



Evaluación del cultivo de maíz en siembras tardías y ultra tardías en el Centro Norte de la Provincia de Córdoba.

Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Área de Consolidación, Cultivos Extensivos.

2016

Integrantes: Arrieta, Facundo. Gugger, Federico. Matélica, Maximiliano.
Pereyra, Darío.
Tutor: Luque, Sergio.

ÍNDICE

| | |
|------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN | 2 |
| HIPÓTESIS | 3 |
| OBJETIVO | 3 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 4 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 5 |
| CONCLUSIÓN | 17 |
| BIBLIOGRAFÍA | 18 |

INTRODUCCIÓN

El mayor porcentaje de maíz que se produce en Argentina se realiza en secano, por lo tanto, su productividad está fuertemente asociada a las precipitaciones durante el ciclo y fundamentalmente a la disponibilidad hídrica alrededor de floración.

En la actualidad, la superficie destinada a la siembra del cultivo de maíz ha disminuido notoriamente. Uno de los principales factores que generan esta disminución del área a sembrar son los elevados rendimientos de indiferencia, calculados a partir de la relación entre el precio de mercado y los costos de producción. Entre los aumentos de costos más importantes se destacan la compra de insumos, principalmente semillas y fertilizantes; arrendamientos y en particular el valor de los fletes en zonas lejanas a los puertos (Bolsa de Cereales de Córdoba, 2015). Esta condición, sumada a la variabilidad de los rendimientos ocasionado por condiciones climáticas cambiantes, determina fluctuaciones en la superficie sembrada de maíz. Como estrategia de producción se observa una generalizada tendencia a retrasar la fecha de siembra (Luque, 2000).

Por otra parte, los cultivos tardíos de maíz son los más afectadas por plagas como el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis* Fabricius), isoca de la espiga (*Helicoverpa zea* Boddie) y la oruga cogollera (*Spodoptera frugiperda* Smith). Desde la aparición de híbridos de maíz transgénicos resistentes a lepidópteros, la siembra tardía se ha extendido en las regiones templadas de nuestro país con muy buenos rendimientos.

Cada vez son más los productores que siembran maíz hacia finales de la primavera e inicios del verano. Esta estrategia, no sólo brinda más plasticidad para sembrar el cultivo, ya que por lo general las condiciones de humedad edáfica son óptimas para una adecuada emergencia, sino que también permite evitar la coincidencia del período crítico (15 días antes y 15 días después de floración) con la sequía estival. Según la región, el rango de fechas de siembra se ubican entre los meses de noviembre, diciembre y principios de enero, en ese abanico nos podemos encontrar con maíces de segunda (implantados después de un cultivo de invierno) o maíces tardíos (sembrados en fechas posteriores a las típicas para cada zona, luego de un barbecho prolongado).

El retraso de la fecha de siembra deprime los rendimientos potenciales, tal como lo mencionó Cantarero y col. (2000) fundamentalmente debido a una menor oferta radiativa durante el período de fijación y llenado de los granos, vale aclarar que este trabajo está realizado con un híbrido triple. Sin embargo, en la actualidad no se dispone en el mercado de semillas materiales genéticos de esas características. Por el contrario, los híbridos actuales son todos híbridos simples, de muy alto potencial de rendimiento y mayor estabilidad a condiciones adversas. Luque (2000) encontró que los maíces actuales tienen mayor capacidad de producir granos debido a una mayor potencialidad de rendimiento y más tolerancia a condiciones desfavorables, lo que permite emplear densidades más elevadas que en los híbridos antiguos.

HIPÓTESIS

El atraso en la fecha de siembra disminuye el rendimiento del maíz.

La duración del ciclo del cultivo es mayor para la segunda fecha de siembra.

Los híbridos muestran un comportamiento diferente entre ellos.

En la primera fecha de siembra, el aumento de la densidad produce incrementos en el rendimiento, al atrasar la fecha de siembra a altas densidades el rendimiento cae.

OBJETIVO

Analizar el comportamiento de dos híbridos de maíz sembrados a diferentes densidades en fechas tardías y ultra tardías. Comprobar los efectos de estas variables sobre el rendimiento y explicar cómo los factores del ambiente determinan la respuesta del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación fue llevado a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, durante la campaña 2013/2014. El ensayo consistió en dos fechas de siembra, la tardía (1° FS) el 21 de noviembre del año 2013 y la ultra tardía (2° FS) el 14 de enero del año 2014. En ambos casos se utilizaron los híbridos DK 747 VT3PRO, de porte erectófilo, y DK 692 VT3PRO, de porte planófilo. La siembra se realizó de forma manual a doble densidad para luego ralea en el estado V2 para obtener densidades de 3, 6 y 9 plantas /m².

El cultivo se condujo bajo riego, manejado para satisfacer la completa demanda del mismo. Los requerimientos nutricionales se completaron mediante la aplicación de fertilizante nitrogenado en forma de UREA con una dosis de 250 kg N/ha aplicados en estado V5-V6 al voleo. Las malezas fueron controladas previamente a la siembra. No se realizó control de enfermedades ni de plagas.

Durante el ciclo del cultivo se realizó el seguimiento fenológico desde la emergencia (VE) hasta madurez fisiológica (MF) según escala de Ritchie y Hanway (1982). El conteo de hojas se realizó semanalmente, contando y marcando las hojas con un aerosol desde la aparición de la primera hoja (VE) hasta la aparición de la última hoja totalmente desplegada (próximo a VT).

Se determinó la fracción de radiación incidente/interceptada por el cultivo (fRi). Fue calculada como $(1-RI/R0)$, donde RI fue la radiación incidente sobre el estrato inferior de hojas secas y R0 fue la radiación incidente sobre el canopeo del cultivo. Los valores de RI y R0 fueron medidos con un sensor lineal cuántico marca Decagón. Las mediciones fueron tomadas al mediodía, ubicando el sensor entre hileras contiguas. Se efectuaron tres a cuatro registros por parcela en cada fecha de medición. La intercepción de luz por parte del cultivo se midió con barra interceptora de radiación, colocando la misma transversalmente con ángulo de 45° entre surcos adyacentes aproximadamente debajo de la última hoja fotosintéticamente activa y por encima de las malezas.

Se determinó la materia seca aérea producida en dos momentos del ciclo, en floración (R1) y MF, para ello se cortaron 3 plantas de cada parcela del ensayo que estuvieran en competencia perfecta, luego previo al secado en cámara se separó la planta en hoja, tallo y espiga, para luego constatar peso.

La cosecha se realizó manualmente en MF. La superficie cosechada fue de 3,5 a 5 m² según la densidad de cada parcela. Las muestras fueron tomadas de los surcos centrales de cada parcela dejando 1 metro de bordura hacia cada extremo. Las espigas se secaron hasta peso constante en estufa de aire forzado (60°C) y se trillaron a mano para obtener la materia seca de grano a madurez (MSG). Sobre la base de una muestra de 200 granos se estableció el peso de mil granos (PG). El número de granos por metro cuadrado (NG) se obtuvo a partir del cociente entre la MSG y el PG. El rendimiento de cada tratamiento se obtuvo ajustando la humedad de la MSG a un valor del 14 %.

En cada fecha de siembra se utilizó un diseño experimental de parcelas subdivididas con tres repeticiones donde el factor híbrido se asignó a la parcela principal y el factor densidad a la sub-parcela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA CAMPAÑA 2013/2014

Las precipitaciones acumuladas durante el ciclo del cultivo superaron los 550 mm pero la distribución de las lluvias no fue la óptima, sobre todo en el período crítico de las siembras tardías.

Diciembre y enero se caracterizaron por una escasa ocurrencia de precipitaciones. En febrero las lluvias ocurrieron con mayor frecuencia y se continuaron a lo largo del mes de marzo, esto ocasionó la ocurrencia de varios días nublados a lo largo de estos meses (Figura 1). El acumulado en dicho periodo concentró entre el 35-50% del total de milímetros caídos en el ciclo del cultivo.

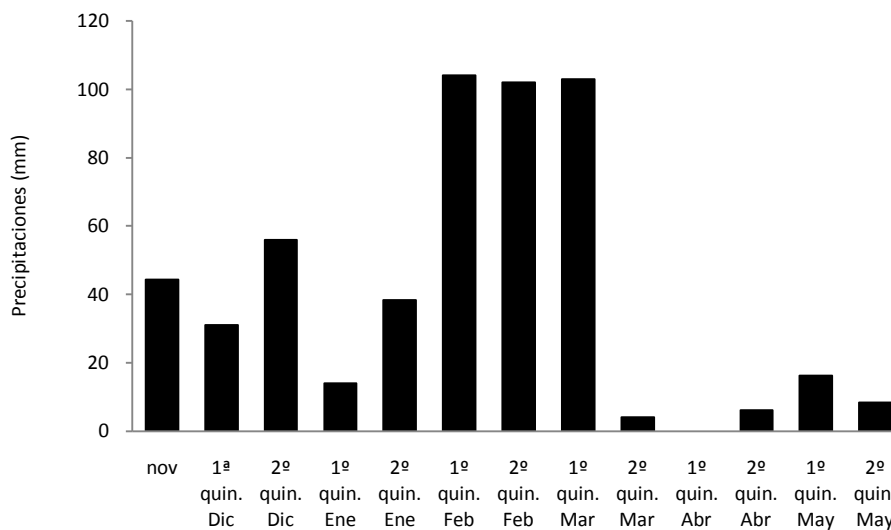


Figura 1: Precipitaciones ocurridas desde el 20 de noviembre de 2013 al 1° de junio de 2014.

La evolución de las temperaturas durante el ciclo del cultivo se muestra en la figura 2. Se observaron registros de temperaturas máximas cercanas a los 40°C que coincidieron con el período crítico del cultivo sembrado en la 1ª FS. Durante el mes de febrero la temperatura media osciló entre los 20 y 25°C, mientras que a partir del mes de marzo la temperatura media se ubicó consistentemente por debajo de los 20°C.

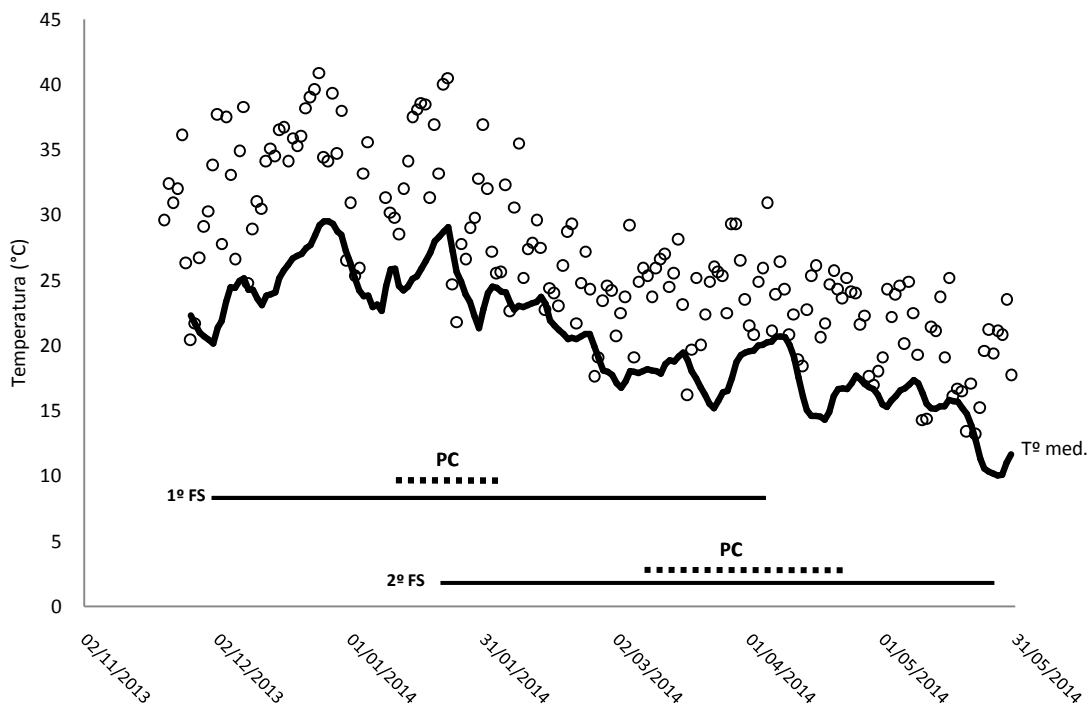


Figura 2: Evolución de las temperaturas medias (T° med) y temperaturas máximas (círculos). Las líneas horizontales continuas muestran la duración del ciclo en cada fecha de siembra. Las líneas discontinuas muestran la ubicación de los periodos críticos (PC).

2. FENOLOGIA DEL CULTIVO DE MAIZ

La 1º FS fue el 21/11/13, emergió el 26/11/13, floreció el 20/01/14 y alcanzó la madurez fisiológica el 01/03/14. La 2º FS fue el 14/01/14, emergió el 19/01/14, floreció el 22/03/14 y alcanzó la madurez fisiológica el 26/05/14. No existieron diferencias en la longitud del ciclo total entre fechas de siembra y tampoco entre híbridos. La densidad no modificó la duración del ciclo. (Tabla 1).

Se observó una diferencia en días en la duración de las fases emergencia (VE) a floración (R1) entre 1º FS y 2º FS (Tabla 1). Esto se debió a que las temperaturas medias para la 1º FS durante ese período fueron mayores que en la 2º FS (Figura 2), lo que permitió al cultivo cubrir sus requerimientos térmicos en menor número de días (Tabla 1) a pesar del mayor número de hojas desplegadas en la siembra tardía (Figura 3). En ese caso, el híbrido DK692, desplegó casi tres hojas más que la siembra de enero, mientras que DK747, desplegó 1,1 hojas más en la siembra más temprana.

Tabla 1: Ciclo completo y duración de las fases emergencia (VE) a floración (R1) y floración (R1) a madurez fisiológica (R1) en días y grados día (GDD) para dos híbridos sembrados en tres densidades y dos fechas de siembra.

| Fecha de siembra | Híbrido | Densidad (pl/m ²) | Ciclo (días) | VE-R1 (días) | R1-MF (días) | Ciclo (GDD) | VE-R1 (GDD) | R1-MF (GDD) |
|------------------|---------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 1º FS | DK 692 VT3PRO | 3 | | 55 | 71 | | | |
| | | 6 | 126 | 56 | 70 | 1833 | 966 | 867 |
| | | 9 | | 54 | 72 | | | |
| | DK 747 VT3PRO | 3 | | 56 | 70 | | | |
| | | 6 | 126 | 55 | 71 | 1833 | 966 | 867 |
| | | 9 | | 55 | 71 | | | |
| 2º FS | DK 692 VT3PRO | 3 | | 62 | 64 | | | |
| | | 6 | 126 | 62 | 64 | 1330 | 798 | 532 |
| | | 9 | | 62 | 64 | | | |
| | DK 747 VT3PRO | 3 | | 62 | 64 | | | |
| | | 6 | 126 | 62 | 64 | 1330 | 798 | 532 |
| | | 9 | | 63 | 63 | | | |

Cuando se midió la duración del ciclo en grados días (GDD), se observó una diferencia entre fechas de siembra en la suma térmica requerida para cumplir cada etapa, pero no entre híbridos y densidades. En la 1º FS, desde emergencia a floración, el cultivo acumuló 147 GDD más que en la 2º FS. El mayor número de hojas desplegadas por ambos híbridos en la siembra tardía, permite explicar este comportamiento (Warrington y Kanemasu, 1983). Este aumento en el número de hojas diferenciadas puede estar asociado a: I) la mayor duración del día que experimentaron los híbridos durante la fase sensible al fotoperiodo (V4-V6) en siembras de noviembre. II) la existencia de sensibilidad al fotoperiodo en los híbridos empleados. Se ha mencionado que en maíz, fotoperiodos extendidos pueden provocar incrementos en el número de hojas (Kiniry J. R. y Bonhomme R., 1991) como los observados en esta experiencia. En este caso, la fase sensible al fotoperiodo (V4-V6) se ubicó en una época del año donde la duración del día fue superior a 15 horas, muy por encima del umbral (12,5 hs) (Hesketh y col., 1969; Breuer y col., 1976), mientras que en la 2º FS, el periodo sensible se desplazó a un momento en el cual el fotoperiodo fue menor a 14 horas (Figura 4).

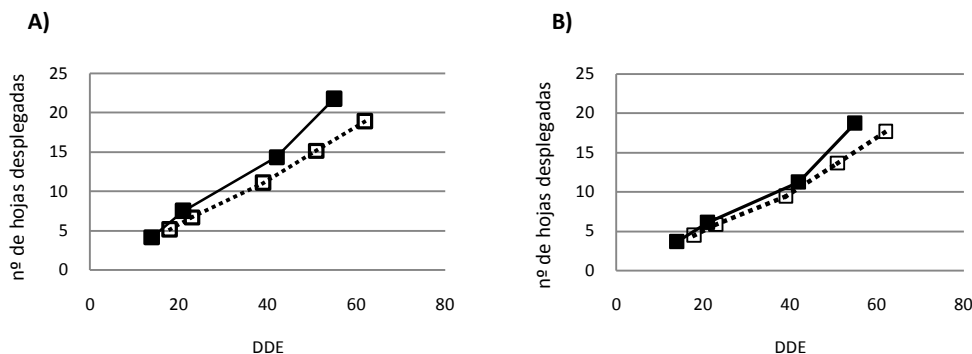


Figura 3: N° de hojas desplegadas en función de los días desde emergencia (DDE) para los híbridos: A) DK692 VT3PRO y B) DK747 VT3PRO sembrados en dos fechas de siembra. Cuadrado lleno y línea llena para la siembra de noviembre y cuadrado sin relleno y línea punteada para la siembra de enero.

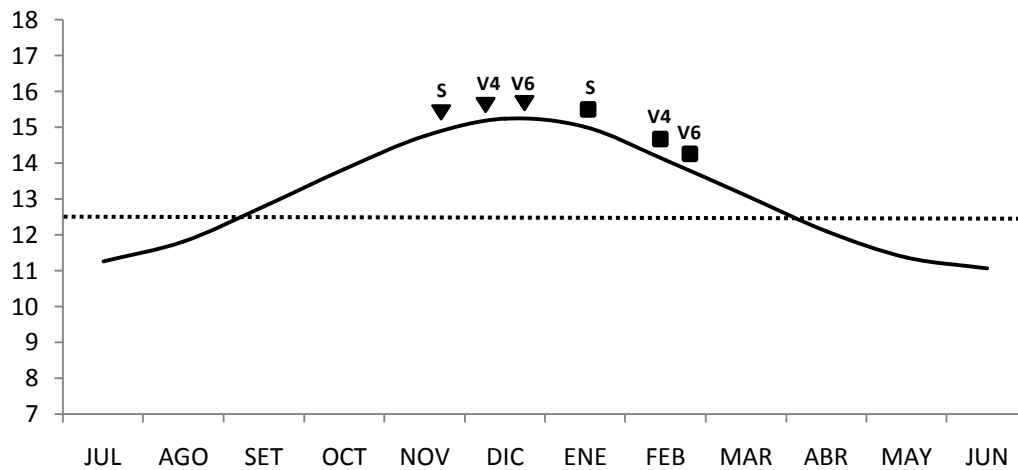


Figura 4: Horas de luz (línea llena) a lo largo del año, umbral fotoperiódico para maíz (línea punteada negra) y detalle de tres momentos del ciclo: siembra (S), V4 y V6 para siembras tardías (triángulos) y siembras ultra tardías (cuadrados).

En maíz, la sensibilidad al fotoperiodo puede determinarse cuando se detecta la producción de un mayor número de hojas sin que se modifique el tiempo térmico para la aparición de dos hojas sucesivas (filocrono), (Cirilo y col. 1994). En este experimento, al analizar la respuesta del número de hojas en función del tiempo térmico, se encontró que si bien los híbridos difieren en la cantidad de hojas que despliegan por grado día, este valor no se modificó con el cambio de la fecha de siembra ni la densidad dentro de cada híbrido (Tabla 2, Figura 5). Esto sugiere que, para las condiciones para las que se realizó este ensayo, en las siembras de noviembre, la mayor duración del día durante el mes de diciembre, indujo la diferenciación de un mayor número de primordios foliares, lo que se tradujo en un mayor número de hojas desplegadas. El hecho de que la tasa de aparición de hojas en función del tiempo térmico, es decir, el valor de las pendientes en cada FS (Figura 5) no se modifique dentro de cada híbrido permite comprobar este efecto.

Tabla 2: Número de hojas y filocrono de dos híbridos sembrados a tres densidades y en dos fechas de siembra.

| Fecha de siembra | Densidad (pl/m ²) | DK 692 VT3PRO | | DK 747 VT3PRO | |
|------------------|-------------------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| | | nº de hojas | Filocrono | nº de hojas | Filocrono |
| 1º FS | 3 | 21 | | 19 | |
| | 6 | 21 | 44 | 18 | 52 |
| | 9 | 20 | | 18 | |
| 2º FS | 3 | 19 | | 18 | |
| | 6 | 19 | 47 | 17 | 52 |
| | 9 | 19 | | 18 | |

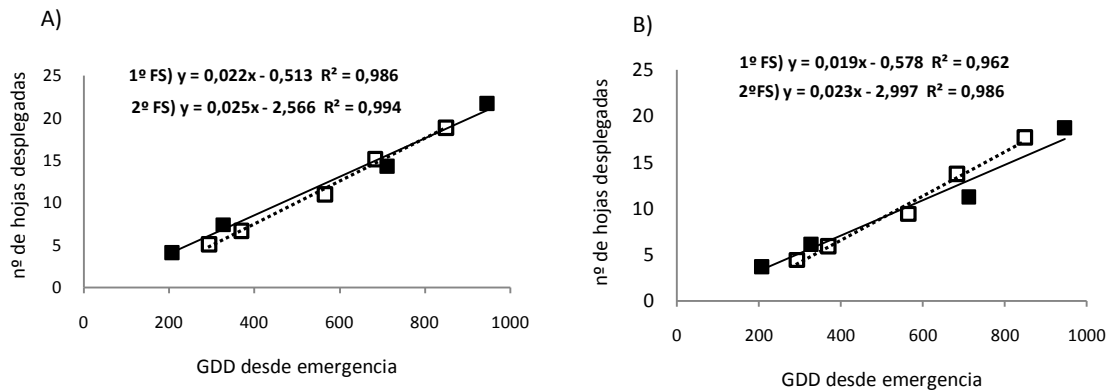


Figura 5: Numero de hojas desplegadas en función del tiempo térmico desde emergencia ($T_b=8$) para los híbridos A) DK 692 VT3PRO y B) DK 747 VT3PRO sembrados en dos fechas de siembra. Cuadrados llenos y líneas llenas: siembras de noviembre. Cuadrados vacíos y líneas discontinuas, siembras de enero.

Desde R1 a MF también se observa una diferencia en la duración entre FS, siendo la duración de esta fase menor en la siembra ultra tardía, a pesar de las menores temperaturas medias registradas durante esta etapa en la siembra de enero (Figura 2), lo que debiera suponer una mayor duración de ciclo. Sin embargo, en la 2º FS, las bajas temperaturas y la menor oferta radiativa, generaron una situación ambiental desfavorable que ocasionó la madurez anticipada del cultivo (Cirilo y Andrade, 1996). En este sentido cabe destacar que ambos genotipos mostraron una elevada susceptibilidad a tizón de la hoja.

3. CAPTURA DE RECURSOS

Se observan diferencias en la intercepción entre las tres densidades sembradas (Figura 6). A una densidad de 3 plantas/m², ninguno de los híbridos en ninguna FS logró sobrepasar valores máximos de intercepción del 75%. En este caso, la mayor producción de hojas de las siembras tardías no representó una ventaja para ninguno de los híbridos.

Al aumentar la densidad mejora la captura de radiación. Sin embargo, con ambos híbridos y FS, se debió llegar a 9 plantas/m² para que el cultivo logre interceptar más del 90% de la radiación incidente, lo que indica que recién a esta densidad se estaría alcanzando el IAF crítico (Figura 6).

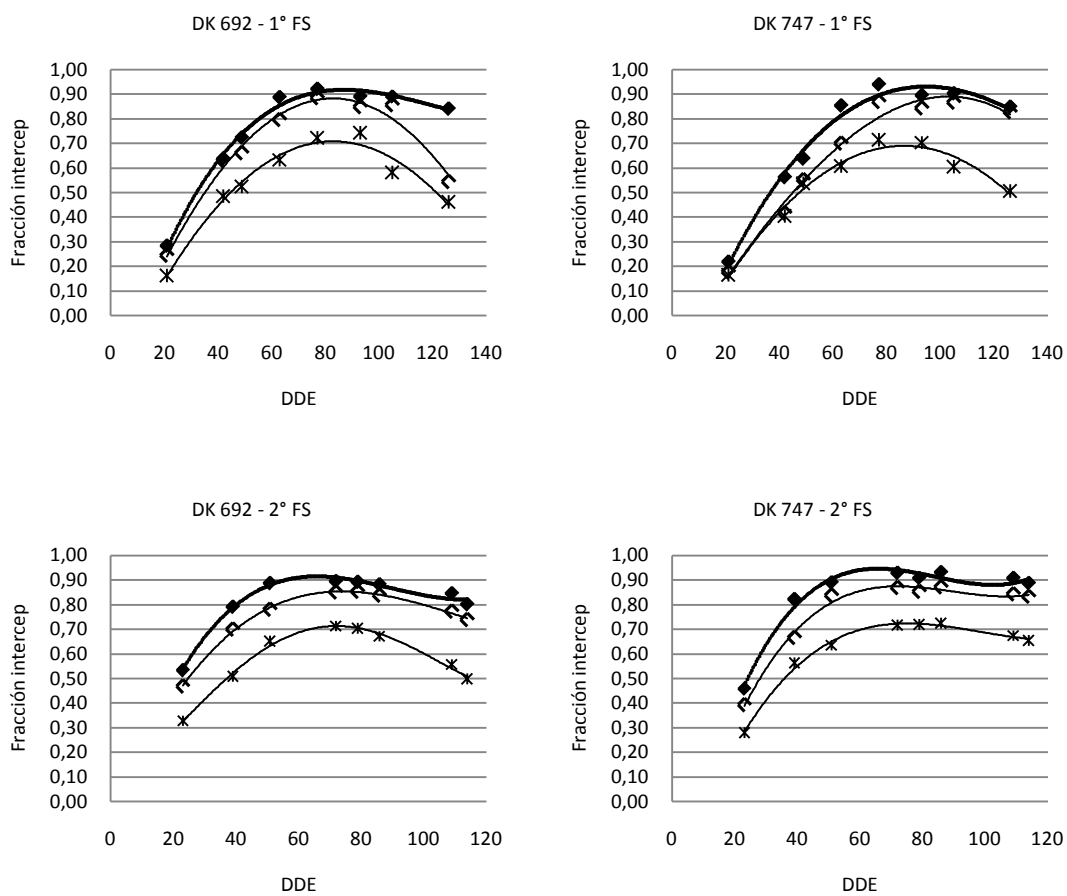


Figura 6: Fracción de la radiación interceptada por el cultivo desde la emergencia (DDE) para dos híbridos de maíz en tres densidades: 3 pl /m² (asteriscos y línea llena), 6 pl /m² (rombos vacíos, línea llena) y 9 pl /m² (rombos llenos y línea discontinua) en dos fechas de siembra.

Se observaron diferencias entre híbridos en la forma en que alcanzaron los máximos niveles de intercepción de radiación según la fecha de siembra. Para la 1º FS, en la densidad de 6 plantas/m², el híbrido DK 692 alcanzó más rápidamente los máximos niveles de intercepción que DK 747 (Figura 6). El filocrono más corto de DK 692, que determina una mayor tasa de aparición de hojas, sumado a su arquitectura más planófila, le confiere a este genotipo una mayor eficiencia inicial para la captura del recurso lumínico ante condiciones de bajas densidades. Cuando los híbridos fueron sembrados a densidades mayores, la ventaja de DK 692 desaparece al ser compensada por una mayor densidad de plantas.

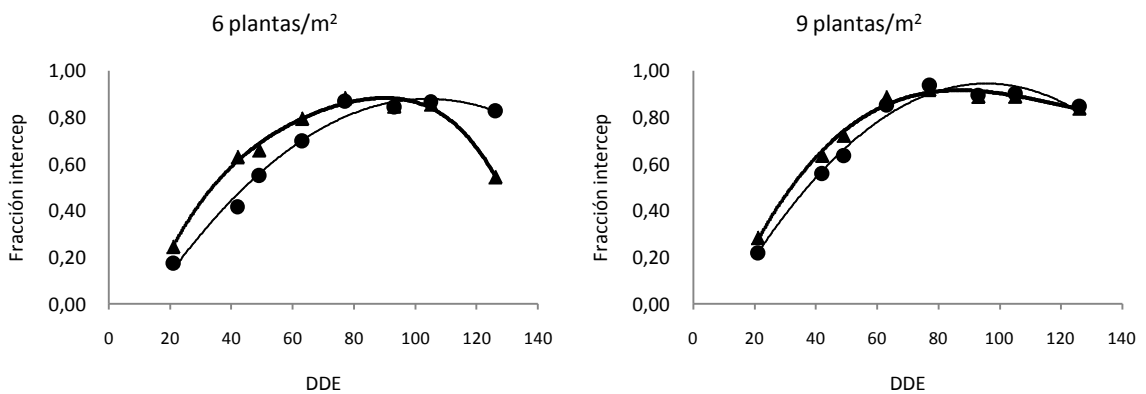


Figura 7: Fracción de la radiación interceptada por los híbridos DK 692 (triángulos y línea punteada) y DK 747 (círculos y línea llena) en la siembra de noviembre, en dos densidades de plantas.

Sin embargo, en la 2º FS el comportamiento de los híbridos es similar, tanto a densidad de 6 como de 9 plantas/m². Esto puede explicarse por mayores temperaturas desde el comienzo del ciclo, lo que aumenta la cantidad de hojas desplegadas por cada día y posiblemente por un mayor tamaño individual de cada hoja.

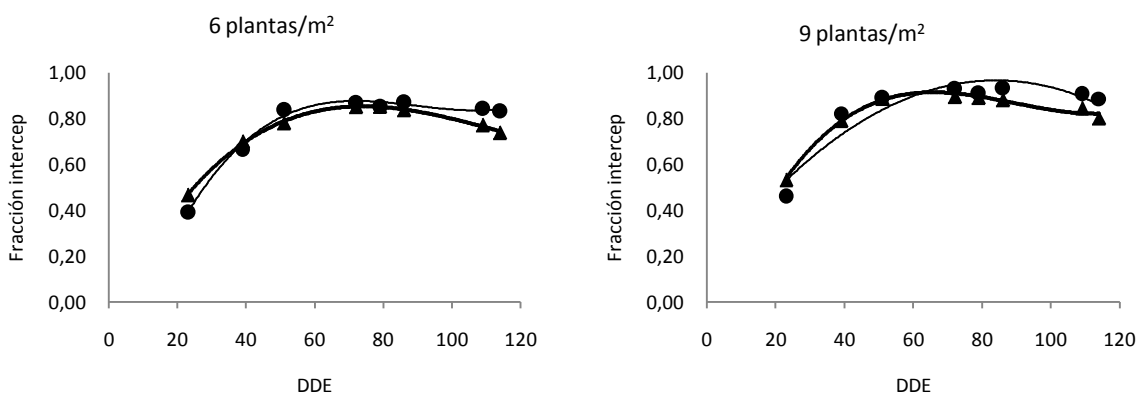


Figura 8: Fracción de la radiación interceptada por los híbridos DK 692 (triángulos y línea punteada) y DK 747 (círculos y línea llena) en la siembra de enero, en dos densidades.

4. RENDIMIENTO

Una forma de expresar el rendimiento del maíz consiste en multiplicar el número de granos producidos por su peso medio. Tanto el número de granos como el peso medio de los mismos son variables que responden a los cambios que experimentan las condiciones ambientales y fisiológicas del maíz (Andrade y Cirilo, 1995). En el experimento llevado a cabo hubo una diferencia de rendimiento para todas las densidades de ambos híbridos y para las dos fechas de siembra.

Contrario a lo observado por otros autores (Andrade y col. 1994), en este experimento, el rendimiento mostró aumentos en los dos híbridos y fechas de siembra con el incremento de la densidad, excepto en DK 692 en la 1° FS, en el que el rendimiento se estabilizó a partir de las 6 pl/m². Probablemente debido a problemas de plagas, enfermedades o alguna otra condición de estrés que afectó a esa parcela en estudio. Sin embargo, el rendimiento fue anormalmente bajo en casi todos los casos (Red de ensayos territoriales del INTA) (figura 9).

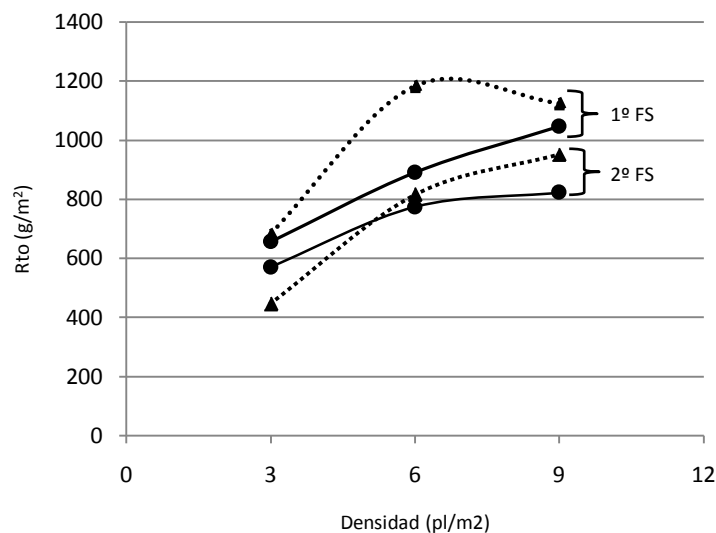


Figura 9: Comportamiento del rendimiento para densidades de 3, 6, 9 pl/m² para dos híbridos; DK 692 (triángulos y línea punteada) y DK 747 (círculos y línea llena) y en dos fechas de siembra.

Los resultados que se obtuvieron en el experimento no se corresponden con los datos obtenidos por Andrade y col. (1994). La tendencia a aumentar el rendimiento con la densidad podría entenderse a partir de las características propias de los genotipos empleados. Los mismos son híbridos de alto potencial de rendimiento y ya existen estudios que muestran incrementos lineales del rendimiento con la densidad hasta valores cercanos a las 9 – 11 pl/m² (Luque, 2000). Entonces, esta respuesta podría estar asociada al estrecho rango de densidades estudiadas.

4.1 NÚMERO DE GRANOS

De los dos componentes que determinan rendimiento, el número de granos (NG) por unidad de superficie es el más importante y explica la mayor parte de las variaciones en el rendimiento (Andrade y Cirilo, 1995). Para ambas fechas de siembra, el NG fijados fue bajo para las condiciones del ensayo (Red de ensayos territoriales del INTA).

En la 1° FS fue anormalmente bajo para ambos híbridos, esto se debió a que durante el período crítico ocurrieron numerosos eventos con temperaturas superiores a 32 °C (Figura 2) que determinaron una caída en la viabilidad del polen impactando en el NG (Herrero y Johnson 1980, Schoper y col. 1986 y Schoper y col. 1987). A su vez, DK 747 demostró ser más sensible que DK 692 a altas temperaturas, respuestas similares fueron encontradas por Schoper y col. en 1987 cuando determinaron que no todos los genotipos responden de igual manera al estrés térmico.

En la 2° FS, la caída en el NG pudo deberse a que las temperaturas medias estuvieron por debajo de 20°C (Figura 2) afectando la eficiencia de uso de la radiación (Andrade y col. 1993^a; Cirilo y Andrade, 1994^a; Otegui y col., 1995), lo que sumado a la disminución de la radiación incidente en el periodo crítico, causada por la ocurrencia de abundantes precipitaciones (Figura 1), ocasionó una menor producción de asimilados durante este período con la consiguiente caída en la fijación de granos. Tales condiciones reducen la tasa de crecimiento del cultivo produciendo caídas en el NG por unidad de superficie (Andrade y col. 1995).

Aun así, el NG fijados para la 2° FS fue mayor a la de la 1° FS (Figura 10). Sin embargo, esto no se tradujo en un aumento en el rendimiento, contradiciendo los resultados obtenidos por Andrade y col. (1995), los cuales afirman que a medida que aumenta el NG por unidad de superficie aumenta el rendimiento. No obstante, en todos los casos el NG explico el rendimiento en más del 90% (Figura 10).

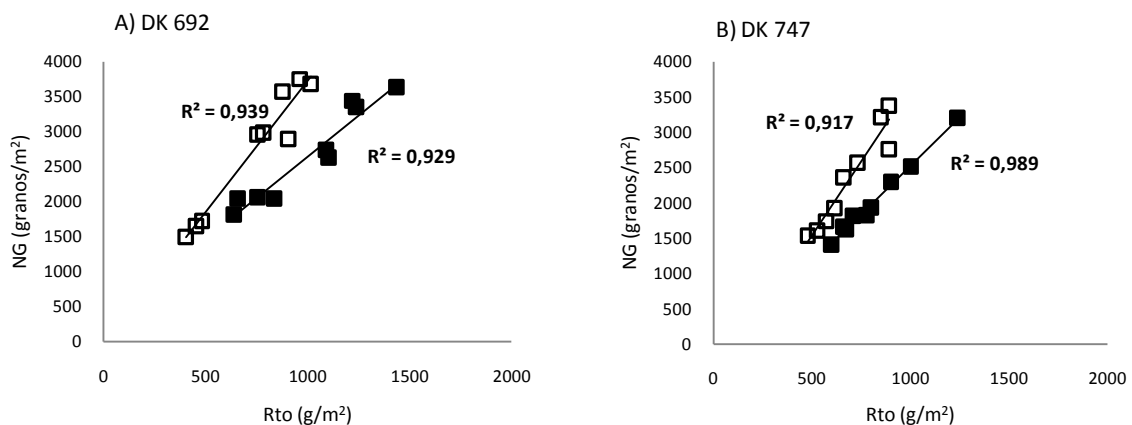


Figura 10: Relación entre el NG y rendimiento en granos por unidad de superficie para los híbridos A) DK 692 y B) DK 747 en dos fechas de siembra: 1° FS (cuadrados llenos) y 2° FS (cuadrados vacíos).

En la 1° FS y para los dos híbridos, hubo un mayor incremento en el NG al pasar de 3 a 6 pl/m² que de 3 a 9 pl/m² (Figura 11). Esto demuestra que cuando el número de plantas se ubica por encima de un punto, el cultivo puede experimentar importantes reducciones en el NG por unidad de superficie (Andrade y col., 1994). Esto podría ser porque el estrés por altas temperaturas en la 1° FS produjo un mayor impacto sobre la fijación de granos en la alta densidad. El híbrido DK 747 tuvo un comportamiento diferente, el cual se atribuyó a que a 6 pl/m² el rendimiento y sus componentes fueron anormalmente bajos. Como ya se mencionó anteriormente, esto pudo deberse a problemas de plagas, enfermedades o alguna otra condición de estrés que afectó a esa parcela en estudio.

En la 2° FS, el comportamiento de ambos híbridos fue similar pero contrario a la siembra temprana. Se observó que al aumentar la densidad de 3 a 6 plantas/m² el incremento en el NG fue menor en comparación a cuando se pasó de 3 a 9 plantas/m² (Figura 11). Los resultados difieren de los obtenidos por Andrade y col. (1994). Sin embargo, estos autores trabajaron híbridos de menor potencial de rendimiento. Además, el mayor NG fijado en la 2° FS al pasar de 3 a 9 pl/m² podría deberse a mejores condiciones en el periodo crítico de esta FS, lo que contribuyó a un mejor desempeño en la mayor densidad.

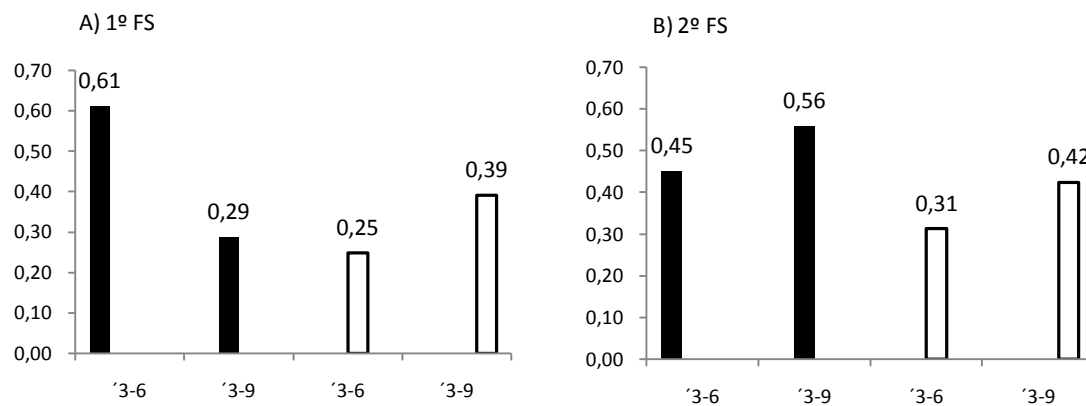


Figura 11: Variación en el NG al pasar de una densidad a una mayor en dos fechas de siembra: A) 1° FS y B) 2° FS para dos híbridos DK 692 (negro) y DK 747 (blanco).

4.2 PESO DEL GRANO

El peso medio de los granos resulta del efecto combinado que ejercen dos factores concurrentes: la duración de periodo efectivo de llenado y la tasa de llenado.

En la 1° FS para ambos híbridos, el peso de los granos (PG) fue mayor (Figura 12), en esta fecha, la duración del período de llenado es función principalmente de las temperaturas (Figura 2), ya que no hubo limitantes por fuente. En la 2° FS todas las temperaturas medias estuvieron por debajo de 20°C (Figura 2), afectando la tasa de llenado; sumado a eso una baja radiación incidente, que provocó efectos negativos en la provisión de asimilados por debajo de un determinado umbral dando como resultado una entrega anticipada del cultivo (Brown, 1976; Kiniry y Bonhomme, 1991; Cirilo y Andrade, 1996).

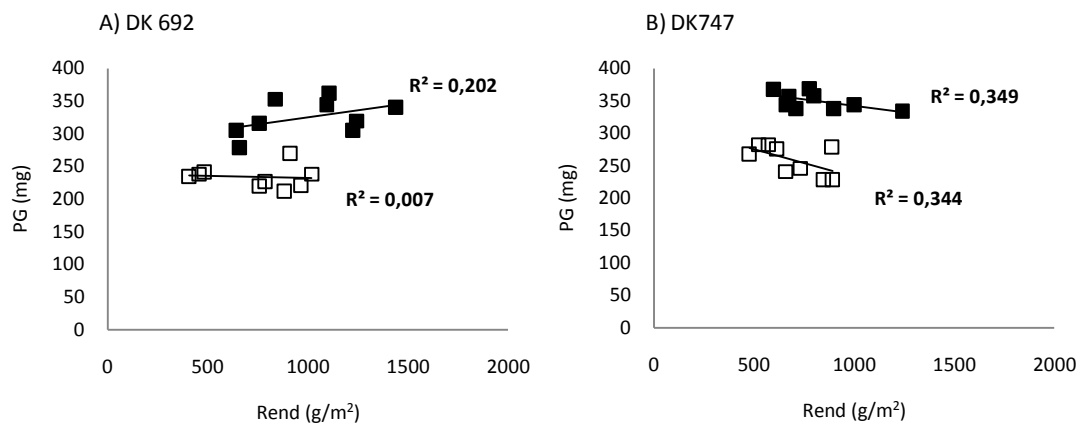


Figura 12: Relación entre el PG y rendimiento en granos para los híbridos A) DK 692 y B) DK 747 en dos fechas de siembra: 1° FS (cuadrados llenos) y 2° FS (cuadrados vacíos).

Para la 1° FS, el NG fijados fue bajo, sin embargo, las condiciones ambientales durante el periodo de llenado determinaron una buena provisión de asimilados (Figura 13), lo que determinó una fuente lo suficientemente alta como para que el PG se mantenga elevado independientemente de las densidades. Esto reflejó una limitación por destinos para esta FS. En la 2° FS se observó un comportamiento diferente, el PG cayó para todas las densidades. Lo que demuestra que la FS es determinante del peso porque la calidad ambiental (tanto en temperatura como en radiación) durante el periodo de llenado generó una baja relación fuente/destino (Andrade y col., 1993^a; Wilson y col., 1995; Cirilo y Andrade, 1996; Maddonni y col., 1998)

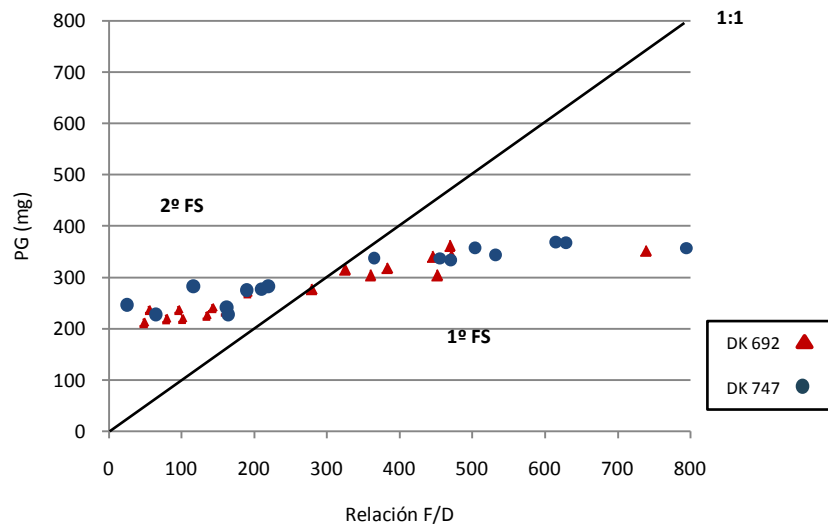


Figura 13: PG en función de la relación fuente/destino para dos híbridos en dos fechas de siembra: DK 692 (triángulos rojos), DK 747 (círculos azules).

Tabla 3: Rendimiento (Rto), número de granos (NG) y peso del grano (PG) para dos híbridos sembrados en tres densidades y dos fechas de siembra.

| Fecha | Híbrido | Densidad | Rto (g/m ²) | NG (g/m ²) | PG (mg) |
|-------|---------|----------|-------------------------|------------------------|---------|
| 1º FS | DK692 | 3 | 685 | 1969 | 299,3 |
| | | 6 | 1185 | 3173 | 322,7 |
| | | 9 | 1126 | 2764 | 351,7 |
| | DK747 | 3 | 657 | 1624 | 349,2 |
| | | 6 | 751 | 1790 | 360,8 |
| | | 9 | 1047 | 2668 | 337,7 |
| 2º FS | DK692 | 3 | 448 | 1617 | 238 |
| | | 6 | 817 | 2944 | 238,8 |
| | | 9 | 953 | 3665 | 223,5 |
| | DK747 | 3 | 571 | 1755 | 280 |
| | | 6 | 676 | 2214 | 262,2 |
| | | 9 | 824 | 3046 | 233,7 |

CONCLUSIÓN

Para las condiciones en las cuales se realizó el ensayo, los rendimientos para los dos híbridos en estudio estuvieron muy por debajo de su potencial genético y el comportamiento de ambos fue similar.

Ambas fechas de siembra presentan condiciones que determinan importantes caídas en el rendimiento del cultivo. En las siembras tardías ocurrieron numerosos eventos con temperaturas superiores a 32 °C durante su período crítico. Al atrasar la siembra a fechas ultra tardías, se produce una disminución aún mayor debido a que el período en el cual se definen los componentes del rendimiento está desplazado a un momento donde la calidad ambiental es menor al de la primera fecha de siembra.

Si bien el número de granos es el principal componente del rendimiento, pierde importancia si sufre falta de fuente al momento del llenado.

En siembras tardías se debió llegar a la densidad de 9 plantas/m² para que el cultivo logre alcanzar el IAF crítico, además todos los híbridos mostraron incrementos lineales en el rendimiento hasta valores cercanos a las 9 plantas m². Esto afirma el hecho de que los híbridos son de alto potencial de rendimiento en altas densidades, por lo que se debería estudiar un rango mayor de densidades para poder observar su comportamiento y comprobar si realmente existen diferencias entre ellos.

Para esta campaña y para estas condiciones de ensayo, el híbrido DK 692 mostró mejores rendimientos en todas las densidades y en ambas fechas de siembra, principalmente en las ultra tardías.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE, F., CIRILO, A., UHART, S. y OTEGUI M. 1996. Ecofisiología del cultivo de Maíz. Estación experimental Agropecuaria Balcarce, Buenos Aires: Editorial La Barrosa.
- ANDRADE y col. 1993a. Temperature affects radiation use efficiency in maize. *Field Crops Research*. 32: 17-25.
- BREUER, C. M., R.B. HUNTER y L.W. KANNENBERG. 1976. Effects of 10 and 20-hur photoperiod treatments at 20 and 30 °C on rate of development of a single-cross maize hybrid. *Canadian Journal of Planet Science*, 56:795-798.
- CANTARERO, M.G., S.F. LUQUE Y O.J. RUBIOLO. 2000. Efecto de la época de siembra y la densidad de plantas sobre el número de granos y el rendimiento de un híbrido de maíz en la región central de Córdoba (Argentina). *Agriscientia*, 17: 3-10.
- CIRILO A.G. y F.H. ANDRADE. 1996. Sowing date and kernel weight in maize. *Crop Science*. 36:325-331.
- EYHÉRABIDE G. H. 2015. Bases para el manejo del cultivo de maíz. EEA Balcarce. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- HERRERO, M. P.; JOHNSON, R. R. 1980. High Temperature Stress and Pollen Viability of Maize. *Crop Science*, 20: 796-800.
- HESKETH, J.D., S.S. CHASE y D. K. NANDA. 1969. Enviromental and genetic modification of leaf number in maize, sorghum and Hungarian millet. *Crop Science*, 9:460-463.
- KINIRY J. R. y BONHOMME R., 1991. 'Predicting maize phenology' en *Predicting crop phenology*. USDA-ARS. Passer, Washington: Tom Hodges.
- LUQUE S. (2014) 'Cultivo de Maíz' en *Sistemas de Producción de Cultivos Extensivos*. Material de Clase. Cátedra de Cereales y Oleaginosas. FCA-UNC.
- RUBIOLO, O.J. [et al.] 2005. Herramientas básicas para ajustar la tecnología del cultivo de maíz en la región central de Córdoba. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.

- SATORRE, E., BENECH ARNOLD, R., SLAFER G. A., DE LA FUENTE, E., MIRALLES, D., OTEGUI, M y SALVIN, R. 2003. Producción de granos. Bases fundamentales para su manejo. Editorial facultad de agronomía - UBA.
- SCHOPER, J. B.; LAMBERT, R. J. y VASILAS, L. 1986. Maize Pollen Viability and Ear Receptivity under Water and High Temperature Stress. *Crop Science*. 26: 1029-1033.
- SCHOPER, J. B.; LAMBERT, R. J. y VASILAS, L. 1987. Pollen Viability, Pollen Shedding, and Combining Ability for Tassel Heat Tolerance in Maize. *Crop Science*. 27: 27-31.
- WARRINGTON I. J. y KANEMASU E. T., 1983. Corn Growth Response to Temperature and Photoperiod I. Seedling Emergence, Tassel Initiation, and Anthesis. *Agronomy Journal*. 75: 749-754.
- WARRINGTON I. J. y KANEMASU E. T., 1983. Corn Growth Response to Temperature and Photoperiod II. Leaf-Initiation and Leaf-Appearance Rates. *Agronomy Journal*. 75: 755-761.
- WARRINGTON I. J. y KANEMASU E. T., 1983. Corn Growth Response to Temperature and Photoperiod. III. Leaf Number. *Agronomy Journal*. 75: 762-766.
- WILSON, D.R., R.C., MUCHOW y C.J. MURGATROYD. 1995. Model analysis of temperature and solar radiation limitations to maize potential productivity. *Field Crops Res*. 43:1-18.