

Federico Bert^{1,2,3,4}
y Emilio Satorre^{1,2,3}

1 - Cátedra de Cerealicultura,
Facultad de Agronomía, UBA -
CONICET

2 - AACREA, Unidad de
Investigación y Desarrollo

3 - CULTIVAR Conocimiento
Agropecuario S.A.

4 - Agroconsultas Online (www.agroconsultasonline.com.ar)

Sistemas de producción de maíz: maíz temprano y tardío

En este artículo se describen las condiciones ambientales (con énfasis en el clima) que exploran los distintos sistemas y las implicancias que las mismas tienen sobre el *rinde potencial, alcanzable y logrado* del cultivo, y sobre su manejo.

Palabras Claves:

maíz, siembra, fecha, temprano, tardío, ambiente, clima, fenología, manejo, rendimiento.

Introducción

El maíz es uno de los cultivos más importantes de Argentina. En las últimas 5 campañas el maíz ocupó entre 3,5 y 4,5 millones de hectáreas en todo el país (MAGPyA, <http://www.siiia.gov.ar/>). Con esa superficie, ocupa el tercer lugar en el uso que se le da a la tierra destinada a la agricultura extensiva en nuestro país, después de la soja y el trigo. Dada su extensión y volumen productivo el maíz constituye una actividad económica importante: junto con el trigo y otros cereales, representó el 6,8% del total de las exportaciones Argentinas en 2010 (y el 30,5% de productos primarios; INDEC 2010). A su vez, desde el punto de vista productivo el maíz es una actividad fundamental dado su aporte en la sostenibilidad de la capacidad productiva de nuestros suelos.

La producción de maíz se extiende desde el NOA y NEA hasta el Sur de la Región Pampeana. Existen a lo largo del país, distintos sistemas productivos para el cultivo y distintas tecnologías para su producción. En la región Pampeana, la principal región productiva de maíz (entre el 81% y 86% de la producción de maíz se concentró en las provincias Pampeanas en los últimos 5 años) pueden distinguirse al menos 2 sistemas productivos diferentes. Por un lado, el sistema tradicional de producción que usualmente se denomina "Maíz temprano", donde el cultivo se siembra hacia fines del invierno-inicio de primavera (según la zona, la ventana de siembra generalmente abarca 2 meses comenzando a mediados de agosto). Por otro lado, el sistema usualmente denominado "Maíz tardío" en el que el cultivo se siembra a fin de primavera-inicio de verano. En este caso, el cultivo puede sembrarse más tardíamente, en una ventana de 1-1,5 meses desde mediados de noviembre hasta, usualmente, inicio de Enero. Además de estas alternativas, es posible ubicar al maíz como cultivo de segunda ocupación, luego de un cultivo de cosecha fina, sistema usualmente denominado "maíz de segunda" o, luego de un cultivo de cosecha gruesa, sistema usualmente denominado "maíz de tercera".

Los sistemas productivos exploran diferentes ambientes, ya sea por ubicar sus etapas fenológicas bajo distintas condiciones climáticas como por implantarse sobre condiciones de estado del suelo diferentes (ej., maíz de segunda). Así, cada sistema presenta ventajas y desventajas que se manifiestan en distintos rendimientos. Tradicionalmente, el maíz temprano fue el sistema productivo predominante. Sin embargo, durante las últimas campañas, el maíz tardío ha expresado buenos resultados productivos y, en consecuencia, ha aumentado su frecuencia entre los productores. En este artículo se describen las condiciones ambientales (con énfasis en el clima) que exploran los distintos sistemas y las implicancias que

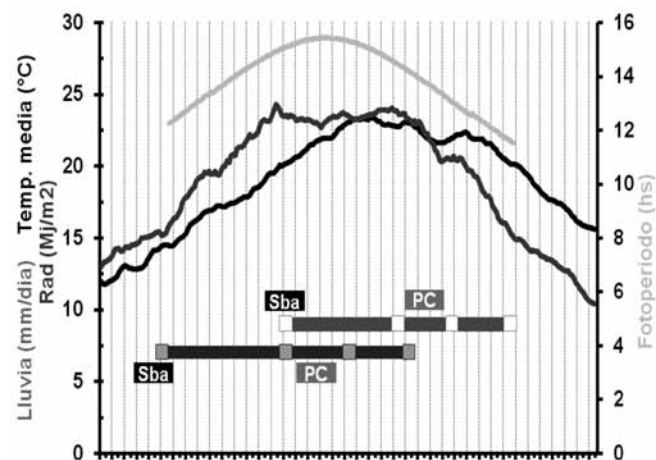
las mismas tienen sobre el *rinde potencial, alcanzable y logrado* del cultivo, y sobre su manejo.

Rinde potencial

El rinde potencial es el rinde máximo que se puede obtener cuando ningún factor limitante (ej., agua, nutrientes) restringe la productividad del sistema; el rinde potencial está determinado por el ambiente fototérmico (radiación y temperatura) explorado por el cultivo. El rinde potencial de maíz (como de cualquier otro cultivo) depende de las temperaturas y nivel de radiación (además de los niveles de dióxido de carbono) que explora el cultivo, particularmente en sus etapas críticas para la determinación del rendimiento. Asimismo, el rinde potencial depende de decisiones de manejo como el genotipo (que impone un techo de rinde) o la fecha de siembra y arreglo espacial (que determinan, entonces, las temperaturas y radiación que explorará el cultivo). Obviamente, los distintos sistemas productivos de maíz -que implican cambios en la fecha de siembra- determinan modificaciones en el ambiente fototérmico que explora el cultivo y, por lo tanto, tienen diferentes rindes potenciales.

Figura 01

Evolución de variables climáticas importantes para el crecimiento y desarrollo de maíz en la localidad de Junín. Los datos son promedios diarios de los registros históricos de Junín desde 1971 a 2011. Se superpone (barras horizontales) diferentes etapas fenológicas de un sistema de maíz Temprano (barra oscura) y Tardío (barra clara). PC: período crítico de determinación del rendimiento.



El rinde potencial de maíz temprano es mayor al de maíz tardío. Este comportamiento puede entenderse fácilmente si se reconoce que el maíz es una especie adaptada a ambientes cálidos y de metabolismo C4 y, se analiza la evolución de temperaturas y radiación en una determinada localidad. La Figura 1 muestra un

ejemplo para Junín. Los niveles históricos de radiación en el período crítico de maíz temprano son mayores a los de maíz tardío. A su vez, las temperaturas pueden ser ligeramente menores en el período crítico del maíz temprano. Estas condiciones térmicas y radiativas implican una mayor tasa de crecimiento potencial (en ausencia de limitaciones hídricas y nutricionales) durante el período crítico, que permiten generar más granos por unidad de área y, por lo tanto un mayor rendimiento. Sumado a esto, tanto las temperaturas como niveles de radiación caen notablemente durante el llenado de los maíces tardíos lo que puede determinar una menor tasa de llenado (y en casos extremos de temperaturas bajas la cesación del mismo) y, por lo tanto bajo condiciones históricas, un menor peso potencial del grano. Así, por las condiciones térmicas y radiativas el sistema temprano puede –en ausencia de otras limitaciones- generar más granos y de mayor peso y eso determina un mayor rinde potencial. El patrón descrito arriba es válido en toda la región Pampeana, aunque el efecto se magnifica a medida que nos movemos hacia el sur y los cambios ambientales son más abruptos. A mayores latitudes el ciclo estacional de radiación es más marcado; la radiación disminuye a una tasa mucho mayor luego de alcanzar su máximo de diciembre. De esta manera, el período crítico de maíces tardíos ocurre con condiciones relativamente más desfavorables y, como consecuencia el rinde potencial (comparado al temprano) es menor. Lo contrario ocurre a bajas latitudes, minimizándose la diferencia entre sistemas. Sumado a esto, obviamente las temperaturas bajan a mayor tasa y a niveles más bajos en maíces tardíos a altas latitudes. Esto tiene dos implicancias. En primer lugar, las bajas temperaturas pueden afectar la tasa de llenado pudiendo llegar a interrumpir el mismo. En segundo lugar, la fecha de primera helada es más temprana pudiendo imponer una limitación cualitativa (más allá del rinde potencial) a los sistemas productivos tardíos al sur.

Rinde alcanzable

Las diferencias de potencial entre los distintos sistemas productivos de maíz se expresan en situaciones de muy altos rindes. Sin embargo, en la mayoría de las situaciones a campo, aparecen limitaciones hídricas y nutricionales que determinan que el rinde alcanzable se aleje del potencial. Bajo situaciones en donde existen factores limitantes, las ventajas de mayor rinde potencial de los sistemas tempranos son secundarias y pueden, en cambio, expresarse algunas ventajas agronómicas de los sistemas tardíos que contribuyen a obtener mejores resultados productivos del maíz en general.

En la mayoría de las regiones productivas y campañas hay limitaciones hídricas importantes en alguna o varias etapas del ciclo de crecimiento. En este contexto, algunas de las ventajas climáticas mencionadas antes

para los tempranos pueden convertirse en desventajas: por ejemplo, mayores niveles de radiación implican mayor demanda atmosférica y, en consecuencia, mayores chances de stress hídrico si la limitante es el agua, particularmente en el período crítico (PC; Figura 1) del cultivo. Contrariamente, los menores niveles de radiación explorados por los sistemas tardíos significan una menor demanda atmosférica que, por un lado lleva a menor tasa de crecimiento potencial, pero por otro disminuye las chances de que el cultivo experimente stress y caiga su tasa de crecimiento. Sumado a lo anterior, dada la estacionalidad de las lluvias Pampeanas (mayores lluvias en semestre cálido) es más probable que el suelo presente un mayor nivel de recarga a la siembra y al inicio del período crítico de los maíces tardíos. Como resultado, ante condiciones con limitaciones hídricas (sin riego) las variaciones de rindes más importantes responden a variaciones de lluvias, y los maíces tardíos frecuentemente experimentan condiciones hídricas menos estresantes. Así, como muestran las Figuras 2 y 3, en general esto permite obtener rindes mínimos más altos y una menor variabilidad de resultados en sistemas tardíos.

El comportamiento de los sistemas productivos difiere (interacciona) con el ambiente edáfico. Este comportamiento diferencial por ambientes justifica la realización de distintos planteos según el ambiente. En un extremo, en suelos sin restricciones para el crecimiento radical (ej., hapludol típico), con alta capacidad de recarga y en presencia de una napa (ej. a menos de 2,5 m de profundidad) el sistema temprano tiene a mostrar mejores rendimientos (es posible que se exprese su mayor potencial) y baja variabilidad. Contrariamente, en un suelo con algún impedimento físico, que modifique la dinámica de agua y reduzca la exploración radicular (ej. hapludolthaptonátrico) con una baja recarga de agua a la salida del invierno, el sistema tardío puede mostrar mejores resultados. Ante esta condición, se expresan las ventajas mencionadas en el párrafo anterior: desplazamiento de período crítico a momento de menor demanda y mayor chances de agua en el suelo a la siembra e inicio del período crítico. En parte debido a este comportamiento diferencial, el maíz tardío ha ganado superficie en las últimas campañas especialmente en suelos con restricciones: apareció como una alternativa para incorporar este cultivo en ambientes de baja calidad donde un maíz temprano puede presentar resultados muy erráticos (Figura 2) e inferiores (Figura 3).

Finalmente, como se mencionó, el rinde alcanzable se aparta del potencial también por la existencia de deficiencias nutricionales. Casi toda la región Pampeana es deficitaria en Nitrógeno (N) y Fósforo (P) por lo que es necesaria la fertilización para no limitar el rinde. En relación a la fertilización necesaria para maximizar los rindes alcanzables, se

Figura 02

Distribución de rindes alcanzables de maíz Temprano y Tardío simulados para 2 ambientes de la localidad de Junín. Se utilizó el modelo CERES-Maize y los registros climáticos históricos de Junín desde 1971 a 2011. AP: ambiente de alto potencial (suelo profundo de textura franca, sin limitantes para el crecimiento radicular). IPT: ambiente de intermedio potencial (suelo con horizonte thapto entre 0,6 y 1 m). Para las simulaciones se asumió recarga total del suelo hasta 2 m de profundidad.

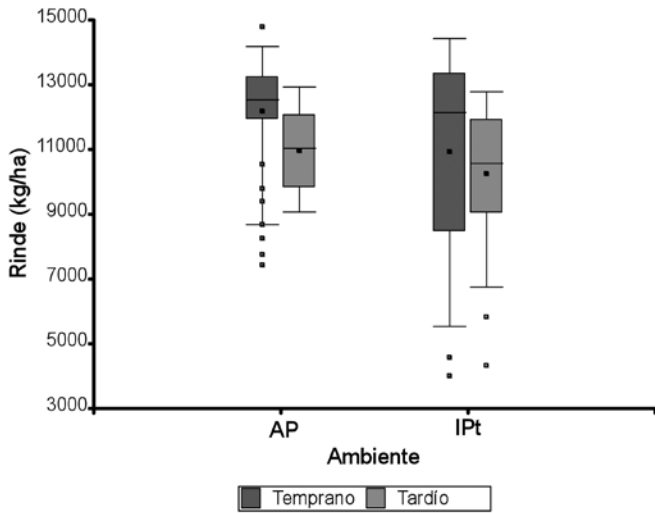
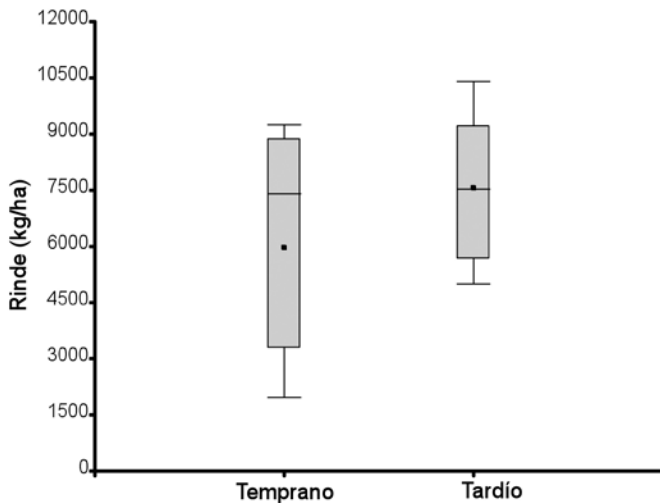


Figura 03

Distribución de rindes de maíz Temprano y Tardío en ensayos del grupo CREA Roque-Pérez-Saladillo / Regional Centro Sud II de AAPRESID durante las campañas 2010-11 y 2011-12. Los datos provienen de 10 ensayos diferentes realizados en ambientes de intermedio potencial (suelos con horizonte thapto entre 0,6 y 1 m de profundidad).



presentan diferencias entre ambos sistemas. Por un lado, dado que el potencial de rinde de los sistemas de producción tardíos es menor, los requerimientos nutricionales podrían ser menores (aunque hay situaciones de altos rendimientos de tardíos donde los requerimientos son altos). En términos prácticos, esto implicaría menores niveles de N y P objetivo para este cultivo. Si bien hay poca información al respecto, ensayos recientes en el centro de la provincia de Buenos Aires (CREA Roque Pérez-Saladillo – Regional Centro Sud II AAPRESID) han mostrados respuestas de hasta 650 kg/ha (y 300 kg/ha en promedio) por incrementar el N del suelo desde aproximadamente 85 kg/ha a 120 kg/ha. Es decir, los cultivos tardíos alcanzan umbrales de respuesta muy semejantes a los de los cultivos tempranos en la región. Sin embargo, los niveles de N y P en el suelo al momento de la siembra de maíces tardíos suelen ser más altos que los de maíces tempranos dado el mayor tiempo de mineralización y mejor condición hídrica del suelo. Tanto por los menores requerimientos como por los mayores niveles de nutrientes, las necesidades de fertilización en los sistemas tardíos usualmente son menores (y obviamente esto disminuye el costo fertilizante para saturar la respuesta del cultivo).

Rinde logrado

Finalmente, el rinde que logramos puede ser menor al teóricamente alcanzable si no se protege al cultivo de los factores reductores. En este sentido, los sistemas tardíos están expuestos a una mayor presión de adversidades que pueden alejar marcadamente el rinde alcanzable del realmente logrado. En primer lugar, el barbecho de los maíces tardíos es más largo y generalmente requiere de un mayor número de aplicaciones de herbicidas (para evitar que una de las ventajas, la mayor reserva de agua a la siembra, no desaparezca). Por otro lado, dadas las condiciones climáticas a las que se exponen las etapas críticas del cultivo (ej. altas temperaturas y humedad) la presión de enfermedades y plagas suele ser mayor. Una enfermedad particularmente problemática, por las pérdidas de rinde que puede ocasionar al cultivo, es el tizón foliar (*Helminthosporium sp.*). Asimismo, es posible encontrar mayores niveles de plagas comunes del maíz (cogollero [*Spodoptera frugiperda*], isoca de la espiga [*Heliothis zea*]), con un daño potencial mayor. Afortunadamente existen tecnologías que permiten manejar estos problemas; en cualquier caso, la selección de híbridos con buen comportamiento sanitario y mecanismos de protección (ej., eventos de protección contra *Lepidópteros*) puede ser determinante en el éxito de los maíces tardíos. De hecho, este es un aspecto de manejo que explica una alta proporción de la variabilidad de los resultados en estos sistemas de producción. Complementariamente el monitoreo y aplicación de fungicidas puede generar respuestas muy grandes (superiores a 1000 kg/ha ante ataques severos de tizón).

Comentarios finales

En este artículo se discutieron diferencias entre sistemas de producción de maíz temprano y maíz tardío.

- Por las condiciones fototérmicas que explora, el maíz temprano tiene un rinde potencial mayor (en ausencia de limitaciones de agua y nutrientes).
- Bajo condiciones de campo, con limitaciones de agua y nutrientes, el maíz tardío puede mostrar ventajas productivas.
- Maíz temprano y tardío se comportan diferente ante distintos ambientes, siendo el maíz temprano una alternativa de buen resultado en ambientes de alto potencial y el tardío en situaciones restrictivas (ej. suelos de menor calidad).
- Los maíces tardíos pueden experimentar mayor presión de plagas y enfermedades, por lo que es necesario seleccionar cuidadosamente la genética a utilizar y realizar adecuadamente prácticas de monitoreo y control.