cobertura en agroecosistemas pampeanos. Proceedings of XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Beccari, A & H Videla Mensague. 2018. Brecha de rendimiento de maíz temprano y tardío en la región sudeste de Córdoba. Jornada de actualización técnica de maíz. INTA Marcos Juárez.

Canale, A, B Aimetta, T Baigorria, A Bertolla, C Cazorla, A Lardone, & C Lorenzon. 2013. Inclusión de vicia villosa para incrementar el rendimiento del cultivo de maíz. *Informe de actualización técnica. EEA Marcos Juárez.*

Capurro, J, MJ Dickie, D Ninfi, A Zazzarini, E Tosi, & MC González. 2012. Vicia y avena como cultivos de cobertura en maíz. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica* 6: 20-22.

De Sá Pereira, E, JA Galantini, AR Quiroga & MR Landriscini. 2014. Efecto de los cultivos de cobertura otoño invernales, sobre el rendimiento y acumulación de N en maíz en el sudoeste bonaerense. *Ciencia del suelo* 32: 219-231.

Ermácora, M, E Gandino & M Reyes. 2016. Pautas para maximizar rindes en Maíz. *Revista CREA* 431: 42-52.

García Frugoni, Fernando. 2017. Cuáles son las diferencias en el manejo de malezas? El mismo maíz, un nuevo desafío. Compendio primer congreso de maíz tardío. Lucas Borrás & Sergio Uhart (editores). 1ra ed compendiada. - San Isidro: Dow Agrosiences Argentina, 2017.

Maddoni, G.A., 2017. Ventana óptima de siembra en maíz tardío y riesgos climáticos. El mismo maíz, un nuevo desafío. Compendio primer congreso de maíz tardío. Lucas Borrás & Sergio Uhart (editores). 1ra ed compendiada. - San Isidro: Dow Agrosiences Argentina, 2017.

Maddoni, GA. 2012. Analysis of the climatic constraints to maize production in the current agricultural region of Argentina-a probabilistic approach. *Theoretical and Applied Climatology* 107: 325-345.

Miguez, FE & GA Bollero. 2005. Review of corn yield response under winter cover cropping systems using meta-analytic methods. *Crop Science*, 45(6): 2318-2329.

Restovich, S & A Andriulo. 2013. Cultivos de cobertura en la rotación soja-maíz: biomasa aérea, captura de nitrógeno, consumo de agua y efecto sobre el rendimiento en grano. Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción / edición literaria a cargo de Cristián Álvarez [et al.]. - 1a ed. - La Pampa. Ediciones INTA, 2012. 170 p.

Ross, F. 2017. Cultivos de cobertura para maíz en el centro sur bonaerense. *Informaciones agronómicas de Hispanoamérica* 28: 28-33.

Salvagiotti, F, JM Enrico, M Barraco, G Prieto & MB Agosti. 2016. Componentes de la eficiencia de N en maíz de siembra tardía con diferentes antecesores. Actas XXV Congreso Argentino de Ciencia del Suelo. Río Cuarto. AACCS.

Vanzolini, JI. 2013. Cultivos de cobertura de Vicia villosa Roth. en el valle bonaerense del Río Colorado. Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción / edición literaria a cargo de Cristián Álvarez [et al.]. - 1a ed. - La Pampa. Ediciones INTA, 2012. 170 p.