

Importancia del maíz en la rotación de los cultivos

Sustentabilidad y Diversificación de Riesgos Productivos

- Ings. Agrs. Hugo Pedrol, Julio Castellarín y Fernando Salvagioti
INTA Oliveros, Santa Fe

En los últimos años, en el sur de la provincia de Santa Fe, como en el resto de la región maicera típica se produjo un paulatino desplazamiento de los cultivos productores de rastrojo voluminoso, como el maíz y sorgo granífero, por el cultivo de soja. Si bien este cultivo es el más rentable, de menor riesgo y de mayor retorno por capital invertido, a largo plazo este proceso no es la mejor alternativa ya que se contrapone con un desarrollo agropecuario sustentable

- Cuando se habla de la sustentabilidad del ambiente se hace referencia a una actividad que permita obtener producciones rentables sin comprometer la capacidad de producción del recurso involucrado, en este caso el suelo, y sin generar efectos negativos en otros componentes del ambiente. En este sentido la rotación de cultivos es la clave tecnológica disponible para armonizar los objetivos de corto y largo plazo y en ella, el cultivo de maíz cumple un rol central.

Ensayos de secuencias de cultivo realizados en el sur de Santa Fe demuestran la importancia del maíz como antecesor que permite diversificar los riesgos productivos, inhibiendo la proliferación de patógenos, insectos y malezas y evitando desequilibrios químicos de importancia. Las rotaciones también influyen en las condiciones físicas de los suelos, principalmente en lo que se refiere al estado estruc-

tural y distribución de raíces. Este efecto está dado por la cantidad y calidad del rastrojo que se produce y se devuelve al suelo. En este sentido se destacan el maíz y el sorgo por su elevada producción, siendo menor en soja. Además, el sistema radical del maíz aumenta la proporción de macroporos en el suelo, condición favorable para el crecimiento de las raíces de los cultivos siguientes.

Con respecto a la calidad de los rastrojos, es ampliamente aceptado que los productos de la degradación de la lignina y compuestos nitrogenados son los mayores constituyentes de la materia orgánica humificada y estable del suelo. La incorporación de rastrojos con alta concentración de lignina (Cuadro 1) y la adición de nitrógeno pueden ser una opción de manejo que conduzca al incremento del carbono del suelo.

- Cuadro 1: Composición bioquímica parte aérea de residuos de maíz y soja

Residuo	Carbono aportado (Kg. ha ⁻¹)	Relación C/N	Composición bioquímica			
			FDN (%)	Hemicelulosa (%)	Celulosa (%)	Lignina (%)
Maíz	3.714	109:1	20.9	39.8	29.5	9.8
Soja	1.802	48:1	34.4	23.9	31.1	10.6

Adaptado de Andriulo y Cordone 1998.



- El cultivo de maíz muestra un alto potencial de rendimiento pero muy dependiente de las condiciones del ambiente.

Los rastrojos del maíz con una elevada relación C/N se descomponen y liberan los nutrientes más lentamente que los de soja, si bien estos últimos, por tener mayor proporción de lignina que los de maíz, contribuyen positivamente al balance de materia orgánica, la producción por hectárea de los mismos es muy reducida.

La producción de rastrojos del maíz puede ser muy variable, aunque abundante, ya que depende del crecimiento del cultivo. En lotes de producción se registraron valores que oscilaron entre 6 y 12 t ha⁻¹, los más altos fueron registrados en suelos argiudoles típicos y hapludoles de buena aptitud agrícola. Los valores menores, y a su vez con mayor variabilidad, se encontraron en argiudoles vérticos erosionados del SE de la provincia de Santa Fe, los cuales muestran mayores respuestas según manejo del agua y fertilización. Por ejemplo una fertilización balanceada con nitrógeno, fósforo y azufre produjo incrementos en el

rendimiento y biomasa del maíz del orden del 40 al 50%. Es claro que en estas últimas situaciones es donde sería más importante la inclusión del maíz en la secuencia, aunque los aportes en valor absoluto sean de menor magnitud.

Algunos autores informaron que en un ensayo de secuencias de cultivos realizado en Murphy, Santa Fe, la participación del maíz produjo importantes incrementos en los rendimientos del cultivo siguiente. El cultivo de trigo en la secuencia soja-maíz-trigo/soja rindió un 24% más que en la secuencia trigo/soja continua (promedio de seis años) cuando no se fertilizó con nitrógeno. Cuando se fertilizó con 50 kg/ha⁻¹ de N el trigo en la primera secuencia rindió un 80% más que en el monocultivo, siendo a su vez más constante (100% de los años con respuesta vs. 50% de años con respuesta). En el caso de soja de segunda, el rendimiento promedio de seis años en la secuencia que incluía el maíz fue de 3.275



- Hay un límite genético a la producción de granos por planta por ser poco variable el número de granos por espiga y el número de espigas por planta.



- Ensayos de secuencias de cultivo realizados en el sur de Santa Fe demuestran la importancia del maíz como antecesor que permite diversificar los riesgos productivos.

kg ha⁻¹, superior en un 23% al rendimiento en la secuencia trigo/soja.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MAÍZ

Crecimiento. El maíz es una especie C₄, con alta eficiencia para producir biomasa. Ambientes con alta radiación, altas temperaturas diurnas y bajas nocturnas son favorables para un alto crecimiento y una adecuada duración de las etapas de desarrollo.

Aparato fotosintético. La generación de área foliar es poco elástica. El número de hojas por planta es dependiente del genotipo y del ambiente. El área foliar es solo modificable por mayor o menor expansión de las hojas, la cual depende principalmente de la humedad y la fertilidad. Cuando no hay restricciones hídricas, el ajuste de la densidad debe garantizar un adecuado aprovechamiento de la radiación.

Producción. La producción por planta es poco elástica, si se la compara con otros cultivos aunque se observan diferencias según genotipo. Hay un límite genético a la

producción de granos por planta por que es poco variable el número de granos por espiga y el número de espigas por planta. La producción potencial de granos por planta se define en un período de tiempo relativamente corto de 4 a 5 semanas en torno a la floración (período crítico) durante el cual se debe alcanzar un buen crecimiento por planta para que la producción de granos sea alta.

Por lo expresado anteriormente el cultivo de maíz muestra un alto potencial de rendimiento pero es muy dependiente de las condiciones del ambiente (clima y suelo). Cuando se analizan los rendimientos promedios de los ensayos de evaluación de cultivares de los últimos diez años en el sur de Santa Fe, esto se pone en evidencia ya que fluctuaron entre 4.500 kg ha⁻¹ y 13.000 kg ha⁻¹.

En la campaña 2002/03 los rendimientos más bajos (≤de 5000 kg ha⁻¹) se registraron en argiudoles vérticos degradados y argiudoles típicos en áreas planas con problemas de encharcamiento y los mayores rendimientos (de 10.000 a 13.000

kg ha⁻¹) se alcanzaron en hapludoles y argiudoles típicos de buena aptitud agrícola.

Como consecuencia de la mejora en la tecnología de producción y el mejoramiento genético, los rendimientos en los últimos años se han incrementado considerablemente. Según los resultados de los ensayos de evaluación de cultivares conducidos en la Estación Experimental Agropecuaria Oliveros del INTA durante los últimos quince años, se observa una tendencia de incremento anual en los rendimientos de 174 kg ha⁻¹.

MANEJO DEL CULTIVO DE MAÍZ

Densidad. El ajuste de la densidad en maíz reviste mayor importancia que en otras especies ya que muestra poca plasticidad en bajas y altas densidades. En general con buena distribución de plantas, no se han encontrado diferencias en rendimiento entre 60 y 75.000 pl/ha⁻¹.

El ajuste de la densidad debe efectuarse teniendo en cuenta la oferta de recursos, especialmente la disponibilidad hídrica, y las diferencias varietales según tamaño de planta, tolerancia al estrés, etc.

Las densidades más altas debieran utilizarse en los ambientes con buena disponibilidad hídrica y sin limitación por nutrientes. Por otra parte, para reducir la competencia extrema entre plantas vecinas es necesario alcanzar uniformidad en la emergencia y distribución de las plantas. Esto depende de la regulación de la sembradora, la velocidad de siembra, la calidad de la semilla y el estado del suelo (humedad, compactación, cobertura y temperatura). De esta manera se evita la presencia de plantas dominadas y espacios excesivos entre plantas consecutivas en la hilera, que no podrán ser compensados en su totalidad por incremento en la producción por planta.

Fecha de siembra. Depende de la temperatura del suelo, riesgo de heladas tardías y la ocurrencia del período crítico y de la maduración del grano. En el sur de Santa Fe, el período libre de heladas es suficientemente largo como para permitir un amplio período de siembra (septiembre-octubre).

Las variaciones en la fecha de siembra afectan de manera importante el crecimiento y desarrollo del cultivo ya que lo colocan bajo diferentes condiciones de temperatura, radiación y precipitaciones. El objetivo principal al elegir la fecha de siembra debe ser ubicar el período crítico cuando sean altas las probabilidades de condiciones favorables para el crecimiento. En siembras tempranas (fin de agosto, principios de septiembre), la temperatura del suelo es baja, el proceso germinativo es lento y la densidad lograda puede ser inferior a la prevista, si no se conoce la aptitud de la semilla utilizada para germinar en esas condiciones. Además, el riesgo de heladas es mayor y al ser un ambiente más fresco las tasas de crecimiento son menores y el ciclo se alarga. Sin embargo, existe un menor riesgo de estrés hídrico durante el período crítico porque la ocurrencia de antesis es más temprana.

En siembras más tardías (fin de septiembre, octubre), las temperaturas del suelo son más altas y generalmente se logra una mejor implantación. Es mayor la tasa de crecimiento y normalmente se produce un acortamiento del ciclo. La floración puede ocurrir hacia fines de diciembre o principios de enero, por lo tanto el éxito del cultivo es muy dependiente de la lluvias del mes de enero.

Un caso especial es el maíz de segunda que tiene importancia en algunas áreas y sistemas productivos, realizándose sobre algún cultivo invierno-primaveral de grano o forraje. Las diferencias con las fechas de siembra tradicionales radican en que se logra una implantación más rápida, es alta la tasa de crecimiento en las etapas tempranas y se acortan las etapas de desarrollo. Debido a que se registran temperaturas elevadas durante la definición del crecimiento de las espigas, es conveniente llevar el período crítico a mediados de febrero. Durante el llenado de granos las temperaturas más bajas y la menor radiación incidente hacen que la tasa de llenado de los mismos sea menor. En consecuencia, los potenciales de rendimiento son menores y con mayor variación a los de fechas tempranas. Los rangos de rendimiento obtenidos en distintas experiencias realizadas en diferentes

ambientes del sur de Santa Fe fueron entre 2.166 y 6.670 kg ha⁻¹, 2.570 y 4.460 kg ha⁻¹ y 4.270 y 8.258 kg ha⁻¹ en distintos años.

Estructura del cultivo. En los últimos años la utilización de sembradoras con 0.525 m de distancia entre hileras ha suscitado inquietud sobre las ventajas o desventajas de este estrechamiento del entresurco. En este sentido la información es variable. Se ha observado que una menor distancia entre hileras puede ser ventajosa cuando el tamaño de la planta no permite interceptar plenamente la radiación durante el período crítico, momento en que se requiere una alta tasa de crecimiento del cultivo. Recientemente se han observado mayores rendimientos con menores distancias entre hileras por la utilización de cultivares de planta más pequeña, hojas más erectas, etc., especialmente en siembras muy tempranas con menor tasa de crecimiento.

Cultivares. Existen en el mercado una gran cantidad de cultivares que pueden mostrar diferencias en ciclo, velocidad de secado, textura de grano, resistencia de la caña al quebrado, tolerancia a insectos, comportamiento sanitario, tamaño y arquitectura de planta, potencial de rendimiento, etc. La interacción genotipo por ambiente hace que el comportamiento de algunos híbridos resulte más variable que otros, en consecuencia es esencial conocer el comportamiento según ambientes. La utilización de genotipos adaptados al ambiente es una estrategia simple y de bajo costo para el productor. Anualmente se genera abun-

dante información en el área en relación con este tema, lo que puede permitir la elección de cultivares según el ambiente y la estrategia de utilización de insumos (dosis de fertilizante, costo de la semilla, etc.).

Manejo nutricional. La demanda de nutrientes está relacionada directamente con el potencial de rendimiento del ambiente. La cantidad de los mismos no provista por el suelo deberá ser cubierta por la fertilización para lograr una alta eficiencia en el uso de otros recursos como la radiación y el agua. Los nutrientes que con más frecuencia presentan deficiencias en los sistemas de agricultura continua del centro-sur de Santa Fe son nitrógeno, fósforo y azufre. Para utilizar dosis correctas de fertilizante es importante realizar un adecuado diagnóstico.

Requerimientos hídricos. Con un buen manejo del cultivo (densidades, fertilización, fechas de siembra), es factible alcanzar eficiencias del orden de 40 a 45 kg mm⁻¹ de materia seca aérea. En sistemas reales de producción hemos evaluado eficiencias de 10 a 20 kg mm⁻¹ de MS en argiúdoles vérticos muy degradados (sin y con adecuada fertilización respectivamente), hasta valores cercanos a 40 kg mm⁻¹ de MS en ambientes de alta productividad. Siendo el crecimiento y el rendimiento altamente dependientes de la disponibilidad de agua, una adecuada rotación y un buen manejo de los rastrojos son esenciales para el aprovechamiento de las lluvias. ●

Bibliografía

- Andriulo A. y Cordone G. 1998. Impacto de labranzas y rotaciones sobre la materia orgánica de suelos de la Región Pampeana Húmeda 1998. En: Siembra Directa, Cap. 5 pp. 65 - 96. Editores: Panigatti, J.; Marelli, H.; Buschiazza D. y Gil R. Editorial Hemisferio Sur.
- Castellarín J. M.; Pedrol H. M.; Babijazuck P. y Rosso O. 1994. Secuencias agrícolas con dos sistemas de labranza en el S. O. de la provincia de Santa Fe. En: Encuentro de Profesionales hacia una Agricultura Sostenible. p. 64. INTA.
- Cordone G.; Salvagiotti F.; Capurro J.; Martínez F. y Pagani R. 2003. Respuesta de dos híbridos de maíz de distinto potencial de rendimiento según el manejo de nutrientes en diversos ambientes productivos del Centro-Sur de Santa Fe. En: MAÍZ. Para mejorar la producción 23. Campaña 2002-03. EEA Oliveros INTA. pp. 49-53.
- Pedrol H. M.; Castellarín J. M.; Salvagiotti F. y Rosso O. 1998a. Comportamiento de cultivares de maíz en siembra de segunda en la localidad de Oliveros (Santa Fe). Campaña 1997/98. En: MAÍZ. Para mejorar la producción 7. Campaña 1997-1998. EEA Oliveros INTA. pp. 81-82.
- Pedrol H. M.; Castellarín J. M.; Salvagiotti F. y Rosso O. 2003a. Estructura del cultivo de maíz. Efectos sobre el rendimiento en grano. Fechas de siembra, híbridos, distanciamiento entre hileras y densidad. En: MAÍZ. Para mejorar la producción 23. Campaña 2002-03. EEA Oliveros INTA. pp. 45-48.