



ÁREA DE CONSOLIDACIÓN  
MÉTODOS CUANTITATIVOS  
PARA LA INVESTIGACIÓN  
AGROPECUARIA



# EFECTOS DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN HIBRIDOS COMERCIALES DE MAIZ EN COLONIA MARINA, CORDOBA

MELANO, MARIA FLORENCIA  
BIRAGHI, MATIAS SEBASTIAN

CORDOBA - ARGENTINA

AÑO 2019



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

## AGRADECIMIENTO

*Les agradecemos a la empresa AGROIDEAS SA, por brindarnos el apoyo y la confianza para llevar adelante distintos tipos de ensayos relacionado con el cultivo de maíz, como así también agradecer al productor ROSSI RAUL, por brindarnos sus instalaciones y maquinarias para poder llevarlo a cabo. Agradecemos a la profesora BRUNO CECILIA, por brindarnos su apoyo y guía en el análisis de los datos.*

<b>ÍNDICE:</b>	
<b>RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVO.....</b>	<b>7</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>9</b>
ANÁLISIS EXPLORATORIO.....	9
MODELOS COMPARATIVOS DEL RENDIMIENTO EN FUNCION DEL HÍBRIDO Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA.....	12
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>16</b>

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de tres híbridos de maíz, utilizados por una empresa dedicada a la producción agropecuaria en la zona de la localidad cordobesa de Colonia Marina, frente a diferentes densidades de siembra. Se trabajó con los datos de rendimiento obtenidos durante los años 2016 al 2018. Se ajustaron diferentes modelos estadísticos para comparar el desempeño de los tres híbridos bajo las diferentes densidades de siembra considerando el efecto del ambiente (año). El Modelo Lineal Mixto, con efecto fijo de densidad, de híbrido e interacción densidad  $\times$  híbrido; considerando el año como efecto aleatorio y contemplando una heterocedasticidad provocada por la densidad híbrido, fue el que permitió modelar el rendimiento promedio de los híbridos bajo las distintas densidades por presentar un criterio de información (AIC) más pequeño. Los híbridos de la línea NEXT tuvieron más rendimiento promedio a medida que aumenta la densidad de siembra, sin embargo, no se encontraron diferencias entre 75 mil plantas/ha y 90 mil plantas/ha. Por el contrario, el híbrido 507 PW presentó menor potencial de rendimiento que los de la línea NEXT sobre todo en altas densidades de siembra.

## INTRODUCCIÓN

El maíz, *Zea mays* L. es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Perteneció a la familia de las Poáceas (gramíneas), tribu Maydeas. *Zea mays* es la única especie cultivada de las Maydeas de gran importancia económica (Wilkes, 1985; Galinat, 1988; Dowswell et al., 1996). El maíz cultivado es una planta completamente domesticada. En la actualidad el maíz es el segundo cultivo del mundo por su nivel de producción. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo (Dowswell et al., 1996). La mayor parte del maíz es cultivado a altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies del Caspio y hasta los 3.800 msnm en la cordillera de los Andes. Más aún, el cultivo continúa expandiéndose a nuevas áreas y a nuevos ambientes (Bert y Satorre, 2012). En la agricultura argentina, a través de la innovación en las biotecnologías se comenzó a buscar alternativas para estabilizar el sistema agrícola; y uno de los cultivos que sufrió esos cambios fue el cultivo de Maíz. El maíz se caracterizó por ser sembrado en fechas tempranas (Septiembre/Octubre para Córdoba), pero debido a los problemas climáticos y ambientales, fue perdiendo competitividad, motivo por el cual, el productor priorizó las siembras tardías o de segunda (siembras de Diciembre). Los maíces tardíos han adquirido importancia en los últimos años. El buen rendimiento obtenido a pesar de su menor potencialidad respecto a fechas tempranas (Otegui et al., 2002; Maddonni, 2012) ha convertido a las siembras de maíz tardías en una alternativa dentro del sistema productivo argentino. En siembras de primavera (Septiembre/Octubre) este cultivo recibe mayor radiación, donde el peso de 1000 granos es mayor en comparación con un cultivo sembrado en fechas de fines de verano. Según la zona en la cual se realiza la siembra de maíz, tienen diferentes denominaciones; si se siembra al norte del país, se denomina maíz tardío o primera tardía por ser la única fecha de siembra que tienen, mientras que en la región núcleo maicera de Argentina se considera dos fechas de siembra; una en primavera y otra a fines de verano; dentro de la fecha de fines de verano se considera de segunda cuando tiene cultivo antecesor invernal (trigo o cebada), mientras que se denominan tardío cuando no tiene cultivo antecesor de invierno. A nivel país, hay muchas menos hectáreas sembradas con Maíz de Segunda en comparación con la cantidad de hectáreas sembradas con Maíz Tardío.

Cuando en ambientes templados se atrasa la siembra de maíz el efecto combinado –sobre el ápice de crecimiento- de una mayor temperatura y un fotoperíodo creciente, modifica el número total de hojas diferenciadas (mayor número de hojas, permiten disminuir la densidad). El número de hojas resultantes depende de la mayor o menor sensibilidad del genotipo y del tipo de respuesta a ambos factores ambientales (Warrington y Kanemasu, 1983). La floración de cultivos sembrados tardíamente se desplaza hacia momentos de menor radiación incidente respecto de siembras anticipadas. Esto limita la producción de materia seca en el período de floración e incrementa el aborto de estructuras reproductivas en desarrollo (Tollenaar, 1977; Fischer y Palmer, 1984; Tollenaar et al., 1992). La elección de la fecha de siembra tardía en el cultivo de maíz, se ha generalizado como una herramienta de manejo productiva para diversificar el período crítico, esto significa, sembrar en lotes con poca agua útil a la siembra o sembrar en ambientes que por su génesis tienen poca capacidad de retener agua, aunque llueva (suelos con altos porcentajes de arena, con tosca cerca de superficie, etc). Las zonas donde más se ha incorporado como tecnología de manejo el uso de fecha de siembra tardía, como alternativa a la fecha temprana, son norte de Córdoba, La Pampa, San Luis, Suroeste de Córdoba y Oeste de Bs As. Algunas de las causas por las cuales no se realizaba esta práctica de manejo en el pasado sobre el cultivo de Maíz Tardío, se debe a que no existían maíces Bt (se perdía mucho rinde por *Diatraea saccharalis*, *Helicoverpa zea* y *Spodoptera frugiperda*), tampoco la tecnología resistente a Roundup (RR2) para el control de malezas, ni híbridos con tolerancia a Mal de Río Cuarto. Tampoco había genética con alta tolerancia a estrés hídrico, como en la actualidad, debido a que hacia fines de los 90 y principios de esta década los veranos fueron lluvioso con muy buenos resultados productivos en fechas tempranas. La elección de sembrar Maíz de Segunda en un lote donde el cultivo antecesor fue un cultivo de invierno (Trigo, Avena, etc), en vez de Soja de Segunda, es también una excelente herramienta para diversificar los cultivos, mejorar los márgenes brutos por hectárea y aumentar la captura de carbono en las rotaciones (Aapresid 2018).

La producción de maíz se encuentra afectada por un número importante de factores, algunos controlables y otros no (Aapresid 2018). Los principales factores que afectan su rendimiento están determinados por el clima, el nitrógeno disponible, el híbrido (potencial de rendimiento, sanidad), densidad poblacional, cultivo antecesor y labranza (Siembra Directa o Siembra Convencional) (Eyhérbide, 2003). La finalidad del ensayo analizado en el presente trabajo es encontrar, si hay un nivel de cantidad de plantas por hectárea recomendable, para disminuir la densidad de siembra sin caer en pérdida de rendimiento poblacional; conocer la respuesta del cultivo de maíz a diferentes factores determinantes del rendimiento, como condiciones

climáticas que presenta cada campaña, es esencial para determinar la planificación y el manejo adecuado del cultivo.

## **OBJETIVO**

Comparar el desempeño de tres híbridos de maíz respecto al rendimiento, ante variaciones en la densidad de siembra.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo se condujo en lotes de producción. Se sembraron los tres híbridos (507PW, NEXT 20.6 PW y NEXT 22.6 PW) en parcelas experimentales, cada uno fue sembrado en cuatro densidades de siembra (45000, 60000, 75000 y 90000 ptas. /ha) durante tres años consecutivos (2016, 2017 y 2018) bajo un diseño completamente aleatorizado. Se realizaron dos repeticiones por híbrido y por densidad. Todas las combinaciones de híbrido y densidad de siembra fueron sembradas en parcelas con el mismo antecesor (soja) y en siembra directa. Cada parcela constó de 8 surcos a 52.5 cm por cada densidad analizada y presentando un largo de 350 metros, obteniendo por cada parcela una superficie de 183.75 m<sup>2</sup>. Previamente a la siembra se hizo un control de malezas con Glifosato, 2-4 D al 100% y dicamba. Luego en estado vegetativo V5 se aplicó glifosato, nicosulfuron y tordon 24k para tener un control de malezas amplio. Se utilizó una sembradora Agrometal neumática de 16 líneas a 52.5 cm y la siembra se realizó de Este a Oeste. La fertilización se realizó en V6 aplicando al voleo nitro-doble (N 27 %, CaO 6%: Y Mg 4%) a razón de 250 kg/ha. No realizándose control de enfermedades. Para la determinación de las densidades, se hicieron dos conteos; uno en V5-V6 (cinco-seis hojas) y el otro conteo en el momento de cosecha. En cosecha se sacó muestras de mazorca para determinar humedad y peso de 1000 semillas, corrigiendo la humedad de cada tratamiento a 14.5 % de humedad. Se realizó una estadística descriptiva considerando como variable respuesta el rendimiento, medido en kg/ha y como variables de clasificación los híbridos y las densidades de siembra a la que fueron sembradas cada uno. A los fines de modelar la respuesta del rendimiento de los tres híbridos comerciales ante el cambio de densidad poblacional, se ajustaron modelos de ANAVA. El análisis comparativo de los tratamientos se abordó considerando dos estrategias respecto a las repeticiones; la primer estrategia consideró las repeticiones anidadas dentro de cada año, *i.e.*, con 24 observaciones, mientras que la segunda promediando las repeticiones dentro de cada año (n=12 observaciones). En una primera etapa de análisis, se ajustó para cada estrategia un

modelo lineal general. Se verificó el cumplimiento de los supuestos del ANAVA clásico (Independencia, Normalidad y Homogeneidad de varianzas). Para evaluar y comparar el desempeño de los modelos se utilizaron los criterios de Información de Akaike (AIC) y el Criterio de Información Bayesiano (BIC). Luego, se ajustaron modelos lineales mixtos considerando un efecto aleatorio del año, debido a que consideramos que la variabilidad interanual podría afectar la varianza total del rendimiento. Los efectos de híbrido, densidad de siembra y su interacción fueron considerados como efectos fijos y la comparación de sus medias ajustadas realizadas con test a posteriori de Fisher. Los modelos lineales mixtos permiten lograr estimaciones en caso donde los errores no son independientes y/o en casos donde las varianzas no son homogéneas (heteroscedasticidad). Por ello, a través de los modelos lineales mixtos se ajustó el rendimiento corrigiendo la falta de homogeneidad de varianza. La cantidad total de modelos ajustados fueron cinco como se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Modelos lineales mixtos ajustados para evaluar el rendimiento (kg/ha) de tres híbridos (507PW, NEXT 20.6 PW y NEXT 22.6 PW) bajo cuatro densidades de siembra (45000, 60000, 75000 y 90000 ptas. /ha) durante tres años consecutivos (2016, 2017 y 2018)

Modelo	Fórmula	Varianza
1	$y_{ij} = \mu + \tau_i + \delta_j + \tau \times \delta_{ij} + \gamma + \epsilon_{ij}$	Homogénea
2	$y_{ij} = \mu + \tau_i + \delta_j + \tau \times \delta_{ij} + \gamma_{rep} + \epsilon_{ij}$	Homogénea
3	$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \delta_j + \gamma + \tau \times \delta_{ij} + \tau \times \gamma_{ij} + \delta \times \gamma_{ij} + \tau \times \delta \times \gamma_{ij} + rep + \epsilon_{ij}$	Homogénea
4	$y_{ij} = \mu + \tau_i + \delta_i + \tau \times \delta_{ij} + \gamma + \epsilon_{ij}$	heterogénea
5	$y_{ij} = \mu + \tau_i + \delta_j + \tau \times \delta_{ij} + \gamma_{rep} + \epsilon_{ij}$	heterogénea

Donde:

$Y_{ij}$  = representa el rendimiento de cada híbrido bajo cada densidad de siembra.

$\mu$  = media general de las observaciones.

$\tau_i$  = efecto del híbrido en el i-ésimo tratamiento.

$\delta_j$  = efecto de la densidad en el j-ésimo tratamiento.

$\gamma$  = efecto del año.

$\epsilon_{ij}$  = error aleatorio de cada híbrido para cada densidad de siembra.

$\tau_i \times \delta_j$  = interacción de cada híbrido para cada densidad de siembra.

$\tau \times \gamma_{ij}$  = interacción de cada híbrido con respecto al año.

$\gamma_{rep}$  = efecto del año considerado como efecto aleatorio.

Rep = repeticiones.

## RESULTADOS

### ANÁLISIS EXPLORATORIO

En el año 2017, los rendimientos estuvieron entre los 10500 y 11500 kg/ha con una media de 10982 kg/ha, siendo superior a los rendimientos promedios de 10383 kg/ha alcanzados en el 2018 con una distribución de los mismos entre 10000 y 10600 kg/ha y de 9830 kg/ha obtenidos en el 2016 (distribución de los rendimientos entre los 9500 y 10100 kg/ha) (Figura 1).

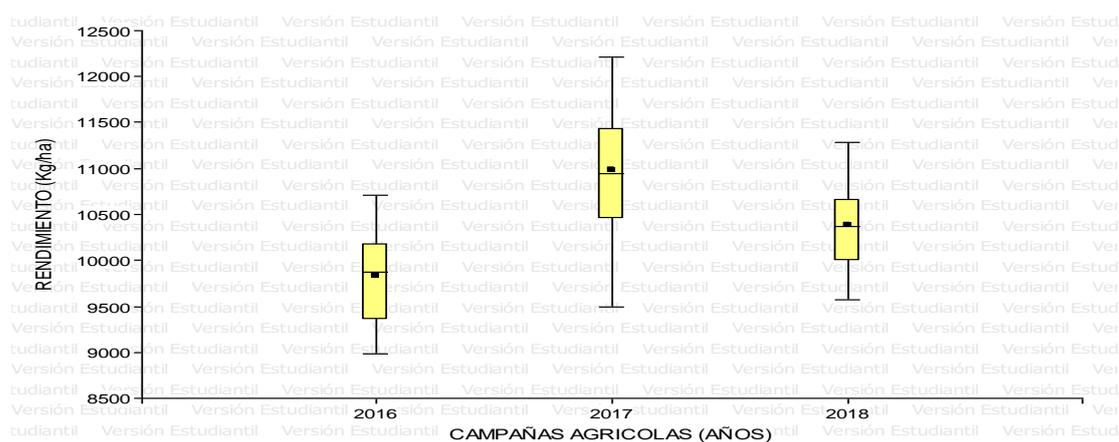


Figura 1: Distribución de los rendimientos de tres híbridos de maíz (507 PW, NEXT 20.6 PW y 22.6 PW) en cuatro densidades de siembra (45000, 60000, 75000 y 90000 ptas. /ha), para tres campañas agrícolas (años 2016, 2017 y 2018).

Al graficar la distribución de los rendimientos, en función de los híbridos evaluados, los tres híbridos presentaron rendimientos promedios similares, 10015 kg/ha para el híbrido 507 PW, 10358 kg/ha para el híbrido NEXT 20.6 PW y 10648 kg/ha para el híbrido NEXT 22.6 PW. Estos promedios son a través de las distintas densidades de siembra y para las tres campañas agrícolas. Sin embargo, la dispersión de los rendimientos fue diferentes, mostrando mayor variabilidad de rendimiento los híbridos NEXT, tanto 20.6 PW como 22.6 PW (Figura 2).

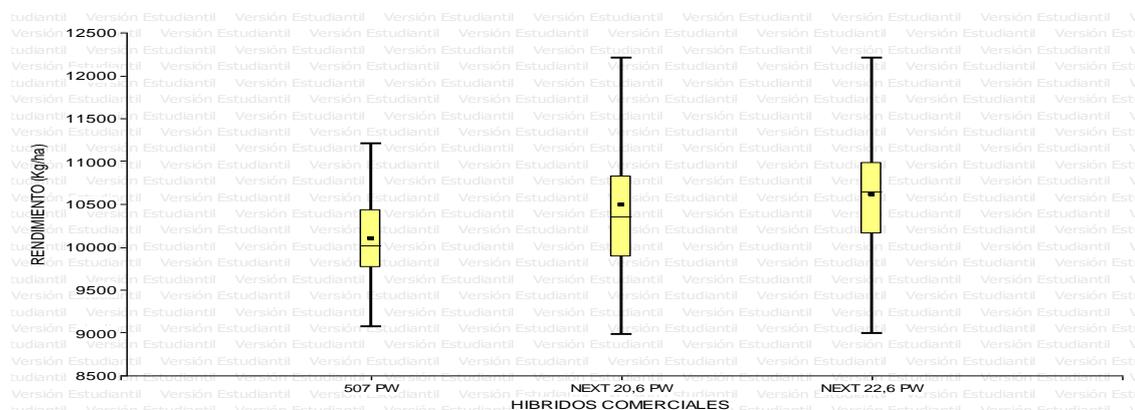


Figura 2: Distribución de los rendimientos de maíz para los tres híbridos comerciales evaluados (507 pw, next 20.6 pw y 22.6 pw), expresados en cada caja los 3 años (2016-2017 y 2018) y las 4 densidades (45, 60, 75 y 90 mil ptas/ha)

Las densidades poblacionales, a través de los tres híbridos y las tres campañas agrícolas, que presentan mejor rendimiento son las de 75000 ptas./ha y 90000 ptas./ha, observándose una mayor homogeneidad de los rendimientos en la densidad de 75000 ptas./ha y mayor dispersión de los rendimientos en la máxima densidad (Figura 3).

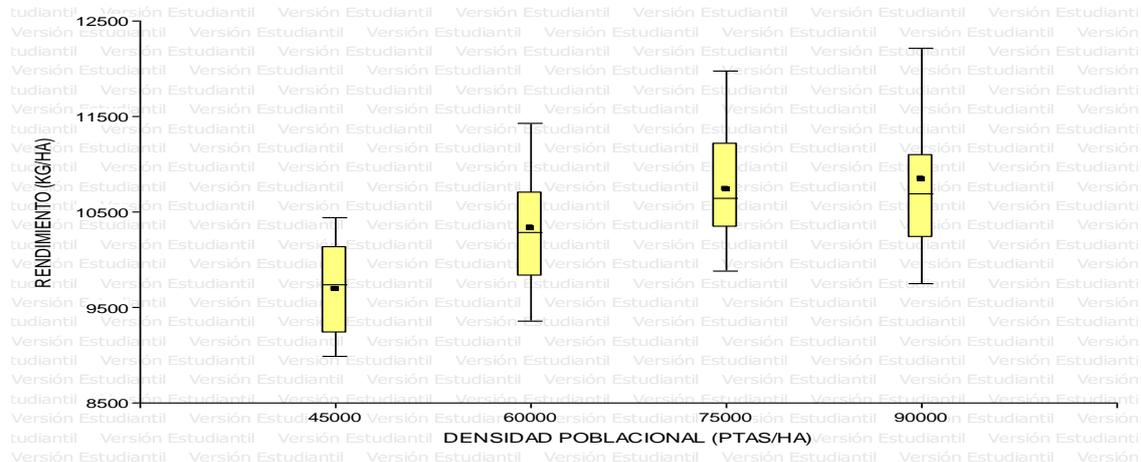


Figura 3: Distribución de los rendimientos de maíz para las cuatro densidades evaluadas (45000, 60000, 75000 y 90000 ptas./ha), expresados en cada caja los tres años (2016, 2017 y 2018) y los tres híbridos (507 PW, NEXT 20.6 PW y NEXT 22.6 PW).

El híbrido NEXT 22.6 PW fue el de mayor rendimiento promedio cuando fue sembrado con la densidad de 90000 ptas./ha (11233 kg/ha). Para los híbridos NEXT, tanto 20.6 como 22.6, se observa que los rendimientos son mayores a medida que se aumenta la densidad. En el caso del híbrido 507 PW, la densidad que mejor rendimiento expresó fue la de 75000 ptas./ha, con un rendimiento promedio de 10488 kg/ha, disminuyendo su rendimiento tanto para densidades más bajas, 60000 ptas./ha con rendimientos promedios de 10085 kg/ha como en densidades más altas, de 90000 ptas./ha y 10217 kg/ha (Figura 4).

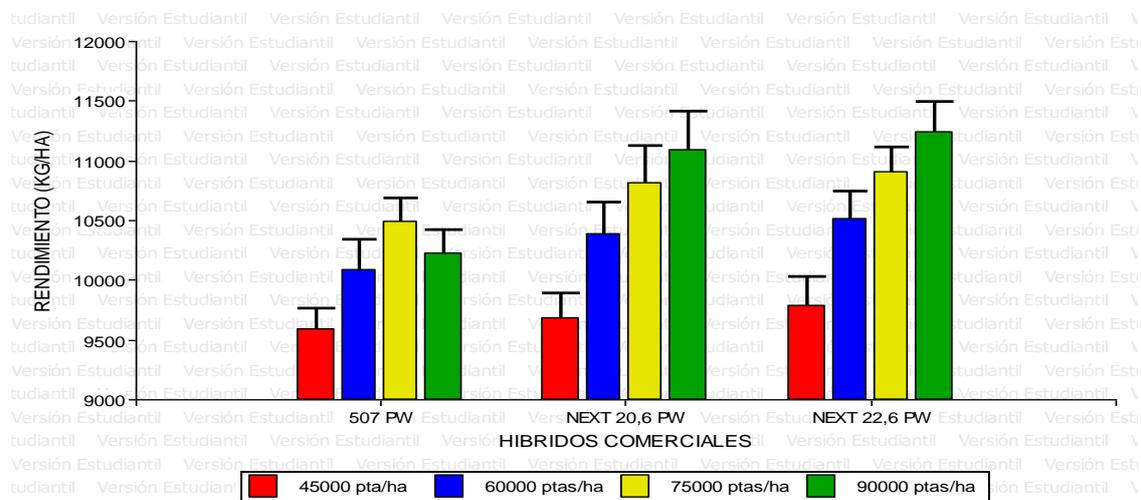


Figura 4: Rendimientos promedios de cada híbrido comercial (507 PW, NEXT 20.6 PW y NEXT 22.6 PW), en sus cuatro densidades de siembra (45000, 60000, 75000 y 90000 ptas./ha).

La densidad de siembra que mayor respuesta expresó, en cuanto a aumentar los rendimientos promedios de granos de maíz, es la de 90000 ptas./ha (10845 kg/ha), siendo similar al rendimiento promedio obtenido con una densidad de 75000 ptas./ha (10735 kg/ha) (Figura 5).

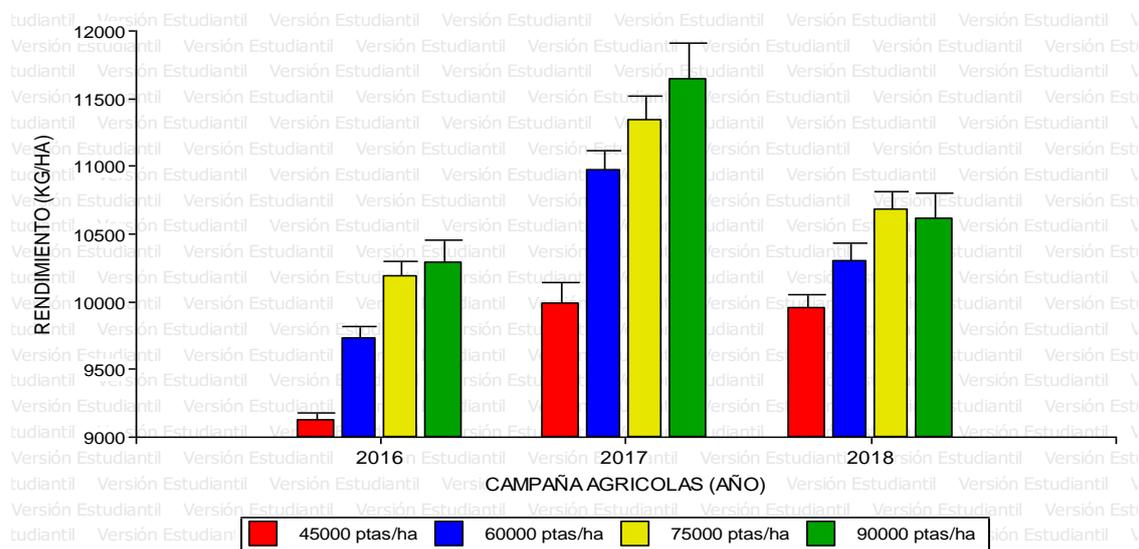


Figura 5: Rendimientos promedios de cuatro densidades de siembra (45000, 60000, 75000 y 90000 ptas./ha, para tres campañas agrícolas (2016, 2017 y 2018).

El híbrido NEXT 22.6 fue el que mejor se comportó, mostrando rendimientos con una tendencia superior (10610 kg/ha) a los demás híbridos en cada año que se evaluó (Figura 6).

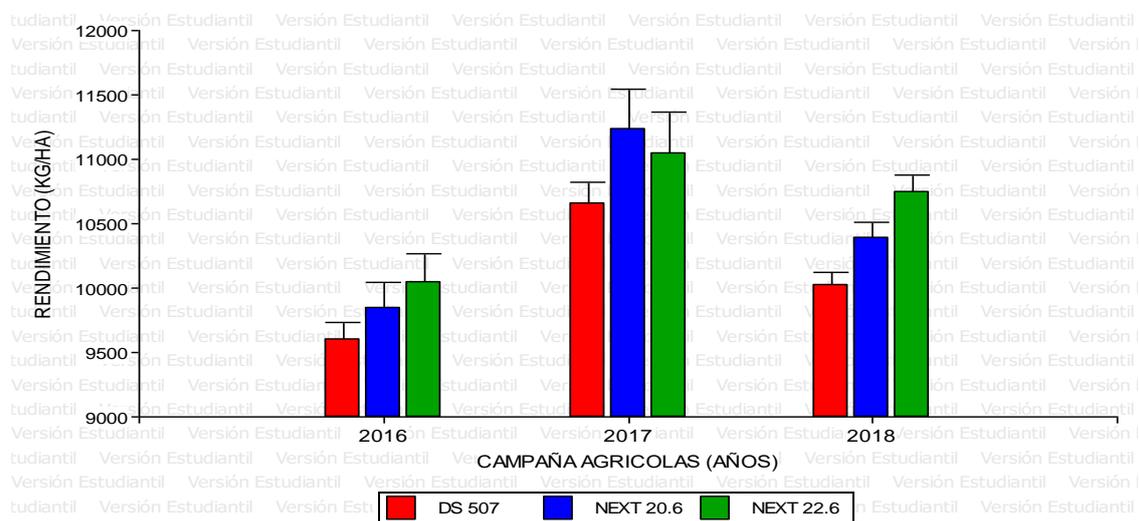


Figura 6: Rendimientos promedios de cada híbrido (507 PW, NEXT 20.6 PW y NEXT 22.6 PW) para los años analizados (2016, 2017 y 2018) en las cuatro densidades analizadas (45000, 60000, 75000 y 90000 ptas./ha).

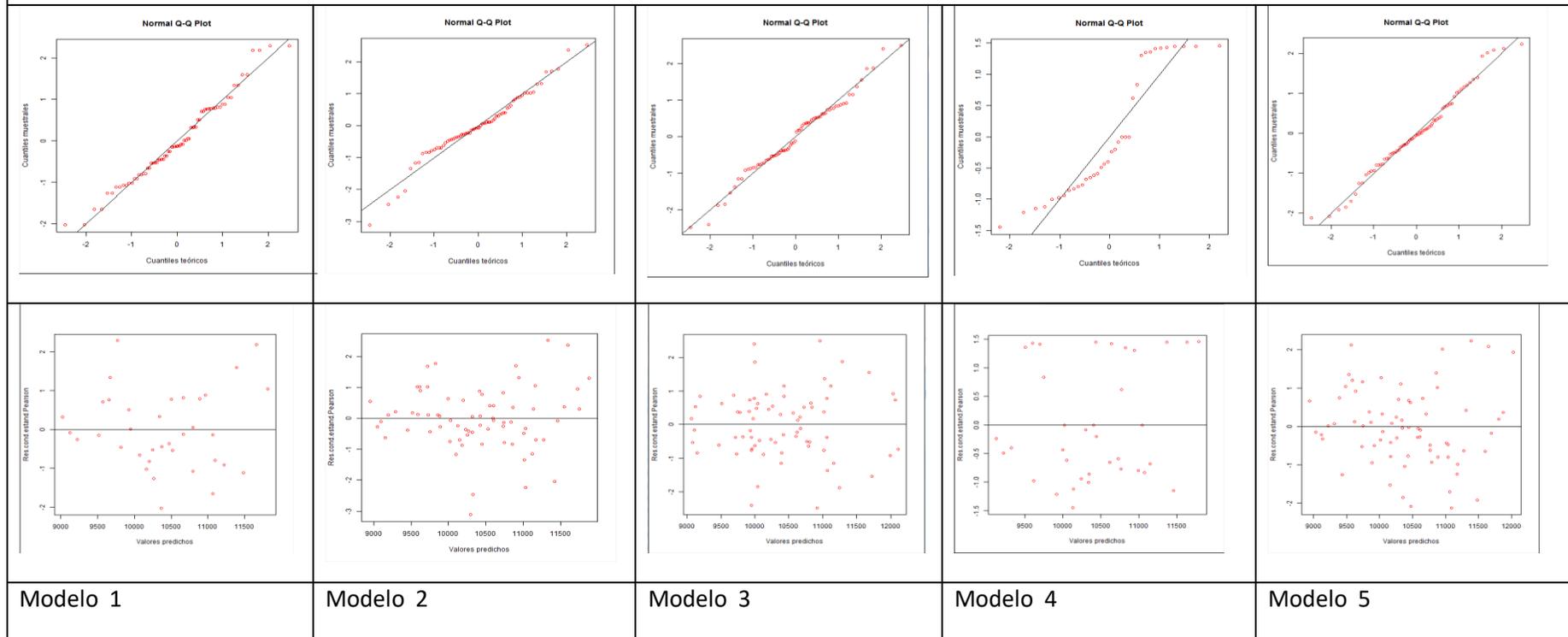
## **MODELOS COMPARATIVOS DEL RENDIMIENTO EN FUNCIÓN DEL HÍBRIDO Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA**

Si bien la varianza residual (SIGMA), no es un criterio de comparación como AIC y BIC, fue tomada en cuenta a la hora de comparar los modelos. El modelo cuatro muestra los valores más bajos para este parámetro, lo cual nos dice que la variabilidad NO explicada por el modelo es menor y lo hace mucho más confiable frente a los otros.

Los modelos 1 y 4 están formados por los mismos efectos fijos y aleatorios Tabla 1, sin embargo los valores de AIC y BIC son mejores para este último, ya que se corrigió por varianzas heterogéneas (híbrido x densidad), y al trabajar con un número de datos promediado (n=12) ambos modelos responden mejor que el resto.

Posteriormente comparando los modelos 2 (varianza homogénea) y 5 (varianza heterogénea) (Tabla 1), con igual número de datos (n=24,) vemos que las perturbaciones heterocedásticas no son significativas, por tener valores similares y altos de AIC y BIC (Tabla 3).

Tabla 2: QQ-plot (arriba) y residuos vs predichos (abajo) para los rendimientos de maíz en función de 3 híbridos (507 PW, NEXT 22.6 PW, NEXT 20.6 PW) evaluados en 4 densidades de siembra (45000, 60000, 75000, 90000 ptas./ha) en la localidad Colonia Marina, Córdoba. Campañas agrícolas 2016, 2017 y 2018.



Modelo 1: Modelo lineal general de efectos fijos, se asumen errores independientes y de varianzas homogéneas (n 12). Modelo 2: Modelo lineal general de efectos fijos, de varianzas homogéneas (n 24), Modelo 3: Modelo lineal general de efectos fijos, de varianzas homogéneas (n 24), Modelo 4: Modelo lineal general de efectos fijos, de varianzas heterogéneas (n 12). Modelo 5: Modelo lineal general de efectos fijos, de varianzas heterogéneas (n24).

Tabla 3: Criterios de comparación para los distintos modelos

MODELO	AIC	BIC	SIGMA	N
1	875	904	215	12
2	914	946	290	24
3	606	666	268	24
4	393	423	194	12
5	915	969	267	24

El modelo de mejora ajuste fue el NUMERO CUATRO:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \delta_i + \tau\delta_{ij} + \psi + \varepsilon_{ij}$$

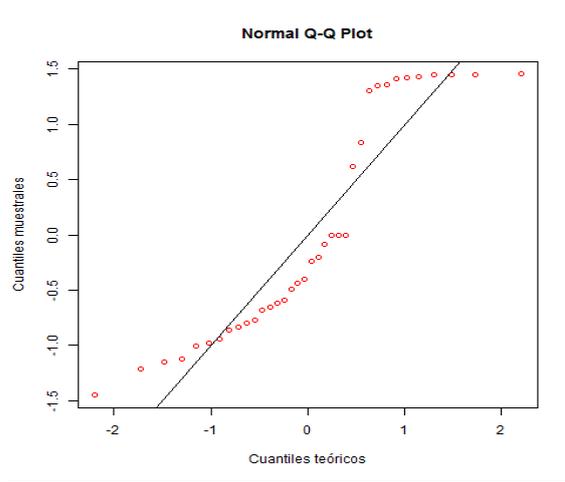


Figura 7: QQ-plot modelo 4.

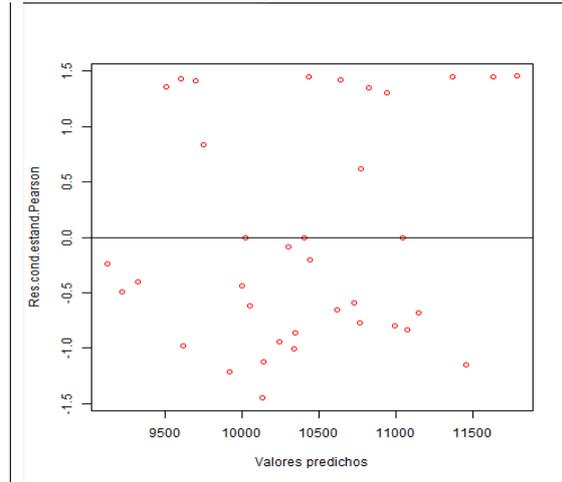


Figura 8: Residuos vs Predichos modelo 4

Para los tres híbridos analizados se muestra que hay una diferencia de rendimiento entre las líneas NEXT en comparación a la línea Dow semillas (507), no observándose diferencias dentro de la misma línea genética NEXT (20.6 y 22.6) (Figura 7).

Las densidades que tuvieron los mejores rendimientos fueron las de 75000 y 90000 ptas./ha para los híbridos NEXT (20.6 y 22.6), pero la diferencia entre estas dos densidades no son estadísticamente significativas, es decir, 10860 kg/ha y 11160 kg/ha respectivamente; motivo por el cual económica y agrónomicamente recomendamos la densidad de 75000 ptas./ha. El híbrido 507 PW muestra su mejor rendimiento con la densidad de 75000 ptas./ha (10490 kg/ha), mientras que no hay diferencias significativas entre la densidad de 90000 ptas./ha (10220 kg/ha) y la de 60000 ptas./ha (10090 kg/ha). A la densidad de 45000 ptas./ha no hay diferencias de rendimiento entre los tres híbridos comerciales.

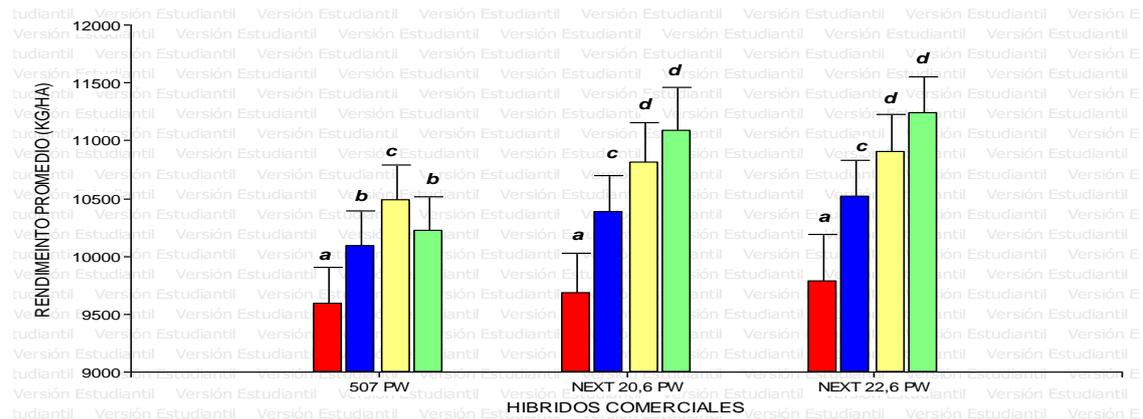


Figura 9: Rendimientos promedios de medias ajustadas de los híbridos comerciales (507 PW, NEXT 20.6 PW y NEXT 22.6 PW) ante distintas densidades poblacionales (45000, 60000 ,75000 y 90000 ptas./ha).

## CONCLUSIÓN

La línea NEXT son materiales más estables, mostrando un aumento de rendimiento a medida que aumenta la densidad, pero en las últimas dos densidades (75000 y 90000 ptas./ha) no se justifica económicamente utilizar la densidad más alta. El 507 PW es un híbrido que muestra menor potencial de rendimiento comparado con la línea NEXT (20.6 y 22.6), mostrando mayor inestabilidad con densidades altas (90000 ptas./ha)

Recomendamos la compra del NEXT 22.6 PW por su plasticidad para todo tipo de ambiente independientemente de las condiciones climáticas reinantes en cada año, tanto para siembras de septiembre/octubre (Cultivo de Primera) como siembras de diciembre (tardío o segunda) para Colonia Marina, provincia de Córdoba.

Los modelos lineales mixtos resultaron una herramienta estadística efectiva para modelar la respuesta del rendimiento de los tres híbridos comerciales ante el cambio de densidad poblacional, permitiendo aumentar la precisión de las estimaciones comparándolos con los demás modelos analizados.

## BIBLIOGRAFIA

Balzarini M.G., Di Rienzo J.A., Tablada M., Gonzales L., Bruno C., Cordoba M., Robledo W., Casanoves F. 2012. Estadística y biometría: ilustraciones del uso e Infostat en problemas de agronomía. Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.

Cantarero, M.G., S.F. Luque y O.J. Rubiolo (2000). Efecto de la época de siembra y la densidad de plantas sobre el número de granos y el rendimiento de un híbrido de maíz en la región central de Córdoba (Argentina). Agriscientia, 17: 3-10.

Cárcova, J.; Abeledo, G.; Lopez Pereira, M. 2003. Análisis de la generación del rendimiento: crecimiento, partición y componentes. En: Satorre, E.H.; Benech Arnold, R.L.; Slafer, G.A.; de la Fuente, E.B.; Miralles, D.J.; Otegui, M.E.; Savin, R. 2006. Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Ed. Facultad de Agronomía. Capítulo 6: 75-95.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar/> .

Dowswell, C; Paliwal, R.L.; Cantrell, R. Maize in the third world.1996. WestviewPress.

FAO. Cultivos. Cantidades de producción de Maíz por país. Diciembre 2017. URL <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>.

López, C. et al. Informe final campaña 2012/13 cultivos: maíz y sorgo. 2013. URL <https://inta.gob.ar/documentos/informe-final-campana-2012-2013.-cultivos-maiz-y-sorgo>.

Otegui, M.E., Mercau, J; Menéndez, F. 2002. Estrategias de manejo para la producción de maíz tardío y de segunda. En Guía Dekalb del cultivo de maíz, Ed. Satorre, Dekalb, 293 pgs.

Ripusudan L. Paliwal , Gonzalo Granados, Honor Renée Lafitte , Alejandro D. Violic . Bajo la dirección técnica y coordinación de Jean Pierre Marathée. Roma 2001. MAIZ EN LOS TROPICOS.

Mejoramiento y producción . Dirección de Producción y Protección Vegetal de la FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s02.htm>.

Tollenaar, M., Daynard, T.B., Hunter, R.B. 1977. Effect of temperature on rate of leaf appearance and flowering date in maize. Crop Science, 19:363-366.