

DESUNIFORMIDAD DE DISTRIBUCIÓN DE GIRASOL (*Helianthus annus L.*): IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN INDIVIDUAL Y EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO

Tesouro, Mario O⁽¹⁾; Juan D'Amico⁽²⁾, Diego Paredes⁽²⁾, Angel Romito⁽²⁾, Marcos Roba⁽²⁾,
Gregorio Loyde⁽²⁾, Miguel Casartelli⁽²⁾

(1) Instituto de Ingeniería Rural, CNIA – INTA. CC 25 1712 Castelar, Prov. de Buenos Aires - Cátedra de Maquinaria Agrícola. FAUBA

(2) Instituto de Ingeniería Rural, CNIA – INTA. Castelar, Prov. de Buenos Aires
e-mail: otesouro@cnia.inta.gov.ar, jdamico@cnia.inta.gov.ar

Resumen: La densidad poblacional, el arreglo espacial del cultivo y la uniformidad de distribución afectan la producción y el rendimiento del cultivo de girasol. Sobre este último condicionante la calidad de la labor de siembra resulta determinante.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la uniformidad sobre el rendimiento de plantas individuales y del cultivo de girasol, utilizando diferentes indicadores de calidad de planteo.

Sobre un cultivo de girasol se cuantificó la densidad empleando la separación media y efectiva, y la desuniformidad del arreglo espacial a partir del desvío estándar y el coeficiente de variación en la línea de siembra, los índices de Aceptables, Fallas y Duplicaciones y la asimetría en la posición de la planta. Mediante análisis de regresión por mínimos cuadrados totales y parciales se estableció la relación entre la calidad del planteo y la producción individual de las plantas y el rendimiento del cultivo.

La desuniformidad de distribución deprime la producción de girasol a medida que se incrementa la densidad poblacional. Las Fallas resultaron ser las anomalías de distribución que más afectaron el rendimiento del cultivo.

Palabras clave: siembra, arreglo especial, uniformidad

UNEVEN DISTRIBUTION IN SUNFLOWER (HELIANTHUS ANUS L.): EFFECT ON INDIVIDUAL PRODUCTION AND CROP YIELD.

Abstract: Stand density, spatial arrangement and distribution uniformity affect the production and yield of the sunflower crop. On this last issue, the sowing quality is decisive.

The objective of this work was to evaluate the uniformity effect over the yield of individual plant and the sunflower crop, using different parameters of stand quality.

On a sunflower crop, it was measured the density using the mean separation and effective separation, and the unevenness of the spatial arrangement from the standard deviation and the coefficient of the variation on the sowing line, the indexes of Acceptable, Missing and Duplex and the asymmetric position of the plant. Through regression analysis of minimum squares totals and partials, it was established the relation between de stand quality and the studied variables.

Unevenness of distribution depresses the sunflower production by means of the increments on population density. Missing proved to be the distribution anomalies that most affected the crop yield.

Keywords: sowing, spatial arrangement, eveness

INTRODUCCIÓN

La densidad y geometría de siembra debe permitir establecer una población de plantas capaz de interceptar la mayor parte de la radiación incidente durante los periodos críticos (Dosio y Aguirrezábal 2004). Sin embargo además de la densidad de plantas, su distribución juega un papel preponderante en el logro de cultivos de alta producción. Según López Pereira et al. (1999), la uniformidad del cultivo impulsa la explotación óptima de los recursos del ambiente, evitando una excesiva competencia entre algunos individuos muy próximos y la generación de

espacios sin plantas en los que los recursos no son aprovechados. Estos autores afirman también que el impacto de la desuniformidad depende de dos grupos de factores, por un lado el tamaño, la frecuencia y la distribución espacial de los defectos y por otro las condiciones ambientales en prefloración; también mencionan otras limitantes de la capacidad de compensación como pH, resistencia mecánica del suelo y siembras tardías. En coincidencia, Uhart (2005) informa que el girasol presenta una cierta capacidad de compensación de las irregularidades del stand pero ésta se ve altamente condicionada a las limitantes y restricciones del ambiente.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la uniformidad sobre el rendimiento de plantas individuales y del cultivo de girasol, utilizando diferentes indicadores de calidad de planteo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el campo experimental del Instituto de Ingeniería Rural sobre un suelo que pertenece al gran grupo de los Argiudoles Vérticos. En la última semana de octubre de 2005 fue implantado, mediante siembra directa, un cultivo de girasol híbrido Dekasol SD (Monsanto S.A.) con una densidad teórica de siembra de 6,2 semillas/ metro, utilizando una sembradora Agrometal TX con los cuerpos separados a 0,70 m. La superficie experimental fue de aproximadamente 2500 metros cuadrados.

Al momento de la cosecha se determinaron al azar 32 sitios de muestreo, constituidos por segmentos de surcos de cuatro metros de longitud. Seis muestras fueron utilizadas para determinar el rendimiento individual, para ello las plantas fueron individualizadas, registrándose la producción de grano conjuntamente con las separaciones anterior, posterior y lateral respecto de las plantas más próximas. Las 26 muestras restantes fueron extraídas para cuantificar el rendimiento en grano por hectárea.

Para determinar el tipo y el grado de asociación entre el rendimiento individual de las plantas y las características del espacio disponible para cada una de ellas, se utilizaron dos tipos de variables: de densidad y de uniformidad. Las primeras permiten caracterizar el espacio ocupado por una planta mientras que las segundas, posibilitan definir la ubicación de la planta dentro de ese espacio. Las variables de densidad consideradas fueron:

Separación media (Sepa): es el promedio de las distancias a las plantas ubicadas adelante y atrás en el surco de siembra, expresado en metros.

Área de los polígonos de Voronoi (Voronoi): el área de los polígonos de Voronoi, correspondiente a cada una de las plantas, fue determinada mediante un software GIS.

Como medida de uniformidad o simetría se utilizó un coeficiente "C", cuya magnitud se obtuvo relacionando la distancia al vecino más cercano (d) y la distancia al vecino más alejado (D) en el surco de siembra según la fórmula:

$$C = \left\{ 1 - \left[\frac{D - \left(\frac{D \oplus d}{2} \right)}{\left(\frac{D \oplus d}{2} \right)} \right] \right\} \otimes 100$$

El coeficiente C tiende a cien cuando la simetría en la ubicación de la planta bajo estudio es máxima y a cero, cuando es mínima (asimetría o desuniformidad máxima).

Se efectuaron análisis de regresión utilizando como variable dependiente el peso del grano obtenido por planta. Los modelos probados incluyeron como variables independientes a la separación media (Sepa) o a los polígonos de Voronoi, con y sin la inclusión del coeficiente de simetría.

Los criterios utilizados para determinar la mejora o no en el grado de ajuste de los modelos probados a causa de la inclusión del coeficiente C, se basaron en la Suma de Cuadrados del Error y la coherencia biológica del modelo (Noguera et al. 2008), el Cuadrado Medio del Error, el Coeficiente de Determinación, el análisis de los residuales y de los residuos estudentizados y el criterio de convergencia, este último para el caso específico de los modelos no lineales (Arriola, et al. 2004; Noguera et al. 2008).

El peso de grano por metro de surco fue utilizado para determinar el tipo y el grado de asociación entre el rendimiento del cultivo y la densidad y la uniformidad de distribución de las plantas. Como variable de densidad se mantuvo a la separación media efectiva (Sepa). Para caracterizar la uniformidad de distribución de las plantas en el surco se utilizaron las siguientes variables:

Desvío estándar en la línea de siembra (STD)

Coefficiente de variación de la separación entre plantas en el surco de siembra (CVS)

Acceptables (A): esta medida de uniformidad está basada en la norma ISO 7256/2 "Test Methods - Precision Drills" la cual considera como aceptable a toda separación entre semillas, en este caso plantas, comprendida entre $0.5 X_{ref}$ y $1.5 X_{ref}$, siendo la separación teórica entre semillas la distancia de referencia (X_{ref}). Se expresa en porcentaje.

Duplicaciones (D): toda separación entre plantas ubicadas en el surco menor a $0.5 X_{ref}$. Se expresa en porcentaje.

Fallas (M): toda aquella separación entre plantas en el surco superior a $1.5 X_{ref}$. Se expresa en porcentaje.

Las variables de uniformidad que se expresan en porcentaje fueron transformados mediante la conversión arco seno.

Para determinar la importancia de las variables que caracterizan la densidad y la uniformidad del cultivo, se utilizaron análisis de regresión por el método de mínimos cuadrados parciales (PLS). Este método permite superar los problemas de colinealidad entre las variables regresoras, que se manifiestan casi inevitablemente en este tipo de análisis. La medida de la importancia de cada variable explicativa incluida en el modelo, puede inferirse a partir de los valores que adquieren los coeficientes "B" y "VIP". Como regla general, éste último se considera significativo cuando es mayor a 0,8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento individual de las plantas de Girasol

La producción de grano de los capítulos de girasol resultó altamente dependiente del espacio disponible por planta, ya sea que éste se exprese como longitud a través de la separación media efectiva (Sepa), o como el área de los polígonos de Voronoi (Voronoi). En ambos casos, los niveles de significación resultaron menores a 0,0001. Los polinomios de segundo grado permitieron reducir la suma de cuadrados del error.

La inclusión en las ecuaciones de la medida de simetría, el coeficiente "C", produjo una nueva mejora en el ajuste de los modelos. Tanto con los polinomios de primer o segundo grado y utilizando como variable independiente a la separación media efectiva o el área de los polígonos de Voronoi, logró reducirse la suma de cuadrados del error e incrementarse consecuentemente el coeficiente de determinación. En todos los casos el coeficiente "C" resultó significativo. También en los modelos no lineales, la inclusión del coeficiente "C" redujo sensiblemente el error.

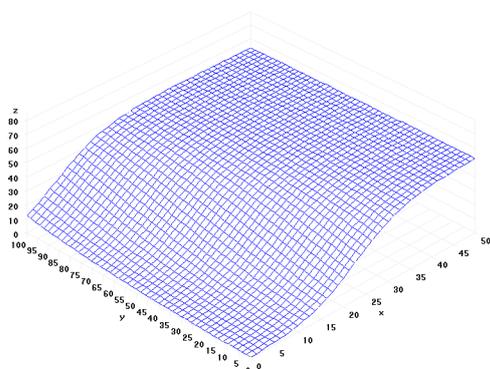


FIGURA 1: Rendimiento individual de los capítulos en función de la separación media efectiva (X) en centímetros y del coeficiente de simetría (Y) en porcentaje. Modelo no lineal logístico.

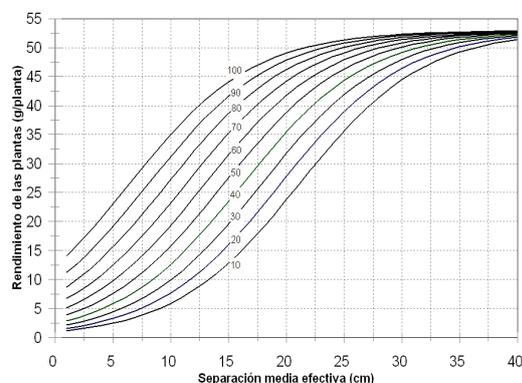


FIGURA 2: Rendimiento individual de los capítulos en función de la separación media efectiva (X) en centímetros y del coeficiente de simetría en porcentaje.

En la figura 1 se representa la superficie respuesta del rendimiento individual de las plantas en función de la separación media efectiva y del coeficiente de simetría "C". A partir de la observación del gráfico mencionado, es notable que en el rango que abarca desde las densidades máximas hasta las utilizadas habitualmente, la producción de grano por planta se incrementa a medida que lo hace la simetría. Para obtener igual nivel de producción por capítulo, la falta de simetría debe ser compensada por una mayor separación entre plantas. En el otro extremo del gráfico, cuando las separaciones entre plantas son máximas, puede notarse que los distintos grados de simetría no presentan prácticamente ningún efecto sobre el rendimiento individual de los capítulos.

Rendimiento del cultivo de Girasol

El rendimiento del cultivo presentó una tendencia creciente ante menores separaciones entre plantas. López Pereira et al. (2006) reportan incrementos de un 50% en el rendimiento potencial con densidades de 14 pl/m² en condiciones controladas. Sin embargo no se considera apropiado superar las 70000 pl/ha debido a que aumentan las posibilidades de vuelco, así como los riesgos de mayor incidencia de enfermedades (Aguirrezábal et al. 2001).

Si se considera al rendimiento en función de algunas de las medidas de uniformidad, puede observarse que también existe dependencia con estas variables regresoras (figuras 3 y 4).

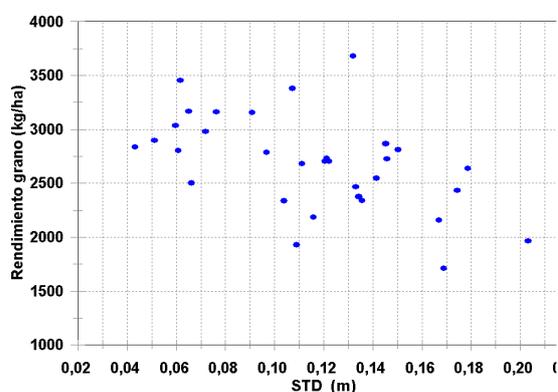


FIGURA 3: Rendimiento por hectárea en función del desvío estándar (STD) en la línea de siembra.

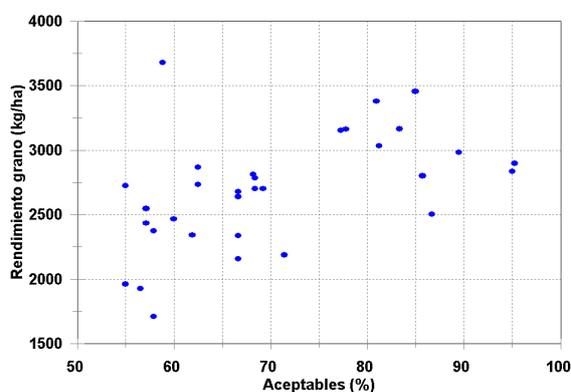


FIGURA 4: Rendimiento por hectárea en función del porcentaje de aceptables (A).

A diferencia de lo mencionado al analizar el rendimiento de las plantas individuales, las variables de densidad y de uniformidad están estrechamente relacionadas, lo cual se debe en gran medida a su concepción. Los índices A, D y M agrupan simultáneamente condiciones de densidad poblacional y de uniformidad de distribución.

Una mayor proporción de espaciamientos considerados Aceptables estará asociada a una menor dispersión de los distanciamientos en la línea de siembra y a una mayor similitud entre los valores de densidad teórica y efectiva.

Como una primera aproximación en el análisis de los efectos de la densidad y de la uniformidad, se utilizó una sola variable regresora para explicar el rendimiento del girasol (g/m). En la tabla 1 puede observarse que la variable de densidad, elevada al cuadrado (B) o no (A), permitió obtener las mínimas sumas de cuadrados de error (SSE) sobre una suma de cuadrados total (corregida) de 30205. De las variables de uniformidad, la que presentó el mayor coeficiente de determinación fue el porcentaje de fallas (F). En el otro extremo, el menor ajuste se obtuvo con el porcentaje de entregas múltiples (E). Con excepción de este último caso ($F=1.961$; $Pr>F= 0.1717$) y de lo ocurrido con el coeficiente de variación ($F=3,108$; $Pr>F= 0.0881$), todas las regresiones fueron significativas. Sin embargo, los valores alcanzados por el índice de Mallows (C_p) indican que los modelos están subparametrizados.

TABLA 1: Principales resultados de las regresiones con una variable independiente. Variable dependiente: rendimiento del girasol (gramos de grano/metro de surco). Referencias: SSE: suma de cuadrados del error; MSE: cuadrado medio del error; R²: coeficiente de determinación. R² (ajustado): coeficiente de determinación ajustado por g.l.; Cp: Índice de Mallows; VIF: Factor de incremento de la variancia; CI: índice de condición; Variables incluidas: A: separación media entre plantas (cm); B: separación media entre plantas (cm²); C: desvío estándar de la distribución de plantas en la línea de siembra (cm); D: arco seno del porcentaje de aceptables; E: arco seno del porcentaje de duplicaciones; F: arco seno del porcentaje de fallas. G: arco seno del coeficiente de variación expresado en porcentaje.

SSE	MSE	R ²	R ² (ajustado)	Cp	VIF	CI	Variables incluidas.
19459	649	0.36	0.33	10.90	-	-	B
19601	653	0.35	0.33	11.18	-	-	A
21430	714	0.29	0.27	14.84	-	-	F
21929	731	0.27	0.25	15.83	-	-	C
23270	776	0.23	0.20	18.52	-	-	D
27370	912	0.09	0.06	26.71	-	-	G
28352	945	0.06	0.03	28.67	-	-	E

Se seleccionaron los mejores modelos de regresión tomando como criterio el máximo coeficiente de determinación ajustado e incluyendo como variables a la separación media efectiva, la separación media efectiva elevada al cuadrado, el desvío estándar y los porcentajes de aceptables, duplicaciones y fallas. Al incluir en los modelos variables de densidad y de uniformidad en forma conjunta y utilizar el análisis de regresión por mínimos cuadrados ordinarios, se manifestó el efecto de colinealidad lo cual se evidenció por los elevados índices de condición (CI) y factores de incremento de la variancia (VIF) obtenidos (tabla 2).

TABLA 2: Principales resultados de las cinco mejores regresiones obtenidas para explicar el rendimiento del girasol (gramos de grano/metro de surco) por el método de mínimos cuadrados ordinarios. Referencias: Mod n°: número de modelo; SSE: suma de cuadrados del error; MSE: cuadrado medio del error; R²: coeficiente de determinación. R² (ajustado): coeficiente de determinación ajustado por g.l.; Cp: Índice de Mallows; VIF: Factor de incremento de la variancia; CI: índice de condición; Variables incluidas: A: separación media entre plantas (cm); B: separación media entre plantas (cm²); C: desvío estándar de la distribución de plantas en la línea de siembra (cm); D: arco seno del porcentaje de aceptables; E: arco seno del porcentaje de duplicaciones; F: arco seno del porcentaje de fallas.

Mod n°	SSE	MSE	R ²	R ² (ajustado)	Cp	VIF	CI	Variables incluidas.
1	14697	565	0.51	0.42	5.01	555.7	701.4	BCDEF
2	15282	566	0.49	0.42	4.00	552.8	631.7	BDEF
3	14775	568	0.51	0.42	5.14	554.1	707.9	ACDEF
4	15460	573	0.49	0.41	4.30	554.1	639.1	ADEF
5	14693	588	0.51	0.40	7.00	564.0	780.3	ABCDEF

TABLA 3: Regresión por mínimos cuadrados parciales del modelo 1. Variable dependiente: rendimiento del girasol (gramos de grano/metro de surco). Referencias: B: coeficiente de regresión estandarizado; VIP: Variable Importance for projection; Sepa: separación media efectiva (cm²); STD: desvío estándar de la distribución de plantas en la línea de siembra (cm); Arc A: arco seno del porcentaje de aceptables; Arc D: arco seno del porcentaje de duplicaciones; Arc M: arco seno del porcentaje de fallas.

Var	Predictor	B	VIP
1	Sepa	-0.22616	1.85779
2	STD	-0.14695	1.61169
3	Arc A	0.06791	1.52475
4	Arc D	0.16614	0.91746
5	Arc M	-0.12327	1.66866

Tomando como referencia las combinaciones que permitieron obtener los cinco mejores modelos, se utilizó el análisis por mínimos cuadrados parciales a fin de poder determinar la relevancia de cada una de las variables incluidas. La mínima suma de cuadrados del error (Modelo 1) se obtuvo mediante un polinomio que incluyó el cuadrado de la separación media efectiva, el desvío estándar y los porcentajes de aceptables, fallas y múltiples (tabla 2). Los resultados del análisis por mínimos cuadrados parciales del modelo se detallan en la tabla 3.

En el análisis de mínimos cuadrados parciales el valor de “B” expresa el coeficiente de regresión estandarizado respectivo mientras que, el valor de “VIP” (Variable Importance for Projection), indica la variación conjunta entre cada variable explicativa y la variable respuesta.

Todas las variables utilizadas resultaron relevantes en el ajuste del modelo ya que los coeficientes “VIP” superaron el valor de 0.8 considerado como umbral de significación en el modelo. Al analizar los coeficientes “B” y “VIP” surge que la de mayor importancia es la separación media efectiva (Sepa) que es la única variable de posición. El signo del coeficiente indica la relación inversa entre el aumento del distanciamiento de las plantas en la línea de siembra y la producción por unidad de superficie, lo cual resulta coincidente con lo informado por los autores mencionados anteriormente respecto de la respuesta del rendimiento del cultivo ante el incremento de densidades poblacionales.

El desvío estándar también muestra una relación inversa con el rendimiento y su importancia relativa es alta. Estos valores indican que el incremento de la desuniformidad de distribución en la línea de siembra resulta, en principio, un factor condicionante del rendimiento en el cultivo de girasol.

El índice de semillas aceptablemente sembradas “A” está asociado positivamente con el rendimiento. Esta relación es esperable debido a que dentro del rango de los distanciamientos considerados aceptables se ubicaron las separaciones entre plantas con las que el cultivo alcanzó su mayor rendimiento y simultáneamente, las que menos aportaron a la desuniformidad del stand.

Posiblemente, cuanto más diferencia exista entre la densidad media del stand y la densidad a la cual el cultivo expresa su mayor rendimiento, menor será la asociación positiva entre este índice “A” y la producción por unidad de superficie. Mientras que cuando la diferencia entre esas dos densidades tienda a cero, el valor de “B” para la variable “Sepa” tenderá a cero también.

En el caso del índice “M” que representa la presencia de fallas, es notable la importancia que posee en la explicación del rendimiento. Los coeficientes obtenidos resultaron muy similares a los de la variable “STD” lo que muestra el gran impacto que tiene en el rendimiento. Esta respuesta también resulta congruente con las relaciones que presentan la variable de posición y las de dispersión con el rendimiento. El índice de fallas agrupa distanciamientos muy superiores a los que posibilitan obtener el mayor rinde y por otra parte, realizan un aporte significativo a la desuniformidad del stand.

Las duplicaciones o entregas múltiples representadas por el índice “D” muestran una respuesta que contradice a la gran mayoría de los antecedentes bibliográficos consultados. A juzgar por la magnitud de su coeficiente “VIP”, es la variable de menor peso en el modelo y consecuentemente podría tener un escaso valor para explicar el rendimiento. Además, el signo positivo del coeficiente “B” indica, cuanto menos, que las duplicaciones no tuvieron un efecto negativo sobre este parámetro. Sobre ésta observación pueden realizarse algunas consideraciones. En función del comportamiento que tuvo el rinde del cultivo frente al aumento de la densidad, así como la ausencia de problemas sanitarios y de vuelco de plantas presumiblemente debido a las condiciones ambientales existentes, es razonable que las duplicaciones no hayan comprometido el rendimiento del cultivo. Por otra parte, las duplicaciones pudieron haber contribuido a la reducción de la separación media con un mínimo efecto sobre el incremento del desvío estándar. La producción de grano de una planta pudo haber sido compensada por otras dos, de menor porte, ocupando un espacio similar a la primera. En cambio, por lo observado al analizar el rendimiento individual de las plantas, es poco probable que la compensación mencionada anteriormente se manifieste en presencia de fallas.

En función de los resultados obtenidos, es esperable un menor efecto adverso cuando ocurren únicamente duplicaciones, que cuando se generan fallas o fallas y duplicaciones simultáneamente.

Hasta este momento fue intencionalmente excluido del análisis el coeficiente de variación. Tal como se comentara anteriormente, la presencia de fallas tiene el doble efecto de reducir la población de plantas lo que equivale a incrementar la separación media efectiva y por otra parte, provocar un significativo aumento del desvío estándar. En vista de la relación entre ambas variables y de la incidencia que poseen sobre los rendimientos, surge la necesidad de desglosar el efecto de cada una de ellas. Al relacionar el desvío estándar con la separación media efectiva, el coeficiente de variación puede resultar de utilidad para determinar la influencia de la uniformidad de manera independiente de la densidad.

En la tabla 4. se encuentran las cinco mejores regresiones obtenidas utilizando el coeficiente de variación en lugar del desvío estándar. Los dos mejores modelos no lo cuentan entre las variables regresoras seleccionadas. El primero que incluye al coeficiente de variación (C) se ubica en el tercer lugar.

TABLA 4: Principales resultados de las cinco mejores regresiones obtenidas para explicar el rendimiento del girasol (gramos de grano/metro de surco) por el método de mínimos cuadrados ordinarios. Referencias: Mod n°: número de modelo; SSE: suma de cuadrados del error; MSE: cuadrado medio del error; R²: coeficiente de determinación. R² (ajustado): coeficiente de determinación ajustado por g.l.; Cp: Índice de Mallows; VIF: Factor de incremento de la variancia; CI: índice de condición; Variables incluidas: A: separación media entre plantas (cm); B: separación media entre plantas (cm²); C: arco seno del coeficiente de variación expresado en porcentaje; D: arco seno del porcentaje de aceptables; E: arco seno del porcentaje de duplicaciones; F: arco seno del porcentaje de fallas.

Mod n°	SSE	MSE	R ²	R ² (ajustado)	Cp	VIF	CI	Variables incluidas.
1	15282	566	0.49	0.42	3.44	552.8	631.7	BDEF
2	15460	573	0.49	0.41	3.73	554.1	639.1	ADEF
3	15033	578	0.50	0.41	5.02	557.20	703.93	BCDEF
4	15160	583	0.50	0.40	5.24	555.98	711.43	ACDEF
5	15019	601	0.50	0.38	7.00	567.68	781.96	ABCDEF

Si se compara éste modelo con el de mejor comportamiento de la tabla 2, (Modelo 1) surge que la única diferencia es que en aquel se utilizó el desvío estándar mientras que en éste, se empleó el coeficiente de variación. En ambos, el cuadrado medio del error, el coeficiente de determinación, el CP, el VIF y el CI, resultaron prácticamente iguales. Si ahora se contrastan las salidas del análisis de mínimos cuadrados parciales (TABLAS 3 y 5) puede observarse que tanto la separación media efectiva como las fallas adquirieron mayor relevancia en detrimento de la uniformidad, expresada en este caso como coeficiente de variación. Los modelos 4 y 5 de la tabla 4 con la excepción mencionada, también resultaron idénticos al 3 y al 5 de la tabla 2 y al compararlos, mostraron iguales tendencias.

TABLA 5: Regresión por mínimos cuadrados parciales del modelo 3. Variable dependiente: rendimiento del girasol (gramos de grano/metro de surco). Referencias: B: coeficiente de regresión estandarizado; VIP: Variable Importance for projection; Sepa: separación media efectiva (cm²); Arc CV: arco seno del coeficiente de variación expresado en porcentaje; Arc A: arco seno del porcentaje de aceptables; Arc D: arco seno del porcentaje de duplicaciones; Arc M: arco seno del porcentaje de fallas.

Var	Predictor	B	VIP
1	Sepa	-0.26046	2.00813
2	Arc CV	-0.03109	1.09578
3	Arc A	0.010546	1.61899
4	Arc D	0.17076	0.97285
5	Arc M	-0.15916	1.78860

CONCLUSIONES

- Ante la utilización de densidades de siembra que generen situaciones de elevada competencia, la uniformidad de distribución es una variable significativa en la explicación de los rendimientos individuales de las plantas de girasol.
- La reducción en la uniformidad de siembra, debe ser compensada por mayores distanciamientos entre plantas, para obtener igual rendimiento por capítulo.
- Si la distancia entre las líneas de cultivo permanece constante, el rendimiento individual de los capítulos puede ser explicado en forma similar tanto por el área disponible por planta, como por la separación media efectiva en la línea de siembra.
- A partir de una población de plantas considerada óptima, todo incremento en la separación media efectiva repercutirá negativamente en el rendimiento del cultivo.
- Si la densidad de siembra permanece constante y la separación media efectiva se encuentra dentro del rango utilizado normalmente, es condición necesaria para el logro del rendimiento potencial del cultivo que las plantas se ubiquen en el intervalo considerado aceptable.
- La reducción del rendimiento del cultivo por efecto de la calidad del planteo, puede ser mejor explicada por los niveles de fallas presentes que por las variaciones del desvío estándar en la línea de siembra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRREZÁBAL, LAN; ORIOLI, GA; HERNÁNDEZ, LF; PEREYRA, VR; MIRAVÉ, JP. 2001. Girasol, Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. Ed: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Balcarce. Buenos Aires. Argentina.
- ARRIOLA, O.M.; CORNEJO OVIEDO, E.H. VALENCIA MANZO, S.; FLORES LÓPEZ, C. 2004. "Índice de sitio para *Pinus herrerae* Martínez en ciudad Hidalgo, Michoacán". Rev. Fitotec. Mex. v. 27, p. 77-80.
- DOSIO, G; AGUIRREZÁBAL, L. 2004. Variaciones de rendimiento en Girasol. Agromercado: Cuadernillo de Girasol. N°90 (Ago 2004) Buenos Aires: Agromercado, 2004.
- LOPEZ PEREIRA, M; TRAPANI, N; SADRAS, V. 1999. Densidad, distanciamiento entre hileras y uniformidad del cultivo de girasol. Cuaderno de Actualización Técnica. CREA. v. 30 (62) p. 34-39.
- NOGUERA, R.R; PEREIRA, R.L.; SOLARTE, C.E. 2008. Comparación de modelos no lineales para describir curvas de crecimiento en cuyes (*Cavia porcellus*) desde el nacimiento hasta la edad del sacrificio. Livestock Research for Rural Development v.20.
- UHART, S. 2005. Tercer Congreso Argentino de Girasol. Conclusiones: Taller sobre manejo del cultivo. Buenos Aires: ASAGIR 2005.