

Cultivo de maíz a baja densidad:

**COMPARACION DE RENDIMIENTO
Y CUALIDADES EN SITIO
NAPOSTA (PDO BAHIA BLANCA)**

TRABAJO DE INTENSIFICACION
Autor: Goñi, Guillermo Alejandro



TUTOR: DR. BRAVO, OSCAR
CONSEJEROS: MG. SCHMIDT, ERICA
MG. DE LA FUENTE LAURA



*Universidad Nacional del Sur
Dpto. Agronomía.
Noviembre 2022*



AGRADECIMIENTOS

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

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

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

A mis consejeros Mg. Laura de la Fuente y Mg Erica Schmidt por ayudarme en el Trabajo de intensificación.

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

A mis amigos de la carrera, en especial a Tomi y Mica por ayudarme siempre.

A mis hermanos, abuelos y familia.

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

A mi compañera de vida Loana que me acompaño y apoyo en todo momento.

Y por último y no menos importante a mi papá y mi mamá, que por ellos pude estudiar y lograr mi objetivo de ser Ingeniero Agrónomo.



INDICE

INTRODUCCIÓN	5
GENERALIDADES DEL CULTIVO DE MAÍZ	7
Características morfológicas:	7
Características fisiológicas del cultivo de maíz	8
Desarrollo del cultivo	8
Manejo del cultivo	10
Densidad de siembra	14
Distancia entre surcos	15
Fertilización	15
OBJETIVOS DE LA PRESENTE INTENSIFICACIÓN	17
MATERIALES Y MÉTODOS	18
Ubicación	18
Suelos	20
Clima	21
Tecnología del cultivo	22
Variables analizadas	23
Análisis estadísticos	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
Altura de inserción de la 1° espiga	25
Plantas por ha	25
Espigas por hectárea	29
N° Hileras por espiga	31
Granos por hilera	32
Rendimiento	33
CORRELACIÓN Y REGRESIÓN ENTRE VARIABLES	43
CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXO	51



RESÚMEN

El maíz (*Zea mays*) es el cereal de mayor producción, cosechando a nivel mundial 1137,5 millones de tn. En Argentina se mantiene la tendencia siendo la producción de 50 millones de tn. La superficie sembrada y rendimientos promedios se encuentran alrededor de 7,7 millones de hectáreas y 6.000 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 el campo Naposta, 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 20 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). En base a los resultados obtenidos, sin tener en cuenta el precio de la semilla, así como sus características genéticas (resistencia a enfermedades, insectos y vuelco de plantas) recomendamos el material genético DK 6910 ya que presenta valores más que aceptables de hilera espiga⁻¹, y granos hilera⁻¹, variables que influyen directamente sobre el rendimiento final del cultivo. Este material se comporta mejor en ambientes menos restringidos como los suelos de la zona 2. Para el caso de la zona 1, que tuvo muy bajos rendimientos, recomendaría N 7822.



INTRODUCCIÓN

El maíz es el cereal de mayor producción en el mundo y en Argentina. El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (**USDA**) estima que la **Producción Mundial de Maíz en 2021/2022** sería de 301,9 millones de toneladas. En Argentina se producen aproximadamente 50 millones de toneladas representando el 4,41 % de la producción mundial (produccionagricolamundial.com).

A nivel país la campaña 2021/22 terminó con un récord de siembra de 7,7 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 6000 kg/ha (agroverdad.com.ar).

Tabla 1 - Producción nacional del Maíz

Proyecciones preliminares para la producción de granos en Argentina - Campaña 2021/22

Cultivo	Superficie sembrada (M ha)	Var año		Rinde (qq/ha)	Producción (M tn)	Var año ant. producción (%)
		ant. sup sembrada (%)	Superficie cosechada (M ha)			
Soja	16,7	-1,5%	15,9	30,9	49,0	9,1%
Maíz	7,7	4,6%	6,7	80,6	54,0	8,0%
Trigo	6,7	3,3%	6,5	31,0	20,2	18,9%
Girasol	1,7	16,4%	1,7	20,8	3,4	28,3%
Sorgo	1,0	5,3%	0,8	44,3	3,3	4,2%
Cebada	1,3	5,1%	1,2	42,5	4,9	9,8%
Otros (*)	3,7	-3,2%	1,9	0,0	4,9	-1,5%
TOTAL	38,7	1%	34,5		139,9	10%

(**) Alpiste, Arroz, Avena, Centeno, Mijo, Trigo Candeal, Cartamo, Colza, Maní, Algodón y Porotos

Nota: los totales por suma pueden no coincidir por redondeo en las cifras parciales.

Fuente: Dir. Información y Estudios Económicos, GEA - Bolsa de Comercio de Rosario y MAGyP

Debido a sus buenas características alimenticias comenzó a utilizarse como principal destino en la alimentación animal, ya que 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 la 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*, para consumo humano entre otros (Watson, 1988).



De la producción total de maíz en Argentina, el 30-40% se destina a consumo interno. El cual 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*. 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).



Imagen 1. Áreas de producción del Maíz a nivel nacional

En Argentina 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 edafoclimáticas menos favorables, así como las siembras tardías, la producción de maíz se ha desplazado a regiones marginales y de menor productividad, tales como el sudoeste de Buenos Aires. Un ejemplo es el partido de Coronel Dorrego en el cual se pasó de 5.000 hectáreas sembradas en 2008 a 51.000 en la actualidad con rendimientos de hasta 8000 kilogramos por hectárea.



GENERALIDADES DEL CULTIVO DE MAÍZ

Características morfológicas:

Planta anual de 1,5-3 mts. Tallos gruesos (>15 mm), macizos. Hojas anchas (2-10 cm), con nervio central marcado. La raíz es fuertemente pivotante y con capacidad de profundizar en el suelo, lo cual atiende a los altos requerimientos hídricos del cultivo.

Es una planta diclino-monoica, es decir, posee flores femeninas y masculinas sobre la misma planta. La inflorescencia masculina es una panoja laxa y apical, mientras que la inflorescencia femenina, es una espiga compuesta y axilar, cubierta por brácteas foliáceas conocidas comúnmente como "chala". Las flores masculinas están formadas por lemma, palea, 2 lodículas y 3 estambres; dos flores en cada espiguilla, también emparejadas, una casi sésil y la otra cortamente pedicelada. Las flores femeninas están dispuestas en inflorescencias axilares (panoja o mazorca), dos por espiguilla (una de ellas estéril), lemma y palea muy reducidas; espiguillas sentadas sobre el eje grueso de la mazorca, glumas reducidas. Los estilos son de gran longitud, expuestos, fuera de la parte apical de la mazorca, formando la cabellera. El fruto es un cariópse.

Fenología del cultivo:

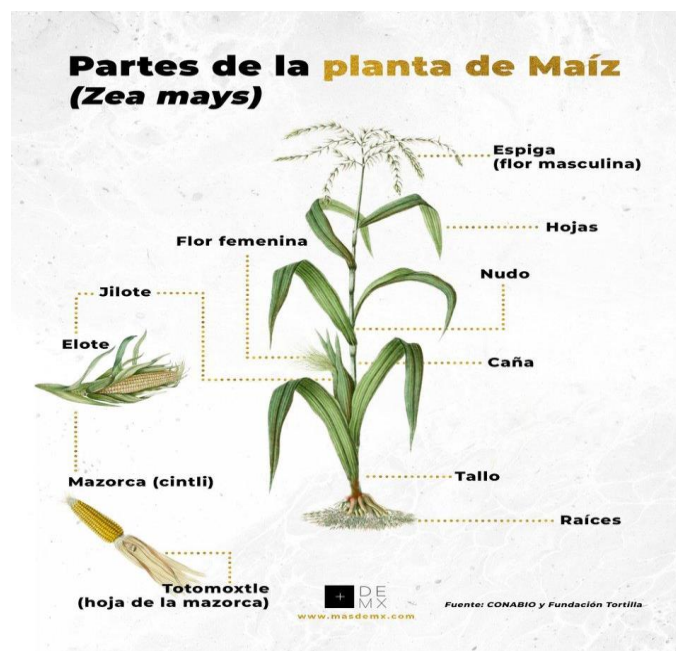


Imagen 2. Características morfológicas del cultivo de maíz



Características fisiológicas del cultivo de maíz

El maíz es una planta de metabolismo C₄, que no presenta foto-respiración detectable, muy eficiente en la producción de biomasa, superando ampliamente a otros cultivos como el girasol, la soja o el trigo. Esta capacidad de alta producción de biomasa y elevado índice de cosecha (alrededor de la mitad de su peso seco en biomasa aérea, corresponde a órganos reproductivos) se debe a una elevada tasa fotosintética, a un bajo valor energético de la materia seca producida, y a una adecuada estructura del cultivo. En ambientes con alta radiación solar y elevada amplitud térmica el maíz produce, en ausencia de estrés bióticos o abióticos, muy buenos potenciales de rendimiento.

La espiga del maíz (principal órgano de interés comercial en los cultivos para grano) se encuentra en una posición axial, sujeta a dominancia apical durante el período crítico (alrededor de la floración o antesis, momento en el cual se determina el principal componente del rendimiento: el número de granos por unidad de superficie). Este hecho sumado al hábito de crecimiento de la planta (tipo determinado) le confiere al maíz una alta inestabilidad en el rendimiento en grano y en el índice de cosecha, frente a situaciones de estrés durante el período crítico.

Desarrollo del cultivo

Para una adecuada germinación, la semilla necesita absorber un 30 a 40% de su peso en agua. Al final de la etapa de germinación la plántula posee 2 hojas emergidas, y el ápice o meristema apical todavía se encuentra ubicado bajo el nivel de la superficie del suelo (situación que le permite tolerar heladas tardías).

La escala fenológica más utilizada para describir el ciclo de un cultivo de maíz es la propuesta por Ritchie & Hanway (1982), que utiliza caracteres morfológicos externos o macroscópicos. En ella se identifican dos grandes períodos: el período vegetativo, subdividido en estadios identificados con la letra V y un subíndice, correspondiente al orden de la última hoja completamente extendida (lígula visible) al momento de la observación, (VE: emergencia, V1, V2,Vn y VT o panojamiento), y el período reproductivo, identificado con la letra R y un subíndice que comienza en R1 (emergencia de los estigmas), R2 (cuaje o estado de ampolla), R3 (grano lechoso), R4 (grano pastoso), R5 (grano duro o indentado) y R6 (madurez fisiológica). Desde los estadios R3 hasta R5, inclusive, corresponde al llenado de los granos.

La planta de maíz es de crecimiento determinado, marcando el inicio de la floración con la finalización del crecimiento vegetativo. La diferenciación de las estructuras reproductivas comienza en las etapas tempranas del desarrollo del cultivo, a partir de V4-V6.

Luego de la etapa de germinación, el meristema va formando primordios de hojas y yemas, a una



tasa relativamente constante, denominada plastocrono (con valores de 20-21 °C día, con temperatura base de 8 °C). Los primeros 4-5 entrenudos no presentan elongación y comienzan a aparecer las raíces nodales que van reemplazando a las raíces seminales. La elongación de los entrenudos comienza a partir de V6 continuando hasta la aparición de los estigmas (R1), momento en el cual queda determinada la altura máxima de la planta y el área foliar máxima (todas las hojas ya se han desplegado completamente).

Simultáneamente a los cambios externos descritos por la escala de Ritchie & Hanway (1982), el meristema apical y las yemas axilares sufren grandes modificaciones. Cuando las plantas tienen entre 4 y 6 hojas completamente expandidas, el meristema apical finaliza con la diferenciación de hojas y comienza a diferenciar las espiguillas estaminadas de la futura panoja. En ese momento queda determinado el número total de hojas que tendrá la planta, y por lo tanto el área foliar potencial que podrá alcanzar. Luego de iniciada la panoja, comienza la diferenciación de los primordios foliares de la yema axilar que dará origen a la espiga. La primera de ellas que sufre este cambio es la yema superior, generalmente ubicada entre la quinta y séptima hoja por debajo de la panoja. Las yemas axilares de las hojas basales (cuyos entrenudos nunca se elongan) permanecen en estado vegetativo y pueden, según las circunstancias (genotipo, ambiente, densidad de plantas, etc.), dar lugar a ramificaciones (macollos). Las hojas superiores, ubicadas por encima de la yema de la espiga superior no presentan yemas axilares visibles (competencia intra-planta generada por la dominancia apical de la panoja sobre la espiga).

El panojamiento (VT) se completa con la aparición de las anteras de las flores de la panoja comenzando la liberación del polen lo cual dura algunos días. Este proceso comienza días previos a la aparición de los estigmas (protandria). Tanto la liberación del polen como la receptividad de los estigmas se encuentran acotadas a un corto período de tiempo. A mayor sincronía floral entre las inflorescencias masculinas y femeninas, aumenta las probabilidades de fecundación de la mayoría de las espiguillas.

El período de llenado de los granos comienza desde el mismo momento de producida la fecundación hasta la formación de la “capa negra” o tejido de abscisión que indica la necrosis de los haces vasculares que conectan al grano con los tejidos maternos. Este período presenta tres etapas: La fase I, es de acumulación muy lenta de materia seca y corresponde al período de cuaje de los granos (R2). La fase II, o fase efectiva de llenado de grano, La fase III o etapa final, es la etapa donde la tasa de llenado va declinando durante una o dos semanas, completando el crecimiento del grano que alcanza su madurez fisiológica. Simultáneamente el grano va perdiendo humedad y a la semana de finalizada la etapa, se visualiza la formación de la “capa negra”.

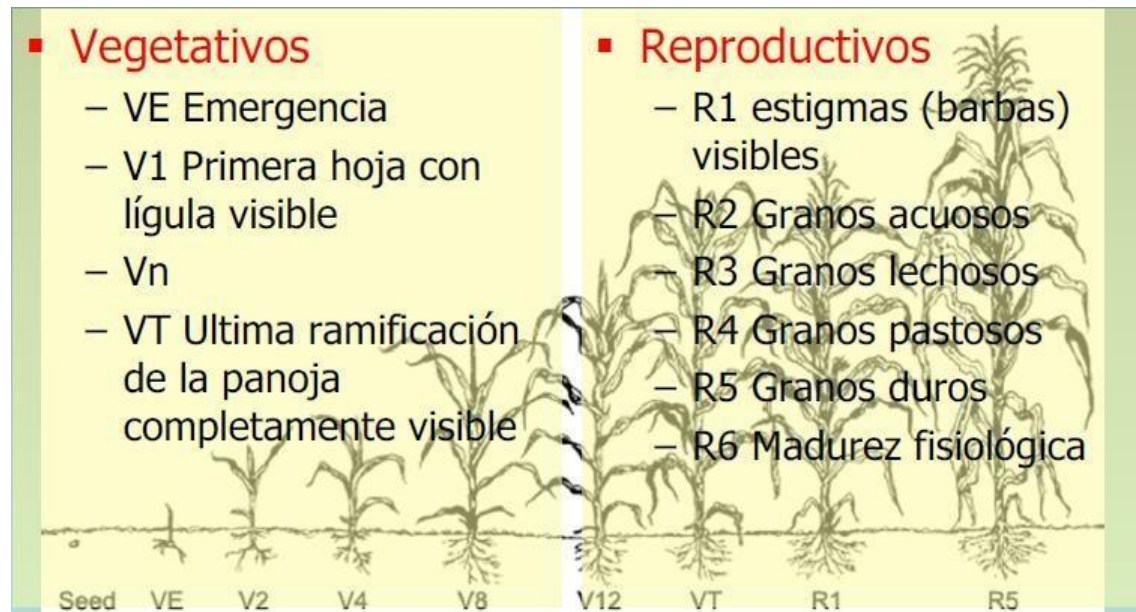


Imagen 3. Escala fenológica (Ritchie y Hanway, 1982)

Manejo del cultivo

Los efectos del manejo sobre la fecha de siembra y otras prácticas pueden interpretarse a través de su efecto sobre la captura y la eficiencia del uso de radiación solar, que son factores que determinan la condición fisiológica del cultivo y la partición de asimilados hacia estructuras reproductivas en los momentos críticos para la determinación del número de granos y durante el llenado del mismo. Entre los principales factores que interactúan se pueden citar, fecha de siembra, el genotipo en términos de diversos caracteres, entre ellos su precocidad, tipo de germoplasma, respuesta al estrés biótico y abiótico en general y eficiencia en la absorción y uso del N. Otras prácticas importantes que interactúan con la fecha de siembra son la densidad de plantas (Vega y col., 2017).

La elección del híbrido depende de la zona donde se vaya a realizar el cultivo, teniendo en cuenta las características de *suelo* y *clima* (*generalmente definido como ambiente*), se define el tipo de híbrido que va a admitir como, por ejemplo, la elección de un alto potencial de rendimiento en zona núcleo o de menor rinde y mayor adaptabilidad en zonas marginales.

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 ambiental y precipitaciones estivales erráticas, sumado a la capacidad de retención hídrica limitada, es donde el maíz tardío ha tomado relevancia e importancia y obtiene una mayor adaptabilidad. En otra situación 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 la estabilidad de rendimiento. En los cultivos tempranos existen mayores probabilidades de estar expuestos en su período crítico en condiciones de alta demanda atmosférica (altas temperaturas y bajas precipitaciones) generando una amplia variabilidad de rendimientos (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 explicarían 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 del 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).



Densidad de siembra

El crecimiento del maíz está estrechamente relacionado con la capacidad para aprovechar la luz solar. El cultivo es capaz de alcanzar su máxima tasa de crecimiento recién cuando el área foliar desplegada le permite capturar el 95% de la luz incidente. Alcanzar esa cobertura al inicio del periodo crítico y mantenerla durante el mayor tiempo posible son los objetivos buscados con el manejo de la densidad, pues se traducen en mayor producción de biomasa y rendimiento en grano (Andrade y Col., 1996). El maíz tiene una capacidad limitada para compensar una baja densidad de plantas a través de una mayor superficie de sus hojas (Cox, 1996; Doebley y Col., 1997), por ser plantas poco foliosas, a diferencia de especies con mayor plasticidad fenotípica (Vega y Andrade, 2000) como el girasol (expansión foliar muy variable), la soja (capacidad de ramificar) o el trigo (capacidad de macollar). Por esto el maíz tiene buena respuesta cuando va en aumento la densidad en términos de producción de biomasa por mayor captura de luz. Esto se cumple mientras no supere el límite máximo de la cobertura óptima. Si se supera dicho límite se produciría una disminución en el crecimiento que puede conllevar la aparición de individuos estériles o de muy bajo número de granos (Eyhérbide, 2015), por la competencia entre ellas (Andrade y otros, 1996). La densidad óptima, (la menor densidad que posibilita maximizar el rendimiento) se modifica sensiblemente a través de los ambientes (Figura 7), respondiendo a las variaciones en la oferta de recursos para el crecimiento. Cuando estos recursos se tornan limitantes, se reduce la capacidad de las plantas para crecer durante la floración y aumenta el riesgo de aborto de granos.

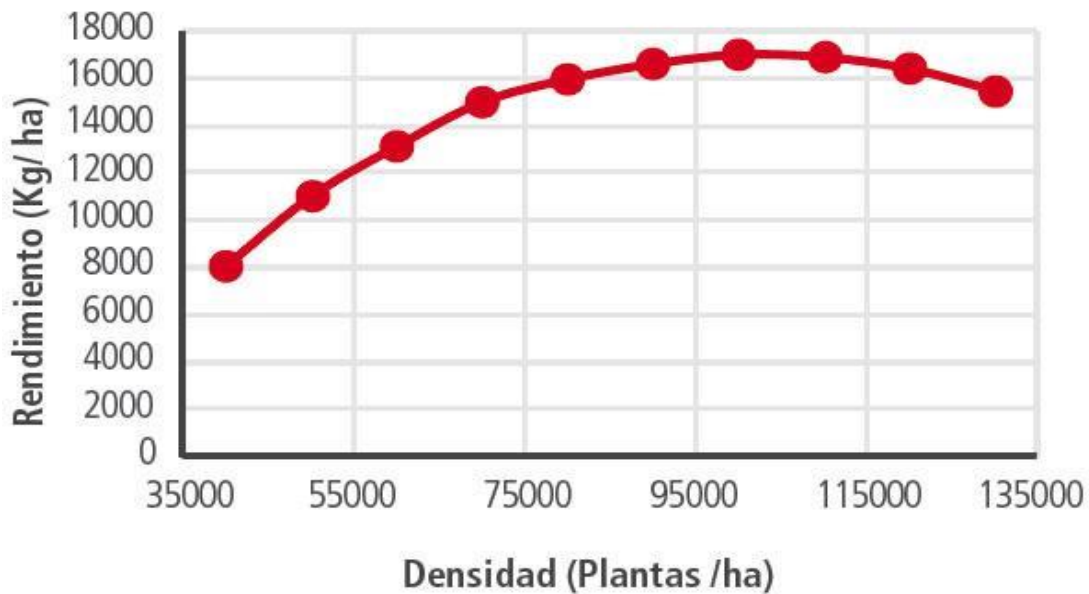


Grafico 1. Variación de la densidad de plantas/rendimiento



Distancia entre surcos

Una menor distancia entre hileras de siembra en maíz permite una mayor equidistancia en la distribución de las plantas y posibilita cubrir mejor el suelo y capturar más luz desde etapas tempranas del cultivo (Maddonni y Col, 2001a) incrementando la reducción de biomasa (Andrade y Col., 1996; Cirilo, 2000). En distancias cortas contribuye a asegurar una mayor cobertura durante la floración. Al reducirse la superposición de hojas sobre el surco, el área foliar mejora su eficiencia de cobertura (Flénet y Col., 1996; Maddonni y Col., 2001b) por mayor proporción de hojas que captan luz y reduce el suelo descubierto, lo que incrementa el consumo de agua, ya que las hojas ofrecen menos resistencia a la pérdida de agua que el suelo en superficie. Con esto vemos que disminuyen los efectos negativos de sequía en floración dando un buen aprovechamiento del agua en esta etapa con la consiguiente incidencia positiva de un óptimo rendimiento en grano. Cuando ocurren limitaciones para la normal instalación del canopeo (siendo de mayor importancia antes del período crítico de floración) por ser de plantas chicas o plantas de poca foliosidad, sequías tempranas transitorias, defoliaciones o limitaciones nitrogenadas, la siembra con entre surcos angostos es lo más aconsejable ya que se pueden esperar resultados óptimos de rendimiento.

Fertilización

El manejo eficiente de la nutrición en el cultivo de maíz es uno de los pilares fundamentales para alcanzar rendimientos elevados sostenidos en el tiempo y con resultados económicos positivos, no sólo en el mismo cultivo de maíz, sino en los que participan en su rotación, ya que por los elevados volúmenes de rastrojos dejados por el maíz, facilitan el reciclado de nutrientes y mejoran las condiciones físicas del suelo, y cuando el cultivo sucesor es soja, mejora la eficiencia de la fijación simbiótica del N. Los nutrientes que limitan en mayor medida la productividad del cultivo en la Región Pampeana son el nitrógeno, el fósforo y más recientemente el azufre.

El proceso de planificación de la fertilización podríamos dividirla en varias etapas:

❖ Muestreo y Análisis de suelos

El análisis de suelos es una práctica básica para determinar la fertilidad actual y potencial de cada lote. El objetivo de efectuar un análisis de suelos es determinar la oferta de nutrientes del lote, para que, junto con la extracción de nutrientes (demanda) se pueda efectuar un balance y establecer las cantidades de fertilizantes necesarias para alcanzar un rendimiento objetivo.

De la precisión del muestreo dependerá la utilidad y valor de los resultados obtenidos en el



análisis de suelo. Por esto es importante efectuar el muestreo considerando la variabilidad espacial y temporal presente en el lote, procurando tomar muestras en zonas representativas homogéneas y evitando mezclar muestras de suelo de zonas diferentes en el momento adecuado en relación al momento de siembra. La intensidad de muestreo dependerá del nutriente a evaluar y de la variabilidad particular del lote. A modo orientativo, se deberían tomar al menos 30 a 40 submuestras o piques por cada muestra compuesta. Si el lote es relativamente homogéneo esa muestra podría representar 40-50 ha. La frecuencia cada vez mayor de lotes bajo siembra directa por un periodo largo de años hace que se deban extremar precauciones para tomar una muestra representativa, por la estratificación en el perfil y presencia de bandas de fertilización más antiguas.

La incidencia económica de su utilización es muy baja y brinda información altamente rentable, ya que un buen diagnóstico de la fertilización puede modificar el costo del uso de fertilizantes y el beneficio derivado de su respuesta en una magnitud varias veces el costo del análisis. Los nutrientes de mayor requerimiento para el cultivo de maíz, son el nitrógeno y el fósforo.

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 de N por tonelada de grano), y tomando 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 retrasa 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).

Por otro lado, a diferencia de lo que ocurre con el nitrógeno, al abordar la fertilización fosfatada en maíz hay que considerar que el funcionamiento del fósforo (P) en el sistema suelo-planta es totalmente diferente al del nitrógeno. Desde el punto de vista del manejo nutricional, el principal aspecto a considerar es su baja movilidad en el suelo, lo hace principalmente por difusión, y la presencia de retención específica de los fosfatos en las arcillas, cuya magnitud depende de la cantidad y mineralogía de esta fracción. Por otro lado, el pH es un factor que impacta considerablemente sobre la disponibilidad de fósforo. La mayor disponibilidad ocurre



con pH entre 5.5 y 6.5, mientras que valores fuera de este rango su concentración en la solución del suelo se reduce significativamente.

Las consideraciones previas tienen implicancias muy relevantes en el manejo de la fertilización. Así, la baja movilidad del fósforo (P) hace que el clima (lluvias) no afecte sobre la dinámica del nutriente en el suelo. Esto determina que haya residualidad del efecto de la fertilización, es decir parte del fósforo aplicado queda disponible para próximos cultivos de la rotación.

La determinación de la dosis de fósforo aplicada dependerá principalmente del nivel de disponibilidad y secundariamente de otros factores, como potencial de rendimiento, aplicación para otros cultivos de la rotación, colocación en bandas o voleo, fitotoxicidad de la mezcla que contenga el fertilizante fosfatado, etc. En la tabla 2 se presentan dosis orientativas de P según nivel del nutriente en el suelo y niveles de producción medias.

Los umbrales de P Bray I (0-20 cm) por debajo del cual existen altas probabilidades de obtener aumentos considerables de rendimiento por fertilización están en el orden de 18 a 20 ppm. Por encima de estos niveles las probabilidades de obtener aumentos significativos de rendimiento por agregado de fósforo son bajas. Este rango de suficiencia no ha sufrido grandes modificaciones desde su publicación hace más de cincuenta años y ha sido validada en numerosos ambientes incluidas las regiones maiceras del país. Sin embargo, y a pesar de su amplia difusión, no existen calibraciones de las dosis recomendadas.

OBJETIVOS DE LA PRESENTE INTENSIFICACIÓN:

El cultivo de maíz viene incrementando su participación en la producción de granos bonaerense. Desde el año 2011 al 2021 ha aumentado la superficie de siembra de 1,59 a 2.95 Mha. Algo similar sucede en los partidos del SO: Coronel Dorrego ha pasado de 10700 ha a 51000 ha, con rendimientos que crecieron de 0,8 a 2,9 Tn/ha. Gran parte de este cambio fue generado por investigaciones a campo desarrolladas por el Ing. Gustavo Thiessen, vinculadas a siembras tardías de baja densidad en suelos someros. Los productores que integran la regional Aapresid Bahía Blanca aplican la técnica de maíz tardío en baja densidad desde hace más de 10 años. Este trabajo formó parte de un ensayo más amplio que incluía otros 3 sitios y cuyos objetivos generales fueron:

- ❖ Establecer las características de dos sitios de siembra (suelo y clima).
- ❖ Comparar el desempeño de distintos híbridos comerciales de maíz (*Zea mays*) sembrados a bajas densidades, determinando cuales son los componentes tienen mayor aporte en el rendimiento en grano.



MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La experiencia se llevó a cabo durante el año 2017/18 en el campo del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, ubicado sobre la Ruta Nacional 33, km 35 ($-38^{\circ} 25'32.6''$, $-62^{\circ}17'6.8''$). Corresponde a la zona rural del Partido de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. El predio de 711 ha se ubica en el sector medio de la Llanura Surventánica Occidental, dentro del Valle superior del Arroyo Saladillo o dulce, que lo atraviesa con dos cauces actuales que se unen sobre el alambrado sur del campo (Imagen 4).

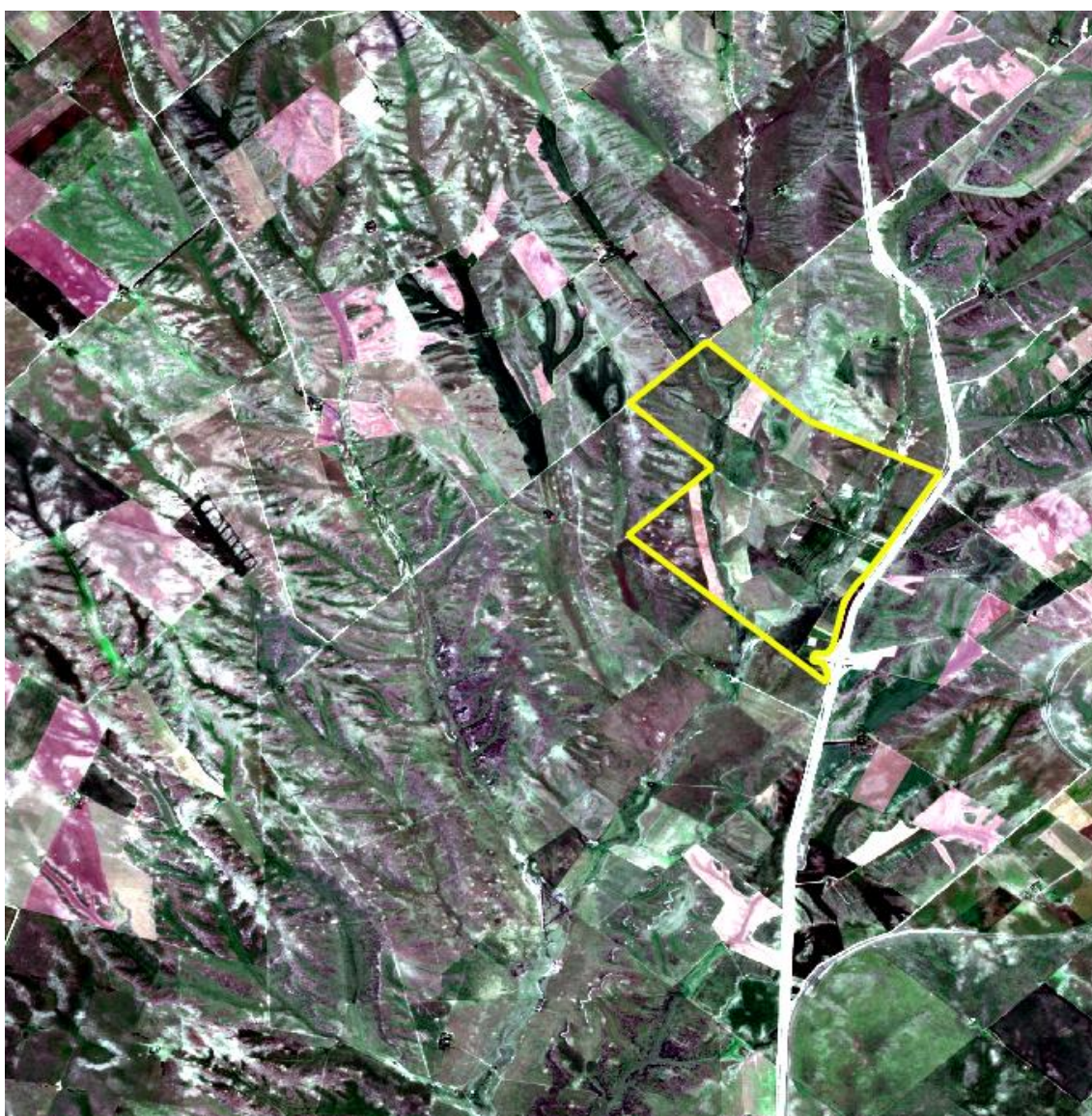


Imagen 4. Ubicación del lote



El ensayo se llevó a cabo en un sector del lote 16 (Imagen 5) que presenta una superficie de 16 has y corresponde a una ladera recortada que se conecta con la planicie de inundación del Arroyo Saladillo o Dulce. Se aprecia en coloraciones claras terrazas de absorción. En colores rojizos sueños con menor vegetación y en colores verdes gramíneas con biomasa desarrollada como para cubrir el suelo.



Imagen 5. Ubicación del lote

El sector donde se realizó el ensayo abarcó a 1.1 ha con dos geoformas: ladera y cañadón, generando claramente 2 ambientes, definido el primero como lomada y el segundo como bajo en el resto del texto. En la Imagen 5 se presenta el sector del ensayo, dejando claramente establecido el sector del bajo o cañadón (con mayor índice de verdor) de la ladera (menor índice de verdor).



Imagen 6. Cañadon

Suelos

Existe un levantamiento de suelos a escala 1:10.000 del sector del ensayo (Cavallaro, 2015). La información indica que el sector definido como bajo corresponde a la Consociación Cañadones.

Sus suelos presentan como características:

- ❖ Clasificación del suelo según soil taxonomy: Haplustol paquico, franco grueso, mixto, térmico.
- ❖ Clase por capacidad de uso: Ilc - siendo sus limitaciones la susceptibilidad a la erosión hídrica (gradiente del 2%) y condiciones climáticas desfavorables.
- ❖ Índice de productividad: 68%. Buena productividad



El sector del ensayo de la loma corresponde al Complejo Laderas sus suelos presentan como características:

- ❖ Clasificación del suelo según soil taxonomy: Serie Napostá: Paleustol petrocálcico, franco grueso, mixto, térmico (60% de la unidad); Serie Aguaviva: Haplustol típico, franco grueso, mixto, térmico (30% de la unidad).
- ❖ Clase por capacidad de uso: IVes. Sus limitantes son la susceptibilidad a la erosión eólica, y la limitada capacidad de retención hídrica debido a su textura gruesa. También es altamente susceptible a la erosión hídrica debido a su pendiente moderadamente inclinada (5-6%) y las condiciones climáticas desfavorables.
- ❖ Índice de productividad: Serie Napostá: 37%; Serie Aguaviva: 43%. Promedio de la UC 39 %.

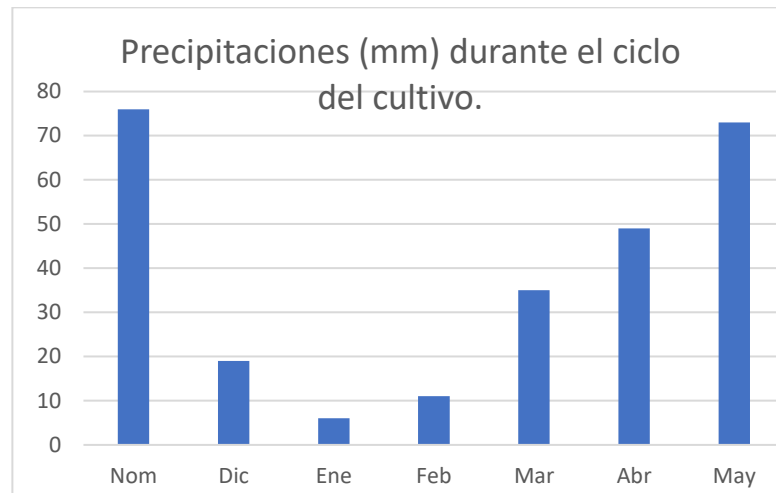
Clima

El clima de Bahía Blanca es semiárido templado. La precipitación media anual alcanza los 580 mm. La distribución de la misma indica que la mayor cantidad de lluvias se producen en dos estaciones bien definidas, otoño y primavera, interrumpidas por una estación seca a fines del invierno y otra semiseca a mediados de verano con alta evapotranspiración. La temperatura media anual es de alrededor de los 15°C, con máximas medias mensuales que superan los 30°C en los meses de verano mientras que las temperaturas mínimas se producen en Julio con valores medios superiores a 0°C. Con respecto a las temperaturas extremas observadas en la región, en el periodo 1970-2000 se han registrado máximas entre 43.8 y 39°C y mínimas absolutas entre -10 y -12°C. Los vientos predominantes son del cuadrante noroeste, siendo la velocidad media anual de 24 km/h (periodo 1971-1990). En los meses de abril, mayo y junio se registran las menores velocidades, cercanas a la categoría de vientos leves (Mormeneo, 2003). Durante los meses de verano hay una marcada deficiencia hídrica. A partir de abril comienza un periodo de reposición de agua, situación que se extiende hasta el mes de octubre. De acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite el clima de la región es subhúmedo seco con nulo o pequeño exceso de agua (Donnari et al., 1974). La aparición de heladas tempranas o tardías provoca graves daños a la 15 agricultura (Burgos, 1963 a). En general se producen de abril a octubre con máximo de ocurrencia entre junio y agosto.

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 699 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 269 mm



El período crítico en maíz comienza 15 días antes de la floración femenina y progresa hasta 15 días después. Son casi 30 días en los que es importante que el cultivo presente el mejor estado fisiológico, es decir, que tenga disponibilidad de agua en suelo, ya que se definen procesos como el crecimiento de las espigas y la posibilidad de tener una segunda espiga (prolificidad). También un buen estado hídrico promueve una eficiente absorción del nitrógeno, son todos procesos fundamentales para la definición del rendimiento.

En el caso del maíz tardío esta etapa se ubicaría alrededor de fines de Enero y principios de Febrero, donde se observan escasas precipitaciones, afectando el rendimiento.

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 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 7 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 fino a chorrillo de 10 surcos, separados entre sí a 0,7 m. Este tipo de sistema de siembra genera una gran variabilidad entre la densidad programada y la realmente lograda a campo.

Diseño de la experiencia

El ensayo se realizó sobre macro-parcelas siendo cada una de una superficie total de 0,25 ha, 10 surcos por híbrido con un largo de 100 m. Las cuales abarcaban una parte del terreno de loma (zona 1) y otra parte del terreno del bajo (zona 2). Se realizó un diseño apareado, utilizando el



testigo (N 7784) para cada uno de los ocho híbridos restantes. Siendo un total de 16 parcelas.

Zona de loma	Dekalb 6910	T1	Next 20.6	T2	Dekalb 6070	T3	Nidera 7822	T4	DK 7010	T5	N 7761	T6	DM 2738	T7	ACA 470	T8
	Dekalb 6910	T1	Next 20.6	T2	Dekalb 6070	T3	Nidera 7822	T4	DK 7010	T5	N 7761	T6	DM 2738	T7	ACA 470	T8

Variables 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 tres réplicas (R1, R2, R3) de 14,2 metros lineales cada una en función de la distancia de separación entre surcos, en este caso 0,7 m. Se cosecharon las espigas de las plantas de cada unidad de muestreo y se evaluaron las siguientes características:

❖ A campo:

Plantas m⁻¹ lineales: se extendió una soga de 14,2 m lineales y se contó el número final de plantas, teniendo en cuenta la separación entre líneas se llevó a m².

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.

Número de espigas planta⁻¹: se contó el número de espigas por plantas, lo que se denomina *prolificidad*.

❖ Variables analizadas en laboratorio:

La determinación fue llevada a cabo a partir de espigas tomadas al azar para cada híbrido. El valor de rendimiento en grano fue corregido a 13,5 % de humedad.

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.

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 (necesario para determinar rendimiento)

Rinde potencial (kg ha⁻¹): en base a la densidad planteada (plantas m⁻²) multiplicada por



un número de espigas planta-1 de referencia (1), 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

Análisis estadísticos

De las variables analizadas se calcularon medidas de centralización (medias, medianas) y de dispersión (desvíos, coeficientes de variación) Las medias de los parámetros se analizaron mediante un análisis de varianza simple (ANOVA), por test LSD Fisher con un nivel de significación del 5 %. Todos los análisis se hicieron mediante el paquete estadístico INFOSTAT.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos tomados a campo

Altura de inserción de la 1° espiga

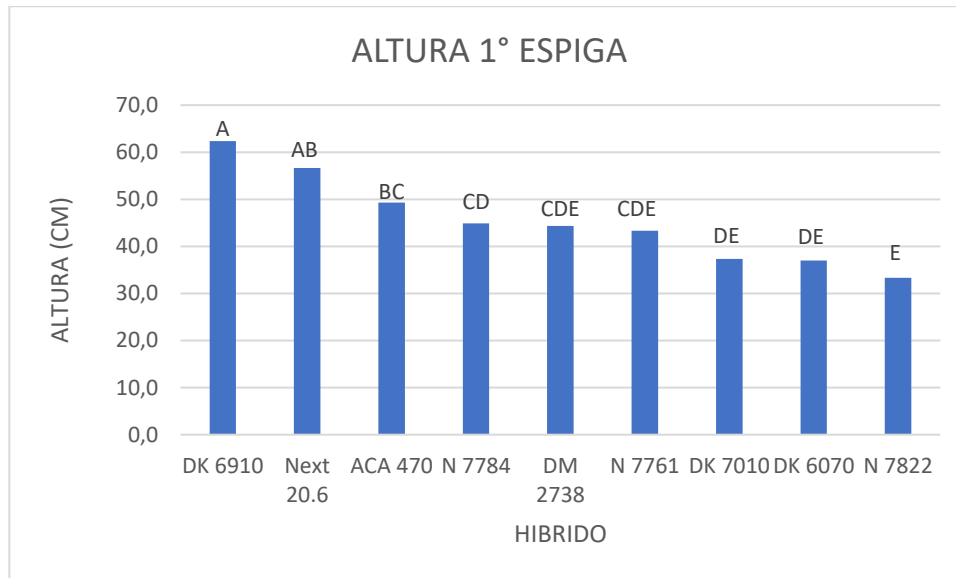


Gráfico 1. Valores promedio de Altura de Inserción de la espiga 1° en los cultivares evaluados.

Se detectaron diferencias altamente significativas entre híbridos ($p < 0,001$). N 7822 ha presentado el menor valor con 33 cm y DK 6910 el de mayor valor con 58 cm de despeje. Estos valores fueron sensiblemente menores a los obtenidos en ensayos similares realizados el mismo año en Ea. Funke Tornquist (rango de inserción de 44 a 70 cm, Angarola 2020) o en La Gloria, Coronel Dorrego (alturas de inserción de 55 a 85 cm, Velázquez 2019). La altura es importante dado que favorece a la cosechadora en poder tomar la primera espiga que está más cerca del suelo y disminuir las pérdidas de cosecha por el cabezal.

Plantas por ha

La densidad de plantas es uno de los principales aspectos del cultivo en ambientes marginales. La siembra a chorrillo en surcos separados a 70 cm ha presentado una amplia variabilidad Tabla n°2



Tabla N° 2:

Zona	Parcela	Híbrido	n	Media (miles/ha)	DE	CV
1	1	DK 6910	3	16,0	1,0	6,3
1	1	T1	3	22,0	1,7	7,9
1	2	Next 20.6	3	27,3	3,8	13,9
1	2	T2	3	20,0	5,2	26,0
1	3	DK 6070	3	12,7	4,0	31,9
1	3	T3	3	20,3	4,5	22,2
1	4	N 7822	3	19,3	4,0	20,9
1	4	T4	3	21,0	7,0	33,3
1	5	DK 7010	3	19,3	1,5	7,9
1	5	T5	3	21,3	0,6	2,7
1	6	N 7761	3	19,0	4,0	21,1
1	6	T6	3	18,3	4,0	22,0
1	7	DM 2738	3	22,0	5,3	24,1
1	7	T7	3	22,7	3,5	15,5
1	8	ACA 470	3	18,0	0,0	0,0
1	8	T8	3	20,7	3,2	15,6
2	9	DK 6910	3	22,7	5,0	22,2



Cultivo de maíz a baja densidad:
Comparación de rendimiento y cualidades en sitio Naposta

2	9	T9	3	39,3	2,5	6,4
2	10	Next 20.6	3	17,7	3,1	17,3
2	10	T10	3	24,0	5,0	20,8
2	11	DK 6070	3	20,3	0,6	2,8
2	11	T11	3	34,0	4,6	13,5
2	12	N 7822	3	25,0	4,0	16,0
2	12	T12	3	37,0	4,6	12,4
2	13	DK 7010	3	16,7	5,5	33,0
2	13	T13	3	23,7	4,5	19,1
2	14	N 7761	3	25,7	8,0	31,2
2	14	T14	3	28,3	4,2	14,7
2	15	DM 2738	3	18,0	3,5	19,2
2	15	T15	3	28,3	13,3	47,0
2	16	ACA 470	3	16,0	4,4	27,2
2	16	T16	3	36,3	0,6	1,6

La densidad de plantas ha presentado muy importantes variaciones, de 12700 a 39300 plantas/ha (n= 3). Estos valores tienden a ser más bajos en la zona 1 que en la 2. Dentro de cada parcela apareada, la diferencia entre la variedad y testigo. Este aspecto debe ser considerado en el resto de nuestro estudio.

En los gráficos 1 y 2 se presentan los valores obtenidos de plantas ha⁻¹ para las réplicas de cada híbrido. Medias con una letra en común no presentan diferencias por LSD (p > 0,05).

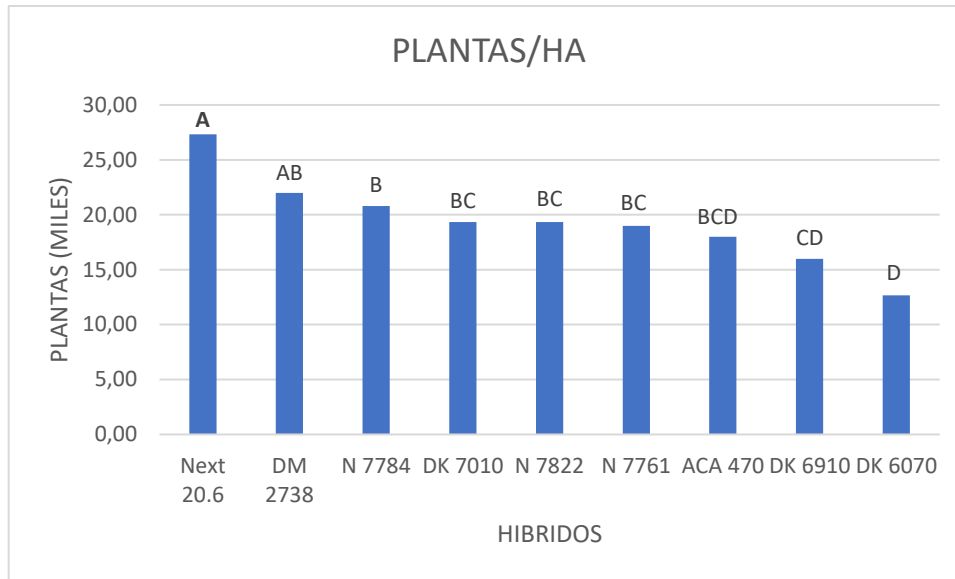


Gráfico 2. Número de plantas (miles/ha) para cada híbrido comercial (ZONA 1).

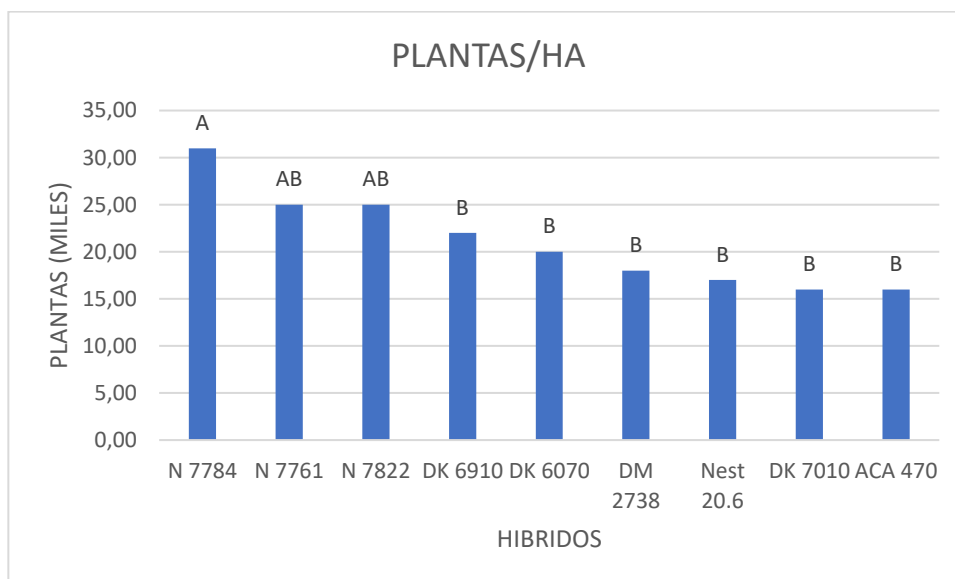


Gráfico 3. Número de plantas (miles/ha) para cada híbrido comercial (ZONA 2).

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. Además, presenta limitada capacidad para diferenciar estructuras reproductivas adicionales. 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. El maíz requiere de una adecuada selección en su densidad de siembra, que es afectada fuertemente por 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 NEXT 20.6 y N 7784 (testigo) los de mayores valores de número de plantas por hectárea en la zona 1 y 2 respectivamente. Los híbridos DK 6970 y ACA 470 presentaron los valores más bajos en la zona 1 y 2 respectivamente. El número de plantas por hectárea es el primer componente del rendimiento.

La variabilidad en la media de plantas indica que la densidad de plantas es un factor para estabilizar en los planteos productivos extensivos. Y es muy necesario el uso de sembradoras de precisión.

Espigas por hectárea

En los gráficos se presentan los valores obtenidos de espigas ha^{-1} para las réplicas de cada híbrido.

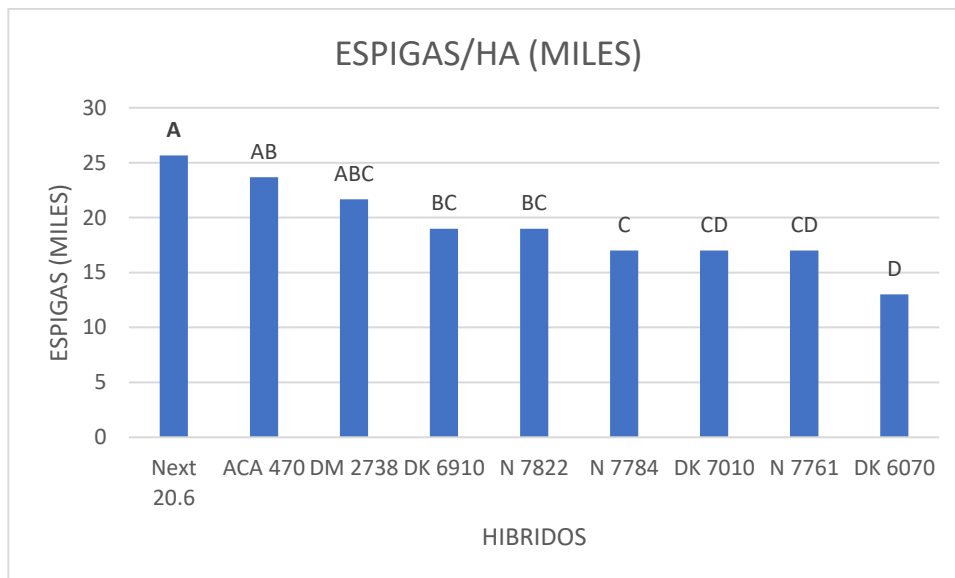


Gráfico 4. Número de espigas (miles/ha) para cada híbrido comercial (ZONA 1). Medias seguidas de distinta letra difieren por LSD con $p < 0,05$.

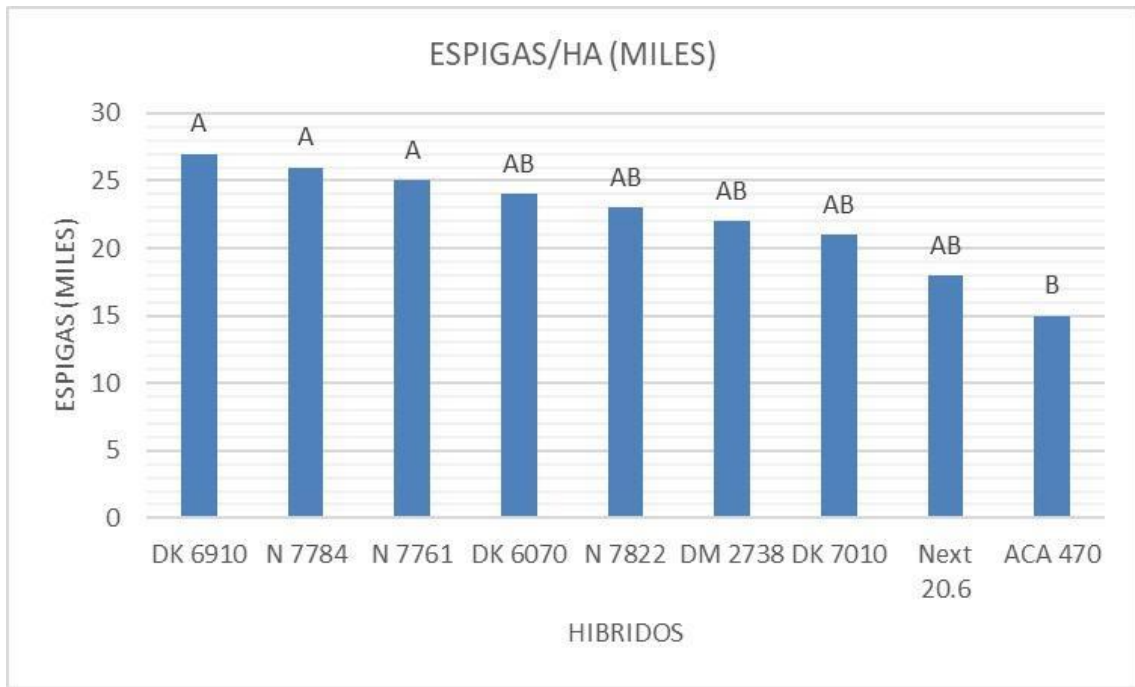


Gráfico 5. Número de espigas (miles/ha) para cada híbrido comercial (ZONA 1). Medias seguidas de distinta letra difieren por LSD con $p < 0,05$.

El ANOVA detectó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos, NEXT 20.6 que presentó la mayor cantidad de espigas por ha, sin diferenciarse de ACA 470 y DM 2738 en comparación con el híbrido DK 6070 que presentó el menor número de espigas por hectárea en la zona 1.

En la zona 2 se detectaron diferencias significativas entre DK 6910 que presentó la mayor cantidad de espigas por ha sin diferenciarse de N 7784 y N 7761. El híbrido ACA 470 alcanzó el menor número de espigas por ha. El testigo se comportó de manera intermedia en la zona 1 y de manera superior en la zona 2. La variable número de espigas ha^{-1} impacta directamente sobre el rendimiento, a mayor número de espigas mayor será el rendimiento alcanzado. La tasa entre el número de espigas y la densidad de plantas indica que las densidades menores a 25000 plantas pueden alcanzar hasta 1,4 espigas por planta, mientras que valores superiores al definido pueden hacer caer la producción a 0,8 espigas por planta.



N° Hileras por espiga

En los gráficos se presentan los valores obtenidos del número de hileras espiga⁻¹ de cada híbrido.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

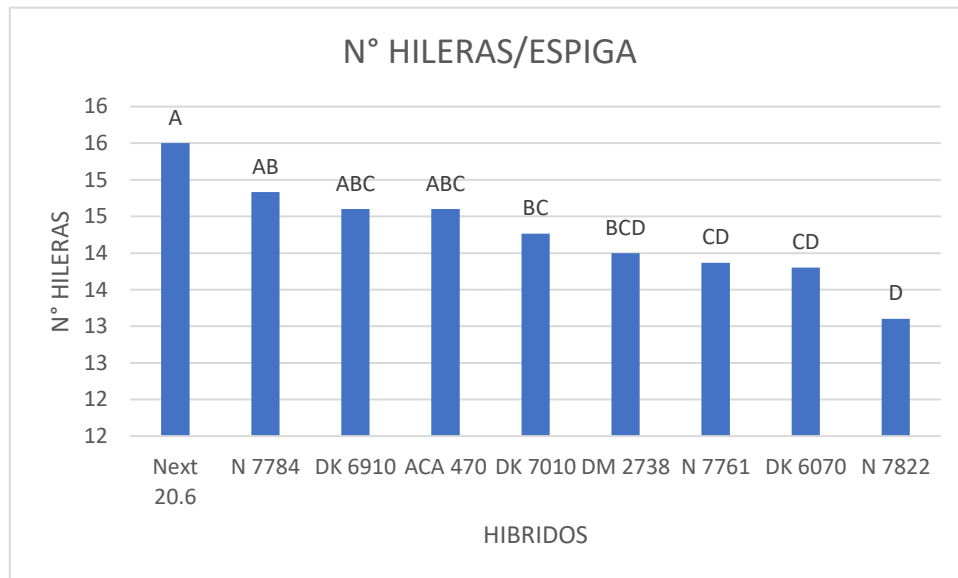


Gráfico 6. Número de hileras para cada híbrido comercial (ZONA 1).

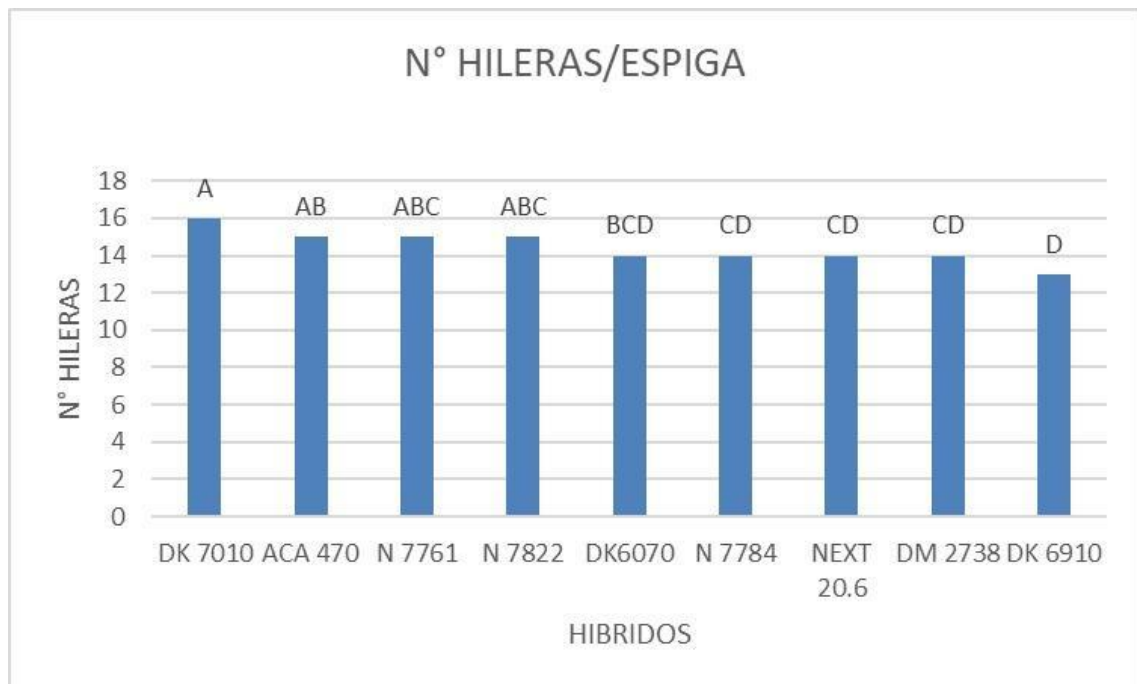


Gráfico 7. Número de hileras para cada híbrido comercial (ZONA 2).

La variable número de hileras espiga⁻¹ se encuentra más afectada 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 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. Next20.6; N7784; DK6910 presentaron el mayor número de hileras y el híbrido N 7822 que presentó el menor número en la zona 1. En la zona 2 DK7010; ACA 470; N 7761 presentaron el mayor número de hileras y el híbrido DK6910 el menor número. 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. En el presente estudio el rango de datos fue de 12 a 16 hileras, resultado similar a otros estudios regionales (Angarola, 2020).

Granos por hilera

En las gráficas se presentan los valores obtenidos de granos hilera⁻¹ de las espigas de las réplicas de cada híbrido ($n = 3$).

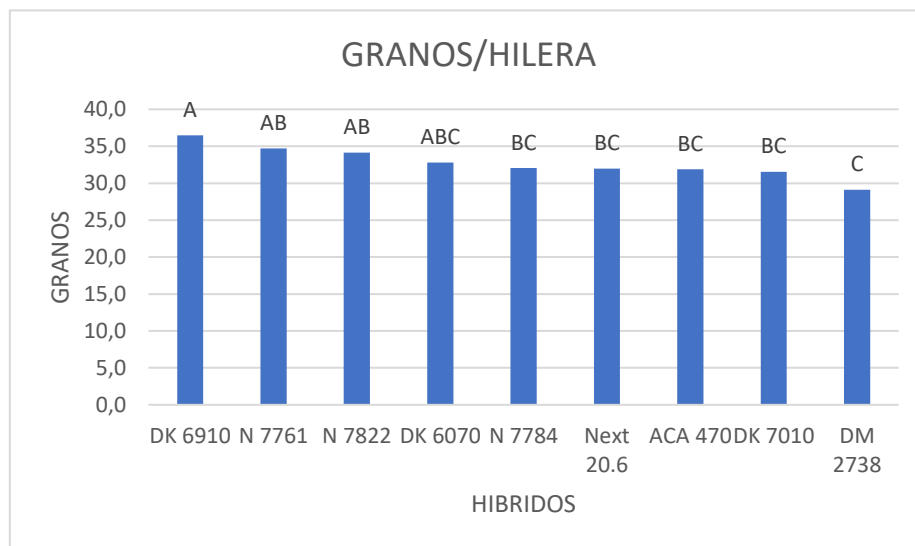


Gráfico 8. Número de granos por hilera para cada híbrido comercial (ZONA 1). Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

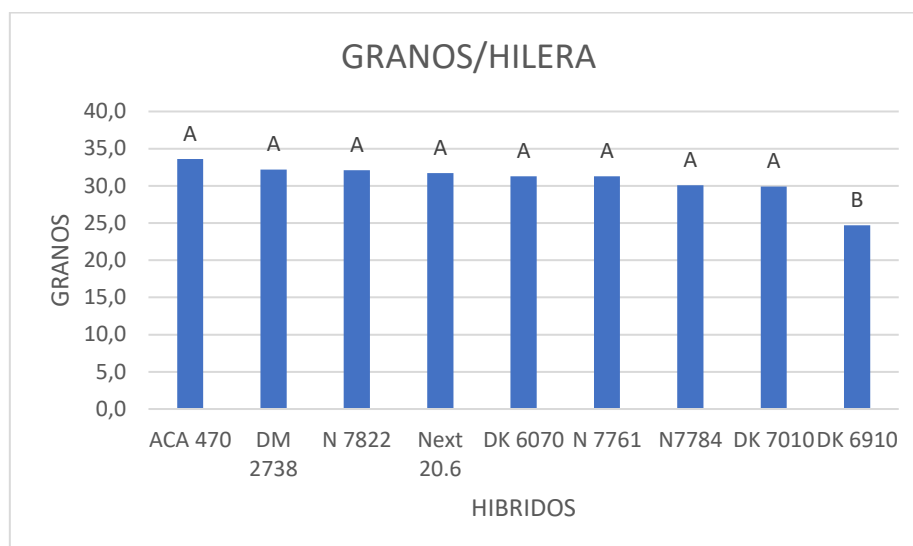


Gráfico 9. Número de granos por hilera para cada híbrido comercial (ZONA 2).

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 previas 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 ANOVA indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos. DK 6910 que presentó el mayor número de granos por hilera, sin diferenciarse de N 7761; N 7822; DK 6070. DM 2738 presentó el menor número con valores similares a DK 6070; N 7784; NEXT 20.6; ACA 470; N 7010 en la zona 1. En la zona 2 ACA 470 presentó el mayor número de granos por hilera sin diferenciarse del resto de los híbridos, excepto por el híbrido DK 6910 que presentó el menor número de granos. Con lo expresado podemos inferir que las temperaturas fueron las adecuadas para la fijación de granos, ya que en la zona 1 el número se mantuvo relativamente estable y en la zona 2 solo un híbrido presentó diferencias con respecto al resto. La variable en estudio es un componente muy importante del rendimiento, y todos los híbridos presentaron buena capacidad de fijación de granos.

Rendimiento

❖ ZONA 1

En el grafico se presentan los valores obtenidos de rendimiento para el híbrido y su testigo



apareado. Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$).

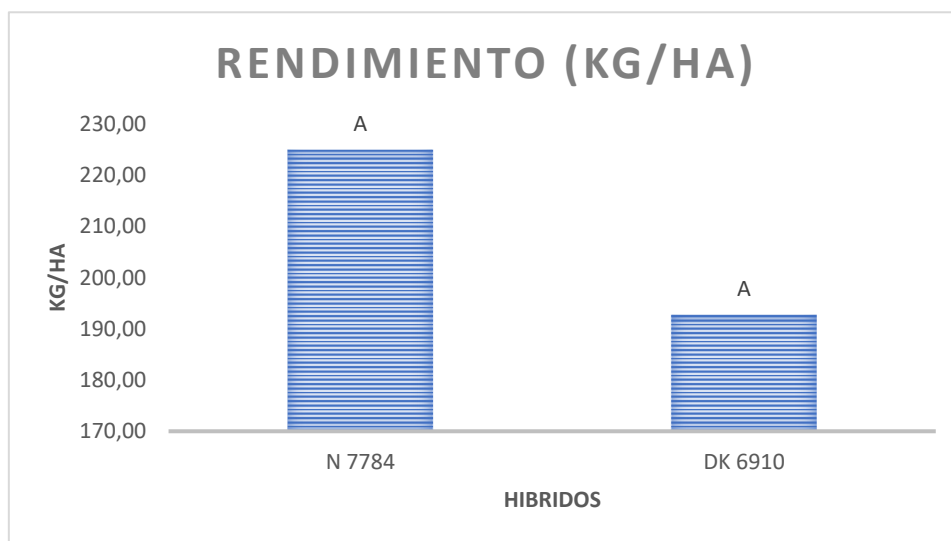


Gráfico 10. Rendimiento medio del híbrido DK 6910 comparado con su testigo apareado (zona 1).

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

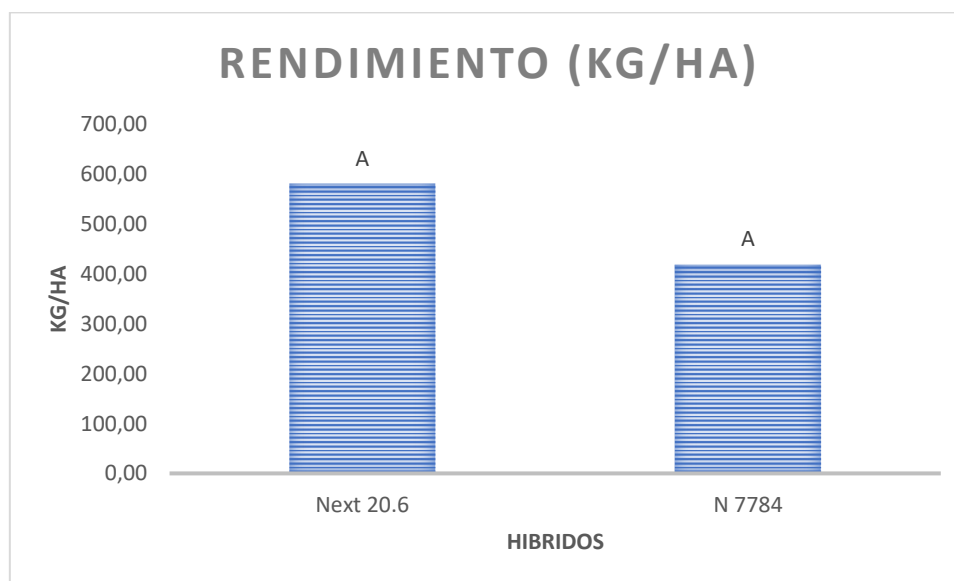


Gráfico 11. Rendimiento medio del híbrido Next 20.6 comparado con su testigo apareado (zona 1).



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

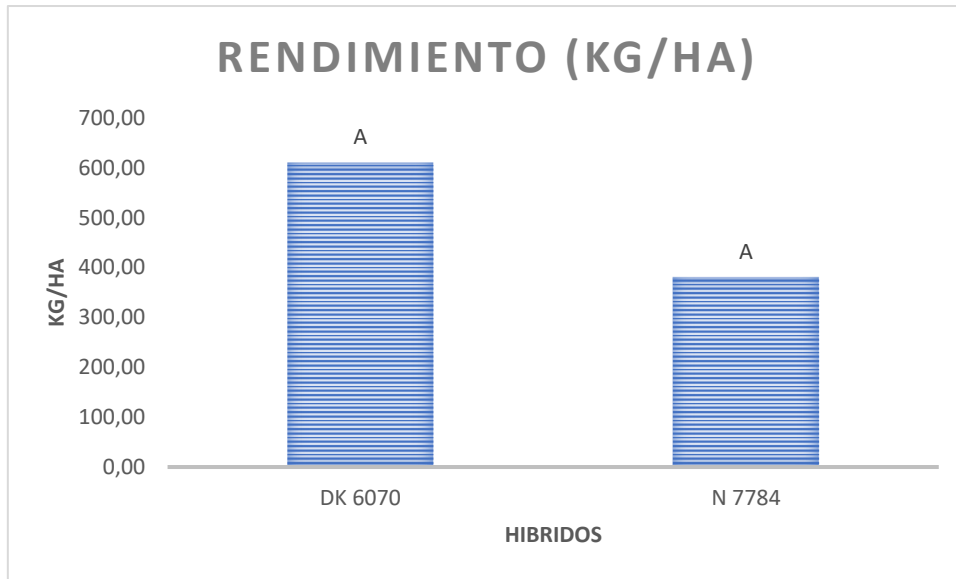


Gráfico 12. Rendimiento medio del híbrido DK 6070 comparado con su testigo apareado (zona 1).

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

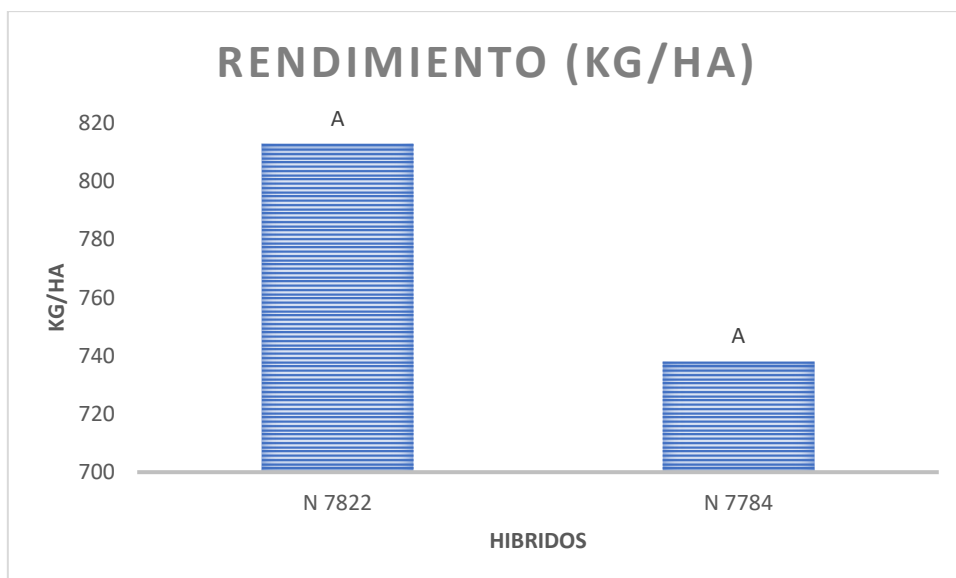


Gráfico 13. Rendimiento medio del híbrido N 7822 comparado con su testigo apareado (zona 1).



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

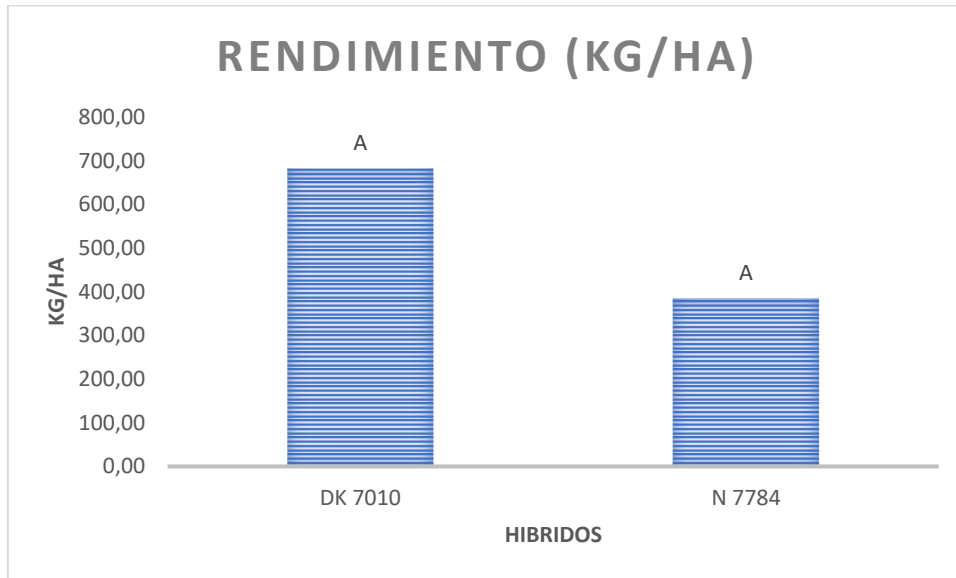


Gráfico 14. Rendimiento medio del híbrido DK 7010 comparado con su testigo apareado (zona 1).

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

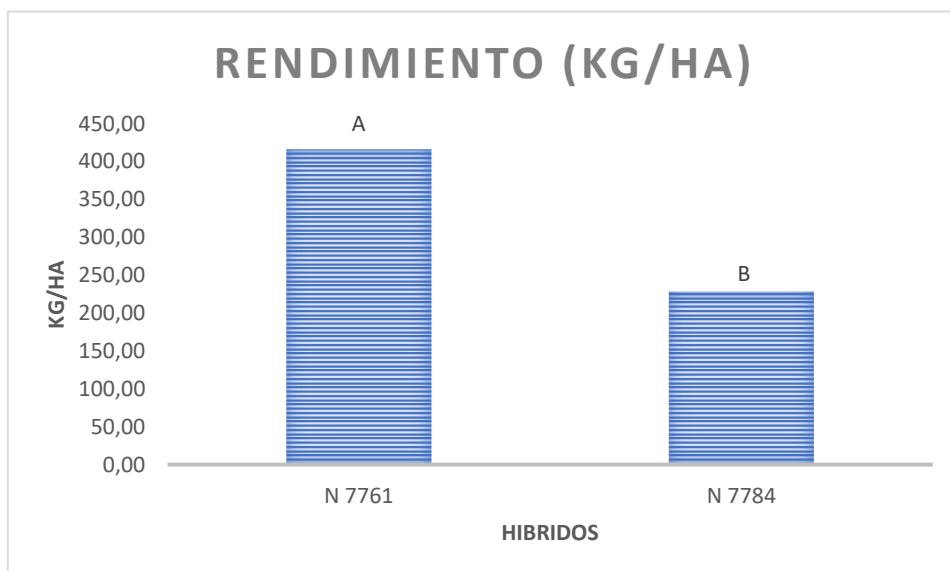


Gráfico 15. Rendimiento medio del híbrido N 7761 comparado con su testigo apareado (zona 1).



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

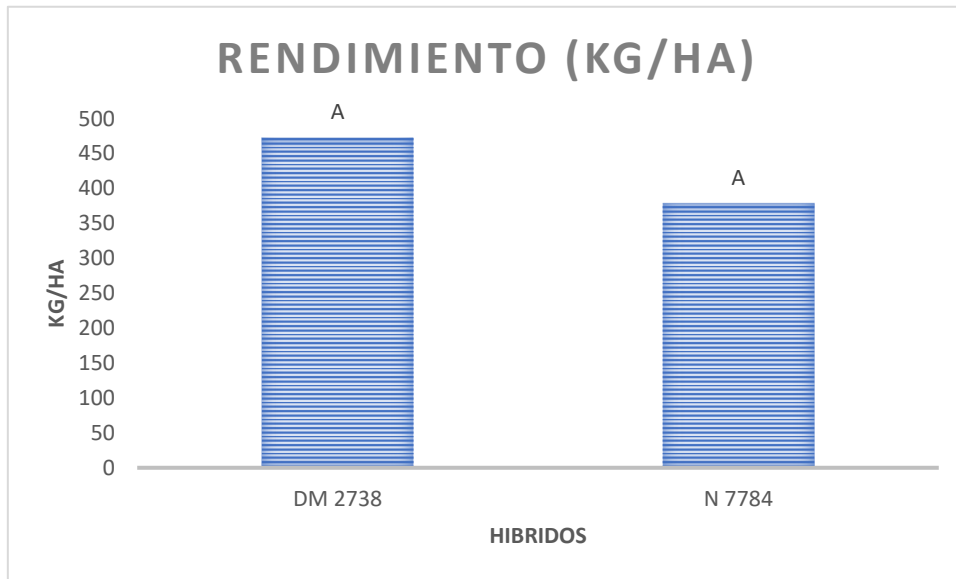


Gráfico 16. Rendimiento medio del híbrido DM 2738 comparado con su testigo apareado (zona 1).

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

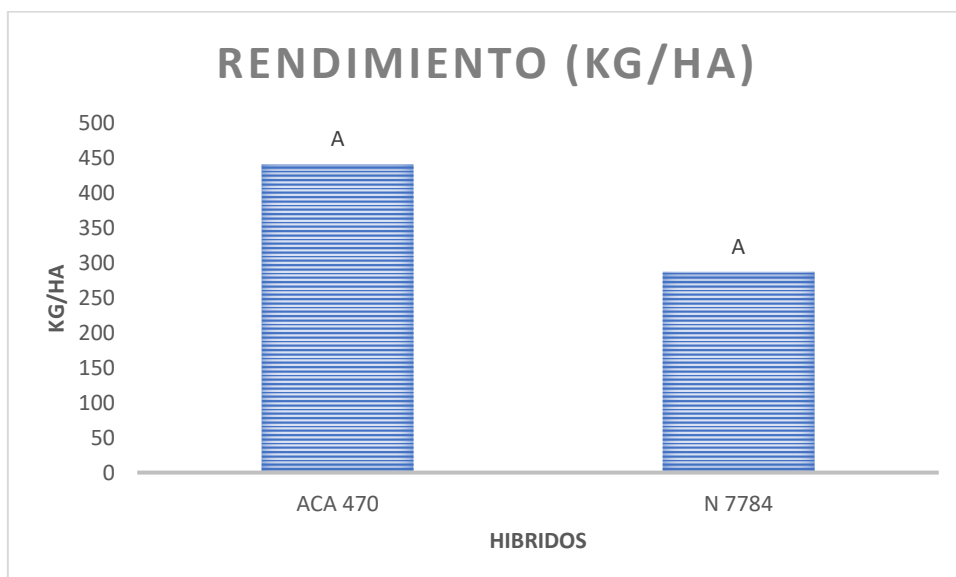


Gráfico 17. Rendimiento medio del híbrido N 7761 comparado con su testigo apareado (zona 1).



El análisis de la varianza indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el híbrido N 7761 y su respectivo testigo (Gráfico 15). Las diferencias encontradas teniendo en cuenta los componentes de la fórmula de rendimiento, podrían estar asociadas al mayor número de granos por hilera del híbrido N 7761.

Por otro lado, el ANOVA indicó que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ninguno de los otros híbridos comerciales y sus respectivos testigos. Esto podría deberse a que el ensayo de la zona 1 se encontraba en la zona de loma donde en gran porcentaje de la misma presenta roca aflorante o muy baja profundidad lo que no permitió expresar el potencial de los mismos.

En el gráfico se presentan los valores obtenidos de rendimiento para todos los híbridos en la zona 1. Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$)

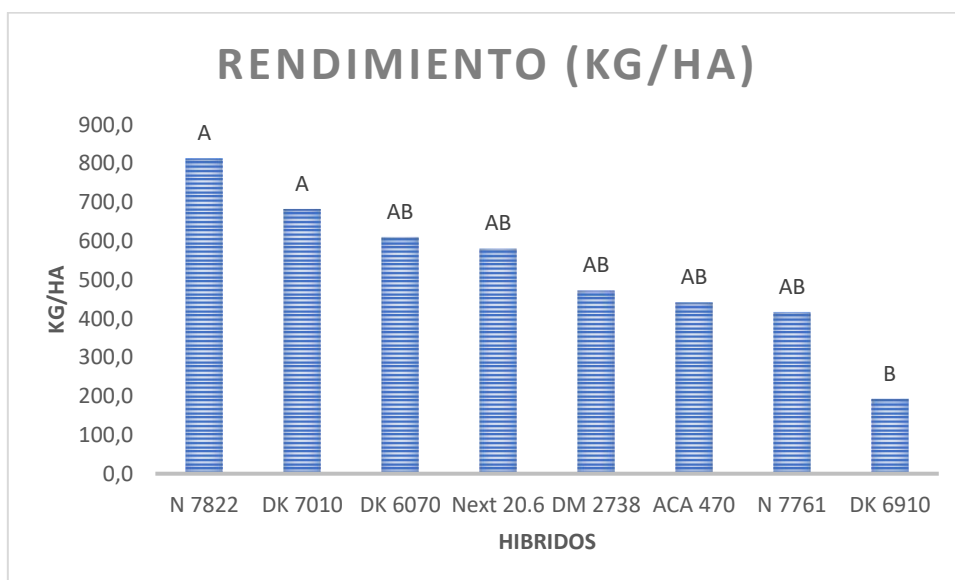


Gráfico 18. Rendimiento medio de los ocho híbridos comerciales.

En base a los análisis realizados y lo expuesto en el gráfico (Gráfico 18), los materiales N 7822; DK 7010 y DK 6070 fueron los híbridos que presentaron mayor rinde.

❖ ZONA 2

En el gráfico se presentan los valores obtenidos de rendimiento para todos los híbridos en la zona 2. Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$)

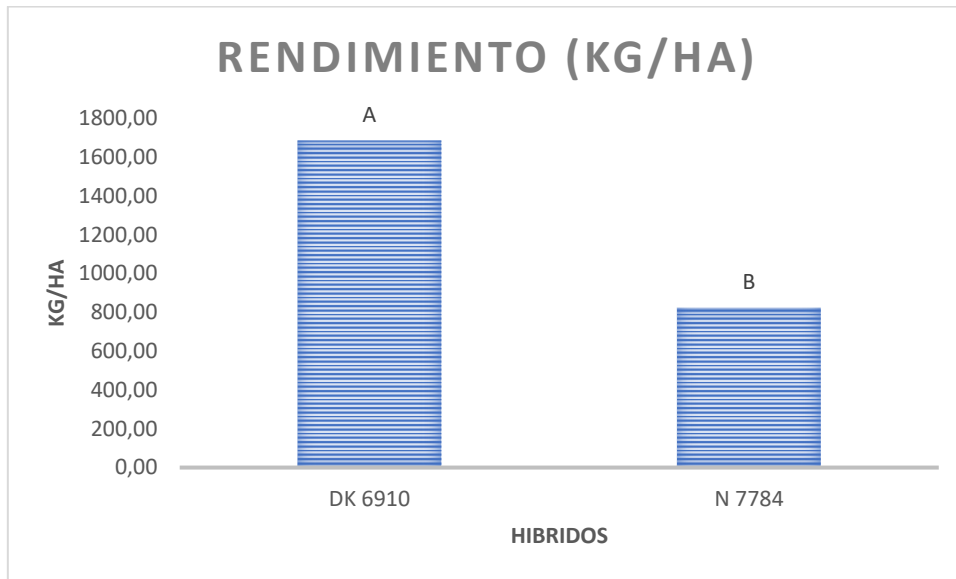


Gráfico 19. Rendimiento medio del híbrido DK 6910 comparado con su testigo apareado (zona 2).

En el gráfico se presentan los valores obtenidos de rendimiento para todos los híbridos en la zona 2. Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$)

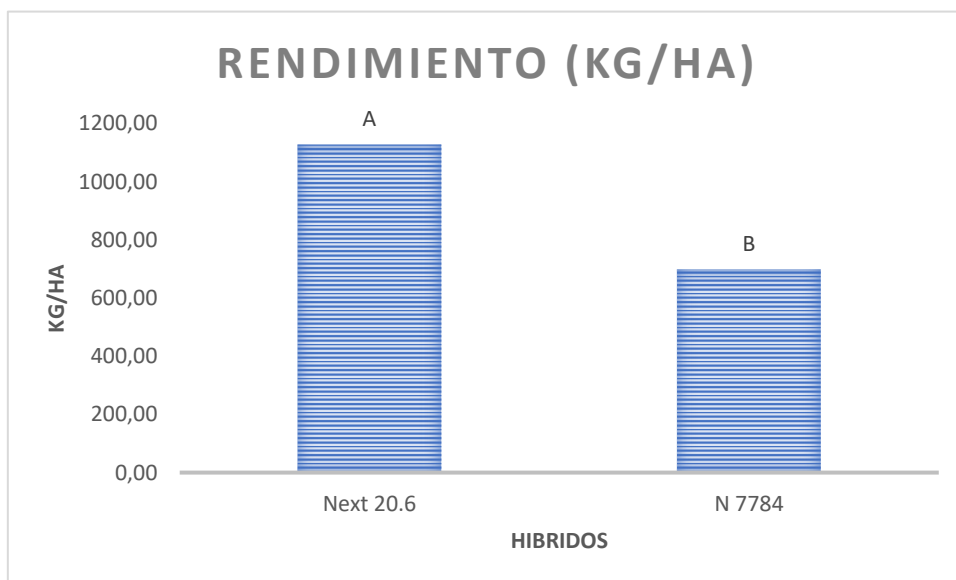


Gráfico 20. Rendimiento medio del híbrido Next 20.6 comparado con su testigo apareado (zona 2).



En la figura se presentan los valores obtenidos de rendimiento para todos los híbridos en la zona 2. Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$)

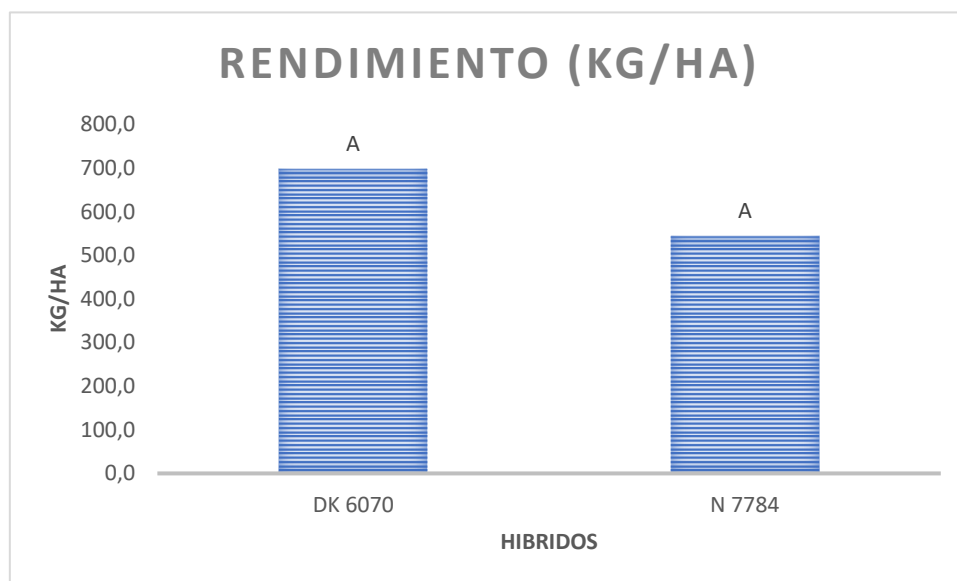


Gráfico 21. Rendimiento medio del híbrido DK 6070 comparado con su testigo apareado (zona 2).

En el gráfico se presentan los valores obtenidos de rendimiento para todos los híbridos en la zona 2. Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$)

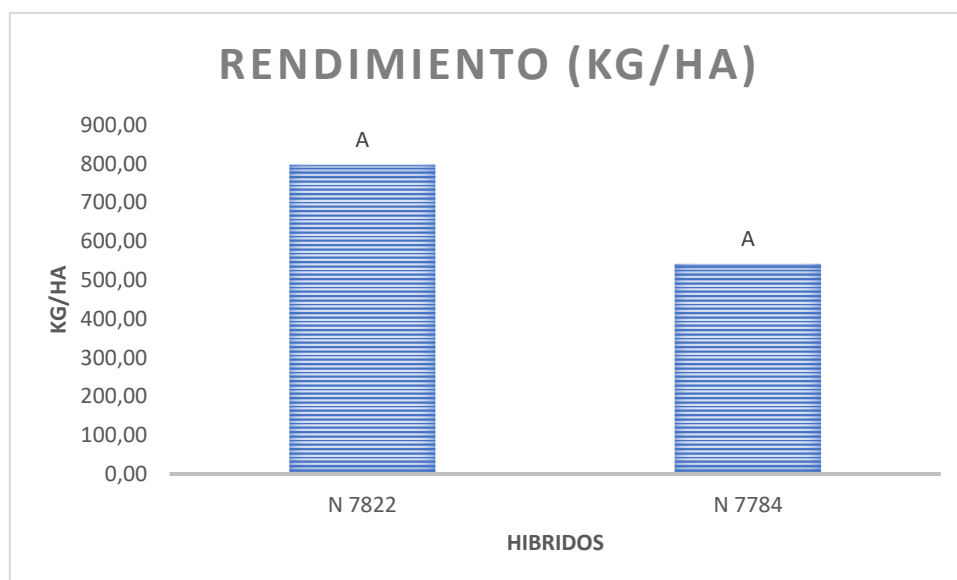


Gráfico 22. Rendimiento medio del híbrido N 7822 comparado con su testigo apareado (zona 2).



En el gráfico se presentan los valores obtenidos de rendimiento para todos los híbridos en la zona 2. Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$)

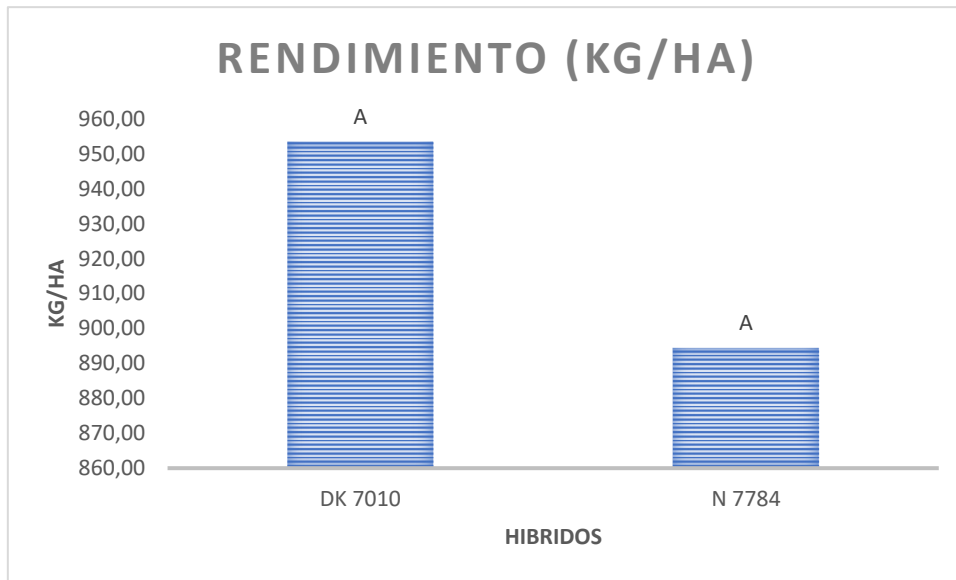


Gráfico 23. Rendimiento medio del híbrido N 7010 comparado con su testigo apareado (zona 2).

En el gráfico se presentan los valores obtenidos de rendimiento para todos los híbridos en la zona 2. Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$)

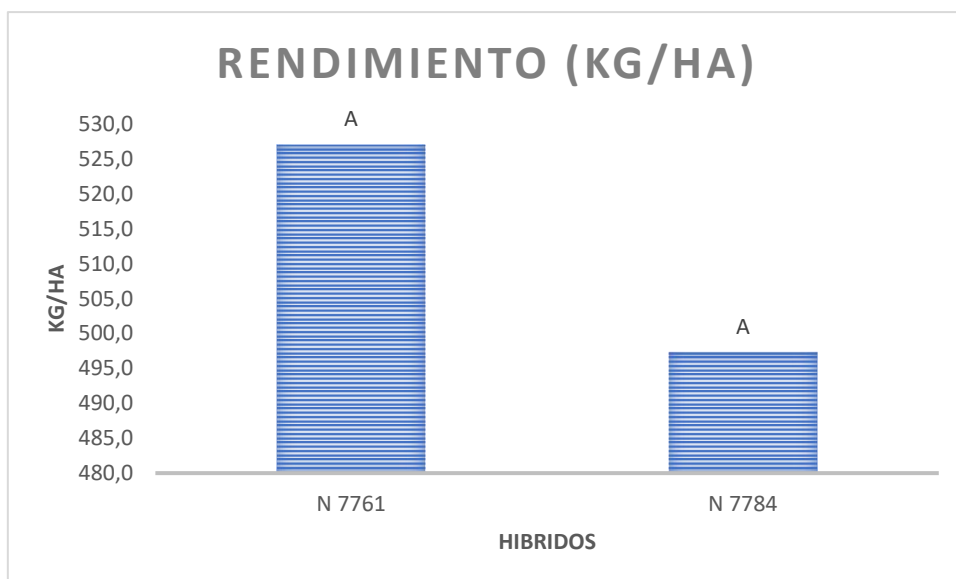


Gráfico 24. Rendimiento medio del híbrido N 7761 comparado con su testigo apareado (zona 2).



En el gráfico se presentan los valores obtenidos de rendimiento para todos los híbridos en la zona 2. Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$)

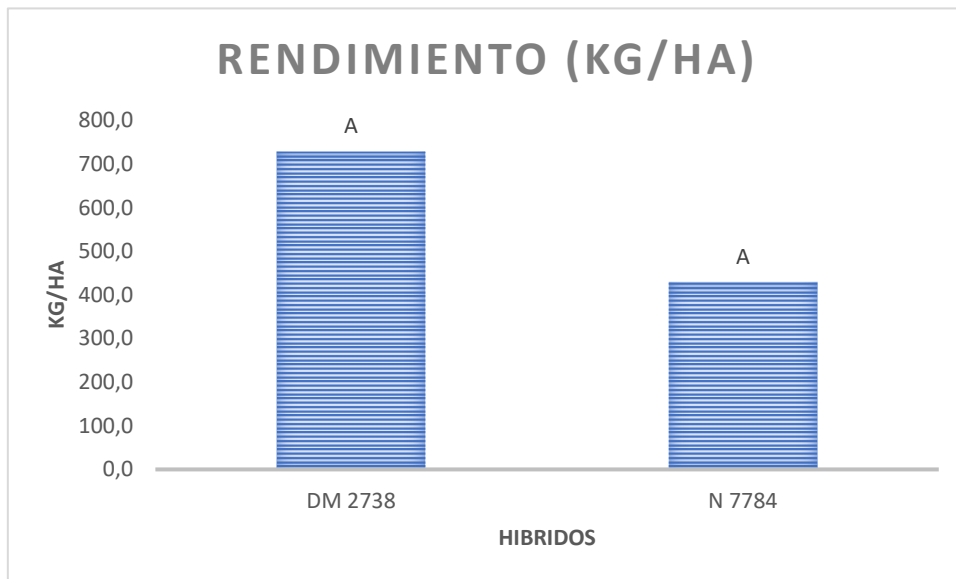


Gráfico 25. Rendimiento medio del híbrido DM 2738 comparado con su testigo apareado (zona 2).

En el gráfico se presentan los valores obtenidos de rendimiento para todos los híbridos en la zona 2. Medias con una letra común no son significativamente diferentes por LSD ($p > 0,05$)

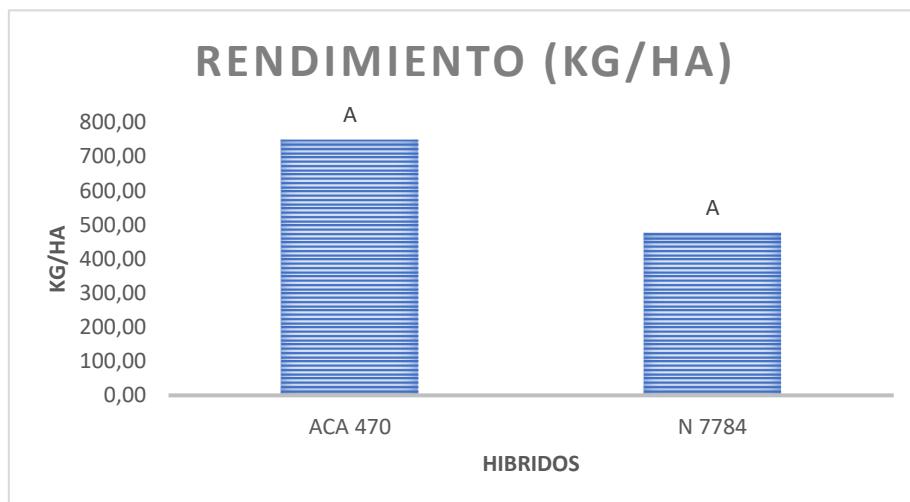


Gráfico 26. Rendimiento medio del híbrido ACA 470 comparado con su testigo apareado (zona 2).



El análisis de la varianza indicó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos. El híbrido DK 6910 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 número de espigas por hectárea del híbrido DK 6910.

El híbrido Next 20.6 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 número de granos por hilera del híbrido Next 20.6. Por otro lado, el ANOVA indicó que para el híbrido DK 6070, N 7822, DK 7010, N 7761, DM 2738, ACA 470 y sus testigos, no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ellos.

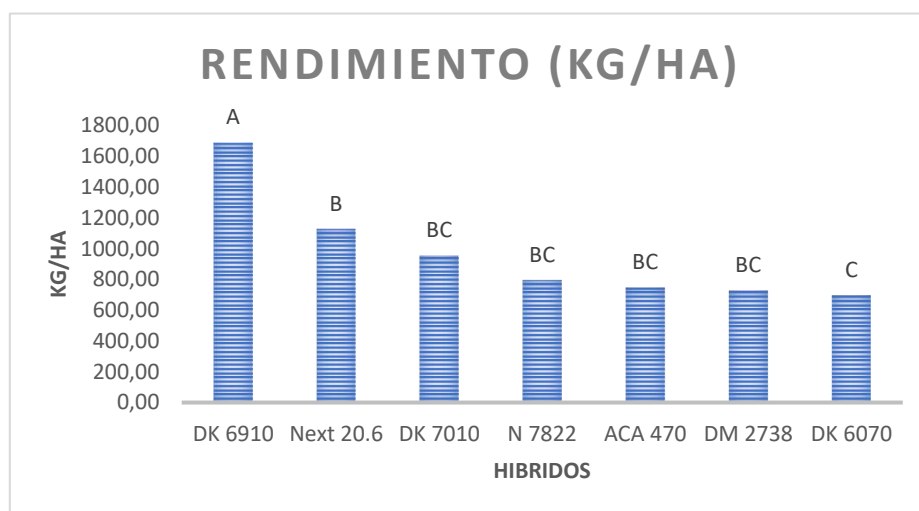


Gráfico 27. Rendimiento medio de los ocho híbridos comerciales.

En base a los análisis realizados y lo expuesto en el gráfico (Gráfico 27), los materiales DK 6910; Next 20.6 y DK 7010 fueron los híbridos que presentaron mayor producción en grano.

CORRELACIÓN Y REGRESIÓN ENTRE VARIABLES

En la Tabla N°3 se presenta la correlación entre variables ($n=96$). Valores de $R \geq 0,22$ son significativos con $p < 0,05$. El número de espigas presenta correlación positiva con el rendimiento, explicando el 42 % de la variabilidad del mismo (Gráfico 28). Asimismo, la cantidad de granos por hilera presentó un valor de correlación negativo, indicando que el cultivo intentó compensar la menor producción de espigas aumentando la cantidad de granos (Gráfico 29)



Tabla N°3

	Rto. kg/ha	N Pl(miles)/ha	N Esp(miles)/ha	Hil/Esp	Gr/Hil
Rto. kg/ha	1,00				
N Pl(miles)/ha	0,54	1,00			
N Esp(miles)/ha	0,65	0,80	1,00		
Hil/Esp	-0,16	-0,17	-0,12	1,00	
Gr/Hil	-0,27	-0,15	-0,19	0,10	1,00

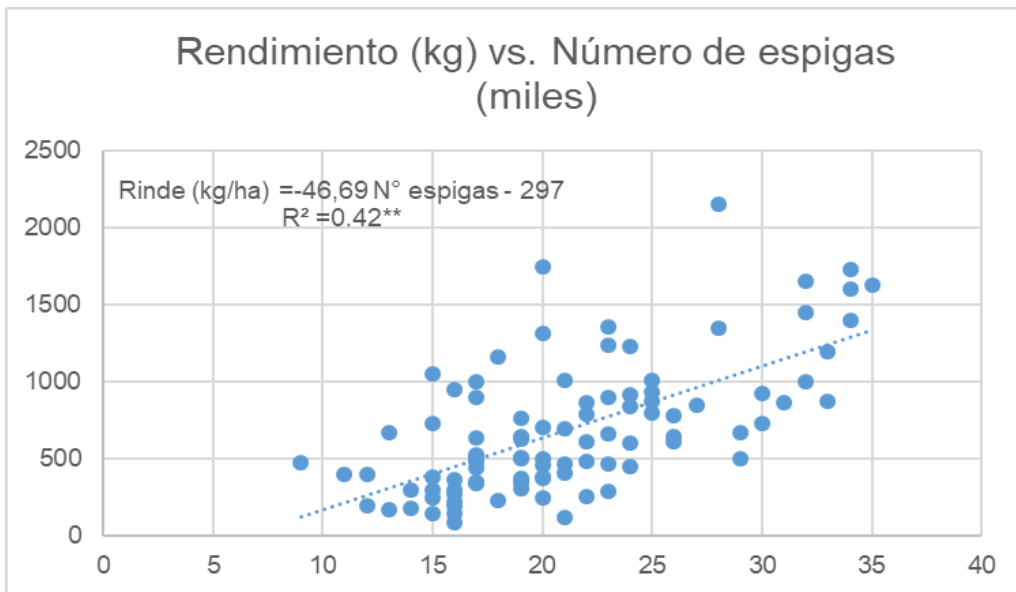


Gráfico 28. Regresión entre rendimiento (kg/ha) y número de espigas (miles).

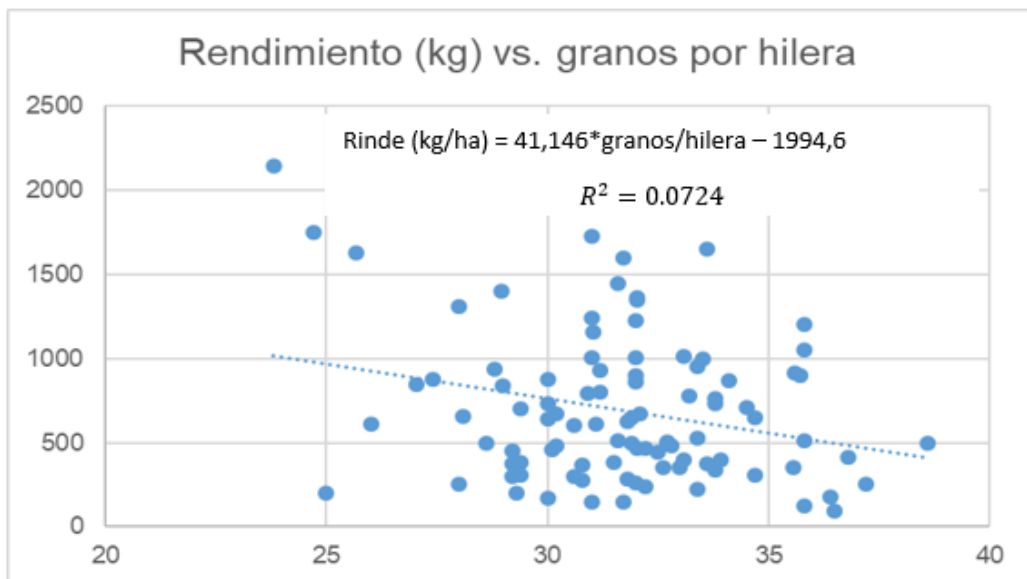


Gráfico 29. Relación entre rendimiento (kg/ha) y granos por hilera.



La mayor relación entre variables se obtuvo para número de espigas y número de plantas (Gráfico 30), alcanzando un valor de correlación alto.

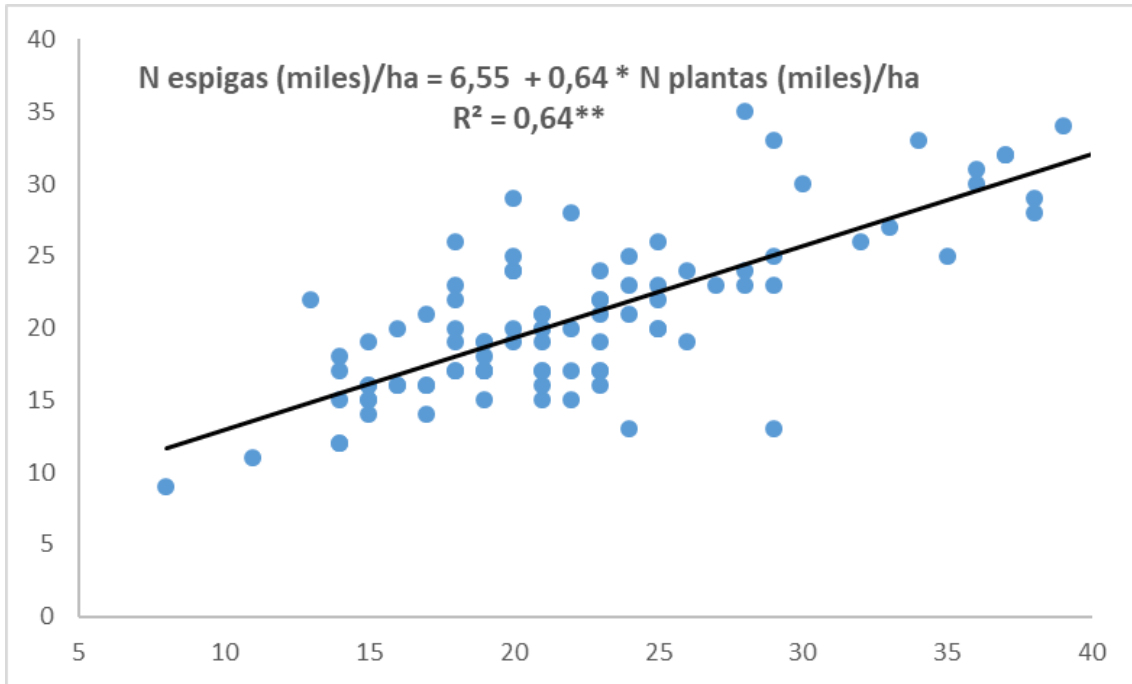


Gráfico 30. Relación entre número de espigas y número de plantas.



CONCLUSIONES

La siembra tardía del cultivo de maíz a baja densidad y en forma tardía permite aumentar las posibilidades de cosecha en las regiones menos adaptadas por limitantes climáticas y edáficas. La reducción a un 20 a 50 % de las plantas propuestas en las zonas núcleo (pampa ondulada) aseguran disponibilidad de agua y nutrientes edáficos, mientras que el atraso de la siembra permite alcanzar la floración del cultivo en períodos de menor evapotranspiración potencial (febrero-marzo).

A partir de la experiencia de campo desarrollada, pudimos establecer que:

- ❖ Las precipitaciones del período diciembre a marzo (62 mm) redujeron drásticamente los rendimientos esperados. El cultivo pudo generar espigas con el agua acumulada en el perfil en el trimestre agosto-octubre, sin poder expresar su potencial a partir de la floración por estrés hídrico, reduciendo el número y peso de granos.
- ❖ Suelos de mayor calidad permiten mejorar el rendimiento. En el sitio 1 (suelo en posición de ladera, IP= 0,39) se obtuvo como rendimiento medio 450 ± 252 kg/ha. En el sitio 2 (suelo del cañadón, IP= 0,68) el rendimiento fue 935 ± 436 kg/ha, con un incremento del 107 % respecto al anterior. En un año como el analizado, de severa limitación hídrica, la adecuada elección de ambientes edáficos permite mejorar las expectativas de cosecha.
- ❖ La densidad de plantas logradas por parcela fue muy variable, asociado al sistema de siembra, y en menor medida, al tipo de suelo. Esto dificulta la comparación de rendimientos entre híbridos, aún dentro de una parcela (diseño apareado). Tomando a la cantidad de plantas por ha como co-variable de rendimiento, el efecto no puede ser eliminado completamente. Recomendamos realizar un nuevo análisis para los 2 sitios, tomando como base aquellas parcelas cuya híbrido y testigo se encuentren entre 18000-22000 plantas/ha. Otro análisis que puede realizarse es la influencia de la densidad de plantas en los parámetros del rendimiento, solo para el testigo (n=48).
- ❖ El número de espigas por ha fue el componente del rendimiento que mejor correlaciona con el rendimiento en grano. El número de espigas tuvo estrecha relación con el número de plantas. Es posible que en años de mejor disponibilidad hídrica la relación no sea tan estrecha. Las espigas por ha para la zona 1 fueron de 13000 a 25000 (91 % de los casos) y de 16000 a 30000 espigas (75 % de los casos) para la zona 2. Esta información puede ser útil para futuros ensayos, donde en suelos de calidad restringida puede proponerse lograr 20000 espigas y en suelos de mayor aptitud unas 25000 espigas.



- ❖ En base a los resultados obtenidos, sin tener en cuenta el precio de la semilla, así como sus características genéticas (resistencia a enfermedades, insectos y vuelco de plantas) recomendaremos el material genético DK 6910 ya que presenta valores más que aceptables de hileras espiga-1, y granos hilera-1, variables que influyen directamente sobre el rendimiento final del cultivo. Este material se comporta mejor en ambientes menos restringidos como los suelos de la zona 2. Para el caso de la zona 1, que tuvo muy bajos rendimientos, recomendaría N 7822.

Teniendo en cuenta, los costos de los híbridos comerciales, la reducida tecnología de cultivo aplicada y los rendimientos obtenidos, no recomendaría la siembra de maíz de cosecha. El resultado económico obtenido lo torna inviable.

Sin embargo, en planteos regionales puramente agrícolas es un cultivo que continúa en expansión. Para futuros ensayos recomendaría:

- ❖ Adquirir módulos de siembra para cosecha gruesa. Ello reducirá la variabilidad en el número de plantas logradas.
- ❖ Plantear rendimientos objetivos. En suelos de mayor calidad pueden realizarse pruebas con densidades de 25000 plantas/ha. Con ello espera alcanzarse unas 30000 espigas de 180 g de peso promedio en grano, logrando rendimientos plausibles de 5,4 Mg ha⁻¹ en un año de precipitaciones adecuadas, con control de malezas, barbecho, cobertura y fertilidad adecuada. Los materiales genéticos pueden ser los aquí propuestos u otros que se correspondan al tipo flex, que aseguran el desarrollo de una espiga principal.



BIBLIOGRAFÍA

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

Andrade, F. H.; Cirilo, A. G.; Uhart, S. A.; Otegui, M. E. 1996. *Ecosifisiología del cultivo maíz*. Balcarce, Buenos Aires. Argentina. Editorial La Barrosa. Pp.16-21-24.

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 inmaize: shade vs. plant density effects. *Crop Science*, 33: 482-485.

Andrade, F. H., Vega, C, Uhart, S., Cirilo, A., Cantarero, M., y Valentinuz, O. 1999. Kernel number determination in maize. *Crop Science*, 39: 453-459.

Bertrand, M. 1991. Mécanismes de l' élaboration du nombre de grains du maïs. Valeur predictive d'indicateursécophysiológicos. 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 y G. O. Edmeades. 1994. Flowering of diverse maize cultivars in relation to temperatura and photoperiod inmultilocation field trials. *Crop Science*, 34:156-164.

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.

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

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.

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.



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

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

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

Eyhérbide, G. (2015). Bases para el manejo del cultivo de maíz. INTA Pergamino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

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.

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.

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.

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

Kim, S. H., Yang, Y., Timlin, D. J., Fleisher, D. H., Dathe, A., Reddy, V. R., Staver, K., 2012. Modeling temperatura 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. y R. Bonhomme. 1991. Predicting maize phenology. En: T. Hodges (ed.). *Predicting crop phenology*. CRC Press. Boca Raton, Ann Arbor. Boston. Págs. 115-131

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.

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



Cultivo de maíz a baja densidad:
Comparación de rendimiento y cualidades en sitio Naposta

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.

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.

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 (3a ed.). Series Agronomy N° 18. American Society of Agronomy, Inc. Publishers. Madison, Wisconsin, USA

<http://www.produccionagricolamundial.com>

<http://www.agroverdad.com.ar>

<https://www.bcr.com.ar/es>

Estimaciones Agrícolas (magyp.gob.ar)



ANEXO

ALTURA PRIMER ESPIGA					
Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2393	9	265,868056	5,112	0,0001
Hibrido	2151	8	268,851563	5,169	0,0002
Parcela	242	1	242	4,653	0,0374
Error	1977	38	52,0131579		
Total	4369	47			
Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,07544					
Error = 52,01 gl: 38					
Hibrido	Medias	n	E.E.		
DK 6910	62,33	3	4,16		
Next 20.6	56,67	3	4,16		
ACA 470	49,33	3	4,16		
N 7784	44,92	24	1,47		
DM 2738	44,33	3	4,16		
N 7761	43,33	3	4,16		
DK 7010	37,33	3	4,16		
DK 6070	37,00	3	4,16		
N 7822	33,33	3	4,16		



HILERAS POR ESPIGA					
Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,4	9	1,7101	3,64697	0,0023
Hibrido	15,2	8	1,8954	4,04211	0,0015
Parcela	0,2	1	0,2278	0,48583	0,4900
Error	17,8	38	0,4689		
Total	33,2	47			
Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,07544					
Error = 0,4689 gl: 38					
Hibrido	Medias	n	E.E.		
Next 20.6	16	3	0,40		
N 7784	15	24	0,14		
DK 6910	15	3	0,40		
ACA 470	15	3	0,40		
DK 7010	14	3	0,40		
DM 2738	14	3	0,40		
N 7761	14	3	0,40		
DK 6070	14	3	0,40		
N 7822	13	3	0,40		



ESPIGAS POR HECTAREA					
Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	453	9	50,33	5,831	4,45
Hibrido	421	8	52,63	6,097	4,73
Parcela	32	1	32,00	3,707	6,17
Error	328	38	8,63		
Total	781	47			
Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,614					
Error = 8,7316 gl: 38					
Hibrido	Medias	n	E.E.		
Next 20.6	25,7	3	1,696		
ACA 470	23,7	3	1,696		
DM 2738	21,7	3	1,696		
DK 6910	19	3	1,696		
N 7822	19	3	1,696		
N 7784	17	24	0,600		
DK 7010	17	3	1,696		
N 7761	17	3	1,696		
DK 6070	13	3	1,696		



GRANOS POR HILERA					
Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	453	9	50,3333333	5,831	4,4
Hibrido	421	8	52,625	6,097	4,7
Parcela	32	1	32	3,707	0,06
Error	328	38	8,63157895		
Total	781	47			
Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,614					
Error =8,6316 gl: 38					
Hibrido	Medias	n	E.E.		
Next 20.6	26	3	1,70		
ACA 470	24	3	1,70		
DM 2738	22	3	1,70		
DK 6910	19	3	1,70		
N 7822	19	3	1,70		
N 7784	17	24	0,60		
DK 7010	17	3	1,70		
N 7761	17	3	1,70		
DK 6070	13	3	1,70		



PLANTAS POR HECTAREA					
Cuadro de analisis de la varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	429,2	9	47,68	3,707	0,002
Hibrido	415,4	8	51,92	4,036	0,002
Parcela	13,8	1	13,78	1,071	0,307
Error	488,8	38	12,86		
Total	918,0	47			
Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=5,63					
Error = 12,8643 gl: 38					
Hibrido	Medias	n	E.E.		
Next 20.6	27,3	3	2,07		
DM 2738	22,0	3	2,07		
N 7784	20,8	24	0,73		
DK 7010	19,3	3	2,07		
N 7822	19,3	3	2,07		
N 7761	19,0	3	2,07		
ACA 470	18,0	3	2,07		
DK 6910	16,0	3	2,07		
DK 6070	12,7	3	2,07		



RENDIMIENTO (KG/HA)					
Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	792375,6	8	99046,95	1,6244	0,19
Hibrido	749836,5	7	107119,50	1,7567	0,17
Parcela	42539,1	1	42539,06	0,6976	0,41
Error	914642,5	15	60976,17		
Total	1707018,1	23			
Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=492,74					
Error = 60976,16 gl: 15					
Hibrido	Medias	n	E.E.		
N 7822	812,9	3	142,57		
DK 7010	682,6	3	142,57		
DK 6070	609,9	3	142,57		
Next 20.6	580,6	3	142,57		
DM 2738	472,4	3	142,57		
ACA 470	441,7	3	142,57		
N 7761	416,0	3	142,57		
DK 6910	192,8	3	142,57		

Escala fenológica en maíz			
VE	Emergencia	R1	Se ven los estigmas en el 50% de las plantas
V1	1ra hoja desarrollada	R2	Cuaje: Se ven los granos hinchados llenos de un
V2	2da hoja desarrollada	R3	Grano lechoso: los granos están llenos de un fluido
Vn	Se ve el cuello de la hoja "n" ("n" es igual al número final de hojas de la planta y está usualmente entre 16 y 22; sin embargo, al momento de la floración, 4-5 hojas inferiores pueden perderse)	R4	Grano pastoso: granos llenos de una pasta blanca
VT	Panojamiento: Se ve completamente la última rama de la panoja; debe tenerse en cuenta que no es lo mismo que la floración masculina, la cual ocurre cuando comienza a derramarse el polen.	R5	Grano dentado: la parte superior de los granos está llena de almidón sólido
		R6	Madurez Fisiológica: la humedad del grano es de cerca de 35%

Escala fenológica de Ritchie y Hanway (1982)