



INFORME TÉCNICO Nº2

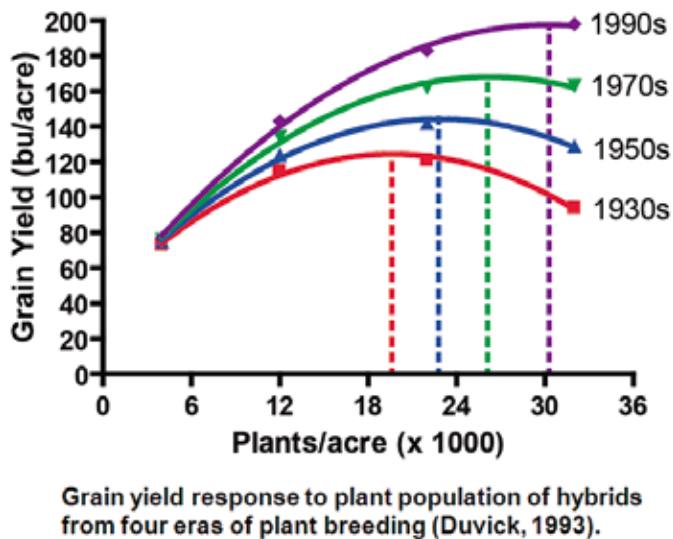
DENSIDAD EN MAÍZ



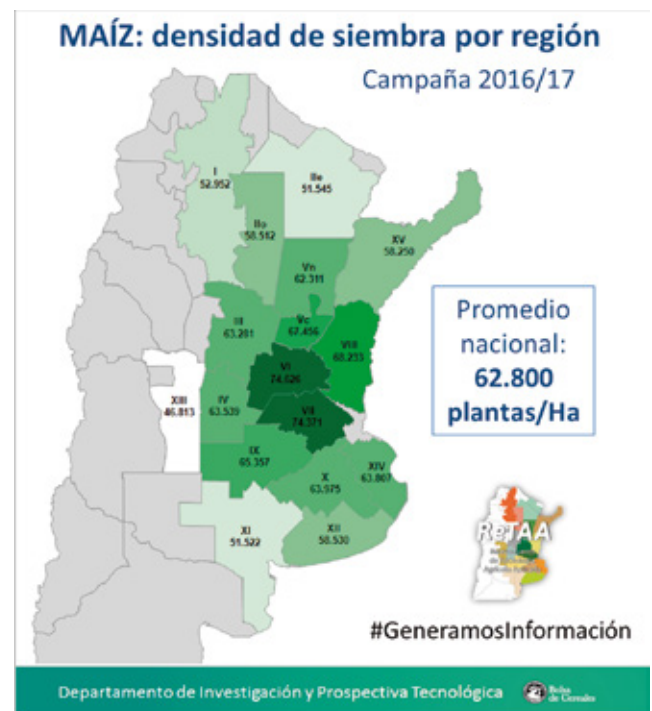
DENSIDAD EN MAÍZ

DENSIDAD – GENOTIPO - RECURSOS

El avance genético de maíz buscó mejorar la adaptación en tolerancia al estrés, que aumenta a medida que incrementamos el número de plantas/m², por el efecto negativo de la competencia entre las plantas por los recursos disponibles. El progreso logrado por Breeders de maíz para mejorar la tolerancia al estrés lo demostró Duvick, 1992 en un estudio donde comparó la respuesta de los híbridos modernos vs los híbridos más antiguos al aumento de densidad (**Figura 1a**).



a.



b.

FIGURA 1

a. Respuesta del rendimiento en grano a la densidad de híbridos de cuatro eras de mejoramiento. Aumento en la densidad por mejora genética.


b. Densidades de siembra en diferentes regiones de Argentina

Densidades bajas (ambiente con menor estrés) de 6000 plantas/acre (14826 plantas/ha) no se observaron diferencias de rendimiento entre híbridos de diferentes décadas (**Figura 1a**).



Sin embargo, la densidad óptima para maximizar el rendimiento en grano fue mayor con híbridos modernos (26-30 plantas/acre que equivale a 64-74000 plantas/ha) respecto a los más antiguos. Los nuevos híbridos presentan mejor adaptación a niveles de estrés más altos, lo que permitió a los productores sembrar densidades crecientes y aumentar los rendimientos (Duvick 1983).

Los recursos disponibles para maíz no son los mismos en diferentes regiones de Argentina. Ajustar densidad es una de las variables de manejo usadas por los productores de cada región. Así, la densidad de siembra promedio nacional de la campaña 2017-18, según registró la Bolsa de cereales de Buenos Aires fue 63000 plantas/ha Figura 1.b. En la zona núcleo maicera (con mayor disponibilidad de recursos) 75000 plantas/ha aproximadamente y 35-45000 plantas/ha en zonas con mayores limitantes para maíz.



Año	N	Promedio	Maximo	Minimo
2013	19	66230	80766	46152
2014	14	64633	85000	28000
2015	32	69715	82933	54163
2016	58	66781	89744	25000
2017	39	69071	83654	50078
2018	49	71838	88000	58652
2019	24	71801	84000	58000
Promedio	235	68566	89744	25000

TABLA 1

Ensayos en franja con SRM 566. Desarrollo de LG Semillas. Las densidades máximas estuvieron próximas a las 90 mil pls/ha y las mínimas en las 25 mil plantas/ha

En información de LG de ensayos en franjas con el híbrido SRM 566 (siembras tempranas de la zona Central), también se observa una tendencia hacia un incremento en densidades año tras año. En los 235 sitios de ensayos, desde 2012 se observa un aumento progresivo en la densidad de plantas promedio (**TABLA 1**)



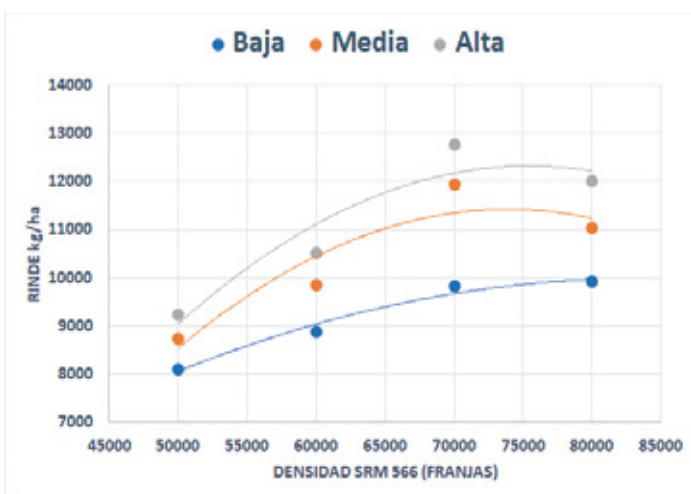
DENSIDAD ÓPTIMA

En general, el rendimiento del cultivo de maíz tiene una respuesta de tipo parabólica al aumento de densidad, es decir, en la primera parte de la curva crece en forma casi lineal por falta de competencia de recursos hasta un punto, un valor de densidad en el cual se produce el máximo rendimiento, conocido como DENSIDAD ÓPTIMA en el cual comienza a decrecer.

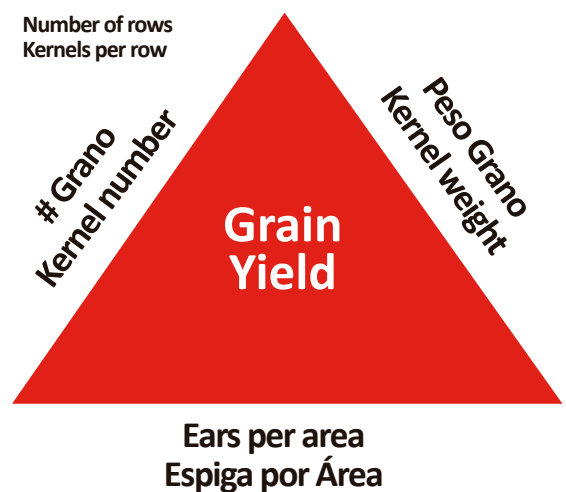
Cada genotipo presenta una DENSIDAD ÓPTIMA que le permite capturar los máximos potenciales de rendimiento y que, a su vez, está muy influenciada por las condiciones ambientales de cada lote. Para cada ambiente productivo (Figura 2a) existe una curva de respuesta a la densidad, con un rango óptimo para cada híbrido en particular que estará asociada a la disponibilidad de recursos.

Cambios en la densidad de plantas afectan los componentes de rendimiento relacionados, como el número de espigas y el peso de éstos (Figura 2b).

- **Densidades muy altas:** la competencia intraespecífica hace que disminuya drásticamente la tasa de crecimiento por planta, llegando incluso a valores menores que el valor umbral para la producción de granos, planta estéril.
- **Densidades muy bajas:** la tasa de crecimiento individual es alta, pero debido a limitaciones morfogénicas del maíz, la falta de plantas no es compensada por una mayor producción individual (Edmeades y Daynard, 1979; Andrade et al., 1999; Sarlangue et al., 2007).



a.



b.

FIGURA 2

a. Densidad y rendimiento de SRM566 en 3 ambientes productivos (Alto/Medio/Bajo).

b. Componentes de rendimiento del cultivo de maíz. Adaptado de Wisconsin Corn Agronomy 2019



La densidad influye directamente en la generación del ambiente donde se desarrolla el llenado de grano y acciona sobre uno de los componentes de rendimiento (peso de los granos). Además, el peso final de los granos varía con los años, regiones, radiación, presión de enfermedades, etc, y los genotipos también difieren en respuestas y estrategias ante condiciones que se presenten en el llenado.

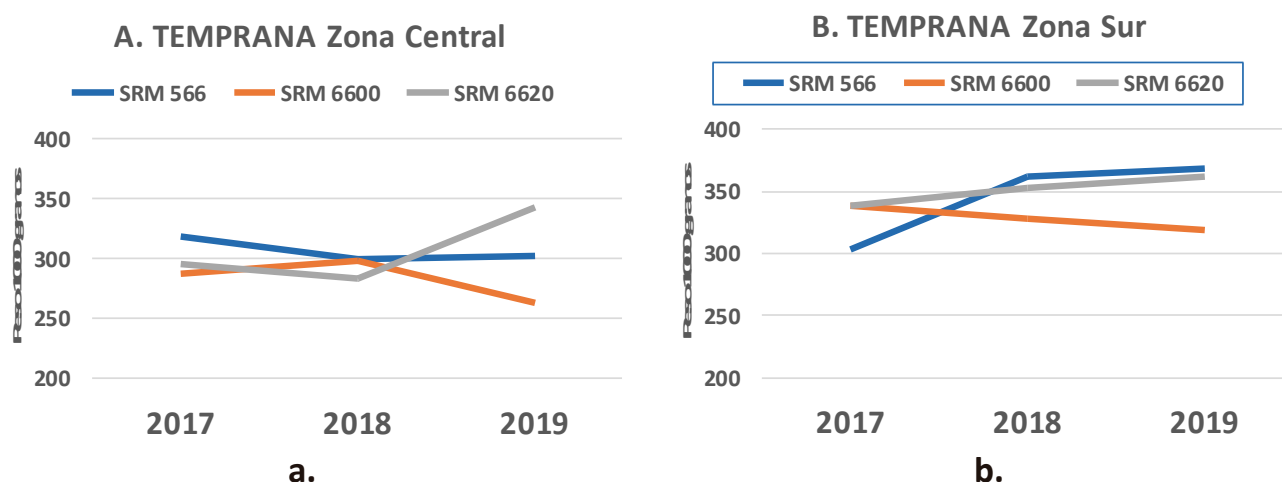


FIGURA 3. Promedio de P1000 de SRM 566 – 6620 – 6600 en las últimas tres campañas en siembra temprana

a. Zona Central. Ensayos de redes oficiales y propios LG Semillas.

b. Zona Sur. Ensayos de redes oficiales y propios LG Semillas.

La variación anual y por zona del P1000 se verifica al comparar tres híbridos de LG Semillas durante las últimas 3 campañas en ensayos de redes oficiales (CREA, INTA) y propia. El peso de los granos depende de las condiciones de llenado y así se observa la variación anual y por zona del P1000 en los gráficos de la **Figura 3**. Por ejemplo, 2017 en zona central donde la densidad de siembra es 75000 plantas/ha aproximadamente, el P1000 de SRM 566 (320 g) fue superior que SRM 6620 (296 g) y 6600 (288 g); mientras que en zona sur cuya densidad ronda las 58000 pls/ha el resultado es inverso. En el 2019, en la zona centro SRM 6620 (343 g) fue mayor que SRM 566 (302 g) y SRM 6600 (263 g). En zona sur, este último año SRM 566 y 6620 fueron similares en P1000 (365 g) y menor SRM 6600 (318 g).

Por características genéticas, arquitectura de planta, perfil de espiga, los materiales pueden variar en el llenado de grano ante diferentes densidades poblacionales. Con el objetivo de evaluar en dos ambientes diferentes la respuesta de rendimiento y sus componentes en híbridos de LG Semillas, en 2018, se realizaron ensayos de densidad controlada en Pehuajó (oeste de Buenos Aires) y en Oliveros (sur de Santa Fe) En líneas generales, el rendimiento aumentó al aumentar la densidad y a la inversa, el P1000 disminuyó (**Figura 4**).



En bajas densidades, SRM 6620 y SRM 6600 mostraron respuestas diferentes entre sí. Por ejemplo, en Pehuajó, Buenos Aires, SRM 6620 en bajas densidades (40 mil plantas/ha) registró un P1000 muy alto (406 g) alcanzando un rendimiento de 9800 kg/ha; por el contrario, SRM 6600 en igual densidad, el P1000 fue 330 g y el rendimiento 7300 kg/ha. En Oliveros, Santa Fe, con la densidad más baja (50 mil plantas/ha) la diferencia en el peso de mil granos entre ambos híbridos no fue tan marcada, 20 g a favor de SRM 6620, la cual se tradujo en 280 kg/ha de mayor rendimiento.

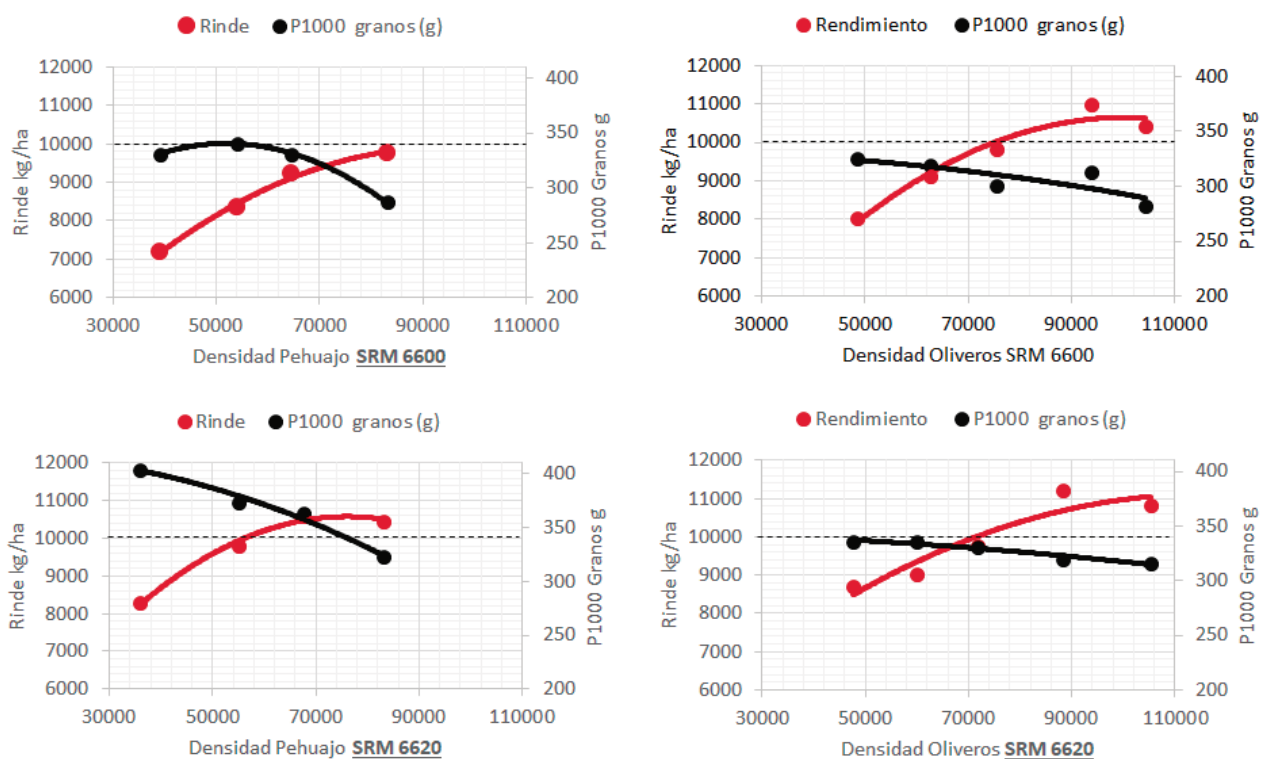


FIGURA 4.

Ensayo de densidades en condiciones controladas en 2 localidades (Pehuajó, Pcia. de Bs As y Oliveros, Pcia. de Santa Fe) y respuesta de 2 genotipos a la diferencia de densidad de siembra. Fuente: Ensayos de Desarrollo LG Semillas 2018

Por último, interesa conocer la relación del número de granos y prolificidad de los híbridos con la densidad, para tener más herramientas al momento de hacer una recomendación de ajuste de densidad.



Número de granos/espiga cambia con la densidad de manera particular para cada genotipo (Figura 6a.)

Las densidades bajas (< a 50000 pls/ha) mantienen el número granos/espigas entre 500 y 550, mientras que en altas densidades (> a 90000 plantas/ha) los granos fijados por espigas en SRM 566 y 6620 están por debajo de 350; SRM 6600 tiene tendencia a ser menos afectado (365 granos/espiga).

En la Figura 5, se observa en las espigas de SRM 6620 cómo son sacrificados los granos de la punta en densidades de 67,5 y 83 mil plantas/ha respecto a 36 y 55 mil plantas /ha. En ambientes más restrictivos, esto puede ser aún mayor.

Prolificidad. Las posibilidades de tener más de una espiga fijada por planta aumentan al bajar la densidad y dependen de la genética de cada híbrido y el ambiente.

En la Figura 6b se ven las diferencias de los 3 híbridos comparados en condiciones de baja densidad 50000 plantas/ha, donde SRM 6620 puede fijar 1.08 espigas y con densidades mayores mantiene 1 espiga/ha. Los híbridos SRM 566 y 6600 tienen menor prolificidad a baja densidad que SRM 6620.

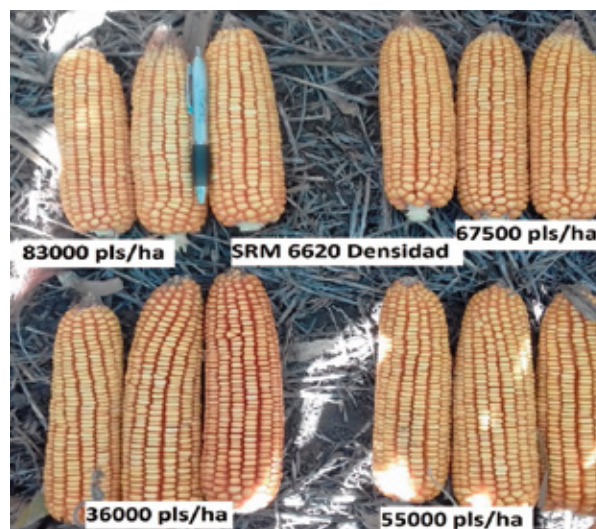


FIGURA 5.

Perfil de espigas de SRM 6620 con diferentes densidades.

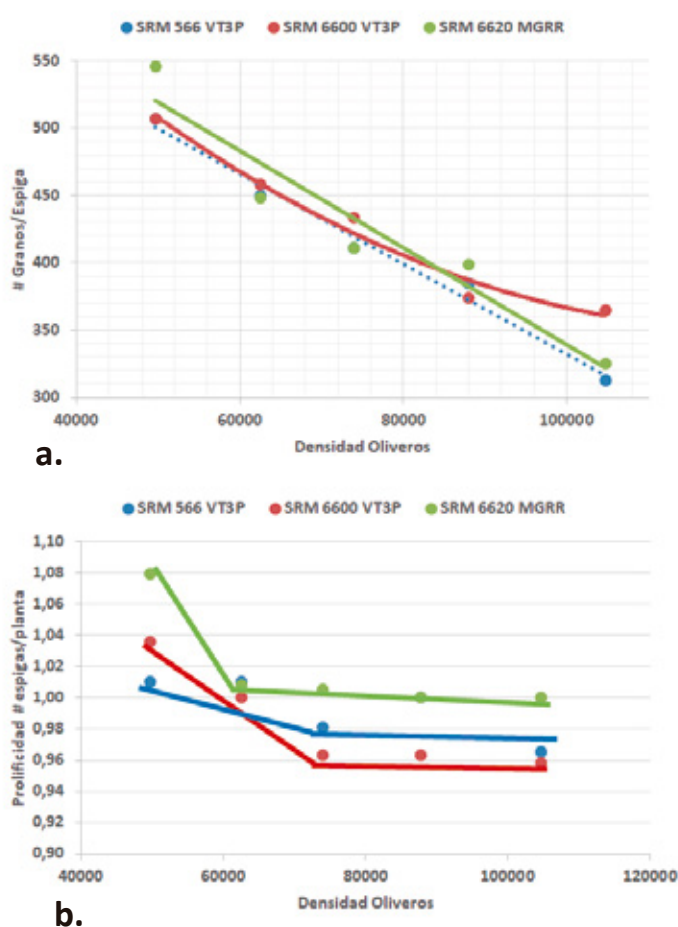


FIGURA 6.

Sobre ensayo comparativo de híbridos LG Semillas. a) Número de granos/espiga en 3 híbridos. b) Prolificidad de 3 híbridos de LG Semillas. Fuente Ensayos de Desarrollo de LG Semillas 2018



CONSIDERACIONES FINALES

Ajustar densidad consiste en sembrar una cantidad de plantas por hectárea, de forma tal que, cada una individualmente pueda aprovechar al máximo los recursos disponibles y no queden sometidas a algún estrés por cualquier factor limitante (luz, agua y nutrientes) que reduzca el rendimiento u ocasione algún problema agronómico (p.e. vuelco o quebrado).

Desde LG Semillas, generamos anualmente información de densidades para poder recomendar la mejor alternativa a los productores, tendientes a maximizar la performance de nuestros híbridos en cada ambiente productivo. Al determinar cuáles son los componentes de rendimiento más afectados ante un cambio de densidad es posible diseñar la mejor estrategia de siembra en función de cada híbrido y el ambiente.

SRM 566 en general en siembras tempranas, puede adaptarse a un amplio rango de densidades entre 60 y 80 mil plantas/ha según los recursos disponibles en cada ambiente (Figura 2a). Para buenos ambientes, buscando expresar su máximo potencial, la densidad óptima sería 77 mil plantas/ha aproximadamente.

SRM 6620, por sus características genotípicas, tiene una muy buena respuesta a la baja densidad, especialmente cuando es inferior a 50 mil plantas/ha, condición muy ventajosa para aquellas zonas donde se busca reducir densidades. Los altos rendimientos de SRM 6620 en zonas que siembran baja densidad podría explicarse por su alto peso de granos (P1000 entre 350 y 400g) y prolificidad de más de una espiga lograda por planta (1.08).

SRM 6600 difiere en su respuesta al cambio de densidad comparado con los dos híbridos anteriores. Su P1000 probable de 300 g aproximadamente y prolificidad de 1 espiga/pl, permanecen constantes al variar la densidad. Es importante destacar cómo se mantiene el perfil de espiga (granos fijados). En el ensayo de Oliveros, al aumentar el estrés de 83 a 110 mil plantas/ha no se registraron grandes variaciones de los granos fijados, 372 y 369 número de granos/espiga respectivamente. En buenos ambientes como la zona central de Argentina, es posible mejorar el rendimiento con densidades de 80000 pls/ha.

Cada híbrido presenta características particulares para adaptarse a los cambios de densidad, por lo tanto, su ajuste es fundamental para explorar el máximo potencial de rendimiento en cada ambiente productivo.



BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Andrade F., A. Cirilo, S. Uhart, y M. Otegui. 1996. Ecofisiología del Cultivo de Maíz. Editorial La Barrosa, Dekalb Press. INTA, FCA UNMP. 292 pp.

Edmeades, G.O., and T.B. Daynard. 1979. The development of plant-to-plant variability in maize at different planting densities. *Can. J. Plant Sci.* 59:561-576.

Cerliani C., Esposito G.P., Morla F.D., Balboa G.R., Naville R.A. Relación entre la densidad óptima agronómica y el número de granos por planta en maíz (*Zea Mays* L.) Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Duvick D.N., 1992 Genetic contributions to advances in yield of U.S. maize. *Maydica* 37: 69-79

INTA Pergamino-Sursem. 2009/10, 10/11, 11/12/, 12/13. Evaluación la estabilidad del rendimiento frente variaciones en la oferta de recursos ambientales. Convenio de vinculación.

Sarlangue, T.; Andrade, F. H.; Calviño, P. A. and Purcell, L. C. 2007. Why do maize hybrids respond differently to variations in plant density? *Agron. J.* 99:984-991.