

VICIA Y AVENA COMO CULTIVOS DE COBERTURA EN MAIZ

Capurro, J. ⁽¹⁾; Dickie, M.J. ⁽²⁾; Ninfi, D. ⁽³⁾; Zazzarini, A. ⁽³⁾; Tosi, E. ⁽³⁾; Gonzalez, M.C. ⁽⁴⁾

⁽¹⁾AER INTA Cañada de Gómez, Lavalle 1466 (2500, Cda de Gómez), inta@steelcdg.com.ar; ⁽²⁾FCA, UNR, mdickie@unr.edu.ar; ⁽³⁾Asesor Técnico; ⁽⁴⁾EEA INTA Oliveros

RESUMEN

En los sistemas agrícolas difundidos en el sur de la provincia de Santa Fe, el maíz se implanta frecuentemente en suelos de baja fertilidad. Esta baja fertilidad generalizada de los suelos es producto de la falta de equilibrio entre lo aportado y exportado en materia de nutrientes, en las últimas décadas en la región.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el impacto de la inclusión de distintos cultivos de cobertura (CC) y de la fertilización con nitrógeno (N) en la productividad de maíz, en Argiudoles típicos y acuícos del sur de la provincia de Santa Fe. Los ensayos se establecieron durante la campaña 2010/11. Los valores de MS producida por los CC oscilaron entre 2903 y 8199 kg.ha⁻¹, con diferencias significativas entre localidades y CC. Los aportes de nutrientes variaron según el CC considerado. Se registraron diferencias significativas de rendimiento de maíz entre localidades, tratamientos y subtratamientos. En el ambiente Armstrong, el maíz sobre vicia rindió significativamente más que sobre los otros antecesores, con incrementos de hasta 2597 kg.ha⁻¹ y los niveles de fertilización con N50 y N100 rindieron significativamente más que N0. En el ambiente Correa, los tratamientos Vicia y sin CC, no presentaron diferencias significativas en rendimiento de maíz. Todos los niveles de N evaluados presentaron diferencias significativas en rendimiento de maíz. Sobre Avena + Vicia, el maíz rindió significativamente menos en los dos ambientes, con respecto al resto de los tratamientos de cobertura.

PALABRAS CLAVE: cultivos de cobertura; maíz; nitrógeno.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas agrícolas difundidos en el sur de la provincia de Santa Fe, el maíz se implanta frecuentemente en suelos de baja fertilidad. Si bien usualmente el productor destina al cultivo los mejores lotes de su establecimiento, la mayoría de estos tienen niveles de nutrientes por debajo de los requeridos para una producción normal. Esta baja fertilidad generalizada de los suelos es producto de la falta de equilibrio entre lo aportado y exportado en materia de nutrientes, en las últimas décadas en la región (Capurro, 2010).

Los cultivos de cereales (maíz y trigo) presentan menores necesidades de nutrientes por tonelada de producto que los cultivos oleaginosos y proteicos (girasol y soja, respectivamente); sin embargo, la diferente productividad de los cultivos, fuertemente relacionada al ambiente, puede modificar esa relación, reduciendo o invirtiendo las diferencias entre cultivos (Dreccer, 2003).

Los requerimientos nutricionales del cultivo de maíz incluyen 22 kg de N, 4 kg de fósforo (P), 19 kg de potasio (K), 4 kg de azufre (S), 3 kg de magnesio (Mg) y 3 kg de calcio (Ca) absorbidos por tonelada de grano producido. El índice de cosecha (IC) para estos nutrientes es de 66, 75, 21, 35, 50 y 10%, respectivamente (Ciampitti y García, 2007).

El rendimiento del cultivo de maíz es el resultado de la habilidad de la planta en la absorción, asimilación y utilización del N durante el crecimiento vegetativo y la posterior removilización del N adquirido a la espiga, durante el período de llenado de granos (Below, 2002; Muchow, 1998).

En el caso específico de los CC, se trata de cultivos que se siembran en una ventana de tiempo y espacio normalmente no ocupado por otro cultivo de cosecha de granos. El CC no se realiza con el objetivo de obtener granos; por el contrario, su inclusión

apunta a mejorar condiciones edáficas y fijación de N, esperando que ello redunde en mejores condiciones y rendimientos para los cultivos siguientes en la rotación (Lorenzatti, 2009).

Para lograr la sustentabilidad del sistema de producción debemos mejorar el balance de carbono (C) a través de un mayor aporte de biomasa vegetal. En este sentido, los CC son una herramienta agronómica ideal porque cumplen el doble rol de aportar C e incrementar el potencial de rendimiento del maíz, haciéndolo económicamente más competitivo respecto al cultivo de soja, estimulando su inclusión en la rotación (Ruffo, 2004).

Una gran variedad de leguminosas y gramíneas adecuadas para cada ambiente en particular, han sido usadas como CC. En general, en el momento de terminación o secado de los CC, las leguminosas tienen una relación C/N más baja que las gramíneas. Debido a esto, el residuo de las leguminosas se descompone más rápidamente aportando N inorgánico para el cultivo siguiente también en forma más rápida (Miguez, 2009).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el impacto de la inclusión de distintos CC y de la fertilización con N en la productividad de maíz, en Argiudoles típicos y acucos del sur de la provincia de Santa Fe.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se establecieron durante la campaña 2010/11 en dos ambientes, un suelo Argiudol típico serie Correa, con 16 años en agricultura continua (Materia orgánica, MO = 26,1 g kg⁻¹, P Bray = 15,1 mg kg⁻¹, pH 5.6) y un suelo Argiudol acucio serie Armstrong con 22 años en agricultura continua (MO = 25,9 g kg⁻¹, P Bray = 9,8 mg kg⁻¹, pH 5.8). La serie Correa es un suelo profundo, oscuro, bien drenado, ubicado en áreas fuertemente onduladas (Carta de Suelos de la Rep. Argentina, Hoja Cañada de Gómez y Rosario) y la serie Armstrong es un suelo oscuro, profundo y moderadamente bien drenado, que se desarrolla en un paisaje llano o de lomadas con muy escasas pendientes (Carta de Suelos de la Rep. Argentina, Hoja Armstrong). La posición en el relieve era de loma en el ambiente Correa y de bajo en el ambiente Armstrong.

Cada sitio experimental incluyó tres tratamientos de cobertura invierno primaveral: CC en base a Avena sativa + Vicia villosa (A+V), CC en base a Vicia villosa (V) y Testigo sin CC (T) y tres sub-tratamientos de fertilización a la siembra del cultivo de maíz : 0 kg.ha⁻¹ N + 20 kg.ha⁻¹ P + 20 kg.ha⁻¹ S = N0+P20+S20, 50 kg.ha⁻¹ N + 20 kg.ha⁻¹ P + 20 kg.ha⁻¹ S = N50+P20+S20 y 100 kg.ha⁻¹ N + 20 kg.ha⁻¹ P + 20 kg.ha⁻¹ S = N100+P20+S20.

El diseño estadístico utilizado fue de parcelas divididas, con los tratamientos de cobertura en las parcelas mayores y los sub-tratamientos de fertilización en las parcelas menores. Las unidades experimentales se distribuyeron en bloques aleatorizados con 3 repeticiones.

La densidad de siembra de los CC fue de 30 kg.ha⁻¹ + 30 kg.ha⁻¹ para el tratamiento A+V y 45 kg.ha⁻¹ para V, a 0,175 m entre líneas de siembra. Los CC crecieron durante 141 días y su crecimiento se suprimió a mediados de octubre de 2011, durante el estadio de floración a fructificación, con aplicaciones de glifosato + 2,4 D.

Al momento de secado se evaluó la producción de materia seca aérea total (MS) de los CC en kg.ha⁻¹ y la concentración de C, N, P y S, en porcentaje (%) de los tejidos vegetales.

El cultivo de maíz, Dekalb 747 MG RR2, se sembró el 2 de diciembre de 2011 en labranza cero (SD), con una densidad de 76.000 pls.ha⁻¹. Los sub-tratamientos de fertilización con N, P y S, se incorporaron al suelo en el momento de la siembra del maíz. A los 38 días de la siembra se determinó la MS de 10 plantas provenientes del tratamiento N50+P20+S20 en ambos sitios experimentales. A cosecha se determinó el rendimiento de maíz en kg.ha⁻¹.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de MS de la parte aérea en los dos ambientes y el contenido de nutrientes en tejidos vegetales, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Producción de materia seca (MS) y aporte de nutrientes en kg.ha⁻¹ de CC en Armstrong y Correa. 2010. En cada ambiente, letras distintas muestran diferencias significativas entre tratamientos según Duncan al 5%.

Producción de MS y aporte de nutrientes (kg ha ⁻¹)	Armstrong				Correa			
	Vicia villosa		Avena sativa + Vicia villosa		Vicia villosa		Avena sativa + Vicia villosa	
MS (kg ha ⁻¹)	2903 b		4647 a		3290 b		8199 a	
	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%
C	1093	37,64	1820	39,1	1201	36,5	3261	39,8
N	87,96	3,03	90,16	1,94	75,0	2,28	92,7	1,13
S	4,93	0,17	5,6	0,12	5,3	0,16	9,83	0,12
P	11,61	0,40	13,5	0,29	12,2	0,37	15,6	0,19
C/N	12,42		20,18		16,01		35,18	

Los valores de MS oscilaron entre 2903 y 8199 kg.ha⁻¹. El tratamiento V produjo significativamente menos MS que A+V en los dos ambientes. Con un estadio fenológico más avanzado, la producción de MS en el sitio Correa fue significativamente superior a la de Armstrong en ambos tratamientos de cobertura.

Los contenidos de C aportados por V (1093 y 1201 kg.ha⁻¹) fueron menores que los incorporados por A+V (1820 y 3261 kg.ha⁻¹) en ambos sitios.

Los porcentajes de N fueron inferiores en los tejidos de A+V (1,94 y 1,13%) con respecto a V (3,03 y 2,28%) al momento de secado. La relación C/N de los tejidos de A+V fue más alta que la de V, en los dos ambientes.

Por último, los porcentajes de P y S manifestaron diferencias entre los distintos CC. Siempre fueron más elevados en V que en A+V.

Durante el desarrollo de la experiencia, los ambientes presentaron diferencias en el régimen de lluvias.

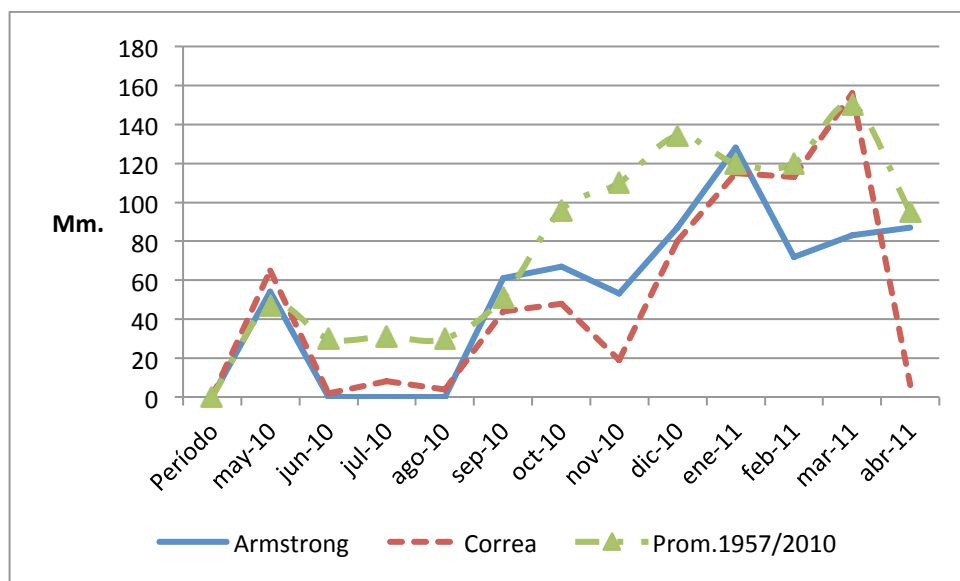


Figura 1: Precipitaciones en mm. Armstrong y Correa. Mayo de 2010 a mayo de 2011.

Como puede observarse en la Figura 1, las lluvias primaverales fueron favorables al ambiente Armstrong, si bien en los dos sitios las precipitaciones estuvieron por debajo de la media histórica de la región. El sitio Correa fue el más afectado por el déficit hídrico, con sólo el 49% de las lluvias históricas de septiembre a diciembre. Esto posiblemente se vio agravado por su condición de loma en el relieve del paisaje, con la napa freática a mayor profundidad que Armstrong.

La sequía se extendió hasta la segunda quincena de enero. En Correa las plantas tuvieron un crecimiento menor. El valor medio de MS/planta registrado a los 38 días de la siembra fue de 41 g/pl en Correa y 63 g/pl en Armstrong.

El maíz llegó a R1 a los 52 y 56 días de la emergencia en cada localidad, durante la primera semana de febrero de 2011 y coincidente con este evento fenológico se produjo una lluvia de gran magnitud que favoreció al cultivo en su período más crítico. Los rendimientos de maíz, en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, se muestran en las tablas 2 y 3.

**Tabla 2: Rendimiento de maíz en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.
Armstrong. 2010/11**

Tratamientos	Armstrong Rendimiento de maíz ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
Vicia + N100+P20+S20	13820
Vicia + N50+P20+S20	12513
Sin CC + N100+P20+S20	11223
Avena + Vicia + N100+P20+S20	10216
Avena + Vicia + N50+P20+S20	10176
Sin CC + N50+P20+S20	9657
Vicia + N0+P20+S20	8860
Avena + Vicia + N0+P20+S20	7023
Sin CC + N0+P20+S20	6880
Media	10041
CV (%)	10,48

El maíz sobre Vicia + N100+P20+S20 rindió $2597\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ más que el maíz sin CC + N100+P20+S20. Asimismo, el maíz sobre Vicia + N50+P20+S20 rindió $1290\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ más que este último tratamiento. Estas diferencias probablemente se debieron al aporte del N liberado por los rastrojos del CC. Por el contrario, el maíz sobre Avena + Vicia + N100+P20+S20, rindió $1007\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ menos que el maíz sin CC + N100+P20+S20, mostrando un efecto diferente como antecesor del cereal.

Las medias de rendimiento para los tratamientos de cobertura fueron: 11731, 9253 y 9138 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para los antecesores Vicia, sin CC y Avena+Vicia, respectivamente. El antecesor Vicia rindió significativamente más que los otros antecesores según Duncan al 5%. Los promedios de rendimiento para los sub-tratamientos de fertilización fueron: 11753, 10782 y 7587 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para N100+P20+S20, N50+P20+S20 y N0+P20+S20, respectivamente. Los dos primeros valores fueron significativamente superiores al tratamiento sin N, según Duncan al 5%.

**Tabla 3: Rendimiento de maíz en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.
Correa. 2010/11**

Tratamientos	Correa Rendimiento de maíz ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
Vicia + N100+P20+S20	7893
Sin CC + N100+P20+S20	7750
Avena + Vicia + N100+P20+S20	7285
Vicia + N50+P20+S20	6816

Sin CC + N50+P20+S20	6417
Avena + Vicia + N50+P20+S20	6266
Vicia + N0+P20+S20	6006
Sin CC + N0+P20+S20	5970
Avena + Vicia + N0+P20+S20	4168
Media	6508
CV (%)	7,32

En el ambiente Correa las medias de rendimiento de maíz sobre los tratamientos de cobertura fueron: 6905, 6712 y 5906 kg.ha⁻¹ para Vicia, sin CC y Avena+Vicia, respectivamente. Los tratamientos Vicia y sin CC no presentaron diferencias significativas en rendimiento de maíz entre sí y rindieron significativamente más que el maíz sobre Avena+Vicia.

Los promedios de rendimiento para los sub-tratamientos de fertilización fueron: 7642, 6500 y 5381 kg.ha⁻¹ para N100+P20+S20, N50+P20+S20 y N0+P20+S20, respectivamente. Todos los niveles de N evaluados presentaron diferencias significativas entre sí según Duncan al 5%.

Según Saks (2010), el rendimiento de grano y la respuesta a fertilización nitrogenada en maíz, resultaron principalmente condicionados por la disponibilidad de agua al momento de la siembra. La disponibilidad de agua a floración resultó dependiente del agua a la siembra.

Del análisis conjunto de localidades, tratamientos y subtratamientos surgieron diferencias estadísticamente significativas en rendimiento entre localidades, tratamientos y subtratamientos. No se registraron interacciones entre localidades, tratamientos y subtratamientos.

CONCLUSION

El efecto del CC en la productividad del maíz fue variable según el ambiente evaluado, el CC considerado y el nivel de N aplicado. En el ambiente más húmedo, el maíz rindió significativamente más sobre Vicia que sobre el resto de los tratamientos de cobertura. Sobre Avena + Vicia, el maíz rindió significativamente menos en los dos ambientes, con respecto al resto de los tratamientos de cobertura. Las aplicaciones de N produjeron siempre incrementos significativos a todas las dosis probadas.

BIBLIOGRAFÍA

- BELOW, F. 2002. Nitrogen metabolism y crop productivity, p.385-406, In M. Pessaraki, ed. Handbook of plant y crop physiology, Second edition ed.Marcel Dekker, Inc., New York.
- CAPURRO, J., MONTI, J., DICKIE, M.J. y M.C.GONZALEZ. 2010. Vicia y Fertilización Nitrogenada en Maíz. Revista PMP Maíz INTA Oliveros.
- CARTA DE SUELOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. Hoja 3360-13 y14. Cañada de Gómez y Rosario y Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3363-18. Armstrong.
- CIAMPITTI, I. y F.GARCÍA. 2007. Requerimientos nutricionales de macronutrientes y nutrientes secundarios. I. Cereales, Oleaginosas e Industriales. Informaciones Agronómicas N°37. Archivo Agronómico N°11. IPNI Cono Sur.
- DRECCER, M., RUIZ, R., MADDONNI, G. y E. SATORRE. 2003. Bases ecofisiológicas de la nutrición en los cultivos de grano. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Cap.18, p.481-497.
- LORENZATTI, S, y J.ROMAGNOLI. 2009. La evolución silenciosa de la siembra directa y el desafío de la rotaciones con cultivos de cobertura. Simposio Fertilidad 2009. IPNI.
- MIGUEZ, F., VILLAMIL, M., CRANDALL, S., RUFFO, M. Y G.BOLLERO. 2009. Los efectos de los cultivos de cobertura sobre los rendimientos de maíz. Simposio Fertilidad 2009. IPNI.
- MUCHOW, R. 1998. Nitrogen utilization efficiency in maize y grain sorghum. Field Crops Res. 56:209-216.
- RUFFO, M. Y A. PARSONS. 2004. Cultivos de Cobertura en Sistemas Agrícolas. Informaciones Agronómicas del Cono Sur N°21.
- SAKS, M., QUIROGA, A., FERNANDEZ, R. y P. ZALBA. 2010. Efecto de la disponibilidad de agua y nitrógeno sobre la productividad de maíz en molisoles de la región semiárida y subhúmeda pampeana. XXII Congreso de la Ciencia del Suelo, Rosario.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer especialmente a los Sres Hernàn Bazzi y Gerardo Savoretti y a sus familias, productores que aportaron su tiempo y esfuerzo para la realizaciòn de este trabajo; a los Sres Daniel Pettinari y Daniel Pelsoni, Gerentes de la Cooperativa Agropecuaria de Armstrong Ltda. y de la Sociedad Agropecuaria de Correa Coop.Ltda. y a los Consejos de Administraciòn de estas instituciones, por su apoyo al trabajo conjunto con INTA.