

# Fecha de Siembra y Rendimiento en Maíz

● Ing. Agr. (M. Sc.; Dr.)  
Alfredo G. Cirilo  
INTA Pergamino,  
Buenos Aires

*Teniendo en cuenta las razones operativas o estratégicas que condicionan el momento de implantación del maíz- como oportunidad de labranzas o siembra, humedad de suelo, escape a adversidades climáticas o biológicas, rentabilidad de la explotación, entre otras, es conveniente conocer e interpretar los efectos de la fecha de siembra sobre el rendimiento del cultivo para orientar su manejo*

● En toda la región maicera argentina, los niveles de radiación solar, los registros térmicos y la longitud del día varían marcadamente a lo largo del año. Entonces, la modificación de la fecha de siembra del cultivo altera la combinación de dichas variables ambientales a lo largo de toda su estación de crecimiento. Tales factores tienen una marcada influencia sobre el desarrollo y crecimiento del cultivo y sobre su rendimiento.

La comprensión de la respuesta del cultivo de maíz a la variación en la fecha de siembra resulta de utilidad para estimar los efectos de demoras planificadas o retrasos imprevistos y tomar decisiones tendientes a aumentar y estabilizar la producción y a mejorar su eficiencia.

Además, en gran parte de la región pampeana es posible la instalación de un maíz de segunda, es decir, un cultivo detrás de otro cultivo de crecimiento invierno-primaveral en la misma campaña agrícola. Por ello, es conveniente hacer algunas consideraciones sobre estos maíces de segunda que permitan orientar decisiones de manejo.



La intención de este artículo es presentar algunos elementos que contribuyan a conformar criterios para el ajuste del manejo en función del momento de siembra del maíz con el fin de mejorar su rendimiento.

## FECHA DE SIEMBRA Y CRECIMIENTO DEL CULTIVO

El rendimiento depende de la capacidad de crecimiento del cultivo y de la fracción de ese crecimiento que destina a la producción de granos (índice de cosecha). El crecimiento resulta del aprovechamiento de la luz solar en la fabricación de los componentes constituyentes y funcionales de los distintos órganos de la planta. Por lo tanto, está directamente relacionado con la capacidad del canopeo para capturar la luz incidente. Las consecuencias de la modificación del momento de implantación del cultivo sobre su crecimiento resultan de la incidencia de la temperatura, la radiación y el fotoperíodo sobre su fenología, el desarrollo del área foliar y la acumulación de materia seca.

Cuando la siembra se retrasa, las mayores temperaturas que experimenta el cultivo durante sus etapas iniciales de crecimiento provocan la aceleración de su desarrollo fenológico, acortándose el período entre la siembra y la floración. El retraso de la siembra de maíz también expone a la planta a fotoperíodos más largos durante su etapa fotosensible (de cuatro a ocho días previos a la inducción de su ápice). Si bien los días largos demoran la inducción del ápice, la iniciación de la panoja se anticipa en siembras tardías debido al efecto térmico prevaleciente que acelera el desarrollo.

Por otro lado, la magnitud de la respuesta fotoperiódica depende de la sensibilidad del genotipo y, en general, los híbridos adaptados a ambientes templados, como nuestra región maicera, presentan escasa sensibilidad fotoperiódica.

Al atrasar la siembra, las mayores temperaturas aceleran la velocidad de aparición de hojas. El aumento en la velocidad de emergencia y despliegue de las hojas determina el rápido establecimiento de un canopeo eficiente en capturar la luz solar. Este efecto, sumado a los niveles crecientes de radiación solar incidente hacia el verano, le permite a las siembras tardías acumular una cantidad de radiación interceptada hasta la floración semejante a la de las siembras tempranas, a pesar del menor número de días transcurridos. Las mayores temperaturas durante la fase vegetativa que experimentan las siembras tardías favorecen una alta eficiencia de conversión de luz en crecimiento, acumulando generalmente más biomasa al momento de floración que las siembras tempranas (plantas más altas y pesadas). Sin embargo, cuando se demora la siembra los niveles de radiación solar incidente durante la etapa posterior a la floración decaen progresivamente al avanzar la estación, que se acenúa cuanto mayor es la latitud de la locali-

dad y más se retrasa la siembra, reduciendo la producción de biomasa.

En conclusión, las siembras tardías generan altas tasas de crecimiento del cultivo durante la etapa vegetativa, pero bajas en el período reproductivo posterior a la floración. Por lo tanto, las siembras tardías favorecen el crecimiento vegetativo mientras que las siembras tempranas favorecen el crecimiento reproductivo, a juzgar por la biomasa acumulada antes y después de la floración. En consecuencia, los índices de cosecha serán superiores en las siembras tempranas.

#### EL RENDIMIENTO EN SIEMBRAS TEMPRANAS

Las siembras tempranas presentan los máximos potenciales de producción. Cuando las limitantes hídricas, nutricionales y sanitarias son controladas, la radiación y la temperatura pasan a ser decisivas para el crecimiento a través de su incidencia en la producción fotosintética de asimilados en la planta. Durante la floración, las siembras tempranas le permiten al cultivo el aprovechamiento de los altos niveles de radiación incidente de diciembre y principios del verano, con elevadas amplitudes térmicas, condiciones favorables

● Tabla 1: Rendimiento en grano (14% humedad) y sus componentes (número de granos y peso del grano) y fechas de floración y madurez fisiológica de cultivos de maíz en tres fechas de siembra (mediados de setiembre, de noviembre y de enero) en Pergamino. Se incluyen los valores promedios diarios de radiación global incidente (RGf) y amplitud térmica (ATf) del período de cuatro semanas alrededor de la floración y de radiación global incidente (RGr) y temperatura media (TMr) del período reproductivo comprendido entre la floración y la madurez fisiológica (híbrido: DK752, densidad: 90.000 pl ha<sup>-1</sup>, campañas: 1997/98 y 1998/99). Se incluye el valor de diferencia mínima significativa al nivel de significancia del 5% (DMS 0.05) para comparación de medias.

|                | Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) | Número de granos (m <sup>-2</sup> ) | Peso de grano (mg) | Fecha de floración | Fecha de mad. fisiol. | RGf (Mj m <sup>-2</sup> ) | ATf (°C) | RGr (Mj m <sup>-2</sup> ) | TMr (°C) |
|----------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|----------|---------------------------|----------|
| <b>1997/98</b> |                                    |                                     |                    |                    |                       |                           |          |                           |          |
| 20-Set.        | 15450                              | 5072                                | 262                | 16-Dic.            | 26-Feb.               | 22.5                      | 13.9     | 22.2                      | 20.9     |
| 20-Nov.        | 12730                              | 4109                                | 266                | 22-Ene.            | 9-Abr.                | 21.4                      | 12.5     | 19.2                      | 19.3     |
| 20-Ene.        | 5090                               | 2915                                | 150                | 30-Mar.            | 22-Jun.               | 10.7                      | 11.5     | 9.2                       | 13.8     |
| DMS (0.05)     | 1080                               | 211                                 | 10                 |                    |                       | 0.03                      | 0.10     | 0.04                      | 0.08     |
| <b>1998/99</b> |                                    |                                     |                    |                    |                       |                           |          |                           |          |
| 20-Set.        | 14650                              | 5582                                | 225                | 15-Dic.            | 22-Feb.               | 26.4                      | 15.4     | 24.1                      | 21.4     |
| 20-Nov.        | 11840                              | 5037                                | 202                | 25-Ene.            | 30-Mar.               | 22.3                      | 14.4     | 19.6                      | 21.4     |
| 20-Ene.        | 5660                               | 3816                                | 127                | 18-Mar.            | 27-May.               | 14.1                      | 10.0     | 12.0                      | 15.1     |
| DMS (0.05)     | 972                                | 180                                 | 16                 |                    |                       | 0.03                      | 0.08     | 0.05                      | 0.10     |

para el crecimiento del cultivo y la fijación de un alto número de granos (tabla 1).

La tabla 1 muestra también un mayor peso de los granos en siembra temprana ya que el llenado de granos tiene lugar en momentos de alta radiación solar y buenas temperaturas para la producción de asimilados en la planta, favoreciendo el peso final.

Por otro lado, los cultivos de maíz sembrados tempranamente alcanzan su madurez fisiológica bajo condiciones ambientales favorables para una rápida pérdida de humedad del grano, reduciendo los gastos de secado artificial en su comercialización. Además, al adelantar la cosecha, se evitan los inconvenientes por demora de la misma en otoños húmedos.

### MAÍCES TARDÍOS

Las siembras tardías fijan menos granos ya que durante la floración los niveles de radiación incidente declinan respecto de los de las siembras tempranas, con elevadas temperaturas y menores amplitudes térmicas. Además, los granos en siembra tardías pesan menos ya que el llenado ocurre en momentos de radiación solar y temperatura desfavorables para la producción fotosintética en la planta, limitando la fuente de asimilados (tabla 1).

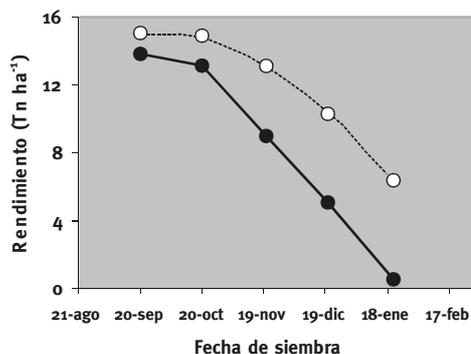
Desde la floración en adelante, la caída progresiva en los niveles de radiación incidente diaria en las siembras tardías es más marcada cuanto mayor es la latitud del

lugar, acortando la estación de crecimiento para el maíz, y las mermas en rendimiento por retraso de la siembra se hacen más pronunciadas. En la figura 1 se muestran las reducciones en los rendimientos máximos esperables a medida que se retrasan las siembras en Balcarce (37° 45' S) y en Pergamino (33° 56' S). Mientras que en Pergamino cada demora de un mes en la siembra, entre mediados de setiembre y de enero, produce mermas promedio de 0, 0.6, 1 y 1.3 quintales ha<sup>-1</sup> por día de retraso, en Balcarce fueron de 0.2, 1.3, 1.4 y 1.6 quintales ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

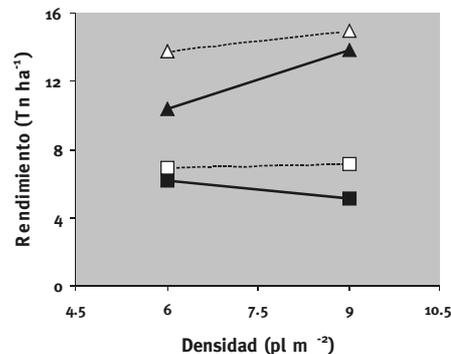
Dado que la densidad óptima para un cultivo de maíz varía de acuerdo a la oferta de recursos (de clima y de suelo, naturales o agregados), reduciéndose a medida que empeoran las condiciones de crecimiento, las siembras tardías están asociadas con una menor tolerancia a altas densidades. Entonces, resultará conveniente ser cauteloso al decidir la cantidad de plantas a lograr para evitar excesos que reducirán aún más su productividad. Atendiendo a esto y a las diferencias mencionadas para Pergamino respecto de Balcarce, las consecuencias de una alta densidad sobre el rendimiento de maíces tardíos resultaron menos notables en la primera de esas localidades (figura 2).

Por su parte, al final del ciclo del cultivo las condiciones climáticas del otoño resultan

● Figura 1 – Rendimiento de maíz en función de la fecha de siembra en Pergamino (33° 56'S; círculos blancos) y en Balcarce (37° 45'S; círculos negros) para cultivos creciendo sin limitaciones hídricas, nutricionales ni sanitarias con densidad de 90.000 pl ha<sup>-1</sup>.



● Figura 2 – Rendimiento de maíz en función de la densidad en Pergamino (33° 56'S; símbolos blancos) y en Balcarce (37° 45'S; símbolos negros) para cultivos creciendo sin limitaciones hídricas, nutricionales ni sanitarias sembrados en dos momentos: temprano (mediados de setiembre; triángulos) y tardío (mediados de diciembre en Balcarce y principios de enero en Pergamino; cuadrados).



predisponentes para la aparición de los patógenos que provocan la podredumbre de la base del tallo, afectando el rendimiento en grano de la planta y disminuyendo la resistencia estructural de la caña, con el consiguiente vuelco de la planta. La baja disponibilidad de fuente de asimilados para el llenado de los granos en siembras tardías promueve la removilización de reservas desde la caña, lo que también favorece la incidencia de la enfermedad. En consecuencia, el retraso de la siembra provoca una mayor presencia de plantas quebradas o volcadas en el cultivo al momento de la cosecha mecánica, aumentando la pérdida de granos en la recolección y disminuyendo más aún el rendimiento cosechado. Las mayores alturas de las plantas y de la inserción de las espigas en las siembras tardías

son factores adicionales que favorecen el vuelco y quebrado.

#### MAÍZ DE SEGUNDA

Los efectos negativos del desplazamiento de la floración y el llenado de los granos con el retraso de la siembra hacia momentos menos favorables serán mayores cuanto más largo sea el ciclo del híbrido empleado. En este sentido, el manejo de la densidad de plantas junto a la elección del ciclo del híbrido son dos prácticas que resultarán necesarias ajustar conjuntamente en siembras de segunda. La tabla 2 muestra que para maíces de segunda muy tardíos en Pergamino los híbridos de ciclo muy largo rindieron menos, especialmente con la densidad más elevada. En cambio, cuando la siembra no se demoró mucho más allá de

● Tabla 2 Rendimiento en grano (14% humedad) y sus componentes (número de granos y peso del grano) y fechas de floración y madurez fisiológica de cultivos de maíz de segunda tardíos sembrados en dos fechas (3 y 25 de Enero) en Pergamino con tres densidades (50.000, 65.000 y 80.000 pl ha<sup>-1</sup>) durante la campaña 1997/98 con híbridos de ciclo corto (Cargill 260 y DK639), medio (Cargill Titanium II, Cargill Titanium FI y DK664) y largo (Cargill 343, DK757 y DK765). Se muestran los promedios por ciclo y se incluye el valor de diferencia mínima significativa al nivel de significancia del 5% (DMS 0.05) para comparación de medias.

|                            | Rendimiento<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | Número<br>de granos<br>(m <sup>-2</sup> ) | Peso de<br>grano<br>(mg) | Fecha de<br>floración | Fecha de<br>mad. fisiol. |
|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| <b>3-Ene.</b>              |                                       |                                           |                          |                       |                          |
| <b>Ciclo corto</b>         |                                       |                                           |                          |                       |                          |
| 50.000 pl ha <sup>-2</sup> | 7513                                  | 2564                                      | 253                      | 7-Mar.                | 2-Jun.                   |
| 65.000 pl ha <sup>-2</sup> | 7625                                  | 2946                                      | 223                      | 8-Mar.                | 30-May                   |
| 80.000 pl ha <sup>-2</sup> | 7934                                  | 3169                                      | 216                      | 10-Mar.               | 31-May.                  |
| <b>Ciclo medio</b>         |                                       |                                           |                          |                       |                          |
| 50.000 pl ha <sup>-2</sup> | 6716                                  | 2463                                      | 238                      | 9-Mar.                | 1-Jun.                   |
| 65.000 pl ha <sup>-2</sup> | 6875                                  | 2811                                      | 212                      | 11-Mar.               | 1-Jun                    |
| 80.000 pl ha <sup>-2</sup> | 7113                                  | 3063                                      | 199                      | 12-Mar.               | 31-May.                  |
| <b>Ciclo largo</b>         |                                       |                                           |                          |                       |                          |
| 50.000 pl ha <sup>-1</sup> | 7198                                  | 2767                                      | 227                      | 13-Mar.               | 14-Jun.                  |
| 65.000 pl ha <sup>-2</sup> | 7428                                  | 3237                                      | 200                      | 15-Mar.               | 8-Jun                    |
| 80.000 pl ha <sup>-1</sup> | 7158                                  | 3274                                      | 190                      | 15-Mar.               | 7-Jun.                   |
| <b>25-Ene.</b>             |                                       |                                           |                          |                       |                          |
| <b>Ciclo corto</b>         |                                       |                                           |                          |                       |                          |
| 50.000 pl ha <sup>-1</sup> | 3970                                  | 2232                                      | 154                      | 4-Abr.                | 5-Jul.                   |
| 65.000 p ha <sup>-2</sup>  | 3220                                  | 2221                                      | 128                      | 9-Abr.                | 4-Jul                    |
| 80.000 pl ha <sup>-2</sup> | 3080                                  | 2130                                      | 126                      | 10-Abr.               | 3-Jul.                   |
| <b>Ciclo medio</b>         |                                       |                                           |                          |                       |                          |
| 50.000 pl ha <sup>-2</sup> | 3512                                  | 2383                                      | 143                      | 6-Abr.                | 5-Jul.                   |
| 65.000 pl ha <sup>-2</sup> | 3441                                  | 2202                                      | 123                      | 10-Abr.               | 4-Jul                    |
| 80.000 pl ha <sup>-2</sup> | 3186                                  | 2083                                      | 123                      | 11-Abr.               | 2-Jul.                   |
| <b>Ciclo largo</b>         |                                       |                                           |                          |                       |                          |
| 50.000 pl ha <sup>-2</sup> | 3258                                  | 2292                                      | 123                      | 11-Abr.               | 6-Jul.                   |
| 65.000 pl ha <sup>-2</sup> | 2576                                  | 2204                                      | 104                      | 15-Abr.               | 5-Jul                    |
| 80.000 pl ha <sup>-2</sup> | 2458                                  | 2009                                      | 107                      | 16-Abr.               | 5-Jul.                   |
| <b>DMS (0.05)</b>          | <b>380</b>                            | <b>132</b>                                | <b>9.3</b>               |                       |                          |

principios de año, los rendimientos obtenidos no mostraron grandes diferencias entre precocidades ni entre densidades. En Balcarce, en cambio, los híbridos precoces rindieron 24% más respecto a los más largos en siembras de diciembre cuando no existieron limitantes hídricas ni nutricionales. Cabe destacar aquí que la ocurrencia de eventuales episodios de sequía harán variar las respuestas relativas al retraso de la siembra en función de su duración e intensidad y de su oportunidad de ocurrencia, en relación al ciclo de los híbridos y al grado de compromiso de la etapa crítica de la floración de cada uno de ellos en esos episodios de sequía.

Dada la menor expectativa de rendimiento en maíces de segunda, la anticipación de su siembra resulta una práctica conveniente al permitir adelantar las etapas críticas del cultivo a momentos menos comprometidos. En Pergamino, siembras de maíces de segunda con apenas tres semanas de desfase entre sí mostraron diferencias apreciables tanto en el número como en el peso de los granos y, consecuentemente, en el rendimiento (tabla 3). Las prácticas de manejo que permitan adelantar la desocupación del lote (elección del antecesor y su cosecha anticipada) y reducir la demora de la siembra del maíz de segunda (labranza reducida o siembra directa) constituirán estrategias convenientes cuando no existan limitantes hídricas (sequías esta-

cionales) que condicionen dicha anticipación.

Si bien los rendimientos esperables de los maíces de segunda en la zona núcleo maicera son alentadores, especialmente en siembras anticipadas, existen aspectos desfavorables que es necesario resaltar.

Por un lado, las siembras de segunda encuentran ambientes poco favorables para el secado natural del grano en la planta, obligando al gasto del secado artificial. Además, las siembras tardías están expuestas a una mayor incidencia de plagas y enfermedades. El barrenador del tallo en maíz, cuyas poblaciones de adultos y el número de larvas por planta aumentan significativamente hacia el verano, produce importantes reducciones en el rendimiento al entorpecer la traslocación de asimilados en la caña hacia los granos. En siembras de segunda, un cuidadoso control con insecticidas o el empleo de híbridos con gen Bt introducido por transgénesis resultarán indispensables.

#### CONCLUSIONES

Las siembras tempranas de maíz presentan los máximos potenciales de producción - mientras no ocurran deficiencias hídricas severas en su floración - debido a que aprovechan las mejores condiciones ambientales para el crecimiento del cultivo, la fijación de un alto número de granos y la producción de asimilados en la planta para



● Tabla 3: Rendimiento en grano (14% humedad) y sus componentes (número de granos y peso del grano) y fechas de floración y madurez fisiológica de cultivos de maíz de segunda sembrados con tres semanas de diferencia en Pergamino con dos híbridos (DK664 y DK752) en densidad de 60.000 pl ha<sup>-1</sup> durante la campaña 1996/97. Se incluye el valor de diferencia mínima significativa al nivel de significancia del 5% (DMS 0.05) para comparación de medias.

|                   | Rendimiento<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | Número<br>de granos<br>(m <sup>-2</sup> ) | Peso de<br>grano<br>(mg) | Fecha de<br>floración | Fecha de<br>mad. fisiol. |
|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 26-Dic.           |                                       |                                           |                          |                       |                          |
| DK664             | 9762                                  | 2902                                      | 289                      | 23-Feb.               | 11-May.                  |
| DK752             | 10891                                 | 3691                                      | 253                      | 28-Feb.               | 10-May.                  |
| 16-Ene.           |                                       |                                           |                          |                       |                          |
| DK664             | 7582                                  | 2722                                      | 240                      | 17-Mar.               | 30-May.                  |
| DK752.            | 9053                                  | 3575                                      | 211                      | 21-Mar.               | 2-Jun.                   |
| <i>DMS (0.05)</i> | 512                                   | 102                                       | 12                       |                       |                          |

abastecer el llenado de los granos. El retraso de la siembra limita los rendimientos alcanzables y sus efectos negativos son mayores cuanto mayor es la latitud, como consecuencia del rápido deterioro de las condiciones ambientales a medida que avanza la estación. Acortar el largo del ciclo del cultivo en siembras de segunda con la elección de híbridos más precoces resultará beneficioso al sur de la región maicera pero

no en la zona central, excepto en siembras muy demoradas donde los ciclos intermedios superan a los más largos. Habrá que reducir la densidad para evitar importantes mermas de rendimiento cuando se demora la siembra, especialmente en las mayores latitudes. En todos los casos, las complicaciones sanitarias de los maíces de segunda deberán ser tenidas seriamente en cuenta al decidir su siembra. ●

#### Bibliografía

- Andrade F.H., Cirilo A.G. 2000. Fecha de siembra y rendimiento de los cultivos. In: Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. F.H. Andrade y V.O. Sadras (Eds.), INTA-UIB. ISBN 987-521-016-1. Capítulo 5, páginas 135-154.
- Cirilo A.G., Andrade F.H. 1994 a. Sowing date and maize productivity. I. Crop growth and dry matter partitioning. *Crop Science* 34:1039-1043.
- Cirilo A.G., Andrade F.H. 1994 b. Sowing date and maize productivity. II. Kernel number determination. *Crop Science* 34:1044-1046.
- Cirilo A.G., Andrade F.H.. 1996. Sowing date and kernel weight in maize. *Crop Science*. 36:325-331.
- Cirilo A.G. 2001. Maíces tardíos y maíz de segunda. *Revista de Tecnología Agropecuaria*. INTA Pergamino. Vol.VI Nro. 18, Segundo Cuatrimestre: Setiembre/Diciembre 2001. Pág. 44-48.