

Cultivo de maíz tardío en baja densidad: Comparación de rendimiento y cualidades en sitio La Gloria (Pdo. Coronel Dorrego).

Trabajo de Intensificación



Juan Ignacio Velázquez

Docente tutor: Dr. Oscar Bravo

Docentes consejeros: Dr. Alejandro Presotto

Dr. Maximiliano Garay



AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Agronomía y a la Universidad Nacional del Sur por formarme.

Al Centro de Estudiantes de Agronomía por hacerme conocer personas maravillosas.

A mis equipos de fútbol, Centro de Almaceneros Deportivo y Jamón y queso.

A los colaboradores de éste trabajo: Marianela Baltián, Jimena Gallardo, Pedro Bondía y compañeros del proyecto.

A mis consejeros Dr. Alejandro Presotto y Dr. Maximiliano Garay por ayudarme en el Trabajo de Intensificación.

A mi tutor el Dr. Oscar Abel Bravo por su dedicación y tiempo.

Al Ateneo Rural Bahía Blanca por capacitarme y permitirme crecer como persona.

A mis amigos de la carrera, en especial a Nato, Tito y Anita por ayudarme siempre.

A mis hermanos, sobrinos, abuelos y familia.

A Cata y Mari, mis queridas amigas.

A mis amigos de siempre por su compañía y todos estos años de amistad.

A su familia, y en especial a mi compañera de siempre Yessona.

Y por último y no menos importante a mi papá y mi mamá, que por y para ellos soy Ingeniero Agrónomo.

INDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
1.1- Clasificación botánica	7
1.2- Características morfológicas y fisiológicas del maíz.....	8
1.3- Ciclo del cultivo de maíz	9
1.4- Fecha de siembra	10
1.5- Fertilización en maíces tardíos.....	14
1.6- Manejo de malezas	14
1.7- Enfermedades del maíz de siembra tardía.....	15
1.8- Densidad de plantas.....	16
OBJETIVOS	17
MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1- Ubicación del sitio de estudio	18
3.2- Caracterización climática	19
3.3- Relieve y suelos	20
3.4- Tecnología del cultivo.....	21
3.5- Diseño de la experiencia	22
3.6- Materiales genéticos utilizados.....	22
3.7- Variables del cultivo analizadas	22
3.8- Análisis estadístico	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1- Altura de inserción de la primera espiga	26
4.2- Plantas por ha.....	26
4.3- Espigas por ha	28
4.4- Espigas por planta	28
4.5- Longitud de espiga	30
4.6- Diámetro de espiga	30
4.7- Hileras por espiga.....	31
4.8- Granos por hilera.....	32
4.9- Peso de marlo.....	33
4.10- Peso de granos por espiga.....	34

4.11-	P1000.....	36
4.12-	Rendimiento (kg ha ⁻¹).....	36
4.13-	Correlación entre variables.....	43
	CONCLUSIONES.....	46
	ANEXO.....	47
	BIBLIOGRAFÍA.....	56

RESUMEN

El maíz (*Zea mays*) es el cereal de mayor producción, cosechándose a nivel mundial 1137,5 millones de t. En Argentina se mantiene la tendencia siendo la producción de 49,5 millones de t. La superficie sembrada y rendimientos promedios, se encuentran alrededor de 9.139.766 de hectáreas y 6.088 kg ha⁻¹ respectivamente. Las regiones de mayor producción corresponden al norte de la provincia de Buenos Aires, centro y sur de las provincias de Córdoba y Santa Fé y centro de Entre Ríos. El objetivo del trabajo fue establecer características del sitio (suelo y clima) y comparar el desempeño de ocho híbridos comerciales de maíz a bajas densidad en Coronel Dorrego, estableciendo cuales son las variables que tienen importancia en la composición final del rendimiento en grano. La fecha de siembra fue el día 23 de noviembre de 2017 con una densidad de siembra estimada de 23 x 10³ plantas ha⁻¹. Las variables analizadas a campo fueron (plantas ha⁻¹, altura de inserción de la primera espiga, espigas planta⁻¹), y en laboratorio aquellas que hacen a la composición final del rendimiento (hilera espiga⁻¹, granos hilera⁻¹ y peso de granos) y otras como diámetro y longitud de espiga. Los análisis indicaron que tres híbridos obtuvieron diferencias con el testigo, ACA 470, DK 7010 y NEXT 20. 6 superando los 4.000 kg ha⁻¹ de rendimiento. El resto de los híbridos no encontraron diferencias o presentaron menor rendimiento. Las correlaciones entre variables con respecto al rendimiento medio, fueron altas y negativas para número de granos hilera⁻¹ y P1000 respectivamente. En tanto que, con respecto al rendimiento potencial correlacionó de manera positiva con número de granos hilera⁻¹ y en menor medida diámetro de espiga. Podemos concluir que bajo las condiciones ensayadas y para ese año en particular sólo tres híbridos presentaron diferencias con el testigo, asociadas a las distintas variables que componen al rendimiento final.

Palabras clave: maíz, híbrido, siembra tardía, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es un cultivo anual, de ciclo primavero-estival. Es el cereal de mayor producción, cosechándose a nivel mundial 1137,5 millones de t, por encima del trigo y el arroz, de los cuales se obtienen valores de 759,9 y 509,5 millones de t respectivamente. En Argentina se mantiene en el mismo orden de importancia siendo la producción de 49,5, 18,5 y 0,9 millones de t (FAO, 2018).

A nivel nacional los valores que representan la superficie sembrada y rendimientos promedios, se encuentran alrededor de 9.139.766 de hectáreas y 6.088 kg ha⁻¹ respectivamente (MAGyP, 2018). Las regiones de mayor producción corresponden al norte de la provincia de Buenos Aires, centro y sur de las provincias de Córdoba y Santa Fé y centro de Entre Ríos. Sin embargo, debido a la aparición e introducción de híbridos de buena adaptación a condiciones edafo-climáticas menos favorables, la producción de maíz se ha desplazado a regiones marginales y de menor productividad.

Debido a sus buenas características alimenticias comenzó a utilizarse como principal destino en la alimentación humana o animal, se incluyó en las dietas como aporte energético a pesar de ser un grano deficiente en aminoácidos esenciales (*lisina y triptófano*) y en vitaminas del tipo B-(niacina). Además de su excelente *aporte energético*, presenta *gran productividad de biomasa, elevado contenido nutricional y excelente palatabilidad*, atributos que le permitieron reemplazar a otros cereales en alimentación animal. Sumado a sus buenas cualidades como alimento para la actividad pecuaria, presenta distintos tipos de usos industriales entre los que se destacan: *producción de almidón, edulcorantes, alcohol, jarabes, aceites*, entre otros (Watson, 1988).

De la producción total Argentina, entre el 30-40% se destina a consumo interno. El 70-60% restante se exporta, siendo los principales destinos *Vietnam, Argelia, Egipto, Malasia y Arabia Saudita*, adquiriendo entre todos ellos el 63% del total exportado (13,4 millones de t) (MAGyP, 2018). En lo que respecta al consumo interno su destino se divide en varias categorías: aplicados a la *producción* (avícola, bovina, porcina y láctea), *molienda* (húmeda y seca), *producción de bioetanol* (mezcla con nafta “corte” y otros destinos “no corte”) y en menor porcentaje *balanceados para mascotas y otros ganados, semilla para siembra y producción de huevos*.

Evolución del consumo de maíz en Argentina

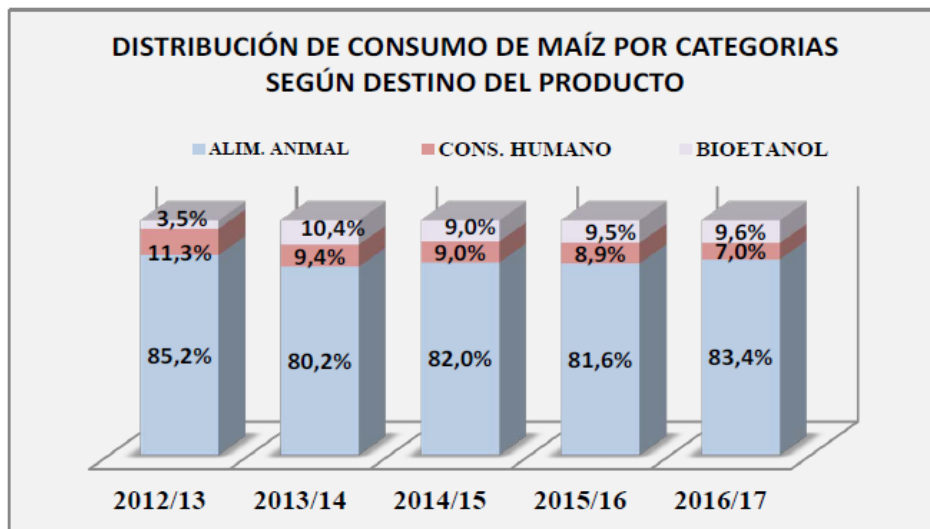


Figura 1: Evolución del consumo de maíz (%) en Argentina

1.1- Clasificación botánica

Se trata de una especie monocotiledónea, anual y se clasifica taxonómicamente de la siguiente forma:

- Familia: ***POACEAE***
- Subfamilia: ***Panicoideae***
- Tribu: ***Andropogoneae***
- Género: ***Zea***
- Especie: ***Zea mays***

Fue domesticado en el sur de México (Galinat, 1988). Finalmente logró expandirse por todo el continente americano (Mangelsdorf, 1974). Los principales tipos de maíces cultivados en Argentina son: *Zea mays grupo indentata* (maíz dentado), *Zea mays grupo indurata* (maíz duro o Flint), *Zea mays grupo everta* (maíz pisingallo), *Zea mays grupo saccharata* (maíz dulce) y *Zea mays grupo amilácea* (maíz capia). La clasificación se basa en la localización y proporciones relativas de almidón córneo y blando. Según la textura del endosperma se clasifica en *duros* y *dentados*, en el primer caso sus granos son de naturaleza córnea y en el segundo granos almidonosos con hendidura en la corona. Los maíces dentados y semidentados representan alrededor del 90% de la producción nacional. Mientras que los del tipo duro representa aproximadamente 10%. Los

maíces pisingallo, dulce y capia ocupan el porcentaje restante (Cátedra de Tecnología de granos, UNS, 2018).

1.2- Características morfológicas y fisiológicas del maíz

El maíz es una planta anual, de crecimiento estival, porte robusto y de rápido desarrollo. Presenta hojas anchas y alargadas con su nervadura central bien marcada. Se trata de una planta muy eficiente en producir biomasa, debido a que de una semilla que pesa alrededor de 300 mg, se obtiene en 2,5 meses una planta mayor a los 2 m de altura y de aproximadamente 70 dm² de área foliar, y a los 4,5 meses puede alcanzar, en condiciones de cultivo, un peso seco de 1000 veces superior a la semilla que la originó. Siendo la mitad de ese peso órganos reproductivos, transformándolo en uno de los cultivos de mayor rendimiento. Esta capacidad de producción se debe a su elevada tasa fotosintética, bajo valor energético de la materia seca producida y una adecuada estructura de cultivo (Andrade *et al.*, 1996). Las mayores producciones se logran en ambientes con altas radiaciones y elevada amplitud térmica (Muchow *et al.*, 1990).

Las especies vegetales pueden clasificarse en C₃ y C₄ de acuerdo a su *sistema fotosintético* y también por sus requerimientos de temperatura en *micro, meso y megatérmicas, templadas o tropicales e invernales o estivales*. Las C₄ poseen un rango óptimo de temperatura entre los 30-45 °C, y las C₃ entre 18-30°C. El maíz es una planta del tipo C₄, megatérmica, estival. Posee anatomía foliar tipo Kranz cuya función es mantener una elevada concentración de dióxido de carbono (CO₂) alrededor de la enzima **RuBisCO** (ribulosa-1,5-bifosfato carboxilasa oxigenasa), evitando así la foto-respiración. Las especies C₄ presentan mayor contenido de fibras por su anatomía foliar, mayor lignificación de la fibra y mayor relación tallo: hoja. Otra particularidad de las C₄ es su mayor eficiencia en el uso del agua, menor tasa de respiración y foto-respiración. En relación con las C₃ y debido a la elevada resistencia estomática presentan baja tasa de transpiración.

Es una especie diclino-monoica desarrollando flores de un solo sexo separadas dentro de la planta, la inflorescencia femenina (espiga) y la masculina (panoja). Las espigas crecen en las axilas de las hojas a media altura, mientras que la panoja se desarrolla de manera apical en el extremo superior de la planta precediendo al desarrollo de la espiga. Se propaga por semillas y las mismas son producidas por fecundación cruzada (alogamia) siendo el movimiento del polen por acción del tipo anemófila (Gear, 2006).

En el embrión de la semilla se encuentran diferenciadas las primeras 5 hojas y la radícula, para que ocurra la germinación la semilla debe absorber un 30-40 % de su peso en agua. Primero aparece la radícula y luego aparece la plúmula cubierta por el coleóptile. Más tarde, se desarrollan las raíces seminales y el mesocótilo se elonga, llevando la plúmula a la superficie. El maíz presenta hojas alternas, paralelinervadas y provistas de vaina que nace de cada nudo. Siendo el número final de hojas dependiente de la variedad y del ciclo, época de siembra y demás factores (Cirilo *et al.*, 2012).

Los primeros días del ciclo del cultivo están orientados a generar tejidos foliares. En etapas avanzadas es el tallo el encargado del aumento del peso de la planta. Finalmente, después de la floración se detiene la producción de hojas y el tallo continúa su incremento de peso debido a la acumulación de sustancias de reserva. De manera posterior, los órganos reproductivos inician su crecimiento (Cirilo *et al.*, 2012). Alrededor del estadio V₆ los entrenudos comienzan a elongarse continuando hasta la aparición de los estigmas, el entrenudo correspondiente a la panoja es el último en elongarse. El cultivo de maíz, en floración, alcanza su altura y área foliar máxima (Carcova *et al.*, 2003). Finalmente durante el período post-floración, comienza la removilización de carbohidratos y nutrientes desde los distintos órganos vegetativos hacia los granos, provocando una pérdida de peso por parte de los primeros hasta finalizar el ciclo del cultivo. En madurez fisiológica, el peso de los granos puede llegar a valores que representan cerca de la mitad del total de las partes aéreas obteniendo índices de cosecha de aproximadamente 50% (Cirilo *et al.*, 2012).

1.3- Ciclo del cultivo de maíz

La escala más utilizada para describir el ciclo del cultivo de maíz es la de Ritchie y Hanway (1982), la misma se divide en dos grandes etapas:

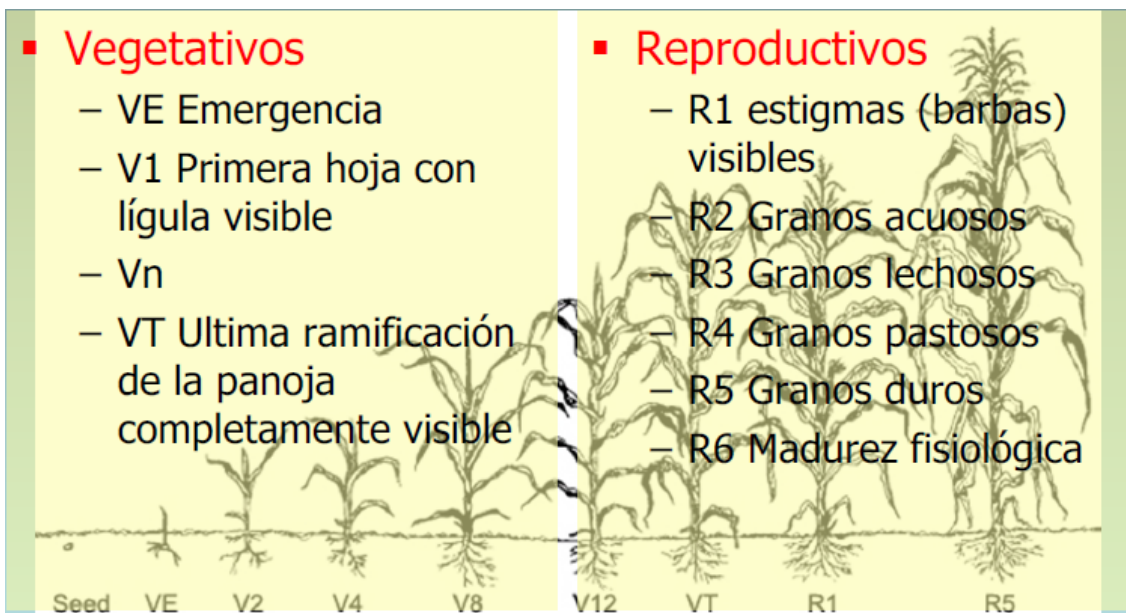


Figura 2: Escala fenológica (Ritchie y Hanway, 1982)

Los *estadios vegetativos* son designados numéricamente como V_1 , V_2 , V_3 hasta V_n , y corresponden al número total de hojas expandidas, siendo n la última hoja antes de la panoja. Los *estadios reproductivos* se refieren al desarrollo del grano y sus partes componentes. Los mismos comienzan con la emergencia de los estigmas (R_1) y finaliza con madurez fisiológica de los granos (R_6).

1.4- Fecha de siembra

La elección de la fecha de siembra del cultivo es una decisión de manejo frecuentemente condicionada por razones operativas (oportunidad de labranzas, disponibilidad de insumos) o estratégicas (escape a adversidades climáticas o biológicas), por lo que resulta conveniente conocer e interpretar los efectos de la variación del momento de implantación del cultivo sobre su productividad (Andrade et al., 1996).

En producciones de secano y ambientes marginales, con elevada demanda atmosférica y precipitaciones estivales erráticas, sumado a la capacidad de retención hídrica limitada, es donde el maíz tardío ha tomado relevancia e importancia y obtiene los mejores rendimientos. En otro panorama se encuentra el maíz temprano, que se realiza en ambientes sin limitaciones siendo estos sitios los ideales para expresar todo su potencial y obtener máximos rendimientos. La variación en los rendimientos entre un maíz temprano y uno del tipo tardío, se debe a que al realizar un desplazamiento de la fecha de siembra se reduce el impacto adverso de los factores ambientales sobre el mismo. La importancia de los maíces tardíos, a pesar de sus menores rindes,

radica en que presentan estabilidad de rendimiento. En contrapartida con los tempranos donde existen mayores probabilidades de estar expuestos en su período crítico en condiciones de alta demanda atmosférica. Explicando de esta manera la gran variabilidad en sus rindes (Satorre, 2016).

En climas templados, que presentan variaciones en factores ambientales como radiación, temperatura y fotoperiodo, fechas de siembras tardías dejan expuesto al cultivo a condiciones ambientales distintas de aquellos sembrados tempranamente. Dichas condiciones son: mejores condiciones hídricas y térmicas a la siembra, menor probabilidad de estrés en el período crítico (floración) por estar expuesto a una menor presión de vapor en la atmósfera, menor radiación y temperatura post-floración. Estos factores modifican el crecimiento, desarrollo, partición de materia seca y rendimiento del cultivo, incidiendo directamente sobre su fenología, desarrollo de área foliar y acumulación de materia seca (Satorre, 2016).

Al estar expuesto el cultivo durante su siembra y emergencia a mayores temperaturas, tanto el establecimiento como el coeficiente de logro se ven favorecidos. La rápida cobertura y competencia con malezas son otros de los aspectos de interés, generados a partir del uso eficiente de la radiación lo que permite aumentar la tasa de crecimiento y expansión de hojas (Kim *et al.*, 2012).

Cuando se retrasa la siembra, el cultivo queda expuesto a mayores temperaturas provocando aceleración en su **desarrollo**, principalmente como consecuencia del acortamiento del período siembra-floración. La emergencia, cambio de estado del ápice y pasaje de estado a floración se encuentran directamente asociados a aumentos de la temperatura. Sumado al efecto de estas últimas, el atraso en la implantación expone al cultivo a fotoperiodos largos. Y a pesar de ser éste un factor que retrasa la iniciación floral, esto no ocurre en siembras tardías debido al efecto de la temperatura que acelera el desarrollo (Bonhomme y col., 1994).

Los efectos sinérgicos de mayores temperaturas y fotoperiodo creciente sobre el ápice de crecimiento, en cultivos de siembras tardías de climas templados conllevan a una modificación en el **número total de hojas**. Los maíces tardíos presentan mayor número de hojas final, ya que la etapa de diferenciación de hojas se alarga por el mayor fotoperiodo ya que el cultivo tiene una respuesta fotoperiódica del tipo cuantitativa a días cortos (Kiniry *et al.*, 1991). Siendo el número

final resultante de la sensibilidad y respuesta del genotipo a los factores ambientales (Warrington y Kanemasu, 1983).

Al retrasar la siembra se acorta el período emergencia-floración reduciendo, al mismo tiempo, el **aprovechamiento de la oferta de radiación solar**. A pesar de esto y debido a la velocidad con que ocurre el crecimiento, rápidamente se establece un canopeo capaz de interceptar la luz de forma eficiente durante la etapa vegetativa que, de manera parcial, compensa el menor aprovechamiento de la oferta radiativa. Siendo esto una consecuencia de estar el cultivo expuesto a un número inferior de días. De esta manera se reducen las diferencias de la radiación interceptada entre un cultivo de siembra temprana y tardía.

Otro efecto importante provocado por las temperaturas elevadas es el aumento en la **relación tallo-raíz** en las plantas de maíz (Boote, 1977; Potter y Jones, 1977), que durante las etapas iniciales genera mayor partición de asimilados hacia la formación de área foliar (Hunter y col, 1977). Por otro lado, a medida que el ciclo del cultivo avanza y principalmente posterior a la floración, los niveles de radiación decaen acentuándose aún más en lugares de elevada latitud y con mayores retrasos en la fecha de siembra. Estos niveles bajos de radiación, sumado a temperaturas por debajo de 20 °C hacen que la eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa sea baja (Carberry y col. 1989) (Andrade y col. 1993).

En consecuencia, las siembras tempranas presentan valores de eficiencia de conversión bajos durante la etapa vegetativa del cultivo, y sostenidos durante la mayor parte del período de llenado de granos, cuando las temperaturas se presentan más favorables para el proceso fotosintético. En contraste, los cultivos sembrados tarde presentan altos valores de eficiencia de conversión durante la primera etapa, y bajas eficiencias durante el período de llenado que transcurre bajo condiciones más frías (Andrade et al., 1996).

Al coincidir el estado reproductivo del maíz de siembras tardías con el otoño, estación del año donde la temperatura y radiación son bajas, provoca disminución del rendimiento en grano principalmente en zonas de clima templado (Duncan y col., 1973). Dicha merma en la pérdida del rendimiento es generada por el aborto de estructuras reproductivas que afecta el **número de granos**. Esto es consecuencia de la menor radiación que limita la producción de materia seca durante la floración (Tollenaar, 1977). Esas bajas tasas de crecimiento posterior a la polinización, explicaría por qué ocurre la disminución del número final de granos por espiga.

Atrasos en la siembra y condiciones climáticas desfavorables afectan el **llenado de granos** a pesar de que, el peso final del grano de maíz es una variable estable frente a variaciones ambientales (Hall y col., 1981; Kiniry y Ritchie, 1985). Con el atraso, disminuye el peso final del grano por reducirse la tasa de llenado y acortamiento del período de llenado. Las bajas temperaturas durante el período de llenado provocan que disminuya la velocidad de acumulación de materia seca en los granos. En las etapas iniciales y a causa de los efectos de las menores temperaturas se ve afectada la tasa de desarrollo generando extensión de la fase lag. Sin embargo, en la etapa siguiente, conocida como fase lineal es en la que efectivamente se determina la duración del total del llenado. Esta se ve reducida por la menor producción fotosintética del cultivo por condiciones de baja radiación y temperatura. El principal motivo por el cual se ve afectado el llenado de granos en un cultivo tardío versus uno temprano, radica en que en el primero se encuentra limitado por la fuente de asimilados. En contraste, la limitante en siembras tempranas es la capacidad máxima de los granos para alojar asimilados (Cirilo y Andrade, 1996).

Es por esto que los rendimientos potenciales de maíces de verano siempre van a ser inferiores a aquellos sembrados tempranamente, consecuencia de las condiciones post floración. El componente peso de granos a diferencia de número de granos explicaría mejor las variaciones en los rendimientos (Bonelli *et al.*, 2016).

Otro aspecto a considerar en las siembras tardías es que, ante la probabilidad de presentar buenas condiciones en la floración, se generan cultivos con altas demandas de asimilados durante el llenado de granos. Por lo tanto, lo que puede suceder es que se presente una situación de **baja relación fuente-destino** provocando la removilización de carbohidratos de reserva y nitrógeno para el crecimiento de los granos (Uhart y Andrade, 1991). Los mencionados movimientos de nutrientes provocan senescencia foliar acelerada, maduración de granos anticipada, quebrado de tallos y por lo tanto vuelco de plantas.

Según Daynard (1972) la etapa final del llenado de granos y el período posterior a la madurez fisiológica del maíz se caracterizan por una activa pérdida de humedad del grano. Es evidente que las siembras tardías afectan de manera absoluta la **pérdida de humedad** del mismo por estar expuesto a condiciones no favorables para su secado (bajas temperaturas y alta humedad relativa).

1.5- Fertilización en maíces tardíos

El adecuado manejo estratégico de la fertilización basado en análisis de suelos y estimaciones de rendimiento son herramientas que nos permitirán tener mayores probabilidades de éxito en un cultivo de maíz tardío. Históricamente la siembra de maíz se ha realizado a principios de la primavera entre los meses septiembre y octubre, donde las temperaturas y precipitaciones son bajas, condicionando de esta manera la oferta de nitrógeno (N). A diferencia de la siembra tradicional, la siembra tardía se encuentra con otra dinámica del N por establecerse en meses con mayores temperaturas y alta disponibilidad hídrica. Esto tiene efecto directo sobre la mineralización de la materia orgánica (Salvagiotti, 2017).

El diagnóstico de la fertilización nitrogenada consiste en estimar la cantidad de N necesaria para alcanzar la producción máxima, teniendo en cuenta los requerimientos del cultivo (22 kg N/t de grano), tiene en consideración el nitrógeno disponible como nitrato en los primeros 60 cm de suelo y el nitrógeno aportado por el fertilizante. La *desventaja* que presenta la siembra tardía con respecto a la fertilización nitrogenada es que, a medida que se atrasa la implantación, la temperatura y humedad del suelo son mayores provocando el aumento de las pérdidas de N por *volatilización* y *desnitrificación*. La primera es la más relevante, las pérdidas son mayores en aplicaciones al voleo con respecto de las incorporadas al suelo. A partir de urea ocurre la volatilización como amonio, el cual se pierde del sistema. Por otro lado, la desnitrificación es menos frecuente por el simple hecho de estar asociada a condiciones de anegamiento por excesivas precipitaciones. Las pérdidas en este caso ocurren por un proceso del tipo anaeróbico (Salvagiotti, 2017).

1.6- Manejo de malezas

Al ser la fecha del maíz tardío hacia finales del mes de noviembre, el barbecho debe realizarse durante la primavera coincidiendo el mismo con la emergencia de las malezas estivales (PEO). Conocer la dinámica de su crecimiento y las malezas problemas de cada región es un aspecto de suma importancia. La *intensificación de la rotación* se presenta como una herramienta importante en el cultivo de maíz tardío. Cultivos de cosecha de invierno como colza, arveja o cultivos de cobertura (gramíneas invernales o vicia), son alternativas donde cada uno con sus particularidades permiten mantener el lote cubierto y realizar el control de malezas hasta la siembra del maíz.

Por otro lado, donde la intensificación no sea factible ya sea por el uso del agua y/o nutrientes, las herramientas de manejo implican *mantener el lote limpio durante el barbecho en la primavera*, en

la implantación y hasta que el cultivo cierre el surco. Según los autores Bedmar (1991) y Hall y col. (1992), existe un período de competencia normalmente 20-30 días posterior a la emergencia del cultivo, donde la presencia de malezas provoca disminuciones del rendimiento en valores mayores al 5 %. Por lo tanto, las medidas de control deberían realizarse de manera temprana.

1.7- Enfermedades del maíz de siembra tardía

El aumento y desarrollo de las enfermedades ha sido en relación a la evolución del cultivo de maíz en Argentina. Cambios en la fecha de siembra para obtener estabilidad en los rendimientos es un aspecto clave en el desarrollo de las mismas (Teyssandier, 2005).

Según De Rossi *et al.*, (2014) las *prácticas agronómicas* que tienen mayor influencia en el desarrollo de las enfermedades son:

- Adopción generalizada de siembra directa.
- Utilización en las rotaciones de altas proporciones de maíz.
- Aumento de la adopción de materiales templados (más sensibles a enfermedades).
- Generación de “puentes verdes” por la ampliación de zonas y fechas en las que se siembra el cultivo.
- Utilización de materiales no seleccionados genéticamente para zonas específicas.
- Escaso uso de fertilización en maíces de fechas tardías.
- Baja adopción del monitoreo en el cultivo.
- Gran adopción de las fechas de siembras tardías en la mayoría de las zonas productoras del país.

Tales condiciones han fomentado el aumento de enfermedades de **órganos aéreos, pudriciones de raíz, tallo y espiga**. Entre las enfermedades más comunes se destacan: *Exserohilum turcicum* (tizón foliar común), *Cercospora zeamaydis* (cercosporiosis), *Puccinia polysora* (roya polysora), *Phaeosphaeria maydis- Pantoea ananatis* (mancha blanca), *Fusarium graminearum*, *Stenocarpella macrospora*, *Colletotrichum graminicola* (pudriciones de raíz y tallo), *Fusarium graminearum*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* (Pudrición de espigas y micotoxinas).

Algunas de las *medidas de manejo* recomendadas son: selección de materiales tolerantes o resistentes, uso de semillas sanas y tratadas con fungicidas, siembras tempranas, rotación de cultivos, fertilización equilibrada, densidad de plantas adecuada, control de insectos y malezas, aplicación de fungicidas, cosechar en tiempo y forma (Reis *et al.*, 2004).

Debido a la expansión y exploración de ambientes, y sumado a sus modificaciones en su ciclo de producción, como lo es el atraso en su fecha de siembra expone al cultivo a condiciones propicias para el desarrollo de enfermedades del tipo fúngica.

1.8- Densidad de plantas

En maíz la correcta elección de la densidad óptima resulta muy importante. El rendimiento presenta muy poca estabilidad frente a cambios en las densidades, resultando afectado frente a la escasa disponibilidad de recursos por planta en el período crítico (floración). A diferencia del trigo y soja, el maíz, presenta en bajas densidades **menor capacidad de compensar** el rendimiento en grano. Consecuencia de la menor eficiencia para transformar la energía solar en destinos reproductivos cuando se reduce el número de plantas (Andrade y col., 1993).

A pesar de su **mayor crecimiento en bajas densidades**, no presenta capacidad para el desarrollo de un mayor número de estructuras reproductivas (Edmeades y Daynard, 1979^a). Por lo tanto en densidades bajas, el número de granos fijados por espiga se encuentra próximo a su número potencial (Ruget, 1989).

Si bien las bajas densidades producen un **leve aumento en el peso del grano**, no es un componente capaz de ajustar el rendimiento. El mismo presenta escasa variación ante cambios en la oferta de recursos ambientales (Claassen y Shaw, 1970; Fisher y Palmer, 1984).

En siembras tardías, el período crítico ocurre en situaciones de menor irradiancia respecto a cultivos sembrados tempranamente (Cirilo y Andrade, 1994b). Condiciones que **generan menor fijación de granos en el cultivo**. Esto sumado al mayor tamaño de planta que se alcanza con siembras tardías, lo que genera mayor competencia intraespecífica.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo de investigación es establecer características del sitio (suelo y clima) y comparar el desempeño de ocho híbridos comerciales de maíz (*Zea mays*) a bajas densidad entre 22 y 23×10^3 plantas ha^{-1} , estableciendo cuales son las variables que tienen importancia en la composición final del rendimiento en grano.

MATERIALES Y METODOS

3.1- Ubicación del sitio de estudio

El ensayo se llevó a cabo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, en el Establecimiento “Don Ramón” en el paraje conocido como Bajo Kelly, en cercanías de La Gloria, partido de Coronel Dorrego. El mismo es propiedad de la familia Irastorza, que integra la regional AAPRESID de Bahía Blanca. El predio posee todas sus hectáreas destinadas exclusivamente a la agricultura bajo la modalidad del sistema de labranza en siembra directa. La experiencia se realizó para la campaña de gruesa 2017/18.



Figura 3: Localización del ensayo (Google Earth).



Figura 4: Macro-parcelas del ensayo (Google Earth).

3.2- Caracterización climática

El clima es cálido y templado, existen precipitaciones durante todo el año incluso en el mes más seco. Según la clasificación climática de Köppen y Geiger corresponde al tipo Cfb. La temperatura media anual es de 14,2 °C, siendo la temperatura del mes más cálido (Enero) de 21,3 °C y la del mes más frío (Julio) de 7,5 °C (Figura 3). Las precipitaciones promedio rondan los 614 mm anuales, siendo Agosto el mes de menor precipitación con un promedio anual de 21 mm. Por otro lado, el mes con el mayor nivel anual de precipitaciones es Marzo con un promedio de 87 mm (Figura 5).

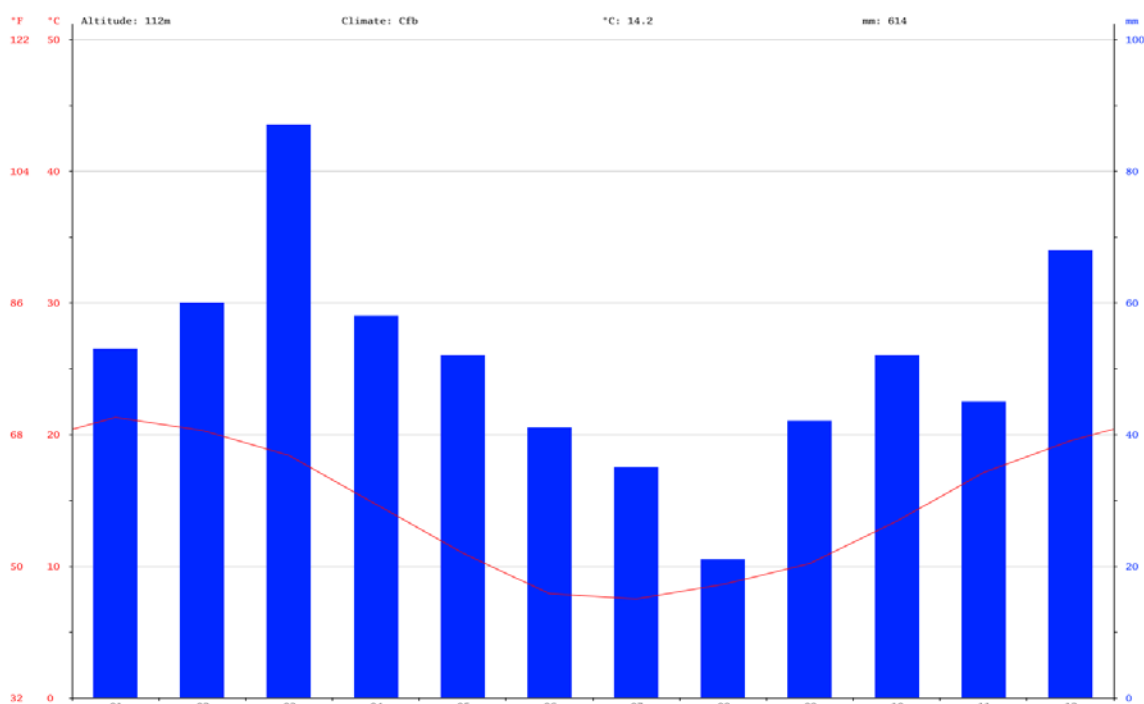


Figura 5: Temperaturas (°C, línea roja) y precipitaciones (en mm, barras) históricas en el sitio experimental.

Las precipitaciones durante la campaña 2017-2018 pueden ser diferenciadas en dos sub-etapas: la primera implicó la etapa de barbecho entre los meses Febrero y Noviembre de 2017, la cual arrojó un registro de 684 mm. Por otro lado, en lo que respecta al ciclo propio del cultivo, comprendiendo los meses de Noviembre de 2017 a Mayo de 2018 obtuvo un registro de 209 mm (Figura 6).

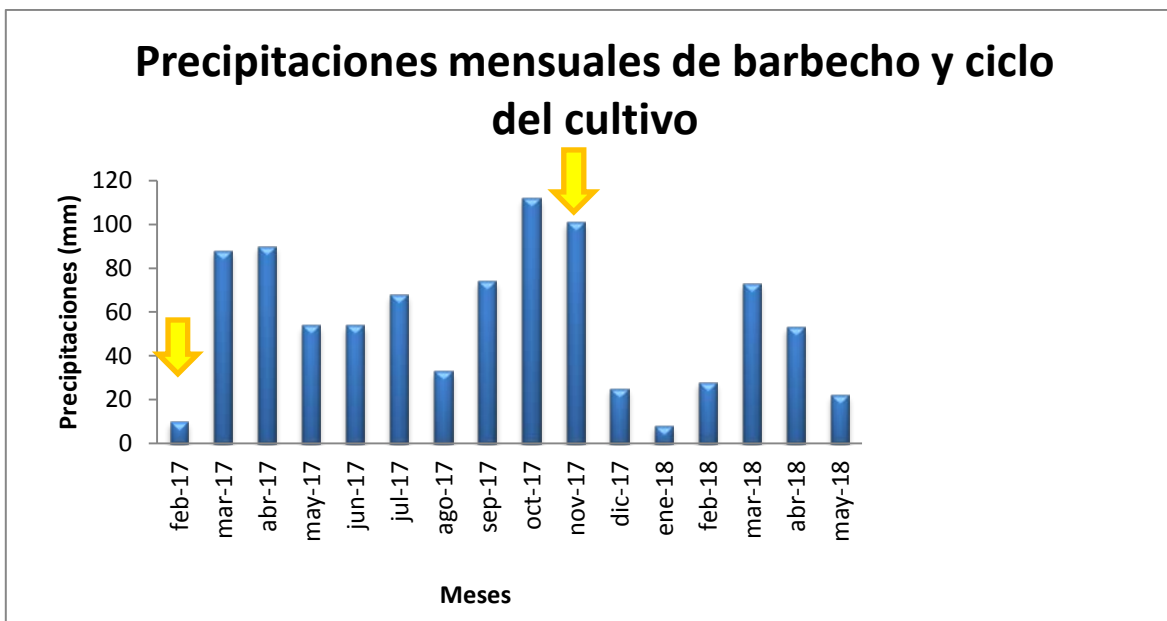


Figura 6: Precipitaciones mensuales (mm) de barbecho y ciclo del cultivo. Las flechas indican el inicio de barbecho y el momento de la siembra.

3.3- Relieve y suelos

Los suelos pertenecientes a la región del sitio de estudio se han desarrollado a partir de sedimentos loésicos. El espesor del loess oscila entre los 70 y 100 cm por encontrarse apoyado sobre una costra calcárea o “tosca” (horizonte 2 Ckm).

Las parcelas del ensayo vinculadas con SIG a las cartas de suelos 1:50.000 del INTA (visor GeoINTA) se ubican sobre consociaciones de la serie Tres Arroyos (TA7), con características fases someras en menor proporción y tosca aflorante. La serie Tres Arroyos corresponde a suelos oscuros y moderadamente profundos, apoyados sobre una costra calcárea, se encuentran en un paisaje suavemente ondulado a moderadamente ondulado en un sector de la Subregión Pampa Austral Interserrana, en posición de lomadas. Las pendientes van del 1 al 3%. Son suelos bien drenados de escurrimiento rápido y permeabilidad moderadamente lenta. Son de aptitud agrícola, siendo la capacidad de uso **IVes** limitado por erosión eólica y características del suelo, en este caso la profundidad efectiva.

Clasificación del suelo por Soil Taxonomy: **Argiudol petrocálcico**, fina, illítica, moderadamente profunda, térmica (Soil Taxonomy, 2014). Como su nombre lo indica, el suelo presenta un epipedón mólico, régimen de humedad údico, horizonte argílico (Bt) por encima de un horizonte petrocálcico.

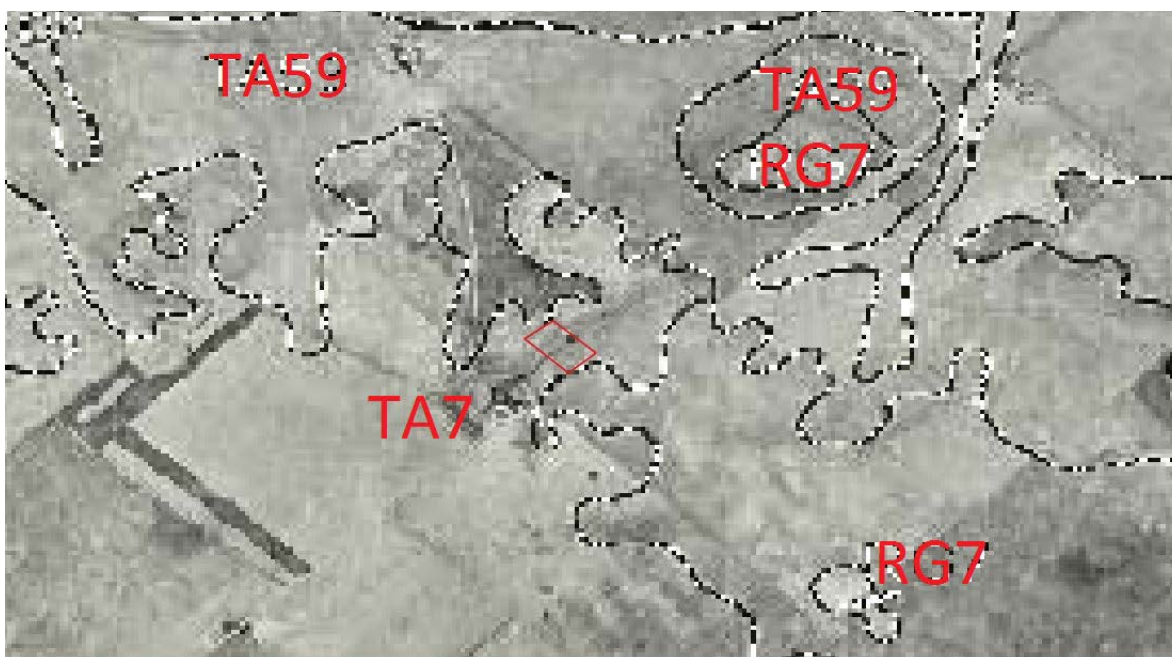


Figura 7: Series de suelos sector del ensayo (Extraída hoja de suelos INTA 1:50.000)

3.4- Tecnología del cultivo

El cultivo se realizó en condiciones de barbecho largo, que asegura la acumulación de agua en el perfil al momento de la siembra. La tecnología incluyó el control químico de malezas (Tabla 1) y la siembra, con fertilización fosfatada y nitrogenada (50 kg de mezcla 32-23-0) al costado de la línea de siembra. La fecha de siembra fue el día 23 de noviembre de 2017 con una densidad de siembra estimada de 23×10^3 plantas ha^{-1} . La maquinaria utilizada fue una sembradora de grano grueso AIR Drill de siembra directa, marca Gherardi de 16 surcos, separados entre sí a 0,525 m. La elección del sitio de ensayo se realizó por el productor, sobre un lote representativo del establecimiento.

Tabla 1: Fitosanitarios aplicados en barbecho y pre-siembra del cultivo de maíz.

Fecha	Fitosanitarios Aplicados*
21/02/2017	1,5 l Panzer Gold + 0,200 l Dicamba+0,330 l 2,4-d (éster 100 %)
12/04/2017	1,2 l Sulfosato + 0,600 l Select + 0,100 l Sumisoya
03/06/2017	2 l Paraquat
27/09/2017	2 l Panzer Gold + 0,300 l 2, 4-d (éster 100%)
22/11/2017	3 l Atrazina (50%) +2 l Paraquat + 0, 05 l Fighter Plus(Deltametrina)
23/12/2017	80 l Sol mix

*principios activos: Glifosato, Dicamba, 2, 4- d, Cletodim, Flumioxazin, Paraquat, Atrazina, Sol mix 28-0-0 (5,2 S).

3.5- Diseño de la experiencia

El ensayo se realizó sobre macro-parcelas (Figura 8) siendo cada una de una superficie total de 0,25 ha, 16 surcos por híbrido con un largo de 300 m. Se realizó un diseño apareado, utilizando el testigo (N 7784) elegido por los productores, para cada uno de los siete híbridos restantes. Siendo un total de 15 parcelas.

N 7784	ACA 470	N 7784	N 7822	N 7784	DK 6910	N 7784	DK 7010	N 7784	NEXT 20.6	N 7784	SY 875	N 7784	N 7761	N 7784
--------	---------	--------	--------	--------	---------	--------	---------	--------	-----------	--------	--------	--------	--------	--------

Figura 8: Parcelas del ensayo para cada híbrido y su testigo apareado.

3.6- Materiales genéticos utilizados

Los híbridos utilizados para el ensayo fueron de distintas empresas nacionales e internacionales, entre las que se encuentran: Nidera semillas y sus híbridos N 7784 (testigo), N 7822 y N 7761; Monsanto y sus híbridos DK 6910 y DK 7010; Syngenta con el híbrido SY 875; Brevant Semillas y el híbrido NEXT 20.6, y por último la Asociación de Cooperativas Argentinas con el híbrido ACA 470.

3.7- Variables del cultivo analizadas

Se realizaron evaluaciones de parámetros que inciden en la composición final del rendimiento en grano con la finalidad de comparar los comportamientos de los ocho híbridos comerciales elegidos para el ensayo. La cosecha se realizó sobre dos réplicas (R1 y R2) de 10 metros lineales cada una en función de la distancia de separación entre surcos, en éste caso 0,525 m. Se cosecharon las espigas de las plantas de cada unidad de muestreo y se evaluó:

- Plantas m⁻¹ lineales: se extendió una soga de 10 m lineales y se contó el número final de plantas, teniendo en cuenta la separación entre líneas se llevó a m² (Figura 9).
- Altura de inserción de la primera espiga (cm): medida con cinta métrica con la planta en pie, variable importante que determina la altura de cosecha (Figura 10).
- Número de espigas planta⁻¹: se contó el número de espigas por plantas, lo que se denomina *prolificidad*.



Figura 9: Medición de plantas m^{-1} lineal **Figura 10: Altura de primera espiga.**

Todas éstas variables fueron determinadas a campo. A continuación se detallarán las variables analizadas en laboratorio. La determinación fue llevada a cabo a partir de cinco espigas tomadas al azar de la réplica número 1 (R1) para cada híbrido. El valor de rendimiento en grano fue corregido a 13,5 % de humedad.

- Longitud de espiga (cm): se midió su longitud en cm, variable importante que tiene incidencia sobre el número de granos hilera⁻¹.
- Diámetro de espiga (cm): se tomó la medida de su diámetro, expresado en cm. El mismo puede estar relacionado con el número de hileras.
- Número de hileras espiga⁻¹: se contaron las hileras, variable importante del rendimiento de procedencia genética.
- Granos hilera⁻¹: de cada espiga se contaron los granos de una hilera representativa.
- Peso de marlo (g): una vez extraídos los granos de la espiga, por separado se pesó el marlo. Variable que incide indirectamente en el rendimiento final.
- Peso total de granos (g): se trilló la espiga entera y se pesó los granos por separado.
- P1000 (g): se tomaron cuatro sub-muestras de 250 granos cada una, se pesaron por separado, se realizó un promedio y finalmente se llevó al valor de 1000 granos (Figura 11).
- Rendimiento medio ($kg\ ha^{-1}$): se cosecharon las dos réplicas y se realizó un promedio para cada híbrido (Figura 12).

- Rinde potencial (kg ha^{-1}): en base a la densidad planteada ($2,2 \text{ plantas m}^2$) multiplicada por un número de espigas planta⁻¹ de referencia (1,5), por número de hileras espiga⁻¹, por granos hilera⁻¹, por peso de un grano ($P1000/1000$), y finalmente llevado a kg ha^{-1} . Se obtuvo el rendimiento potencial para cada espiga del híbrido.



Figura 11: Peso de mil.



Figura 12: Cosecha de espigas.

3.8- Análisis estadístico

Las variables del estudio se caracterizaron por medidas de centralización (medias, medianas) y de dispersión (desvío estándar, coeficientes de variación). Las medias fueron analizadas por ANOVA y test de diferencia mínima significativa (LSD) o prueba T para diseños apareados, con un nivel de significación del 0,05. Se realizaron correlaciones de las variables del cultivo, estableciendo su ajuste por estudios de residuales. Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico INFOSTAT (Infostat, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cultivo de maíz una vez finalizado el ciclo, la obtención final de granos es el resultado de dos procesos simultáneos e independientes: crecimiento y desarrollo. Siendo el crecimiento el aumento en número y tamaño de las células que constituyen los distintos órganos de la planta y el desarrollo sucesión progresiva de las etapas que conducen a establecer la morfología propia de organismo adulto, conforme avanza el ciclo ontogénico. Una manera de expresar rendimiento surge de multiplicar el número de granos por su peso medio. Siendo el primero función de: número de granos por espiga, número de espigas por planta y la densidad de plantas. Por otro lado, el peso medio de los granos resulta de la duración del período de llenado y de la tasa de llenado. Alrededor de la etapa de floración, es el momento en el cual disminuciones en la tasa de crecimiento genera mermas en los rendimientos. Esto es, debido a que es la etapa donde se determinan el número de granos fijados por superficie. Por otra parte, el peso del grano en las primeras dos semanas posterior a la floración aumenta poco. Se trata de una etapa de actividad mitótica donde se determina el número de células endospermáticas y la cantidad de gránulos de almidón (Reddy y Daynard, 1983). Condiciones desfavorables en este período generan disminuciones en el tamaño potencial del grano (Frey, 1981; Jones y col., 1985). En la segunda etapa, el grano crece de manera lineal acumulando más del 90 % de su peso, la misma está caracterizada por la duración y la tasa de crecimiento del grano.

4.1- Altura de inserción de la primera espiga

En la figura 13 se presentan los valores obtenidos de muestreo para la altura de inserción de la primera espiga de las dos réplicas de todos los híbridos (n= 668). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$)

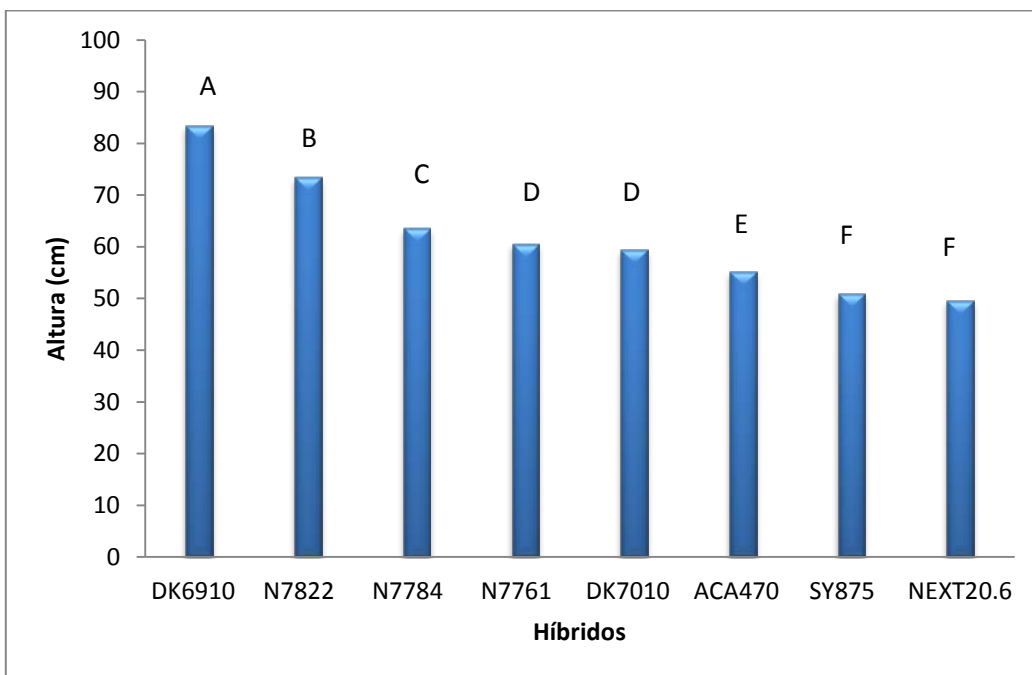


Figura 13 : Altura de inserción media de la primera espiga en la fecha de muestreo (27/07/2018).

El ANAVA indicó que todos los híbridos mostraron diferencias en la altura de inserción ($p < 0,05$). Podemos agruparlos en tres grupos: mayor a 62 cm (DK 6910 - N 7822- N 7784 (T)); mayor a 55 cm (N 7761- DK 7010- ACA 470) y menores a 55 cm (SY 875 y NEXT 20.6). Mostrando diferencias de más de 30 cm entre el primero (DK 6910) y el último (NEXT 20.6). El testigo obtuvo valores intermedios. La altura de inserción es un aspecto muy importante al momento de realizar la cosecha, híbridos de baja altura dificultarán la misma. Ningún híbrido presentó problemas.

4.2- Plantas por ha

En la figura 14 se presentan los valores obtenidos de plantas ha^{-1} para las dos réplicas de cada híbrido (n= 32). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

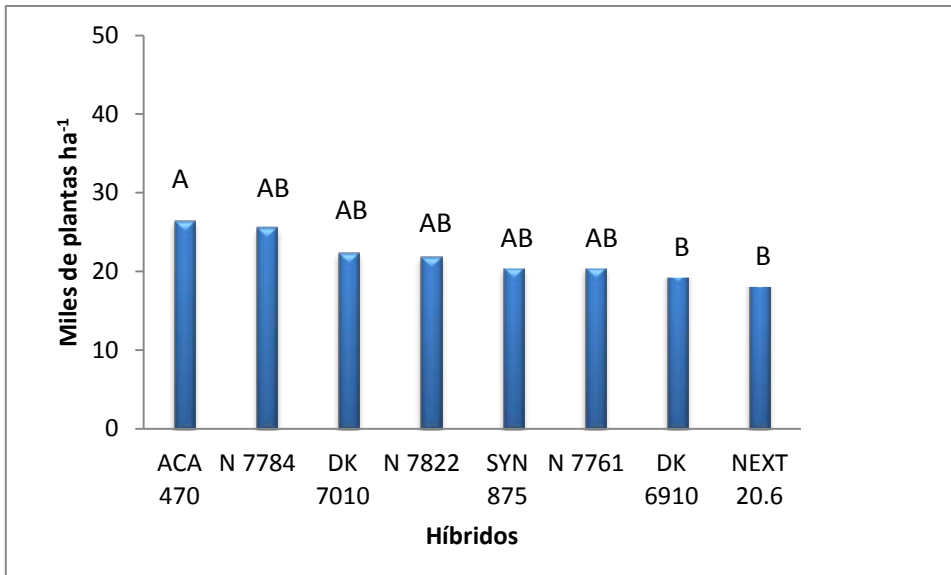


Figura 14: Número de plantas (miles/ha) para cada híbrido comercial.

En densidades bajas, el cultivo de maíz presenta escasa plasticidad para compensar el menor número de individuos a través del aumento del área foliar por planta. Sumado a esto, presenta limitada capacidad para diferenciar estructuras reproductivas adicionales. La baja relación entre el número de granos logrados por planta y la tasa de crecimiento por planta en floración, siendo los valores de ésta última altos, refleja dicha condición. Sumado a la baja capacidad de compensar el bajo número de granos con un mayor peso de los mismos. Por otro lado, cuando los recursos son escasos y las densidades se encuentran por encima del óptimo, la espiga de maíz queda relegada en la asignación de recursos en el período alrededor de la floración afectando el número final de granos por superficie y por ende el rendimiento. La alta relación entre el número de granos logrados por planta y la tasa de crecimiento por planta en floración, presentando valores bajos la segunda variable, refleja dicha condición. Debido a esto es que el maíz requiere de la precisión en su densidad la cual depende de muchos factores entre los que se destacan el genotipo y el ambiente (Andrade *et al.*, 1996).

El análisis de la varianza indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos. Siendo los híbridos ACA 470 y N 7784 (testigo) los de mayores valores de número de plantas por hectárea. Los híbridos DK 6910 y NEXT 20.6 presentaron los valores más bajos. La densidad de plantas por superficie es el primer componente del rendimiento.

La variabilidad en la media de plantas (26 a 19×10^3 pl.ha⁻¹) indica que la densidad de plantas es un factor a estabilizar en los planteos productivos extensivos.

4.3- Espigas por ha

En la figura 15 se presentan los valores obtenidos de espigas ha^{-1} para las dos réplicas de cada híbrido ($n= 32$). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

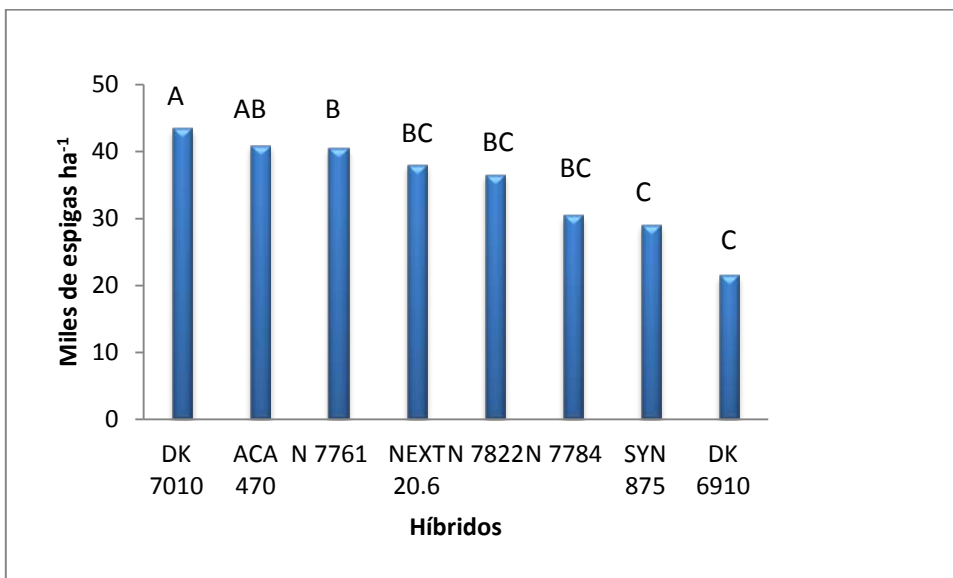


Figura 15: Número de espigas (miles/ha) para cada híbrido comercial.

El ANAVA detectó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos, DK 7010 presentó la mayor cantidad de espigas por ha, sin diferenciarse de ACA 470. El híbrido DK 6910 alcanzó el menor número de espigas por ha. El testigo se comportó de manera intermedia. La variable número de espigas ha^{-1} impacta directamente sobre el rendimiento, a mayor número de espigas mayor será el rendimiento alcanzado.

4.4- Espigas por planta

En la figura 16 se presentan los valores obtenidos de espigas planta^{-1} para las dos réplicas de cada híbrido ($n= 668$). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

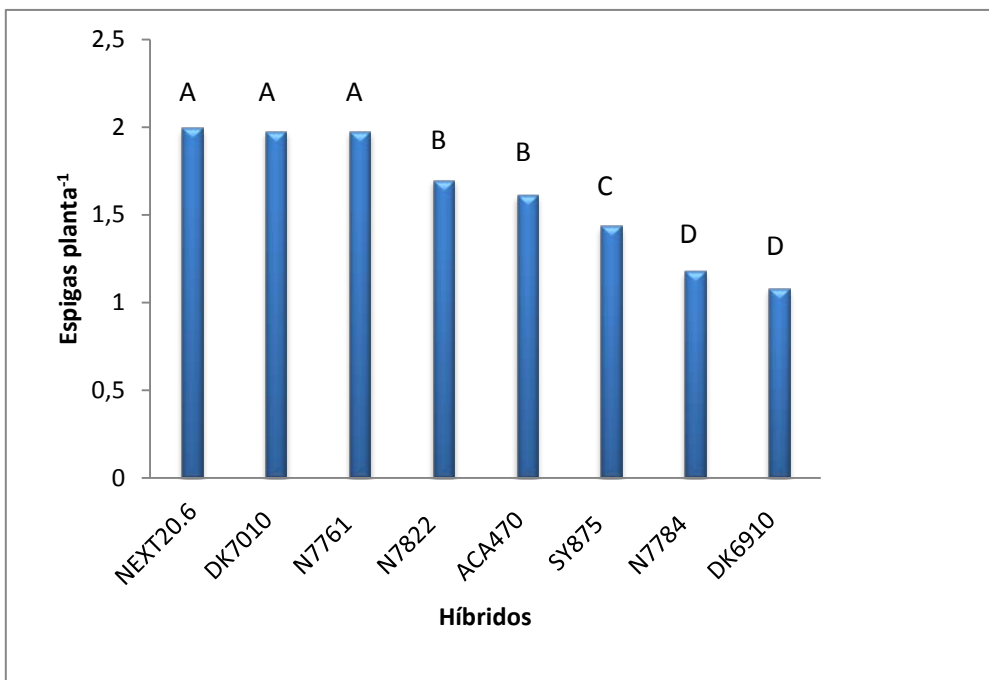


Figura 16: Espigas por planta para cada híbrido comercial en la fecha de muestreo (27/07/2018).

En la etapa de floración lo que primero se fija es el número de espigas fértiles por planta, cada planta puede diferenciar varias pero sólo una o dos logran desarrollarse normalmente. Si se genera la detención del crecimiento de la segunda espiga, se da de manera posterior a la emergencia de las barbas de la espiga superior (Prine, 1971; Tollenaar, 1977). Existe un umbral de crecimiento por planta en floración por debajo del cual el cultivo llega a la cosecha sin espigas, y otro umbral por encima del cual se logran dos espigas (prolificidad). Lo citado anteriormente explica el motivo de que aumentos en la densidad reducen el número final de espigas por planta. Lo mismo ocurre con condiciones desfavorables en prefloración y floración aumentando el porcentaje de abortos de espigas (Prine, 1971; Jacobs y Pearson, 1991). Por lo tanto, a pesar de que las espigas se diferencian en etapas tempranas, el número final por planta se determina en prefloración y floración asociado a la tasa de crecimiento de la planta.

El ANAVA indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos. NEXT 20.6; DK 7010 y N7761 fueron los que presentaron mayor número de espigas (2), mostrando su capacidad de desarrollar una segunda espiga (prolificidad), seguido de N7822 y ACA 470. Por último SY 875, N7784 (T) y DK 6910 obtuvieron los menores valores. Por lo tanto, de lo expresado más arriba se puede inferir que la baja densidad permitió a la mayoría de los híbridos generar una segunda

espiga siendo esta una variable importante en el rendimiento final, indicando que a mayor número de espigas mayor será su rendimiento. Dicha variable es la segunda componente del rendimiento final.

4.5- Longitud de espiga

En la figura 17 se presentan los valores obtenidos de longitud de espiga para cinco espigas de la réplica 1 de cada híbrido (n=80). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

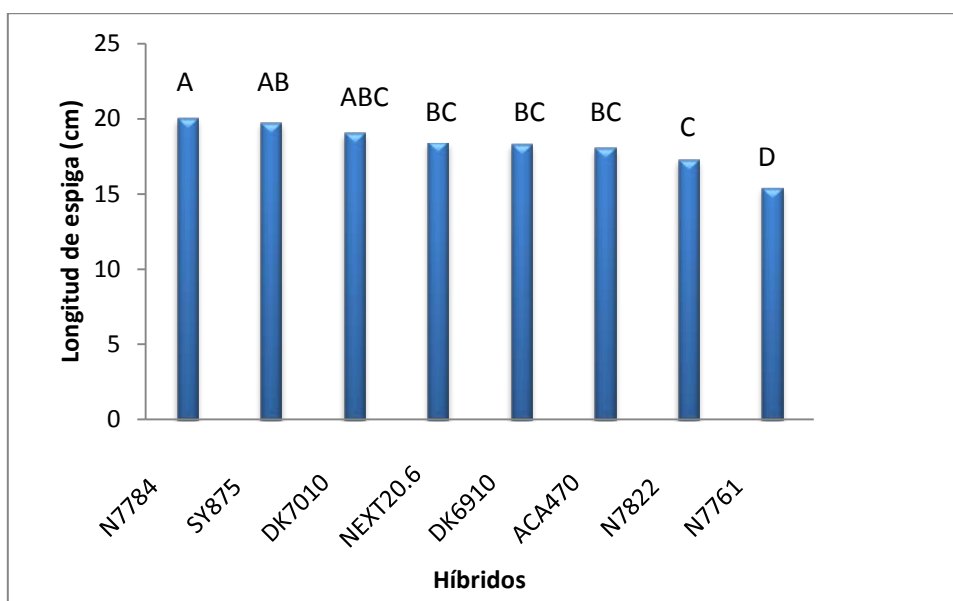


Figura 17: Longitud media de cinco espigas de la réplica 1 de los híbridos comerciales.

El análisis de la varianza detectó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos. El testigo presentó la mayor longitud de espiga, y el híbrido N 7761 la menor. La longitud de la espiga es una variable importante, ya que si las condiciones son ideales, determinará una mayor capacidad de fijar granos por hilera.

4.6- Diámetro de espiga

En la figura 18 se presentan los valores obtenidos de diámetro de espiga para cinco espigas de la réplica 1 de cada híbrido (n= 80). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

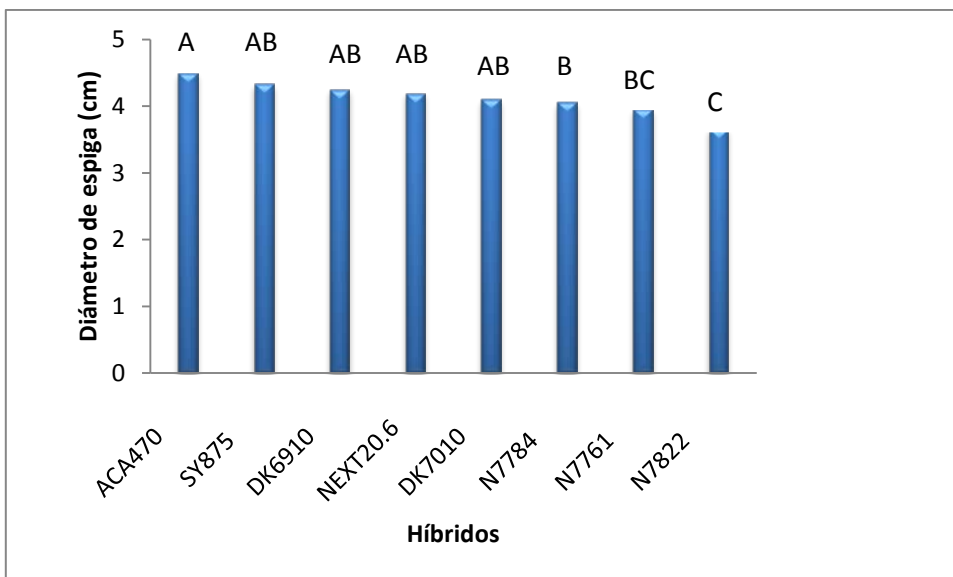


Figura 18: Diámetro medio de cinco espigas de la réplica 1 de los híbridos comerciales.

El ANAVA indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos. ACA 470 presentó el mayor diámetro de espiga. El testigo obtuvo valores intermedios. A pesar las diferencias encontradas, a través del análisis estadístico, las mismas entre el máximo y el mínimo fueron de menos de 1 cm. El diámetro se relaciona con la cantidad de hileras por espigas, a mayor diámetro, mayor es la cantidad de hileras.

4.7- Hileras por espiga

En la figura 19 se presentan los valores obtenidos de número de hileras espiga⁻¹ de cinco espigas de la réplica 1 de cada híbrido ($n = 80$). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

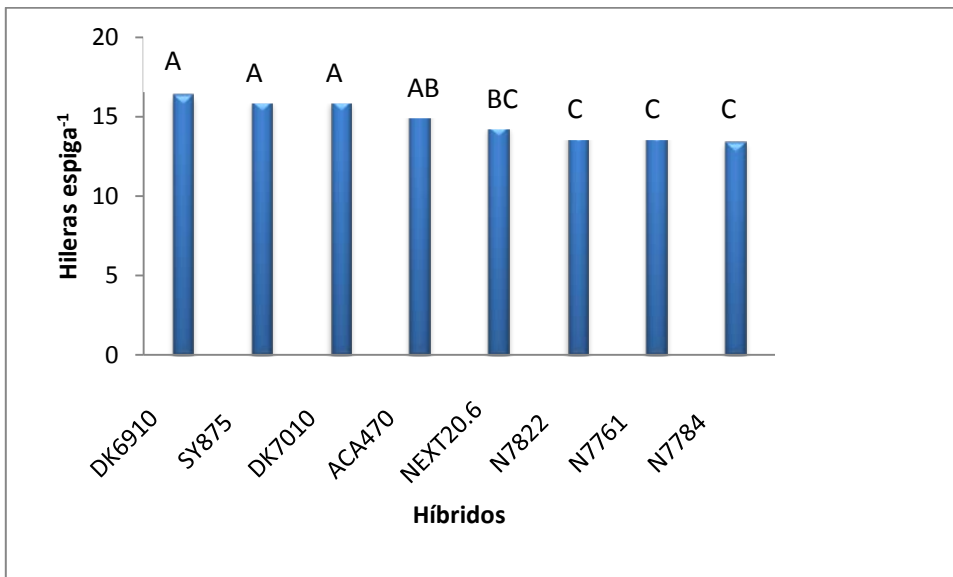


Figura 19: Número medio de hileras de cinco espigas de la réplica 1 de los híbridos comerciales.

La variable número de hileras espiga⁻¹ se encuentra más afectado por el genotipo (Andrade y col., 1996) que por condiciones ambientales (Bonhome y col., 1984). El mismo es afectado por la temperatura en el período fase de iniciación de la yema de la espiga hasta el comienzo de la diferenciación floral (Bertrand, 1991). Sin embargo, es poco sensible a variaciones en la radiación incidente (Bertrand, 1991), disponibilidad de nitrógeno (Uhart y Andrade, 1995b), densidad de plantas y fecha de siembra (Andrade y col., 1996).

El análisis de la varianza indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos. DK 6910; SY 875 y DK7010 presentaron el mayor número de hileras, el testigo presentó el menor valor. Podemos concluir en base a la bibliografía que la variable número de hileras espiga⁻¹ se encuentra ligada a la genética de cada material. Es de suma importancia ya que se trata de la tercera componente del rendimiento.

4.8- Granos por hilera

En la figura 20 se presentan los valores obtenidos de granos hilera⁻¹ de cinco espigas de la réplica 1 de cada híbrido ($n=80$). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

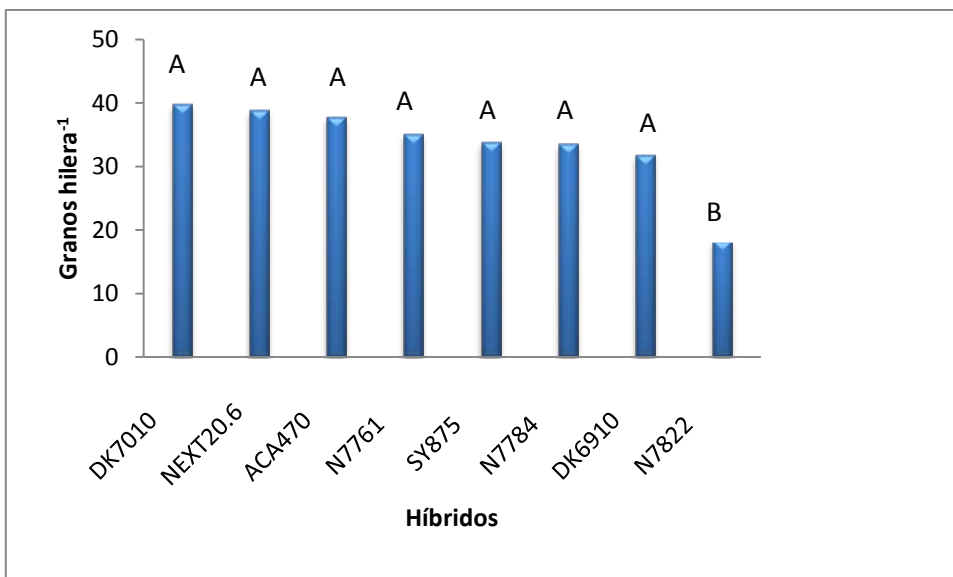


Figura 20: Número medio de granos por hilera de cinco espigas de la réplica 1 de los híbridos comerciales.

El número de óvulos hilera⁻¹ (futuros granos) se determina en el período que comienza con la diferenciación floral femenina y culmina una a dos semanas previa a la emergencia de los estigmas. Dicha variable es muy estable, presentando cierta sensibilidad a variaciones en las temperaturas (Fisher y Palmer, 1984) y poco sensible a variaciones de radiación incidente (Ruget y Duburq, 1983), fotoperiodo (Allison y Daynard, 1979), disponibilidad de nitrógeno y agua (Uhart y Andrade, 1995b; Otegui y col., 1995) y condiciones de manejo como densidad de plantas (Bertrand, 1991; Andrade y col., 1996) y fecha de siembra (Cirilo y Andrade, 1994).

El ANAVA indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre todos los híbridos con respecto a N 7822 que fue el que obtuvo el menor valor. DK 7010, NEXT 20.6 y ACA 470 presentaron los mayores valores de granos hilera⁻¹. Con lo expresado podemos inferir que las temperaturas fueron las adecuadas para la fijación de granos, ya que solo un híbrido presentó diferencias con respecto al resto. La variable en estudio es el cuarto componente del rendimiento, y todos los híbridos presentaron buena capacidad de fijación de granos.

4.9- Peso de marlo

En la figura 21 se presentan los valores obtenidos de peso de marlo de cinco espigas de la réplica 1 de cada híbrido ($n=80$). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

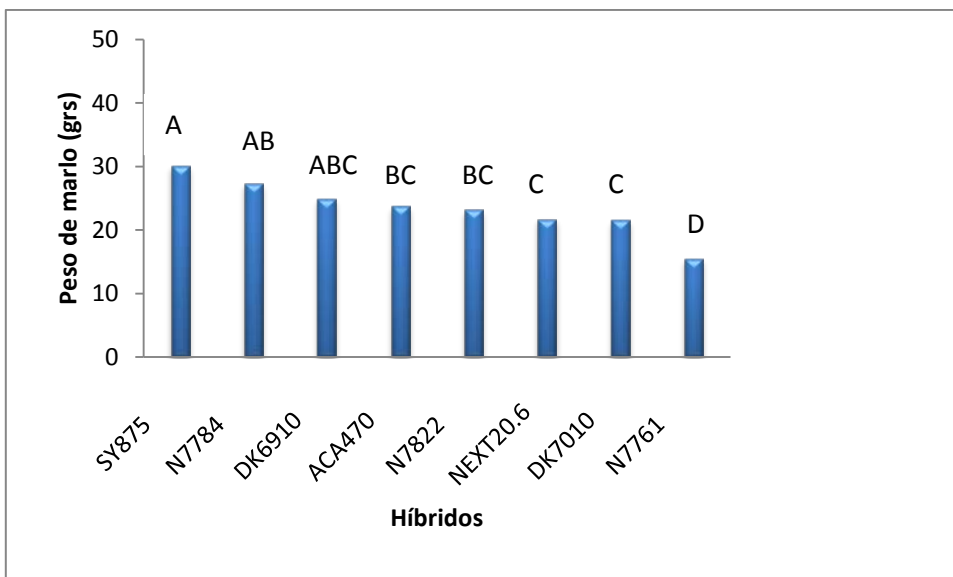


Figura 21: Peso medio de marlo de cinco espigas de la réplica 1 de los híbridos comerciales.

El análisis de la varianza calculó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos. SY 875 presentó el mayor peso de marlo, seguido por N7784 (testigo) y DK 6910. Por otro lado el híbrido N 7761 presentó el menor peso existiendo una diferencia cercana a 15 gramos. La variable peso de marlo puede incidir indirectamente sobre el rinde, a mayor peso de marlo menor rinde.

4.10- Peso de granos por espiga

En la figura 22 se presentan los valores obtenidos de peso de granos de cinco espigas de la réplica 1 de cada híbrido ($n=80$). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

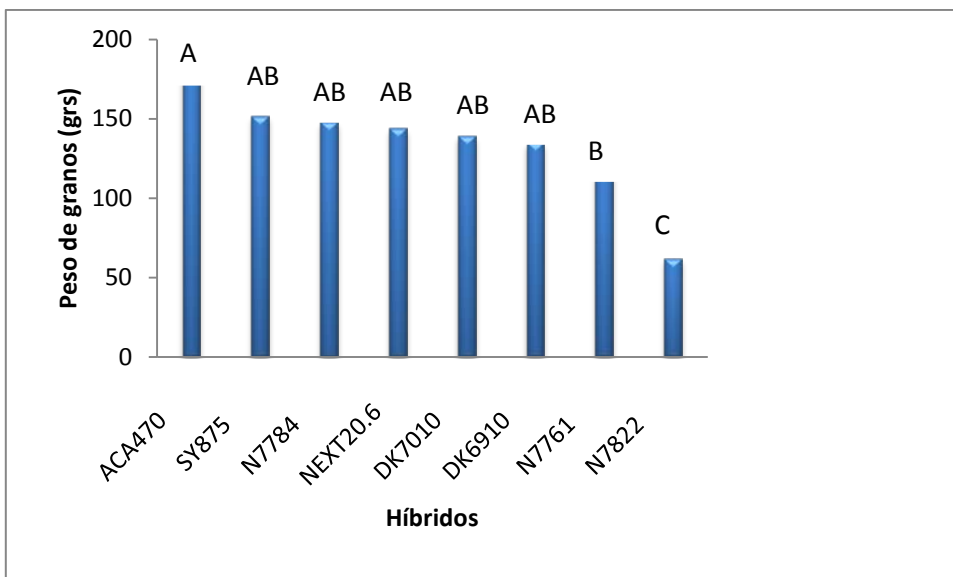


Figura 22: Peso medio total de granos de cinco espigas de la réplica 1 de los híbridos comerciales.

La tasa de crecimiento de los granos es función de la temperatura, con aumentos de $0,3 \text{ mg día}^{-1}$ por cada grado de incremento con temperaturas entre 15 y 26 °C (Cirilo y Andrade, 1996). Siendo la duración efectiva del período de llenado de granos, el cociente entre: peso final del grano y la tasa de crecimiento de los granos en la etapa lineal de acumulación de peso. La misma es función de la fuente fotosintética y de la temperatura que determina la tasa con que la fuente es demandada (Cirilo y Andrade, 1996). Si la provisión de fotoasimilados, por cuestiones como baja radiación incidente, baja interceptación por menor área foliar activa o sequía, es baja durante el período de llenado automáticamente se reduce la duración de dicho período afectando el peso del grano y no así su tasa de crecimiento. La tasa se mantiene relativamente constante debido a que el maíz posee reservas que removiliza sustiuyendo la escasez de fotosíntesis (Uhart y Andrade, 1991; Daynard y col., 1969). Si la provisión de fotoasimilados disminuye por debajo de un umbral, el grano cesa su crecimiento y posteriormente se forma una capa negra alcanzando la madurez fisiológica. Por otro lado, si la fuente no es limitante la duración en este caso será función netamente de la temperatura determinando a través de la tasa de crecimiento el tiempo en el cual el grano alcanza su peso máximo (Brown, 1976; Kiniry y Bonhomme, 1991).

El ANAVA indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos. El híbrido ACA 470 presentó el mayor peso de granos muy por encima del resto. El testigo obtuvo valores medios. El híbrido N 7822 obtuvo el menor peso, mostrando grandes diferencias altamente con el de

mayor peso. La variable peso de granos es la última componente del rendimiento final, por lo tanto nos determina el peso final en granos por superficie. La misma se compone con la tasa de llenado del grano y la duración de la etapa.

4.11- P1000

En la figura 23 se presentan los valores obtenidos de peso de mil granos para cinco espigas de la réplica 1 de cada híbrido (n=80). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

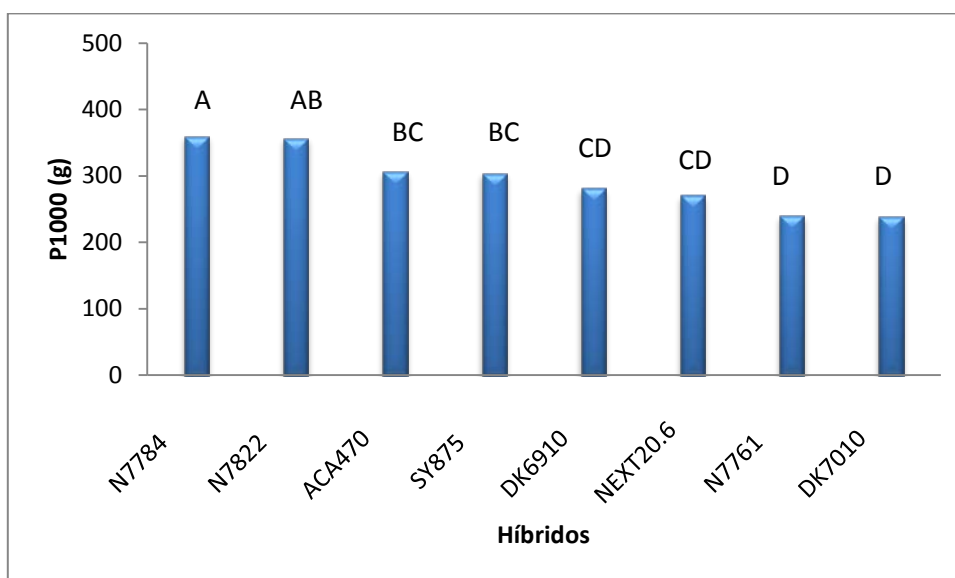


Figura 23: P1000 de cinco espigas de la réplica 1 de los híbridos comerciales.

El análisis de la varianza indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos. El testigo, presentó el mayor valor. El híbrido DK 7010 obtuvo el menor valor, existiendo una diferencia de más de 100 g entre el máximo y el mínimo.

4.12- Rendimiento (kg ha^{-1})

En la figura 24 se presentan los valores obtenidos de rendimiento para el híbrido y su testigo apareado (n=6). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

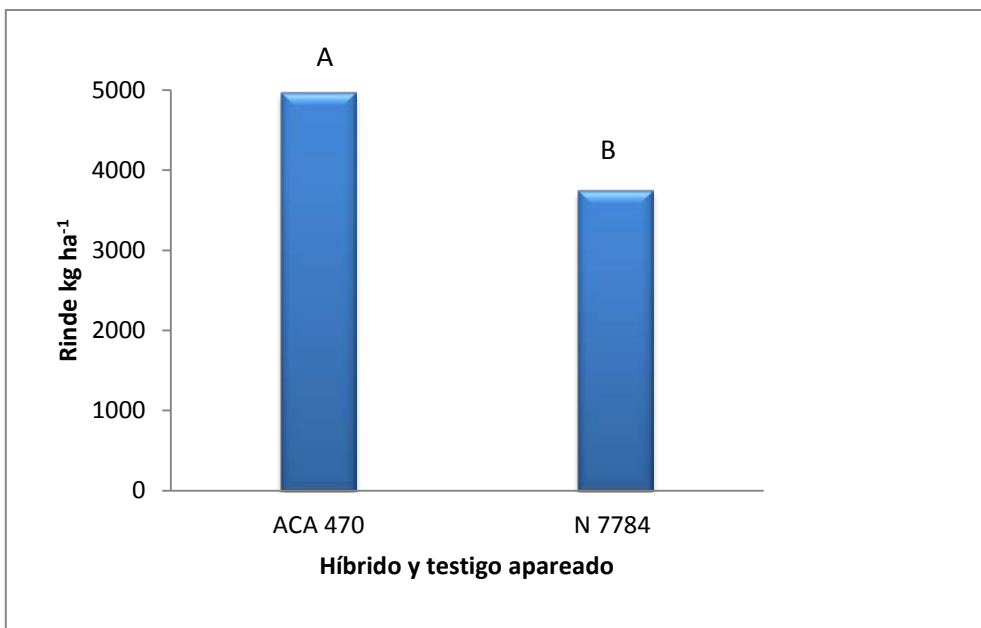


Figura 24: Rendimiento medio del híbrido ACA 470 comparado con su testigo apareado.

En la figura 25 se presentan los valores obtenidos de rendimiento para el híbrido y su testigo apareado (n=4). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

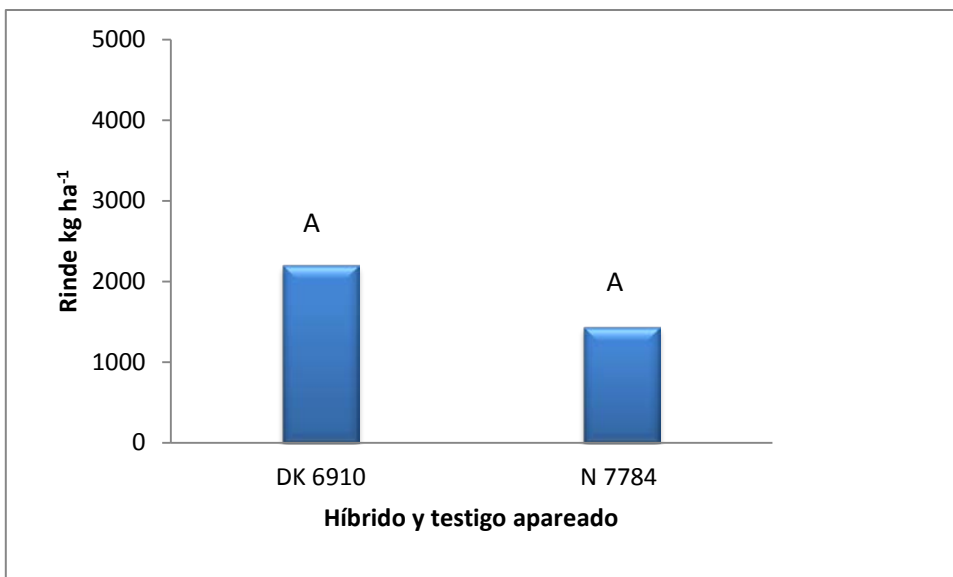


Figura 25: Rendimiento medio del híbrido DK 6910 comparado con su testigo apareado.

En la figura 26 se presentan los valores obtenidos de rendimiento para el híbrido y su testigo apareado (n=4). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

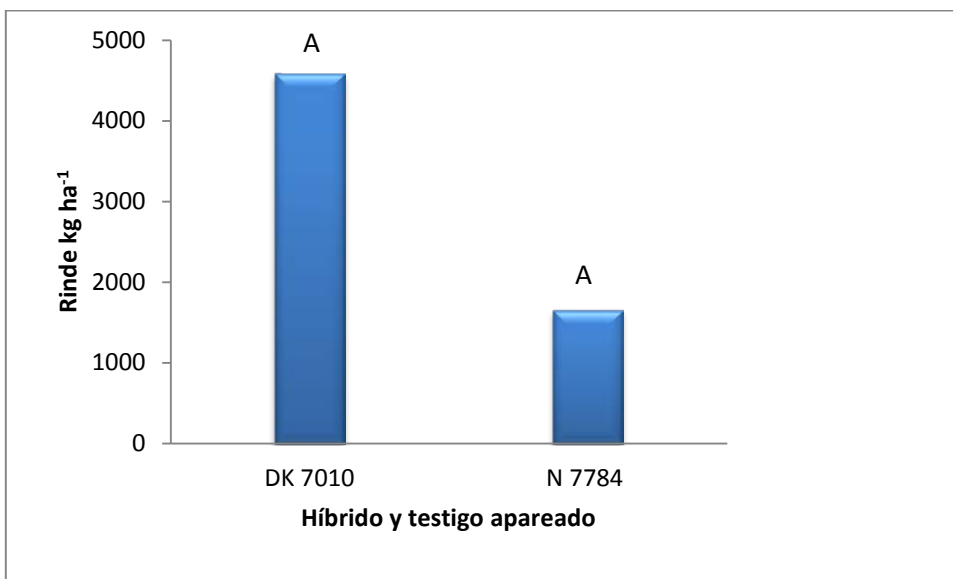


Figura 26: Rendimiento medio del híbrido DK 7010 comparado con su testigo apareado.

En la figura 27 se presentan los valores obtenidos de rendimiento para el híbrido y su testigo apareado (n=4). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

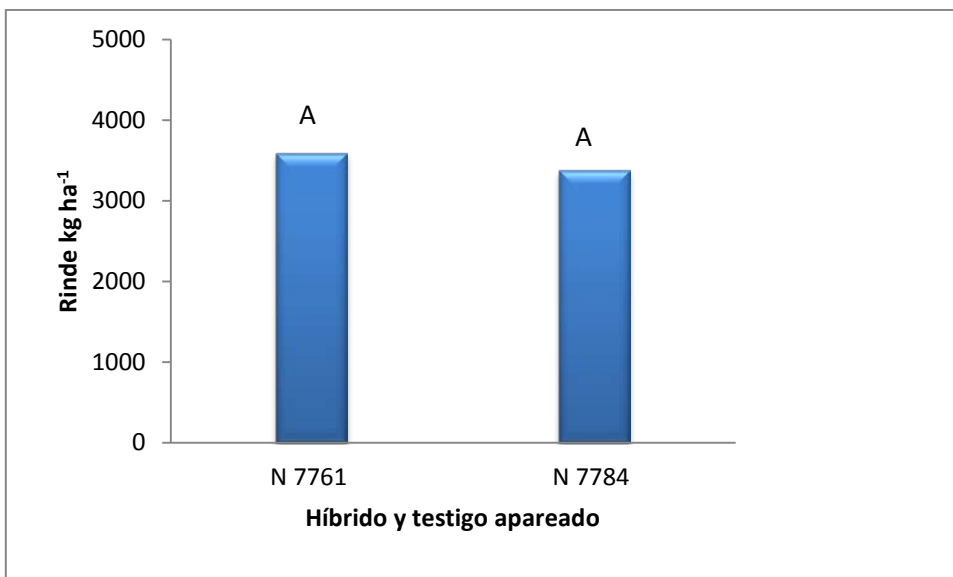


Figura 27: Rendimiento medio del híbrido N 7761 comparado con su testigo apareado.

En la figura 28 se presentan los valores obtenidos de rendimiento para el híbrido y su testigo apareado (n=4). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

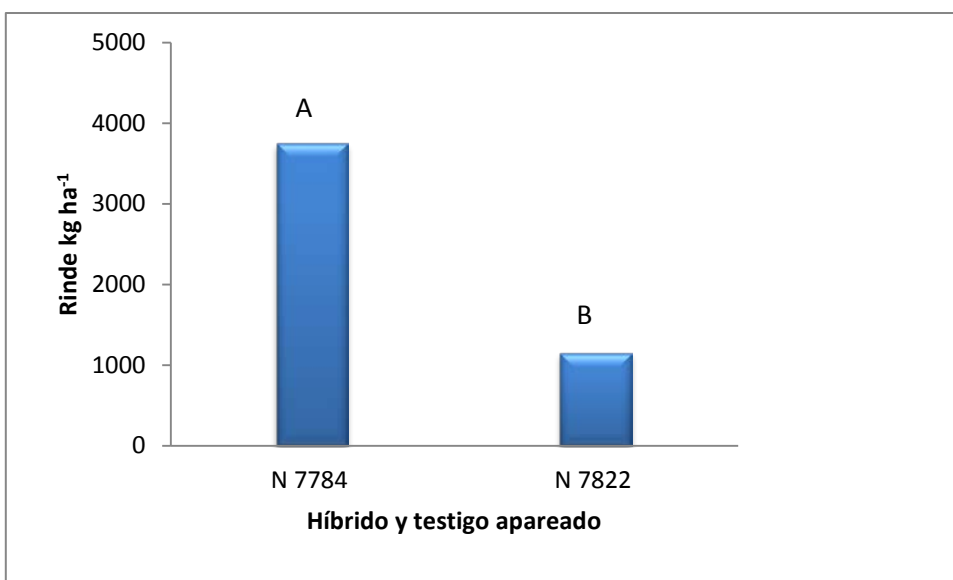


Figura 28: Rendimiento medio del híbrido N 7822 comparado con su testigo apareado.

En la figura 29 se presentan los valores obtenidos de rendimiento para el híbrido y su testigo apareado (n=4). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

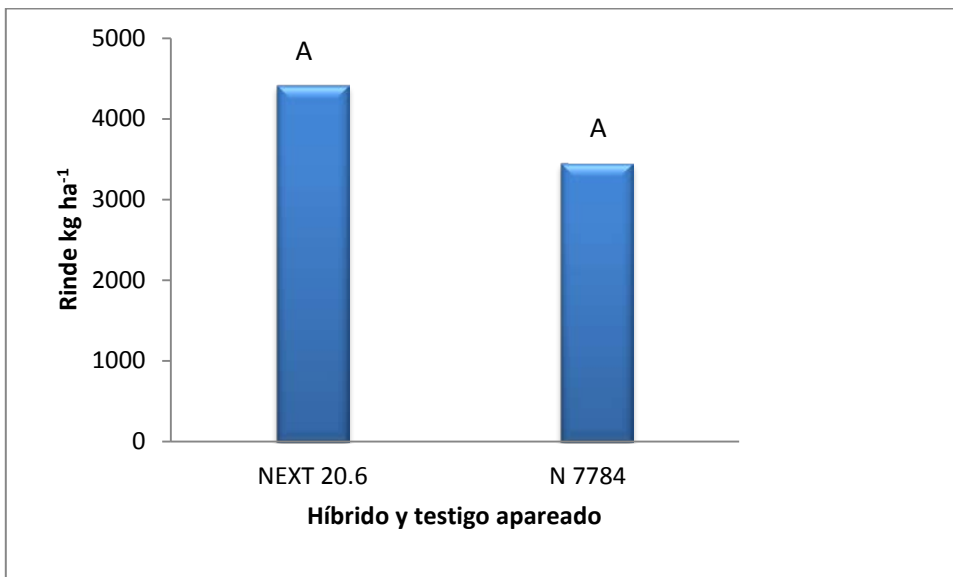


Figura 29: Rendimiento medio del híbrido NEXT 20.6 comparado con su testigo apareado.

En la figura 30 se presentan los valores obtenidos de rendimiento para el híbrido y su testigo apareado (n=4). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

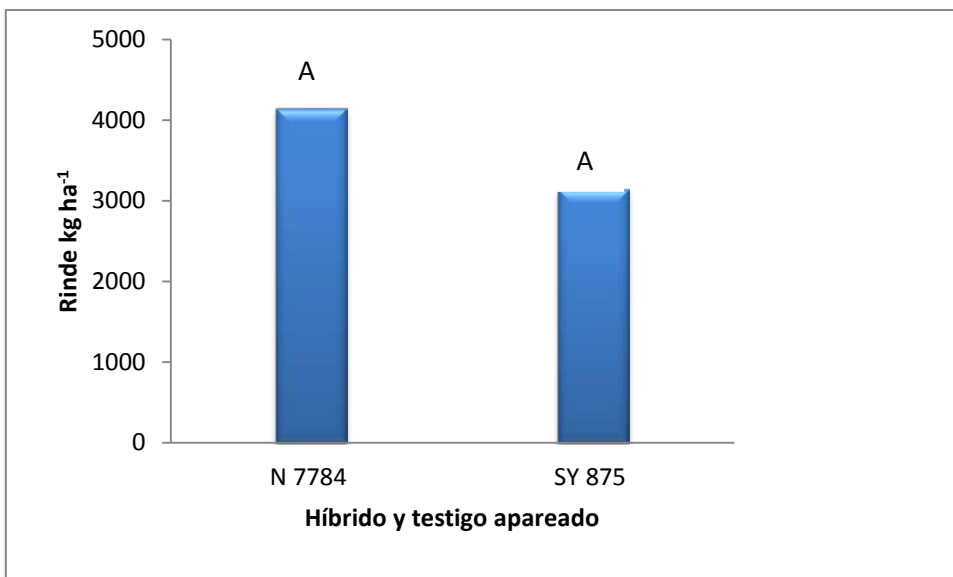


Figura 30: Rendimiento medio del híbrido SY 875 comparado con su testigo apareado.

El análisis de la varianza indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos (Figura 24). El híbrido ACA 470 presentó mayor rinde que el testigo N7784. Las diferencias encontradas teniendo en cuenta los componentes de la fórmula de rendimiento, podrían estar asociadas al mayor peso de granos del híbrido ACA 470.

Por otro lado, el ANAVA indicó que para el híbrido DK 7010 y su testigo, no existen diferencias significativas ($p > 0,06$) entre ellos (Figura 26). Sin embargo, el híbrido DK 7010 presentó mayor rinde que el testigo N7784. Esto puede ser consecuencia de un mayor número de espigas planta⁻¹ siendo la variable en la que más diferencia se encontró.

El análisis para el híbrido N 7822 y su testigo apareado, indican que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ellos (Figura 28). El híbrido N 7822 presentó menor rinde que el testigo. Las diferencias en los rindes pueden estar asociadas a la variable granos hilera⁻¹ y peso de granos, presentando el híbrido N 7822 valores muy bajos en ambas variables.

Por otro lado, el ANAVA para NEXT 20.6 y su testigo apareado indicó que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ambos (Figura 29). Sin embargo, el híbrido NEXT 20.6 presentó mayor rinde que el testigo. Las diferencias en rendimiento pueden estar asociadas a la variable espigas planta⁻¹, siendo en el híbrido NEXT 20.6 casi el doble que su testigo.

Finalmente para los híbridos DK 6910 con $p > 0,33$ (Figura 25), N 7761 con $p > 0,45$ (Figura 27) y SY 875 con $p > 0,05$ (Figura 30), el análisis de la varianza indicó que no existieron diferencias significativas entre los híbridos mencionados y sus testigos apareados.

En la figura 31 se presentan los valores obtenidos de rendimiento para todos los híbridos (n=26). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

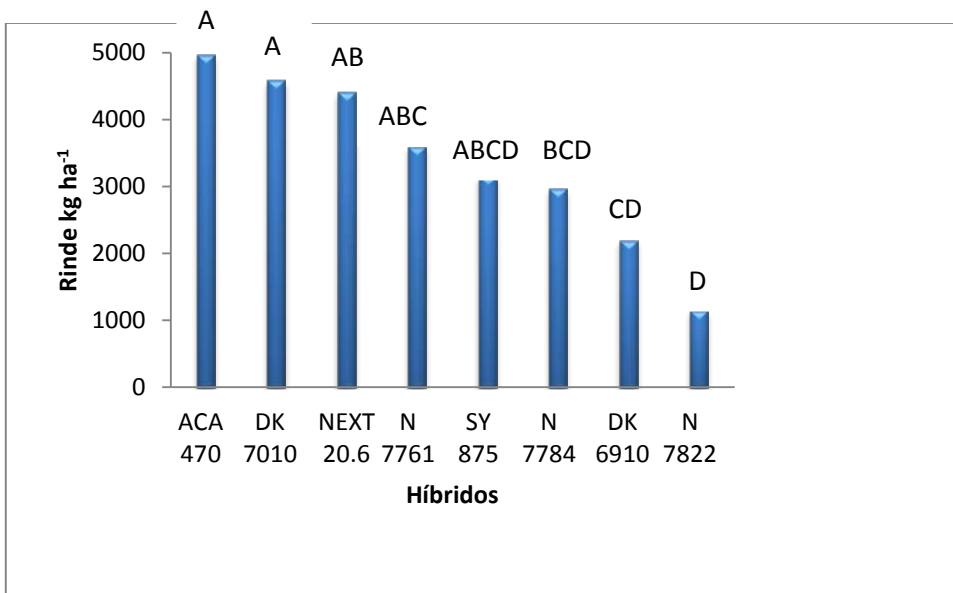


Figura 31: Rendimiento medio de los ocho híbridos comerciales.

En base a los análisis realizados y lo expuesto en el gráfico (Figura 31), los materiales ACA 470; DK 7010 y NEXT 20.6 fueron los híbridos que presentaron mayor rinde. Con estos valores podríamos sub- dividirlos en tres grandes grupos:

- Mayor a 4400 kg ha⁻¹: ACA 470; DK 7010; NEXT 20.6
- Mayor a 3000 kg ha⁻¹: N 7761; SY 875
- Menor a 3000 kg ha⁻¹: N 7784; DK 6910; N 7822

4.13- Correlación y regresión entre variables

En la tabla 2 se presenta la correlación entre variables. Valores de $r \geq 0,22$ son significativos con $p < 0,05$.

Tabla 2: Correlación entre variables.

	Rinde medio	Long. Esp.	Diám. Esp.	N° Hileras	Granos/hilera	Peso marlo	Peso granos	P1000	R. potencial
Rinde medio	1,00								
Long. Esp.	0,23	1,00							
Diám. Espi.	0,60	0,30	1,00						
N° Hileras	0,28	-0,14	0,57	1,00					
Granos/hilera	0,77	0,47	0,68	0,22	1,00				
Peso marlo	0,19	0,85	0,47	0,07	0,42	1,00			
Peso granos	0,69	0,63	0,82	0,27	0,84	0,67	1,00		
P1000	-0,52	0,22	-0,42	-0,60	-0,56	0,18	-0,24	1,00	
R. potencial	0,63	0,65	0,79	0,29	0,84	0,70	0,95	-0,18	1,00

Con lo expresado anteriormente, el análisis arrojó que el rendimiento evaluado a campo ha presentado correlaciones altas con el número de granos por hilera ($r: 0,77, p < 0,001$). El número de hileras tuvo baja incidencia, mientras que P1000 se redujo a medida que aumenta el rendimiento ($p < 0,05$). El rendimiento potencial es mayormente explicado por el número de granos por hilera ($r: 0,84, p < 0,001$) y en menor medida por el diámetro de espiga ($r = 0,79, p < 0,001$).

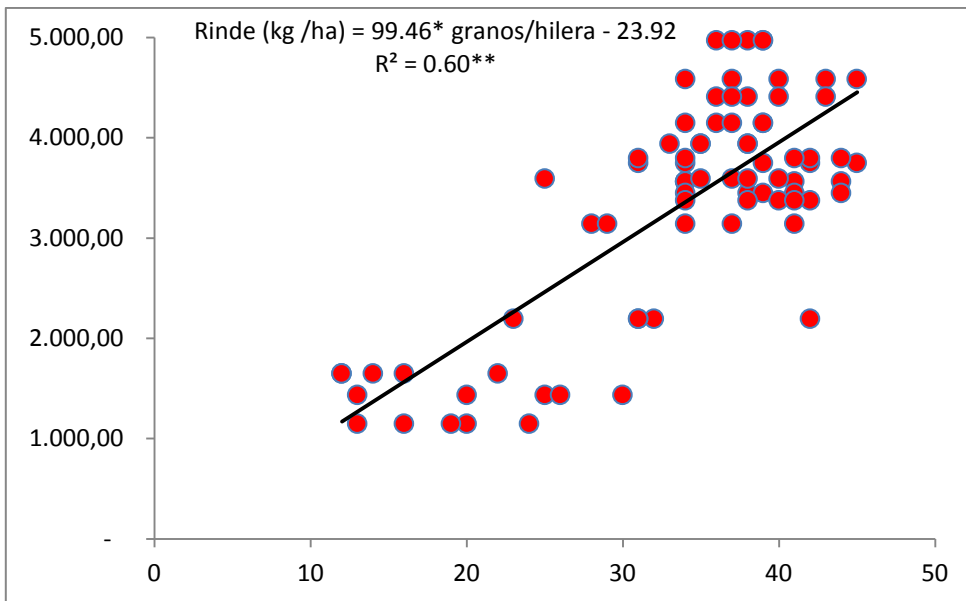


Figura 32: Regresión entre rendimiento (kg/ha) y granos/hilera.

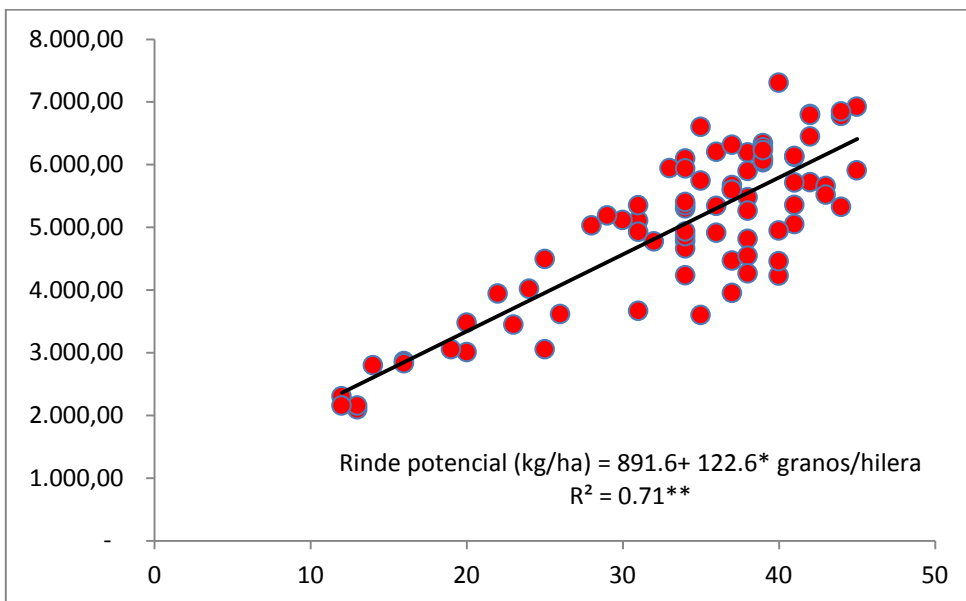


Figura 33: Regresión entre rendimiento potencial (kg/ha) y granos/hilera.

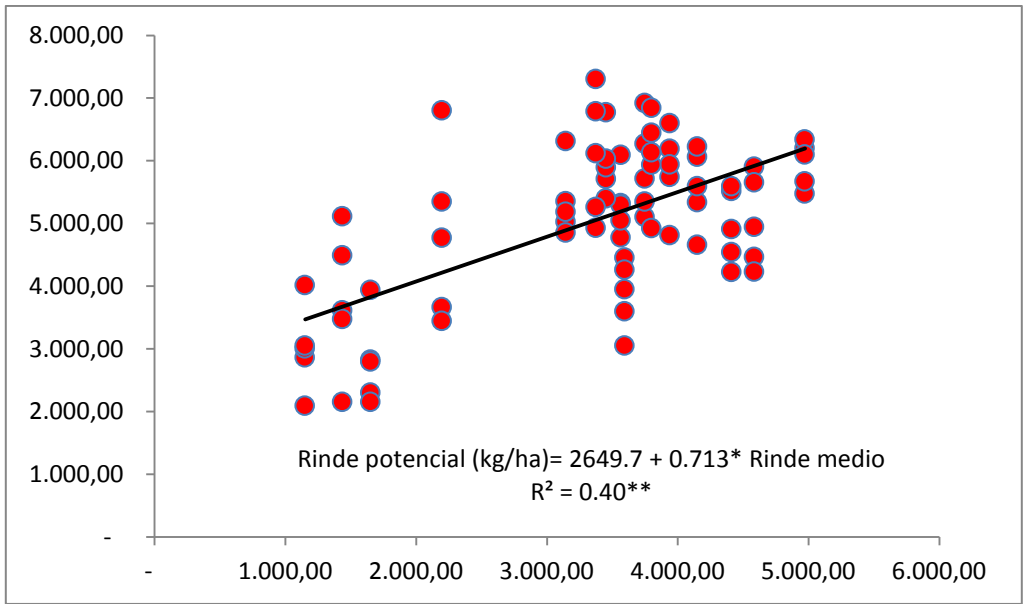


Figura 34: Regresión entre rendimiento potencial y rinde medio (kg/ha).

CONCLUSIONES

La *importancia* del cultivo de maíz tardío en baja densidad radica en que presenta mejores condiciones al momento de la siembra (mayor humedad y temperatura del suelo, menor riesgo de heladas tardía, mayor mineralización de la materia orgánica), estabilidad en sus rindes por estar expuesto el período crítico con condiciones de menor demanda atmosférica asegurando su cosecha.

Como *desventajas* podrían citarse la problemática de mantener el barbecho (largo) limpio en sistemas donde no es posible intensificar la rotación, la dificultad en la pérdida de humedad del grano extendiendo su cosecha y el desarrollo de enfermedades.

Bajo las condiciones del ensayo en ese sitio y para ese año, las precipitaciones en el mes de febrero (período crítico para maíz tardío) fueron muy bajas pudiendo afectar el rendimiento final.

En lo que respecta a densidad de plantas, se evidenció cierta des-uniformidad con valores de 19×10^3 a 26×10^3 plantas ha^{-1} que seguramente pudo haber afectado el rendimiento final en grano. Solo el híbrido DK 7010 se ajustó a la densidad planteada.

Las correlaciones entre las variables, indicaron que el número de granos por hilera obtuvo alta correlación con el rendimiento medio, no así el número de hileras. El P1000 obtuvo valores negativos a medida que aumentó el rendimiento. Por otro lado, el rendimiento potencial correlacionó de manera positiva con el número de granos por hilera y en menor medida con el diámetro de espiga.

Por lo realizado en el trabajo y lo expuesto anteriormente, para ese año, tipo de suelo y sin tener en cuenta los precios de cada híbrido comercial así como sus características (resistencia a enfermedades, insectos y vuelco de plantas) recomendamos el material genético DK 7010 por haberse ajustado bien a la densidad planteada presentando además capacidad de desarrollar una segunda espiga y valores más que aceptables de hileras espiga⁻¹, granos hilera⁻¹ y peso de granos, variables que influyen directamente sobre el rendimiento final del cultivo. Por otro lado, el híbrido NEXT 20.6 a pesar de haber logrado el menor valor de densidad 19×10^3 plantas ha^{-1} , presentó desarrollo de segunda espiga y buenas cualidades en las variables que hacen a la composición final del rendimiento. Por último, el híbrido ACA 470 fue el de mayor rendimiento y también el de mayor densidad $26,5 \times 10^3$. Variable que influyó sobre el rendimiento final, mostrando además valores más que aceptables en los componentes del rendimiento.

ANEXO

Escala fenológica de Ritchie y Hanway (1982)
<i>Estadios vegetativos</i>
V _E : emergencia de la plántula. El coleóptile rompe la superficie del suelo (plantas m ⁻² , primer componente del rendimiento).
V ₁ : el ápice se encuentra desarrollando hojas y yemas axilares, primera lámina desplegada.
V ₃ : raíces seminales detienen su crecimiento. Ocurre un activo crecimiento de raíces nodales que se desarrollan de los primeros cinco nudos que nunca se elongan.
V ₄ -V ₆ : el ápice comienza a diferenciar las estructuras de la panoja, finaliza la diferenciación de hojas y yemas axilares. Comienzan a elongarse los entrenudos. Momento de aplicación de nitrógeno.
V ₇ -V ₉ : comienzan a diferenciarse los primordios florales en las yemas axilares, luego se define el número de hileras por espiga (componente del rendimiento).
V ₁₀ : inicia activa acumulación de biomasa seca y nutriente. Gran demanda de agua y nutrientes.
V ₁₂ : se está determinando el número de óvulos (granos potenciales) en cada espiga y el tamaño de la espiga.
V ₁₅ : espigas en formación en varios nudos, comienza el desarrollo de estigmas.
V ₁₈ : se ha determinado el número de granos potenciales por espiga. Raíces de sostén crecen activamente.
V _T : floración, máxima altura y área foliar. Los estigmas no han emergido de la espiga (protandria). Una espiga fértil o más de una (prolificidad).
<i>Estadios reproductivos</i>
V _T -R ₁ : liberación de polen
R ₁ : aparición de estigmas. Ocurre la polinización. Un estrés ambiental, principalmente hídrico causa polinización pobre y mal fijado de granos, deseca los estigmas y granos de polen. Se producen espigas con la punta sin granos.
R ₂ : los estigmas comienzan a oscurecerse y desecarse. Los granos comienzan a emerger entre las glumas. Se determina el número de granos por espiga (componente del rendimiento). Los granos presentan alrededor de 85 % de humedad.
R ₃ : acumulación de solutos. Granos en estado lechoso, alrededor de 80% de humedad.
R ₄ : comienza la formación del diente. Granos en estado pastoso, 70% de humedad.
R ₅ : casi todos los granos se encuentran dentados. Los granos comienzan a secarse, 55% de humedad.
R ₆ : formación de la capa negra, 30-35% de humedad. Todos los granos han alcanzado su máximo peso (componente del rendimiento). Las chalas y las hojas se encuentran secas. Estadio recomendado para silaje.

Altura de inserción de la primera espiga					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	37153,4	8	4644,17	92,4	<0,0001
Muestra	37132,82	7	5304,69	105,54	<0,0001
Réplica	60,49	1	60,49	1,2	0,273
Error	33121,72	659	50,26		
Total	70275,12	667			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,91026					
Error: 50,2606 gl: 659					
Muestra	Medias	n	E.E.		
DK6910	83,48	40	1,12		
N7822	73,4	40	1,12		
N7784	63,51	383	0,36		
N7761	60,61	41	1,11		
DK7010	59,49	44	1,07		
ACA470	55,3	41	1,11		
SY875	50,98	41	1,11		
NEXT20.6	49,58	38	1,15		

Plantas por ha					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	201,94	7	28,85	2,81	0,0275
Híbrido	201,94	7	28,85	2,81	0,0275
Error	246,28	24	10,26		
Total	448,22	31			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,23331					
Error: 10,2616 gl: 24					
Híbrido	Medias	n	E.E.		
NEXT 20.6	19	2	2,27		
DK 6910	20	2	2,27		
SYN 875	20,5	2	2,27		
N 7761	20,5	2	2,27		
N 7822	22	2	2,27		
DK 7010	22,5	2	2,27		
N 7784	25,61	18	0,76		
ACA 470	26,5	2	2,27		

Espigas por ha					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	942,97	7	134,71	4,19	0,0038
Híbrido	942,97	7	134,71	4,19	0,0038
Error	772,5	24	32,19		
Total	1715,47	31			-
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=11,03966					
Error: 32,1875 gl: 24					
Híbrido	Medias	n	E.E.		-
DK 6910	21,5	2	4,01		
SYN 875	29	2	4,01		
N 7784	30,5	18	1,34		
N 7822	36,5	2	4,01		
NEXT 20.6	38	2	4,01		
N 7761	40,5	2	4,01		
ACA 470	41	2	4,01		
DK 7010	43,5	2	4,01	-	-

Espigas por planta					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	69,86	8	8,73	62,54	<0,0001
Muestra	69,78	7	9,97	71,39	<0,0001
Réplica	0,17	1	0,17	1,25	0,2636
Error	92,01	659	0,14		
Total	161,87	667			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,15339					
Error: 0,1396 gl: 659					
Muestra	Medias	n	E.E.		
NEXT20.6	2	38	0,06		
DK7010	1,98	44	0,06		
N7761	1,98	41	0,06		
N7822	1,7	40	0,06		
ACA470	1,61	41	0,06		
SY875	1,44	41	0,06		
N7784	1,18	383	0,02		
DK6910	1,08	40	0,06		

Longitud de espiga					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	145,23	11	13,2	6,44	<0,0001
Híbridos (R1)	134,14	7	19,16	9,35	<0,0001
Columna2	11,09	4	2,77	1,35	0,26
Error	139,42	68	2,05		
Total	284,65	79			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,70375					
Error: 2,0503 gl: 68					
Híbridos (R1)	Medias	n	E.E.		
N7784	20,01	45	0,21		
SY875	19,8	5	0,64		
DK7010	19,1	5	0,64		
NEXT20.6	18,5	5	0,64		
DK6910	18,3	5	0,64		
ACA470	18,1	5	0,64		
N7822	17,3	5	0,64		
N7761	15,4	5	0,64		

Diámetro de espiga					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,03	11	0,28	2,54	0,0095
Híbridos (R1)	2,39	7	0,34	3,15	0,0061
Columna2	0,64	4	0,16	1,48	0,2191
Error	7,37	68	0,11		
Total	10,4	79			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,39175					
Error: 0,1084 gl: 68					
Híbridos (R1)	Medias	n	E.E.		
ACA470	4,5	5	0,15		
SY875	4,34	5	0,15		
DK6910	4,26	5	0,15		
NEXT20.6	4,2	5	0,15		
DK7010	4,1	5	0,15		
N7784	4,06	45	0,05		
N7761	3,96	5	0,15		
N7822	3,66	5	0,15		

Hileras por espiga					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	102,85	11	9,35	6,05	<0,0001
Híbridos (R1)	91,15	7	13,02	8,42	<0,0001
Columna2	11,7	4	2,93	1,89	0,1217
Error	105,1	68	1,55		
Total	207,95	79			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,47926					
Error: 1,5456 gl: 68					
Híbridos (R1)	Medias	n	E.E.		
DK6910	16,4	5	0,56		
SY875	16	5	0,56		
DK7010	16	5	0,56		
ACA470	15,6	5	0,56		
NEXT20.6	14,4	5	0,56		
N7822	14	5	0,56		
N7761	14	5	0,56		
N7784	13,47	45	0,19		

Granos por hilera					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1780,58	11	161,87	2,68	0,0065
Híbridos (R1)	1597	7	228,14	3,77	0,0016
Columna2	183,58	4	45,89	0,76	0,5558
Error	4113,63	68	60,49		
Total	5894,2	79			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=9,25458					
Error: 60,4945 gl: 68					
Híbridos (R1)	Medias	n	E.E.		
DK7010	39,8	5	3,48		
NEXT20.6	38,8	5	3,48		
ACA470	37,8	5	3,48		
N7761	35	5	3,48		
SY875	33,8	5	3,48		
N7784	33,67	45	1,16		
DK6910	31,8	5	3,48		
N7822	18,4	5	3,48		

Peso de marlo					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1014,99	11	92,27	4,64	<0,0001
Híbridos (R1)	965,86	7	137,98	6,93	<0,0001
Columna2	49,13	4	12,28	0,62	0,6517
Error	1353,19	68	19,9		
Total	2368,18	79			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=5,30792					
Error: 19,8999 gl: 68					
Híbridos (R1)	Medias	n	E.E.		
SY875	30,15	5	1,99		
N7784	27,41	45	0,66		
DK6910	24,9	5	1,99		
ACA470	23,73	5	1,99		
N7822	23,24	5	1,99		
NEXT20.6	21,74	5	1,99		
DK7010	21,53	5	1,99		
N7761	15,48	5	1,99		

Peso de granos					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	50156,99	11	4559,73	3,27	0,0012
Híbridos (R1)	44965,57	7	6423,65	4,6	0,0003
Columna2	5191,42	4	1297,85	0,93	0,4517
Error	94863,89	68	1395,06		
Total	145020,87	79			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=44,44211					
Error: 1395,0571 gl: 68					
Híbridos (R1)	Medias	n	E.E.		
ACA470	178,91	5	16,7		
SY875	151,88	5	16,7		
N7784	148,55	45	5,57		
NEXT20.6	144,15	5	16,7		
DK7010	139,62	5	16,7		
DK6910	135	5	16,7		
N7761	115,69	5	16,7		
N7822	62	5	16,7		

P 1000					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	161542,38	7	23077,48	12,1	<0,0001
Híbridos (R1)	161542,38	7	23077,48	12,1	<0,0001
Error	137273,5	72	1906,58		
Total	298815,88	79			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=51,90259					
Error: 1906,5764 gl: 72					
Híbridos (R1)	Medias	n	E.E.		
N7784	360,29	45	6,51		
N7822	356,97	5	19,53		
ACA470	306,65	5	19,53		
SY875	304,25	5	19,53		
DK6910	280,52	5	19,53		
NEXT20.6	270,7	5	19,53		
N7761	240,5	5	19,53		
DK7010	239,25	5	19,53		
Rendimiento híbrido vs testigo apareado					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1981679,56	1	1981679,56	8,76	0,0416
Híbrido	1981679,56	1	1981679,56	8,76	0,0416
Error	904979,57	4	226244,89		
Total	2886659,13	5			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1143,69186					
Error: 226244,8926 gl: 4					
Híbrido	Medias	n	E.E.		
ACA 470	4972,28	2	336,34		
N 7784	3753,15	4	237,83		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	579752,8	1	579752,8	1,55	0,3397
Híbrido	579752,8	1	579752,8	1,55	0,3397
Error	750065,21	2	375032,61		
Total	1329818,01	3			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2634,94032					
Error: 375032,6057 gl: 2					
Híbrido	Medias	n	E.E.		
DK 6910	2197,49	2	433,03		
N 7784	1436,08	2	433,03		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor

Modelo.	8596887,88	1	8596887,88	14,86	0,0612
Híbrido	8596887,88	1	8596887,88	14,86	0,0612
Error	1156954,52	2	578477,26		
Total	9753842,41	3			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3272,49820					
Error: 578477,2620 gl: 2					
Híbrido	Medias	n	E.E.		
DK 7010	4584,05	2	537,81		
N 7784	1652	2	537,81		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	48110,04	1	48110,04	0,87	0,4501
Híbrido	48110,04	1	48110,04	0,87	0,4501
Error	110988,41	2	55494,21		
Total	159098,45	3			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1013,58479					
Error: 55494,2050 gl: 2					
Híbrido	Medias	n	E.E.		
N 7761	3594,23	2	166,57		
N 7784	3374,89	2	166,57		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6754930,95	1	6754930,95	22,27	0,0421
Híbrido	6754930,95	1	6754930,95	22,27	0,0421
Error	606696,48	2	303348,24		
Total	7361627,43	3			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2369,77444					
Error: 303348,2409 gl: 2					
Híbrido	Medias	n	E.E.		
N 7784	3749,03	2	389,45		
N 7822	1150,01	2	389,45		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	919728,95	1	919728,95	15,79	0,0579
Híbrido	919728,95	1	919728,95	15,79	0,0579
Error	116481,93	2	58240,96		
Total	1036210,88	3			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1038,36620					
Error: 58240,9631 gl: 2					
Híbrido	Medias	n	E.E.		
NEXT 20.6	4410,38	2	170,65		
N 7784	3451,35	2	170,65		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1007554,21	1	1007554,21	15,87	0,0576
Híbrido	1007554,21	1	1007554,21	15,87	0,0576
Error	126966,86	2	63483,43		

Total	1134521,07	3			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1084,09281					
Error: 63483,4309 gl: 2					
Híbrido	Medias	n	E.E.		
N 7784	4148,47	2	178,16		
SY 875	3144,7	2	178,16		
Rendimiento medio de los híbridos					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24406610,1	7	3486658,59	3,86	0,0098
Híbrido	24406610,1	7	3486658,59	3,86	0,0098
Error	16276944,3	18	904274,68		
Total	40683554,4	25			
Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1890,92236					
Error: 904274,6822 gl: 18					
Híbrido	Medias	n	E.E.		
ACA 470	4972,28	2	672,41		
DK 7010	4584,05	2	672,41		
NEXT 20.6	4410,38	2	672,41		
N 7761	3594,23	2	672,41		
SY 875	3144,7	2	672,41		
N 7784	2968,64	12	274,51		
DK 6910	2197,49	2	672,41		
N 7822	1150,01	2	672,41		

BIBLIOGRAFÍA

Allison, J. C. S. y T. B. Daynard. 1979. Effect of change in time of flowering induced by altering photoperiod or temperatura, on atributes related to yield in maize. *Crop Science*, 19: 1-4.

Andrade, F. H., S. A. Uhart y A. Cirilo. 1993. Temperature affects radication use efficiency in maize. *Field Crops Research*, 32:17-25.

Andrade, F. H., S. A. Uhart y M. I. Frugones. 1993. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade vs. plant density effects. *Crop Science*, 33: 482-485.

Andrade F. H. Cirilo A., Uhart S., Otegui M., 1996. Crecimiento del cultivo. En "Ecofisiología del cultivo de maíz". Editorial La Barrosa EEA Balcarce, CERBAS, INTA-FCA, UNMP (Eds.). Dekalb Press. Buenos Aires.

Bedmar, F. 1991. Malezas: Competencia y control en el cultivo de maíz. *Actas Simposio Internacional de Alta Producción de maíz*. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Buenos Aires. Argentina. Págs. 69-77.

Bertrand, M. 1991. Mécanismes de l'elaboration du nombre de grains du maïs. Valeur predictive d'indicateursécophysologiques. Thése Dr. Institute National Agronomique Paris-Grignon, 185 págs.

Bonelli, L. E., Monzon, J. P., Cerrudo, A., Rizzalli, R. H., Andrade, F. H., 2016. Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date. *Field Crops Research* 198: 215-225.

Bonhomme, R., M. Derieux, J. B. Duburcq y F. Ruget. 1984. Variations in ovule number at silking in various corn genotypes. *Maydica*, 29: 101-107.

Bonhomme, R., M. Derieux y G. O. Edmeades. 1994. Flowering of diverse maize cultivars in relation to temperatura and photoperiod in multilocation field trials. *Crop Science*, 34:156-164.

Boote, K. J. 1977. Root-shoot relationships. *Proceedings of the Soil and Crop Science Society of Florida*, 36:15-23.

Brown, D. M. 1976. Response of maize to environmental temperatures: a review. En: Agrometeorology of the maize crop. Proc. 1976 Symp. Ames, Iowa. Publ. WMO-481. World Meteorol. Organ., Geneva. Págs. 15-26.

Cálculo del consumo interno de maíz en Argentina. 2017. Subsecretaría de Mercados Agropecuarios Secretaría de Mercados Agroindustriales. Ministerio de Agroindustria.

Carberry, P. S., R. C. Muchow y R. L. McCown. 1989. Testing the CERES-maize simulation model in a semi-arid tropical environment. Field Crops Research, 20:297-315.

Carcova, Borrás y Otegui. Coordinado por Antonio J. Pascale. 2003. "Producción de granos, bases funcionales para el manejo" 135-140 pp.

Cátedra de Producción Vegetal Extensiva. Departamento de Agronomía. UNS. 2017. Apunte de maíz.

Cátedra de Tecnología de granos. Departamento de Agronomía. UNS. 2018. Apunte tecnología de maíz.

Cirilo, A. G. y F. H. Andrade. 1994. Sowing date and maize productivity: II. Kernel number determination. Crop Science, 34: 1044-1046.

Cirilo, A. G. y F. H. Andrade. 1996. Sowing date and kernel weight in maize. Crop Science, 36:325-331.

Cirilo A., Andrade F., Otegui M., Maddoni G., Vega C. y Valentinuz O. 2012. Ecofisiología del cultivo de maíz. En: Eyhérbide G. H. (ed.). Bases para Manejo del Cultivo de Maíz. Pp. 8-24. INTA Pergamino.

Claassen, M. M. y R. H. Shaw. 1970. Water deficit effects on corn. II. Grain components. Agronomy Journal, 64: 652-655.

Claves del manejo agronómico del maíz tardío: Oportunidades para crecer y consolidar el sistema de cultivo. Satorre, Emilio H. (2016).

Daynard, T. B., J. W. Tanner y D. J. Hume. 1969. Contribution of stalk soluble carbohydrates to grain yield in corn (*Zea mays* L.). Crop Science, 9: 831-834.

Daynard, T. B. 1972. Relationships among black-layer formation, grain moisture percentage and heat units accumulation in corn. Agronomy Journal, 64:716-719.

De Rossi, R. L., Guerra, F. A., Plazas, M. C., Guerra, C. D. 2014. Comportamiento sanitario de híbridos de maíz en el centro norte de Córdoba. Ciclo agrícola 2013-2014. Ensayos comparativos de CREA Centro Norte de Córdoba. Revista de Jornada de Actualización Técnica (JAT)- CREA.

Duncan, W. G., D. L. Shaver y W. A. Williams. 1973. Insolation and temperatura effects on maize growth and yield. *Crop Science*, 13:187-191.

Ecofisiología del cultivo de Maíz /edición literaria a cargo de; Fernando Andrade, Alfredo Cirilo, Sergio Uhart, María Otegui (1996).

Edmeades, G. O. y T. B. Daynard. 1979^a. The development of plant-to-plant variability in maize at different planting densities. *Canadian Journal of Plant Science*, 59: 561-576.

El mismo maíz, un nuevo desafío: Compendio primer congreso de maíz tardío / Lucas Borrás... [et al.] ; Lucas Borrás y Sergio Uhart editores, prólogo de Sergio Uhart. – 1 a ed compendiada. – San Isidro: Dow Agrosiences Argentina, 2017.

Fisher, K. S. y F. E. Palmer. 1984. Tropical maize. En: P. R. Goldsworthy y N. M. Fisher (eds.). *The physiology of tropical field crops*. Wiley. New York. Págs. 213-248.

Frey, N. M. 1981. Dry matter accumulation in kernels in maize. *Crop Science*, 13: 436-439.

Galinat, W. C. 1988. The origin of corn. En: G. F. Sprague y J.W. Dudley (eds.). *Corn and corn improvement* (3^a ed.). Series Agronomy N° 18. American Society of Agronomy, Inc. Publishers. Madison, Wisconsin. USA.

Gear J. R. 2006. El cultivo de maíz en la Argentina. Maíz y nutrición. Informe sobre los usos y propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal. Recopilación ILSI Argentina, serie de informes especiales disponible en: <http://www.maizar.org.ar/pdf/revista%20maizar%202.pdf>

Hall, A. J., J. H. Lemcoff, N. Trapani. 1981. Water stress before and during flowering in maize and its effects on yield, its components, and their determinants. *Maydica*, 26:19-38.

Hall, M. R; C. J. Swanton y G. W. Anderson. 1992. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 40: 441-447.

Hunter, R. B., T. Tollenaar y C. M. Breuer. 1977. Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of a maize (*Zea mays* L.) hybrid. *Canadian Journal of Plant Sciences*, 57:1127-1133.

Jacobs, B. C. y C. J. Pearson. 1991. Potential yield of maize, determined by rates of growth and development of ears. *Field Crops Research*, 27: 281-298.

Jones, R. J., J. Roessler y S. Ouattar. 1985. Thermal environment during endosperm cell division in maize: Effects on number of endosperm cells and starch granules. *Crop Science*, 25: 830-834.

Kim, S. H., Yang, Y., Timlin, D. J., Fleisher, D. H., Dathe, A., Reddy, V. R., Staver, K., 2012. Modeling temperature responses of leaf growth, development, and biomass in Maize with MAIZSIM. *Agronomy Journal* 104, 1523-1537.

Kiniry, J. R. y J. T. Ritchie. 1985. Shade-sensitive interval of kernel number of maize. *Agronomy Journal*, 77:711-715.

Kiniry, J. R., Hanks, J., Richie, J. T., 1991. Maize phasic development. Modeling plant and soil systems. 1991, 55-70: *Agronomy* N° 31: 30 ref. American Society of Agronomy Inc., Madison; USA.

Kiniry, J. R. y R. Bonhomme. 1991. Predicting maize phenology. En: T. Hodges (ed.). *Predicting crop phenology*. CRC Press. Boca Raton, Ann Arbor. Boston. Págs. 115-131.

Mangelsdorf, P, C. 1974. *Corn, its origin, evolution and improvement*. Belknap Press. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.

Muchow, R. C, T. R. Sinclair and J. M. Bennet. 1990. Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. *Agronomy Journal* 82: 338-343.

Otegui, M. E., F. H. Andrade y E. E. Suero. 1995. Growth, water use, and kernel abortion of maize subjected to drought at silking. *Field Crop Research*, 40: 87-94.

Peláez J. N. 2017. Variabilidad espacial de suelos: influencia sobre la producción y calidad de pasto llorón (*Eragrostis curvula*). Trabajo de intensificación. Departamento de Agronomía.

Potter, J. R. y J. W. Jones. 1977. Leaf area partitioning as an important factor in growth. *Plant Physiology*, 59:10-14.

Prine, G. M. 1971. A critical period for ear development in maize. *Crop Science*, 11: 782-786.

Reddy, V. H. y T. B. Daynard. 1983. Endosperm characteristics associated with rate of grain filling and kernel size in corn. *Maydica*, 28: 339-355.

Reis, E. M., Trezzi Casa, R. & Bresolin, A. C. 2004. Manual de diagnose e controle de doenças do milho. 2.ed. Rev. Atual. Lages, Santa Catarina, Brasil. Ed. Graphel. 144 p. ISBN 85-98548-02-2.

Ritchie, S. W. y J. J. Hanway. 1982. How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service Ames, Iowa. Special Report N° 48.

Ruget, F. y L. B. Duburcq. 1983. Développement reproducteur des bourgeons axillaires chez le maïs: stade de différenciation, nombre de fleurs. *Agronomie*, 3: 797-808.

Ruget, F. 1989. Relations entre matière sèche à la floraison et rendement en grains chez le maïs: importance du rayonnement disponible par plante. *Agronomie*, 9: 457-465.

Salvagiotti, F. 2017. Fertilización nitrogenada en maíces tardíos y de segunda. En El mismo maíz, un Nuevo desafío. Compendio primer congreso de maíz tardío. San Isidro: Dow Agrosiences. Argentina.

Teyssandier, E. 2005. Como predecir y controlar la ocurrencia de enfermedades foliares en el cultivo de maíz: tendencias en el ciclo agrícola 2011/2012. *Revista Agromercado, Cuadernillo Maíz 2012*.

Tollenaar, M. 1977. Sink-source relationships during reproductive development in maize. A review. *Maydica*, 22:49-75.

Uhart, S. A., Andrade, F. H., 1991. Source-sink relationship in maize grown in a cool temperate area. *Agronomie* 11: 863-875.

Uhart, S. A., y F. H., Andrade. 1995b. Nitrogen deficiency in maize: II. Carbon-nitrogen interaction on kernel number and grain yield. *Crop Science*, 35: 1384-1389.

Warrington, I. J. y E. T. Kanemasu. 1983. Corn growth response to temperatura and photoperiod. III. Leaf number. *Agronomy Journal*, 75:762-766.

Watson, S. A. 1988. Corn marketing, processing and utilization. En: G. F. Sprague y J. W. Dudley (eds.). *Corn and corn improvement* (3^a ed.). Series Agronomy N° 18. American Society of Agronomy, Inc. Publishers. Madison, Wisconsin, USA.

https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/exportaciones/

<http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/>

<http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/>

<https://es.climate-data.org/america-del-sur/argentina/buenos-aires/coronel-dorrego19855/#climate-table>

<http://statistics.amis-outlook.org/data/index.html>