

Análisis del uso de vicia previo a maíz en el sudeste bonaerense

Cafaro La Menza, F. ^{b,*}; Crespo C. ^{a,b}; Domínguez, G. ^a; Rodríguez, P. ^b; Reussi Calvo, N.I. ^{a,b}; Wyngaard, N. ^{a,b}; Sainz Rozas, H.R. ^{a,b,c}; Studdert, G. ^a; Barbieri, P. ^{b,c}; Carciochi, W.D. ^{a,b,*}

^a Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Ruta 226 km 73.5, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

^b Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

^c Dep. Agronomía, EEA INTA Balcarce, Ruta 226 km 73.5, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

* francisco.cafa@gmail.com; waltercarciochi@hotmail.com

En las últimas décadas, los sistemas productivos han evolucionado hacia menos variedad de cultivos en las rotaciones y largos periodos de barbecho (Pinto *et al.*, 2017). Esto genera una menor eficiencia en el uso de los recursos, especialmente en el uso de nutrientes. Es por ello que los sistemas productivos se podrían beneficiar al incorporar un cultivo más en la secuencia. Una de las alternativas para lograr intensificar el sistema es la incorporación de cultivos de servicio en el periodo que usualmente se desarrolla el barbecho (Pinto *et al.*, 2017).

La inclusión de cultivos de servicio en las secuencias de cultivos puede mejorar el control de malezas, la estructura del suelo, el contenido de carbono y reducir la erosión, la evaporación desde el suelo y las pérdidas de nutrientes como el nitrógeno (N) (Daryanto *et al.*, 2018). Existen diferentes especies de cultivos de servicio y según la especie serán los beneficios que se obtengan. Entre las especies más utilizadas por los productores del sudeste bonaerense se encuentra la vicia (*Vicia villosa*, Roth.; Vi). Su gran adopción se fundamenta por el control de malezas y el gran aporte de N que hace luego de su supresión, cuando sus residuos se descomponen. Este gran aporte de N proviene en parte de lo absorbido desde el suelo y otra parte de lo obtenido mediante el proceso de fijación biológica del N (Enrrico *et al.*, 2020). El maíz es el cultivo de verano con mayor susceptibilidad a la falta de N y es por ello que normalmente se utiliza a la Vi como cultivo antecesor.

El uso de Vi previo al maíz ha sido evaluado en varios trabajos (e.g. Crespo *et al.*, 2022; Carciochi *et al.*, 2021b; Pott *et al.*, 2021), destacándose una gran variabilidad en la respuesta del rendimiento del maíz al uso de Vi y a la

fertilización con N en maíz cuando se utilizó Vi previo como cultivo de servicio. Esto sugiere que el N aportado por la Vi no siempre sería suficiente para satisfacer la demanda del cultivo de maíz. Además, la Vi brinda otros servicios ecosistémicos no relacionados al aporte de N (efecto no N) que pueden mejorar la productividad del maíz (Ketterings, *et al.*, 2015). Por lo tanto, es esperable que, incluso fertilizando con N, el uso de Vi incremente el rendimiento en grano del maíz. El objetivo de este trabajo es cuantificar en la secuencia Vi/maíz el efecto de la Vi y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento en grano de maíz en el sudeste bonaerense.

Para responder a nuestro objetivo se realizaron 25 ensayos en diferentes localidades del sudeste bonaerense (Balcarce, Necochea, Tandil, Lobería, Azul y General Pueyrredón), entre los años 2008 y 2021, donde se evaluaron cuatro estrategias de manejo: barbecho desnudo/maíz sin fertilizar con N ($sVi-M_{-N}$), barbecho desnudo/maíz fertilizado ($sVi-M_{+N}$), Vi/maíz sin fertilizar ($cVi-M_{-N}$) y Vi/maíz fertilizado ($cVi-M_{+N}$). En todos los casos se fertilizó el maíz con una dosis superior a 120 kg N ha⁻¹, asegurando que dicho nutriente no fuera limitante. Al momento de terminación de la Vi se determinó la biomasa aérea acumulada y en madurez fisiológica del cultivo de maíz se realizó la cosecha y se determinó el rendimiento en grano. Para cuantificar el efecto de la Vi y la fertilización con N se realizaron los siguientes cálculos: la respuesta en rendimiento al cultivo de Vi se calculó como la diferencia en rendimiento entre $cVi-M_{-N}$ y $sVi-M_{-N}$. La respuesta a N con Vi se calculó como la diferencia en rendimiento entre $cVi-M_{+N}$ y $cVi-M_{-N}$. La respuesta a N en maíz se calculó como la diferencia en rendimiento entre $sVi-M_{+N}$ y $sVi-$

M_{-N} . Por último, se calculó el efecto “no N” de la Vi como la diferencia en rendimiento entre $cVi-M_{+N}$ y $sVi-M_{+N}$. Para evaluar la significancia estadística de los efectos de la Vi y/o N se realizaron análisis de la varianza para cada ensayo y para todos los ensayos en su conjunto utilizando un nivel de significancia de 0,10. La normalidad de los datos y la homogeneidad de las varianzas se evaluaron mediante las pruebas de Shapiro-Wilks y Levene ($p > 0,05$), respectivamente (R Core Team, 2022).

Para los 25 ensayos, la fecha de siembra de Vi varió desde el 22 de febrero al 19 de mayo y la de terminación desde el 5 septiembre al 14 de noviembre. La duración del ciclo promedio de la Vi fue de 188 días y en promedio su biomasa aérea acumulada al momento de terminación fue de 3084 kg ha^{-1} , con un mínimo de 192 kg ha^{-1} y un máximo de 7036 kg ha^{-1} . La fecha de siembra del cultivo de maíz varió desde mediados de octubre hasta fines de noviembre.

La respuesta a N en maíz fue en promedio de 2781 kg ha^{-1} (Figura 1 a), siendo significativa para 17 de los 25 ensayos (p -valor $< 0,10$). Por otra parte, la respuesta promedio a Vi fue de 1846 kg ha^{-1} (Figura 1 b), donde 13 de los 25 ensayos presentaron respuesta positiva significativa (p -valor $< 0,10$). La respuesta a N con uso de Vi fue en promedio de 1300 kg ha^{-1} (Figura 1 c), con 9 ensayos con respuesta positiva significativa (p -valor $< 0,10$). Por último, la respuesta a Vi en maíz fertilizado con N (efecto no N) promedió los 365 kg ha^{-1} (Figura 1 d), siendo significativa para 7 de los 25 ensayos (p -valor $< 0,10$).

La cantidad de ensayos con respuesta a N (68%) confirman, al igual que en otros trabajos, que la deficiencia de N es una limitante para la producción de maíz en esta zona. Por su parte, la respuesta a Vi encontrada demuestra que existe un efecto positivo del cultivo de servicio sobre el rendimiento del maíz, y que ello podría estar explicado por el aporte de N desde los residuos de Vi hacia el maíz. Al respecto, se observó una gran variabilidad en la producción de biomasa de Vi, generando un aporte diferencial de N entre ensayos, que explica parcialmente la variabilidad en las respuestas en rendimiento del maíz a la Vi.

Nuestra hipótesis de que el N aportado por la Vi no siempre es suficiente para alcanzar el máximo rendimiento fue confirmada. Sin embargo, 64% de los ensayos no mostraron

respuesta a la fertilización con N, es por ello que se debe evaluar cada situación productiva en particular y considerar el aporte de la Vi para calcular la dosis de N a aplicar. Este aporte seguramente se explique en función del N acumulado en la biomasa de Vi y/o por la fecha de terminación que puede afectar la sincronización de N. Por lo tanto, son necesarios estudios posteriores para poder entender y explicar esta variabilidad. Por último, se confirmó otra de nuestras hipótesis, donde en secuencias Vi/maíz existe un efecto de la Vi sobre el rendimiento de maíz que no está relacionado con el aporte de N (efecto no N). Este efecto podría estar relacionado a mejoras en la conservación de la humedad superficial del suelo y mejoras en las propiedades físicas y bioquímicas del suelo. Posiblemente esto pueda ser explicado por las condiciones edáficas y meteorológicas de cada campaña en particular.

En conclusión, para las condiciones ambientales del sudeste bonaerense, la Vi presenta varias ventajas para ser utilizada como cultivo de servicio previo al cultivo de maíz y entre ellas se destaca el aporte de N. En este trabajo se encontró que este aporte no sería siempre suficiente para satisfacer la demanda del maíz, pero permite disminuir las dosis de N a aplicar y por lo tanto se deberá realizar un análisis para cada situación productiva con el fin de ajustar la dosis de fertilizante nitrogenado. A su vez, la variabilidad encontrada en los diferentes tipos de respuesta podría ser explicada por variables de manejo del cultivo de Vi, la acumulación de N en la biomasa de Vi y variables edafoclimáticas. Por último, se visualizó un efecto de la Vi no relacionada al aporte de N, lo cual sugiere que hay que continuar estudiando esta secuencia de cultivos y analizar otras variables que ayuden a explicar la variabilidad.

RESPUESTA EN RENDIMIENTO

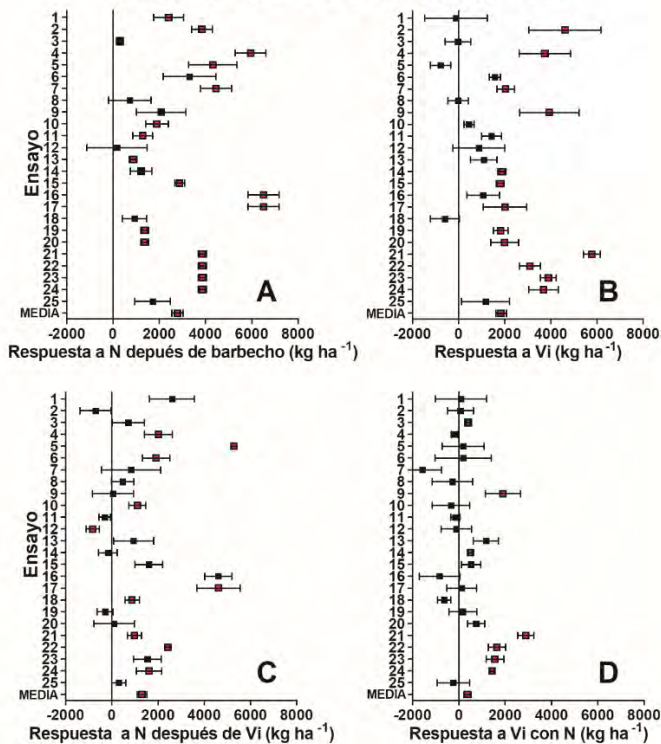


Figura 1: a) respuesta en rendimiento a la fertilización con nitrógeno (N) en maíz proveniente de barbecho desnudo, b) respuesta al uso de vicia (Vi) previo al cultivo de maíz sin fertilización con N, c) respuesta en rendimiento a la fertilización con N en maíz proveniente de Vi y d) respuesta en rendimiento a Vi con fertilización nitrogenada en maíz. Los puntos cuadrados representan el promedio de respuesta para cada ensayo, las barras horizontales representan el error estándar de la media (promedio de tres repeticiones) y los puntos coloreados en rojo son las respuestas que resultaron significativas (p -valor < 0,10).

Bibliografía

Carciochi, W.D., Massigoge, I., Lapaz Oliveira, A., Reussi Calvo, N.I., Cafaro La Menza, F., Sainz Rozas, H.R., Barbieri, P.A., Di Napoli, M., Gonzalez Montaner, J., Ciampitti, I.A., 2021b. Cover crop species can increase or decrease the

fertilizer-nitrogen requirement in maize. *Agron. J.* 113, 5412–5423. <https://doi.org/10.1002/agj2.20791>

Crespo, C., Corral, R.A., Diez, S.N., Delgado, S.G., Domínguez, F., Agostini, M.A., Cendoya, M.G., García, G. V, Studdert, G.A., 2022. Green bridge crops to manage corn nitrogen nutrition in the Southeastern Argentinean Pampas. *Soil Tillage Res.* 218. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105311>

Daryanto, S., Fu, B., Wang, L., Jacinthe, P.A., Zhao, W., 2018. Quantitative synthesis on the ecosystem services of cover crops. *Earth-Science Rev.* 185, 357–373. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.06.013>

Enrico, J.M., Piccinetti, C.F., Barraco, M.R., Agosti, M.B., Ecclesia, R.P., Salvagiotti, F., 2020. Biological nitrogen fixation in field pea and vetch: Response to inoculation and residual effect on maize in the Pampean region. *Eur. J. Agron.* 115. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126016>

Ketterings, Q.M., Swink, S.N., Duiker, S.W., Czymmek, K.J., Beegle, D.B., Cox, W.J., 2015. Integrating cover crops for nitrogen management in corn systems on Northeastern U.S. dairies. *Agron. J.* 107, 1365–1376. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0385>

Pinto, P., Fernández Long, M.E., Piñeiro, G., 2017. Including cover crops during fallow periods for increasing ecosystem services: Is it possible in croplands of Southern South America? *Agric. Ecosyst. Environ.* 248, 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.07.028>

Pott, L.P., Amado, T.J.C., Schwalbert, R.A., Gebert, F.H., Reimche, G.B., Pes, L.Z., Ciampitti, I.A., 2021. Effect of hairy vetch cover crop on maize nitrogen supply and productivity at varying yield environments in Southern Brazil. *Sci. Total Environ.* 759, 144313. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144313>

R Core Team, 2022. R: A Language and Environment for Statistical Computing.