

# RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DE MANÍ A LA DENSIDAD DE PLANTAS EN LA ZONA MANISERA DE CÓRDOBA

Morla, F.D.; Giayetto, O.; Fernandez, E.M.; Cerioni, G.A.; Kearney, M.I.T.; C. Cerliani  
Departamento de Producción Vegetal - FAV, Universidad Nacional de Río Cuarto.  
fmorla@ayv.unrc.edu.ar

## Introducción

La elección de la densidad de plantas, es considerada como uno de los factores manejables más importante para obtener rendimientos máximos de los cultivos. El cultivo de maní es relativamente insensible a la variación de la densidad y sus respuestas pueden variar según las condiciones ambientales, genotipo utilizado, fecha de siembra, o la combinación en estas variables. Existen diferentes modelos estadísticos que se han usado para analizar la respuesta a la densidad de plantas; entre ellos las funciones: cuadrática, lineal-plateau, cuadrática-plateau. También, se menciona la ecuación de Mitscherlich, empleada para describir matemáticamente la ley de los Rendimientos Decrecientes desarrollada en 1909, la cual expresa que a cada incremento del factor limitante, en este caso el número de plantas, le corresponden incrementos de rendimiento cada vez menores hasta llegar a un incremento de rendimiento nulo. El objetivo de este trabajo fue: (i) ajustar respuestas del rendimiento de maní a la densidad de plantas, obtenidas bajo diferentes condiciones de cultivo, a diferentes modelos estadísticos e identificar el de mejor ajuste, y (ii) emplear dicho modelo para determinar las densidades óptimas agronómica y económica.

## Materiales y Métodos

El trabajo se basó en la recuperación de datos precedentes de distintos trabajos de investigación sobre densidades y modelos de siembra realizados en la zona manisera de Córdoba y a los que adicionaron datos de un ensayo de densidades realizadas en un lote de producción en el ciclo agrícola 2013/14 (Tabla 1).

**Tabla 1:** Descripción de los trabajos utilizados en este estudio

Trabajo-autores	Ciclo	Cultivar	Distancia entre hileras DEH	Densidades evaluadas pl m <sup>-2</sup>	Condiciones hídricas	Rendimientos máximos alcanzados
Casini y Sagadín, 1998	1996/97 y 1997/98	Florman INTA	Surcos a 0,7m	Entre 8 y 17	Riego - Secano	2914
Giayetto et al., 1998	1994/95 y 1995/96	Florman INTA	Surcos a 0,3; 0,5 y 0,7m	Entre 11,8 y 55,5	Secano	6014
Casini et al., 1999	1998/1999	Florman INTA	Surcos a 0,7m	Entre 7 y 23	Riego - Secano	3657
Giayetto et al., 2005	1995/96 y 1996/97	Florman INTA	Surcos a 0,3; 0,5 y 0,7m	Entre 11,8 y 55,5	Secano	4941
Casini et al., 2008	1997/98 - 98/99 - 1999/2000	Florman INTA	Surcos a 0,7m	12,8; 20 y 24,3	Secano	4403
Cavigliasso, 2012	2010/11	48	Surcos apareados a 0,90 y 0,15 m dentro de hileras	Entre 8 y 19	Secano	5011
Cerioni et al., 2012	2009/10	Granoelico	Surcos a 0,7m	4; 8; 12; 17 y 24	Riego	5427
Inédito	2013/14	48	Surcos a 0,7m	Entre 14 y 42	Secano	4131

Para el análisis se emplearon 9 campañas agrícolas, 3 cultivares tipo runner, 4 DEH y densidades que variaron entre 4 y 56 plantas m<sup>-2</sup>, bajo condiciones de secano (7) y riego complementario (3). Los ensayos se sembraron en fechas de siembra normales para la región y recibieron controles fitosanitarios con el fin de minimizar el efecto adverso de malezas, plagas y enfermedades. Previo al procesamiento, los datos se transformaron a rendimiento relativo asignando valor 1 al rendimiento máximo alcanzado en cada caso. Luego de probar diferentes modelos estadísticos, se encontró como más apropiada la ecuación de Mitscherlich (Ec. 1).

$$y = a(1 - e^{-bx}) \quad \text{Ec. 1}$$

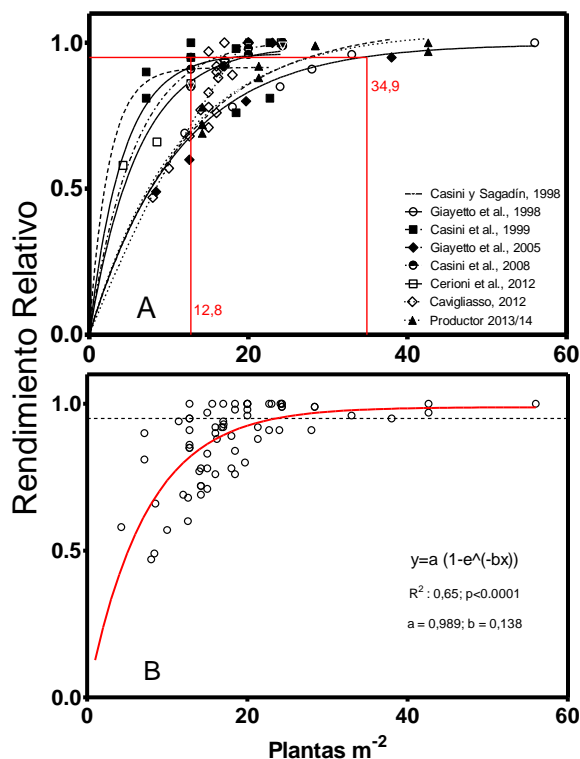
donde el rendimiento (y) es función de la densidad de plantas (x), "a" es el máximo rendimiento alcanzado y "b" es una constante. La densidad óptima agronómica (DOA) fue definida como aquella a la que se alcanza el 95% del rendimiento máximo predicho; y la densidad óptima económica (DOE) fue calculada como el punto donde la pendiente de la derivada de esa función (Ec. 2) es igual a la relación insumo-producto (R), precio unitario del insumo semilla respecto al precio del grano cosechado. Es decir que el costo de aumentar la densidad de plantas luego de este punto no sería cubierto por el aumento del rendimiento.

$$x = \frac{\ln(R/ab)}{-b} \quad \text{Ec. 2}$$

A modo de ejemplo, para el cálculo de DOE se tomó como rendimiento máximo al promedio de todos los trabajos analizados (Tabla 1) y una relación grano/caja de 0,7. Para el cálculo de kg de semillas usados se tomó como tamaño medio de semilla la granometría 40-50 granos  $oz^{-1}$  (1600 semillas por kg) y una calidad fisiológica de la semilla del 80% de PG. Las relaciones insumo-producto fueron: DOE1 (1200/533 US\$: 2,25) para el costo de semilla de producción propia de una empresa; y DOE2 (1850/533 US\$: 3,47) para la compra de semilla original. Los gráficos y análisis de regresión y correlación de las variables bajo estudio fueron realizados con el programa estadístico Graph Pad Prism 5.00.

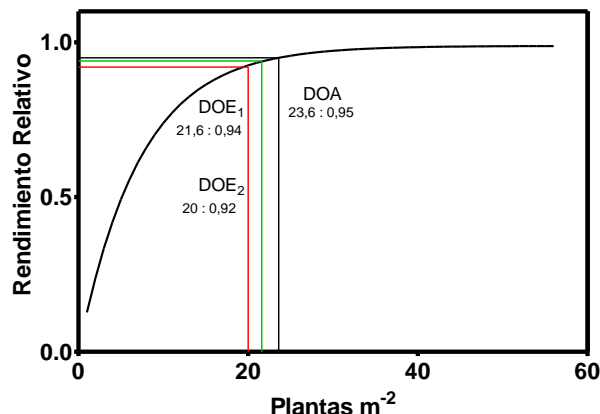
### Resultados

En la figura 1.A se observan los rendimientos relativos en función de la densidad de plantas logradas de cada trabajo analizado. La DOA varió entre 12,8 y 34,9  $pl\ m^{-2}$  y el análisis conjunto de los datos tuvo un buen ajuste al modelo de Mitscherlich ( $R^2 = 0,65$   $p < 0,0001$ ). Así, la densidad óptima para el conjunto de los datos analizados fue determinada en 23,6  $pl\ m^{-2}$  (Figura 1.B), lo que equivale a unas 16,5  $pl$  por metro lineal en siembras de 0,7 m entre surcos. Por su parte, las DOE calculadas fueron de 21,6 y de 20,0 plantas  $m^{-2}$  (15,1 y 13,9 plantas por m lineal a 0,7m entre surcos) según el costo de la semilla. La DOE también varía con otros factores que inciden en los costos de siembra (e.g. tamaño medio y calidad fisiológica de la semilla).



**Figura 1:** Ajustes del rendimiento relativo de maní a la densidad de plantas logradas a cosecha en diferentes trabajos realizados en la región manisera de Córdoba (A), y al conjunto de los datos analizados (B).

**Figura 2:** Densidades óptimas agronómica (DOA) y económica para dos ejemplos de manejo (DOE1 y DOE2) determinadas a partir del modelo de Mitscherlich.



### Conclusiones

- Se obtuvo un buen ajuste de la respuesta del rendimiento a la densidad de plantas al modelo de Mitscherlich para un amplio rango de condiciones analizadas en este trabajo.
- Los rendimientos máximos del cultivo (DOA) se obtienen a partir de 23,6  $pl\ m^{-2}$  (16,5  $pl$  por metro lineal en siembras de 0,7 m entre surcos).
- La DOE varía en función de la variación de precios de los insumos y producto, el rendimiento máximo esperado, la relación grano/caja del producto cosechado, el tamaño (granometría) y la calidad fisiológica (PG) de la semilla sembrada.
- Este modelo puede ser utilizado como una herramienta en la determinación de la DOA y DOE por el productor.
- Una hoja de cálculo de la Densidad Óptima Económica (DOE) en maní, estará disponible con acceso libre en <http://www.produccionvegetalunrc.org> para la toma de decisiones del profesional/productor.

Los autores desean expresar su agradecimiento a los Ing. Agr. Melisa Cavigliasso (Maniagro Argentina) por facilitar lotes para los ensayos y datos, y Claudio Oddino (Criadero El Carmen) por los datos suministrados.

Financiamiento: Bases ecofisiológicas del mejoramiento y sistemas de cultivo- Programa Nacional de Cultivos Industriales del INTA.