



# Boletín Técnico Pioneer

## Respuesta de híbridos de Maíz a la densidad de Plantas según ambientes



### ■ INTRODUCCIÓN

El rendimiento del maíz presenta una respuesta a la densidad de tipo óptimo: crece hasta un máximo (densidad óptima) y a partir de ahí el rendimiento disminuye con mayores densidades.

En muy bajas densidades el rendimiento puede estar limitado por la baja capacidad del cultivo para cubrir el suelo (captación de radiación) y por el límite en el tamaño potencial de espiga, que no compensa la disminución en su número.

Por otro lado, en muy altas densidades el rendimiento también puede verse afectado ya que la planta de maíz prioriza el crecimiento de órganos distales (panoja) en detrimento de los axilares (espiga). Por tal motivo, en cultivos creciendo bajo severo estrés, la espiga recibe proporcionalmente menos recursos, disminuyendo abruptamente su rendimiento.

### ■ RESUMEN

A partir de estudios realizados por Pioneer Argentina en más de 75 localidades y cinco años de ensayos, se pudo determinar que:

- existen variaciones en la densidad óptima por híbrido según la calidad del ambiente bajo el cual se desarrolle el cultivo.
- existen variaciones entre cultivares para una misma potencialidad de ambiente.
- lo más importante a tener en cuenta cuando se recomienda una densidad es la potencialidad del ambiente y luego el comportamiento del híbrido.
- los híbridos ultra precoces (madurez relativa menor a 90) requieren densidades óptimas superiores respecto a los híbridos de ciclo normal. Dichas diferencias entre grupos de madurez se mantienen aun en ambientes donde la potencialidad del ambiente es baja.

### ¿Cuándo una densidad se puede considerar alta o baja?

La densidad óptima no es aquella en la que se obtienen las espigas de mayor tamaño, sino que se requiere que las plantas estén parcialmente estresadas para cosechar el máximo rendimiento de grano por hectárea.

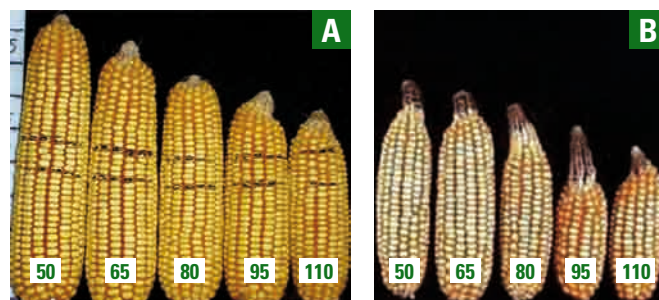


Figura 1: diferentes densidades a cosecha en miles de pl/ha.

A: espigas de un ambiente de alto potencial.

B: espigas de un ambiente de potencial medio/bajo.

La densidad óptima dependerá del ambiente donde el cultivo esté creciendo. Para el caso de la Figura 1, en el ambiente de la izquierda (A) la densidad óptima es de 80.000 pl/ha, y para el ambiente de la derecha (B) la densidad óptima es de 50.000 pl/ha.

Sabemos que a escalas de región o de lote individual existen variaciones en las condiciones de crecimiento de los cultivos, tales como: régimen de lluvias, presencia de napas, tipos de suelo, dotación de nutrientes, que determinan distintos niveles de rendimiento.

Por tal motivo, determinar **cuantitativamente las diferentes densidades óptimas de cultivares de maíz según el nivel de rendimiento de los ambientes**, es una herramienta útil para hacer una recomendación agronómica acertada, tanto a nivel regional (macro escala) como de lote (micro escala).

Para ello, Pioneer Argentina caracterizó el comportamiento de sus híbridos en un amplio rango de condiciones ambientales y determinó cuantitativamente las densidades óptimas de sus cultivares para diferentes ambientes.

En este artículo se aborda la respuesta a la densidad de diferentes híbridos según ambientes y se comentan aspectos relacionados a dichos comportamientos.



## ■ DENSIDAD ÓPTIMA PROMEDIO.

Una de las primeras aproximaciones del comportamiento a la densidad es determinar cual es la densidad óptima promedio calculada a partir de un gran número de localidades.

De acuerdo al número de parcelas utilizadas en el cálculo, no se puede decir que falte evidencia para afirmar con seguridad el valor obtenido. Sin embargo, ignorar las interacciones existentes entre el comportamiento del cultivo de maíz con la densidad al modificarse el ambiente y utilizar estimadores promedio, nos puede llevar a recomendar erróneamente para nuestra realidad particular a nivel lote. Decir que para el híbrido de la Fig. 2 deberían "SIEMPRE" lograrse 80.000 pl/ha a cosecha para maximizar su rinde por ha, sería erróneo.

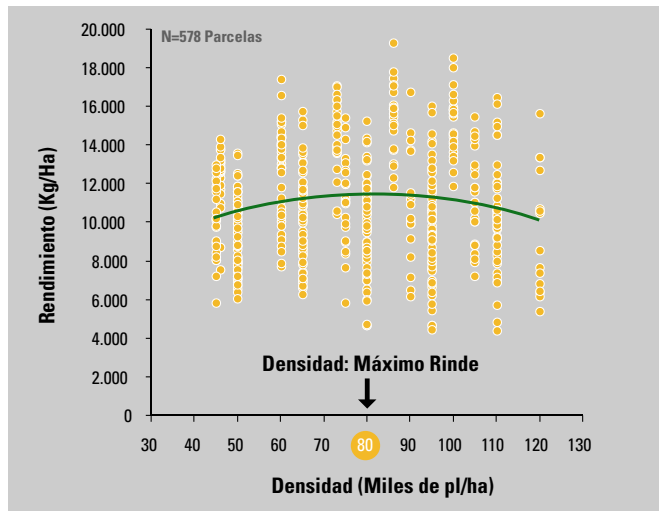


Figura 2: variación del rinde en función de la densidad. Densidad óptima promedio= 80 mil pl/ha. Datos: N= 578 parcelas: Combinación de 5 dens x 3 rep x 38 localidades.

## ■ DENSIDAD ÓPTIMA POR AMBIENTE

A partir de los mismos datos de la Figura 2 se pudieron ajustar diferentes curvas de respuesta a la densidad según la calidad del ambiente. A diferencia del concepto anterior (densidad promedio) ya no hay una única función de densidad con una única densidad óptima. Podemos decir que realmente existen varias funciones de respuesta a la densidad y que los valores de densidad óptima son mayores en la medida que el ambiente mejora (Fig3).

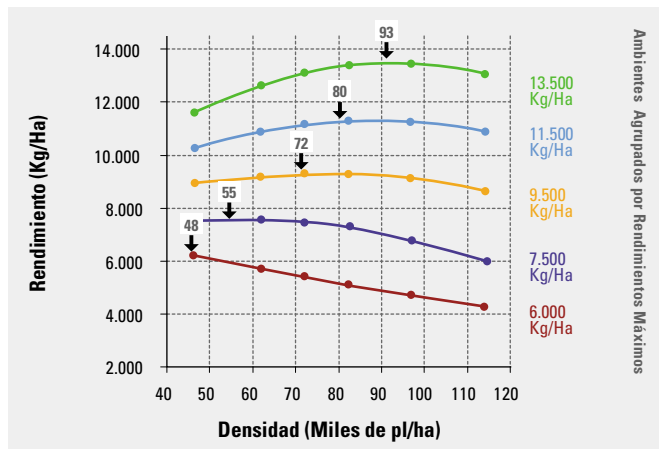


Figura 3: variación del rinde en función de la densidad para diferentes potenciales del ambiente (expresado como Máx. rend. esperable). Funciones calculadas a partir de 578 parcelas (Loc=38).

Lo que para un ambiente puede ser óptimo, para otro de menos recursos puede ser excesivo. Para el ejemplo de la Figura 3, 80.000 pl/ha es la densidad óptima para un ambiente de 11.500 Kg/Ha, pero es excesiva para uno de 6.000 Kg/Ha donde la densidad óptima es de alrededor de 50.000 pl/ha.

Con esta información, cada productor puede ajustar mejor su densidad objetivo de acuerdo a la potencialidad de su lote.

## ■ DENSIDAD ÓPTIMA FÍSICA

Es el punto de densidad donde el agregado de plantas adicionales no produce un incremento en el rinde (incremento = 0).

Incrementos adicionales en la densidad respecto a este valor óptimo resultan en rendimientos iguales o menores al máximo. En la medida que la calidad del ambiente mejora, el punto de densidad óptimo donde el incremento es cero es más alto (Figura 4).

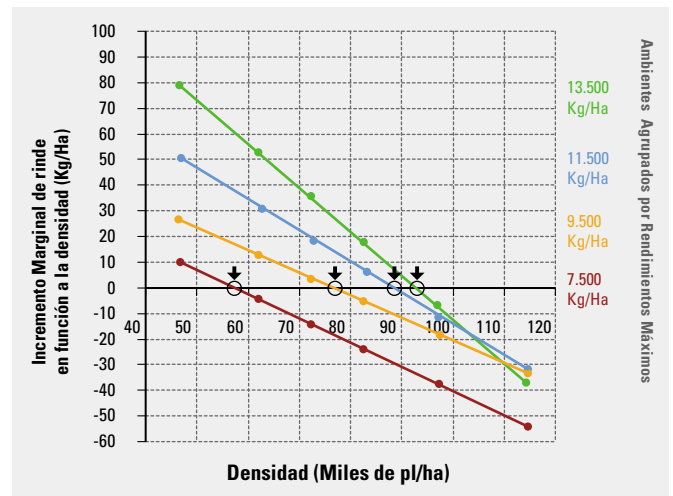


Figura 4: incremento marginal de rinde en función de la densidad para distintas potencialidades de ambientes.

En otras palabras, frente a cambios constantes en la densidad (ej: 1.000 pl/ha) los incrementos en rinde son menores en la medida que:

- la densidad aumenta
- la potencialidad del ambiente disminuye.

El cultivo responde más a la densidad cuando la misma es muy baja y el rendimiento adicional obtenido va disminuyendo a medida que aumenta la población hasta el punto de densidad óptima. Por ejemplo, para un ambiente de muy alto potencial pasar de 50 a 60 mil pl/ha, puede incrementar el rendimiento entre 700 a 1.000 Kg/Ha (dependiendo de la plasticidad del híbrido), mientras que por incrementar la densidad de 70 a 80 mil pl/ha, se podría esperar un incremento de tan sólo 300 Kg/Ha.

## ■ DENSIDAD ÓPTIMA ECONÓMICA

La densidad óptima económica actúa como un freno de la densidad óptima física ya que tiene en cuenta el costo de la semilla en relación al valor del producto adicional obtenido.

Convendrá aumentar la densidad hasta el punto en el cual el valor del rendimiento adicional obtenido compense el costo de la semilla agregada.

Para esto se necesita conocer:

- Cuántos kilos de grano devuelve el cultivo al aumentar en "X" cantidad la densidad.
- Cuánto cuestan esas semillas adicionales.

Para llevar los cálculos en términos relativos a producto, podemos expresar el costo de la semilla en los Kg que se necesita vender para pagar esas semillas adicionales.

En la siguiente tabla se calculan dichas relaciones expresando el costo de la semilla como kilogramos de maíz a vender para pagar 1.000 semillas. Dicha tabla contempla diferentes combinaciones de precio del maíz (precio pizarra y netos) y del costo de la bolsa de semilla.

Tabla 1: tabla de relación producto/insumo (Kg de maíz necesarios para comprar 1.000 semillas).

Neto / 0.77	Des 23.00%	Precio Bolsa US\$ (80.000 semillas)								
		70	80	90	100	110	120	130	140	
PB* US/TN	PN* US/TN	US/KG	Precio 1000 semillas							
			0.88	1.00	1.13	1.25	1.38	1.50	1.63	1.75
104	80	0.08	11	13	14	16	17	19	20	22
117	90	0.09	10	11	13	14	15	17	18	19
130	100	0.1	9	10	11	13	14	15	16	18
143	110	0.11	8	9	10	11	13	14	15	16
156	120	0.12	7	8	9	10	11	13	14	15
169	130	0.13	7	8	9	10	11	12	13	13
182	140	0.14	6	7	8	9	10	11	12	13
195	150	0.15	6	7	8	8	9	10	11	12
208	160	0.16	5	6	7	8	9	9	10	11
221	170	0.17	5	6	7	7	8	9	10	10
234	180	0.18	5	6	6	7	8	8	9	10

\*PB (precio bruto, pizarra), PN (precio neto, menos descuentos) Nota: Precio neto calculado descuento 23% sobre precio bruto (flete, etc). En caso de tener otro descuento calcular su propio precio neto y cruzarlo con el valor de la bolsa para obtener el costo.

Si en el gráfico de productividad marginal (Figura 4), trazamos una línea horizontal de costo (tabla producto/insumo) por ej 15 kg maíz necesarios por cada 1.000 semillas, la densidad óptima económica es aquella donde se interceptan ambas rectas. Esto es, donde se iguala lo que "me devuelve el cultivo" con "lo que gasto para pagar esas 1.000 semillas adicionales" (Figura 5).

Para un ambiente donde la productividad esperada esté alrededor de 7.500 Kg/Ha, la densidad óptima económica sería de 50 mil pl/ha mientras que para un ambiente de 13.500 Kg/Ha rondaría las 85 mil pl/ha.

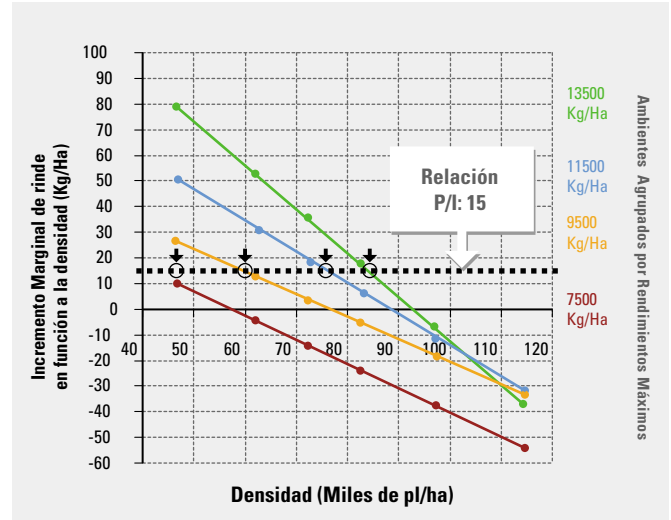


Figura 5: densidad óptima económica: Valor de densidad donde las rectas de Productividad Marginal (Fig. 4) interceptan al costo marginal (relación producto/insumo): recta punteada: 15 kg de maíz para pagar 1.000 semillas.

Si bien la relación producto/insumo (kg de maíz necesarios para pagar 1.000 semillas) es importante, más aun lo es la potencialidad del ambiente.

Salto en la calidad ambiental de 7.000 a 12.000 Kg/Ha, pueden variar en 20 a 30 mil pl/ha la densidad óptima a recomendar, mientras que variaciones en 5 kg de la relación producto/insumo (kg de maíz necesarios para pagar 1.000 semillas) modificarían la recomendación en la densidad óptima en tan solo 5 mil pl/ha.

## ■ DENSIDAD ÓPTIMA ECONÓMICA DE LOS HÍBRIDOS PIONEER

Estos estudios de densidad realizados por Pioneer Argentina a través de varias localidades y años permitieron explorar un amplio rango de calidades ambientales y de esta manera determinar cuantitativamente la respuesta a la densidad según potencialidad del ambiente para distintos híbridos.

A continuación se presenta la línea de productos Pioneer con las densidades a cosecha recomendadas tomando como base los resultados de campo y los conceptos vertidos en este artículo.

Potencial de rendimiento (kg/Ha)	Densidad sugerida*									
	31A08	30F15	30R76	31B18	31P77	31Y04	32F07	35R58	P2053Y	P2069Y
6.000	45	58	50	45	50	55	60	58	55	60
8.000	55	65	58	55	60	62	67	65	65	65
10.000	65	73	67	65	67	70	75	73	73	72
12.000	75	81	74	75	75	78	83	81	81	82
14.000	80	89	80	80	83	86	91	89	85	88

\* miles de pl/ha a cosecha

### ULTRA PRECOCES: 39B77-38W22

Calidad de ambiente	Densidad sugerida*
Media a baja	80-85
Alta	95-100

\* miles de pl/ha a cosecha

Tabla 2: Densidad a cosecha sugerida para diferentes híbridos según potencialidad del ambiente.



**PIONEER**  
A DUPONT COMPANY

**Pioneer Argentina. S.R.L.** – Hipólito Irigoyen 2020 1º piso

(B1640HFP) Martínez – Provincia de Buenos Aires

Tel: (54-11) 4717-9100 – Fax: (54-11) 4717-9195

#### **Bibliografía:**

- EPaszkievicz S. y Butzen S. 2001. Respuesta de Híbridos de Maíz según la Densidad de Plantas. Crop Insights. Vol 11, N° 6.
- Doerge T. (s/d). Agronomy Research Manager. Selecting Optimal Corn Plant Populations Under Deficit Irrigation. Field Facts Vol. 3. N° 4.
- Doerge T., Imholte A. 2005. Higher and Lower Corn Planting Rates Evaluated in On-Farm Trials. Crops Insight Vol. 15. N°5.
- O'Bryan, K. 2003. Plant Population Response to the 2002 Growing Season. Crops Insight Vol. 13, N° 1.
- Blumenthal J.M., Drew J. L., Stroup W. 2003. Optimal Plant Population and Nitrogen Fertility for Dryland Corn in Western Nebraska: Agron. J. 95:878-883.
- Norwood, C.A. 2001. Planting Date, Hybrid Maturity, and Plant Population Effects on Soil Water Depletion, Water Use, and Yield of Dryland Corn. Agron. J. 93:1034-1042.
- T. Sarlangue, F. H. Andrade, P.A. Calvino, and L. C. Purcell. Why Do Maize Hybrids Respond Differently to Variations in Plant Density?. Agron. J., June 5, 2007; 99(4): 984 - 991.
- P Capristo, I Colonna, T Sundblad y T Martín (2007). Respuesta diferencial de híbridos de maíz a la densidad: variaciones en la estrategia óptima en función de un índice ambiental. Workshop de Ecofisiología. Mar del Plata.

**Septiembre 2008**

