



DESUNIFORMIDAD TEMPORAL Y ESPACIAL Y SU EFECTO SOBRE UN CULTIVO COMERCIAL DE MAÍZ EN EL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES.

D'Amico, J.P.; Romito, A.; Tesouro, M.O.; Roba, M.A.

Laboratorio de Terramecánica e Implantación de cultivos – IIR, CIA, INTA, Castelar, Buenos Aires, Argentina.
damico.juanpablo@inta.gob.ar; romito.angel@inta.gob.ar; tesouro.omar@inta.gob.ar; roba.marcos@inta.gob.ar

Seeder performance is usually noted as a key factor in achieving homogeneous plant populations. There is no consensus in relation to the level of temporal and spacial unevenness over which a decrease in the yield of maize is recorded. The aim of this study was to evaluate the effect on performance of spacial and temporal unevenness, occurred spontaneously in an establishment in Tres Arroyos. After planting, sampling sites were randomly determined and regular monitoring of furrows performed by identifying and recording the seedling emergence date. After sowing, sampling sites were randomly determined and furrows were regularly monitored identifying and recording the seedling emergence date. Individual identification was maintained throughout the growing season. In physiological ripening and prior to spikes harvest, the distance between plants was recorded. The unevenness was represented by a coefficient that quantifies the asymmetry in the position of an individual from its closest neighbours in the seed line regardless of the space they occupy. This is an unevenness measure factor completely dissociated from the population density. The inclusion of this asymmetry coefficient did not achieve statistical significance ($F=0,55$, $p=0,5851$). Comparison of average yields, in relation to the days between planting and emergence, showed no significant differences ($F=0,47$, $p=0,6278$). The homogeneity levels achieved in this commercial crop were high enough as to compromise the performance.

Palabras clave: Siembra Directa (direct sowing), Separación entre plantas (distance between plants), Coeficiente de asimetría (asymmetry coefficient)

Introducción

Según Maroni y Gargicevich (1998) una adecuada labor de siembra se define como aquella donde la diferencia entre la cantidad de plantas posibles de obtener y las emergidas es mínima, la separación entre ellas es uniforme y el tiempo transcurrido para emerger es el mínimo para el conjunto de la población. No existe consenso respecto de los niveles de desuniformidad temporal y espacial por encima de los cuales se afecte el rendimiento del cultivo de maíz. Tampoco es clara la relación entre la variabilidad observada y las prestaciones de la sembradora. Experiencias realizadas por varios autores, entre ellos Liu et al. (2004), no arrojaron diferencias apreciables en el rendimiento, a condición de que la población de plantas se mantenga constante. En general, se considera que las plantas emergidas antes son incapaces de compensar el menor rendimiento de las tardías (Nafziger et al., 1991). Las plántulas de maíz pueden emerger de manera irregular cuando las condiciones de suelo y clima no son ideales. Se puede alcanzar un cultivo completo y que las plantas emerjan en días distintos. Esta situación afecta el rendimiento potencial del cultivo (Carter et al., 1992). El objetivo del trabajo fue determinar la existencia o no de una relación significativa entre la desuniformidad espacial, temporal y el rendimiento de un cultivo comercial de maíz.

Materiales y Métodos

Sitio y procedimiento experimental

El ensayo se realizó en la localidad de Micaela Cascallares, Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires (38°29'00"S; 60°27'00"O). La zona se caracteriza por presentar un clima templado con influencia oceánica. La temperatura media anual oscila entre 15 y 18 °C, con precipitaciones medias anuales superiores a los 700 mm (SAGyP, 1990).

Se utilizó una sembradora de seis surcos distanciados a 0,70 m equipada con sistema de dosificación neumático por succión marca *MaterMacc* modelo *MagicSem*. Cada tren de siembra se compone de cuchilla de Diseño Turbo de 19 ondas y 0,43 m de diámetro; abresurco tipo doble disco isodiamétricos de 0,38 m de diámetro; rueda contactadora con banda de goma; sistema limitador de profundidad de doble rueda de goma de igual

diámetro apareada al abresurco y ruedas de doble disco escotado con rueda de goma para cerrar el surco. Se empleó semilla correspondiente al híbrido DK 670 MG RR, del semillero Dekalb.

El 25 de noviembre de 2011 se sembraron 45 ha, a una velocidad de avance de 6 km h⁻¹. No se realizaron indicaciones o modificaciones técnicas a las planificaciones y metodologías utilizadas por el productor. Al momento de la implantación, la humedad gravimétrica media del suelo era de 27,3%, la cobertura de rastrojo de soja era mayor al 90% y con una masa promedio de 2640 kg ha⁻¹. La profundidad de implantación fue de 0,05 m y la densidad teórica de 4 semillas por metro de surco, lo que se corresponde con un distanciamiento entre semillas de 0,25 m. La densidad poblacional resultó de 57142 plantas ha⁻¹. Se aplicaron 50 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico y cuando el cultivo alcanzó una altura de 1 m se aplicaron 250 L ha⁻¹ de UAN. Para el control de malezas se realizaron las labores habituales consistentes en la aplicación de un herbicida sistémico (N-fosfometil glicina) en tres oportunidades. Los sitios de muestreo se determinaron al azar marcando surcos apareados de entre 8 y 11 m de longitud, sobre un lugar representativo del lote.

Toma de datos

Cada dos días se realizó el control de las líneas para identificar las plántulas y registrar su fecha de emergencia. Durante todo el ciclo de cultivo se mantuvo la identificación individual. Se registraron los distanciamientos entre plantas. Las espigas individualizadas, cosechadas luego de madurez fisiológica, fueron secadas en horno eléctrico a 105 °C hasta peso constante, para luego uniformar el peso a un contenido de 14% de humedad. Se realizó la trilla manualmente, registrando el rinde de cada planta en kg de grano. Dado que sólo se estudió la respuesta respecto de distintos niveles de uniformidad espacial y temporal ocurridos de manera espontánea, se utilizó el diseño completamente aleatorizado. Similar metodología fue utilizada por Martin et al. (2005).

Variables Explicativas

Distancia mayor (D): Distancia (cm) a la planta vecina más lejana en la línea de siembra.

Distancia menor (d): Distancia (cm) a la planta vecina más cercana en la línea de siembra.

Separación media (Sepa): Se obtuvo promediando las distancias en cm que separan a la planta de sus vecinas más próximas en la línea de siembra.

Asimetría (C): se determinó un coeficiente de asimetría (Tesouro et al., 2009) de acuerdo con la fórmula:

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

Es una medida de desuniformidad dissociada de la densidad, a partir de la relación entre las distancias que separan al individuo de cada uno de sus vecinos, lo que permite estudiar separadamente los efectos de cada uno de estos dos factores.

Condición: En función de los criterios de la norma ISO 7256/1 se clasificó a cada individuo de acuerdo a si estaba separado en el surco por distancias consideradas Aceptable (A), Entrega Múltiple (D) o Falla (F). La identificación de cada una de las situaciones se realizó con dos letras indicando la clasificación de ambas separaciones (AA, AF, AD, DD, DF, FF).

Días desde la Siembra (DDS): Cantidad de días transcurridos entre la siembra y el inicio de la emergencia de la plántula.

Diferencia temporal Mayor (Imayor) y Diferencia temporal Menor (Imenor): Diferencia entre los DDS de la planta en cuestión respecto de los DDS de las plantas vecinas.

Variables Respuesta:

Producción individual (Prod): Cantidad de granos por planta expresada en kg planta⁻¹

Rendimiento (Rend): Rendimiento de cada planta en kg ha⁻¹ según:

$$\text{Rend} = \left(\frac{\text{Prod}}{\text{Sepa} * 0,7} \right) * 10000$$

Tratamiento estadístico:

Para determinar la asociación entre las variables se efectuaron análisis de regresión utilizando como variables dependientes Prod y Rend. Como variables independientes se utilizó Sepa, con y sin la inclusión del coeficiente de asimetría C. También se relacionó la respuesta del rendimiento a las variables temporales DDS, Imayor e Imenor. Los criterios utilizados para determinar el mejor grado de ajuste de los modelos utilizados se basaron en la Suma de Cuadrados del Error, el Cuadrado Medio del Error, el Coeficiente de Determinación, el análisis de los residuales y de los residuos estudentizados.

El análisis de varianza se realizó tomando como variable de clasificación la variable Condición y como variables dependientes las variables Sepa, Prod y C. Las comparaciones de medias se realizaron por medio del test de Tukey o Snedecor. Del mismo modo se compararon las medias alcanzadas por el rendimiento individual en función de los días transcurridos entre la siembra y la emergencia (DDS).

Resultados y Discusión

El desvío estándar de los espaciamientos en la línea de siembra fue de 0,155 m lo que representa un CV de 47,86%. El índice de espaciamientos aceptables (A) alcanzó un valor de 68,37%; el de Fallas (F) fue de 26,51% y el de duplicaciones (D) de 5,12%.

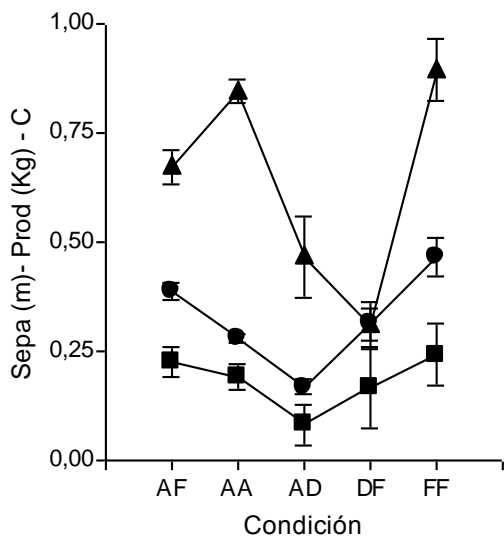


Figura 1: Valores medios de separación media (Sepa: círculo) producción individual (Prod: cuadrado) y coeficiente de asimetría (C: triángulo) para cada una de las cinco condiciones.

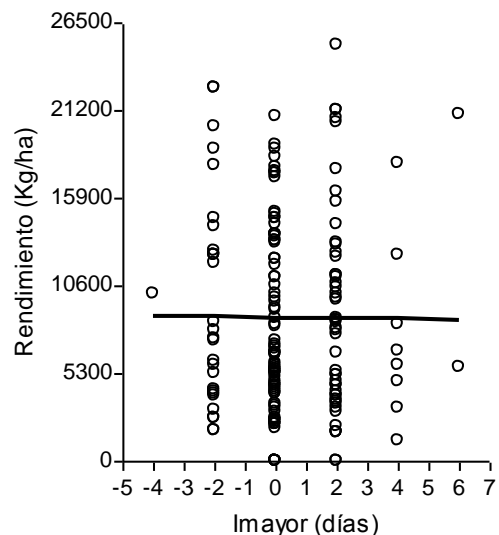


Figura 2: Regresión lineal simple entre el rendimiento individual y la mayor diferencia de días en la emergencia respecto a la planta vecina en la línea de siembra ($p=0.9301$)

Respuesta la producción individual al espacio disponible y la desuniformidad:

Los modelos de análisis del efecto de la separación media con la producción individual, con o sin la inclusión del coeficiente C, no alcanzaron significancia estadística ($p<0,05$). En la Figura 1 se pueden observar los valores medios de estas variables, relacionados con su condición. Respecto de los valores registrados para las plantas según la variable Condición, si bien se encontraron diferencias significativas, ninguna de ellas compensa la pérdida poblacional con los aumentos en la producción individual. Los efectos registrados coinciden con los resultados presentados por varios autores, entre ellos Nafziger (1996) quien sostiene que las dos plantas vecinas a una falla pueden compensar hasta un 47% de la merma de producción ocasionada por la misma. Uno de los primeros trabajos realizados en nuestro país demostrando que no existe un impacto significativo de la desuniformidad sobre el rendimiento del cultivo de maíz, fue el de Andrade y Abbate (2005). Sin embargo, desde hace dos décadas se difunden erróneamente fórmulas que sobreestiman estos efectos adversos, dado que utilizan factores desarrollados en situaciones productivas distintas a las de nuestra región.

Respuesta del rendimiento individual a la dilación en la emergencia:

La emergencia de las plántulas se inició luego de 8 días de realizada la labor de siembra. Dos días después se registró un 93,53% de emergencia. Este corto periodo transcurrido entre la aparición de las plantas más adelantadas y más retrasadas no permitió registrar efecto depresor alguno sobre el rendimiento. El análisis de regresión entre el rendimiento individual y los días transcurridos entre la siembra y la emergencia de cada planta no presentó significancia estadística ($p < 0,05$). La comparación de medias de los rendimientos obtenidos de acuerdo a los días transcurridos entre la siembra y la emergencia no arrojó diferencias estadísticas significativas ($F = 0,47$ $p = 0,6278$). Tampoco fue posible relacionar el rendimiento individual con la diferencia en el tiempo de emergencia de la planta evaluada respecto del registrado para sus vecinas (para todas las combinaciones $R^2 \approx 0,00$; $Pr > F > 0,05$). Esto se puede observar en la Figura 2. De acuerdo con Andrade y Abbate (2005) esta gran variabilidad registrada podría tener un impacto significativo en el rendimiento del cultivo. Sin embargo en la presente experiencia no ha sido posible relacionarla con la irregularidad en el establecimiento.

Consideraciones finales

A la luz de los resultados obtenidos en esta experiencia y de los informados en los diferentes trabajos revisados, no surge una relación clara y unívoca entre el desempeño de la maquinaria y las mermas de rendimiento. En cierta medida, podría presumirse que los niveles de homogeneidad alcanzados en los cultivos comerciales, bajo condiciones normales, resultan lo suficientemente elevados como para comprometer el rendimiento. La variabilidad en el rendimiento registrado por cada planta alcanzó un CV de 67,38%. El máximo registro para esta variable resultó ser prácticamente tres veces mayor que el rendimiento promedio. Sin embargo esta gran variabilidad no pudo ser relacionada en forma clara y unívoca con la irregularidad generada por el desempeño de la sembradora. Por otra parte no queda claro si la causa de la gran variabilidad registrada en el rendimiento individual se debe únicamente a causas no genéticas.

Bibliografía

- Andrade, H.F.; Abbate, P.E. 2005. Response of maize and soybean to variability in stand uniformity. *Agron. J.* 97: 1263 – 1269.
- Carter, P.R.; Nafziger, E.M.; Lauer, J.G. 1992. Uneven emergence in corn. North Central Regional Extension Publication N° 344.
- ISO 7256/1 - International Organization for Standardization, 1984. Sowing equipment - Test Methods - Part 1: Precision drills for sowing in lines. International Organization for Standardization.
- Liu, W.; Tollenaar, M.; Stewart, G.; Deen, W. 2004. Impact of planter type, planting speed, and tillage on standard uniformity and yield of corn. *Agron. J.* 96: 1668 – 1672.
- Maroni, J.; Gargicevich, A. 1998. Operación de siembra, densidad y uniformidad de plantas en maíz. Cap.II, pp.29. Morgan-Mycogen S.A. Bs. As.
- Martin, K.L.; Hodgen, P.J.; Freeman, K.W.; Melchiori, R.; Arnall, D.B.; Teal, R.K.; Mullen, R.W.; Desta, K.; Philips, S.B.; Soile, M.L.; Stone, M.L.; Caviglia, O.; Solari, F.; Bianchini, A.; Francis, D.D.; Schepers, J.S.; Hatfield, J.L.; Raun, W.R. 2005. Plant to plant variability in corn production. *Agron. J.* 97:1603 – 1611.
- Nafziger, E. D. 1996. Effects of missing and two-plant hills on corn grain yield. *J. Prod. Agric.* 9:238 – 240.
- Nafziger, E.D.; Carter, P.R.; Graham, E.E. 1991. Response of corn to uneven emergence. *Crop Sci.* v:31:811–815.
- SAGyP - Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. 1990. Atlas de suelos de la República Argentina. Tomo I. Proyecto PNUD ARG/85/019. 731 pp.
- Tesouro, M.O.; D'Amico, J.P.; Paredes, D.; Romito A.; Roba, M.; 2009. Desuniformidad en la distribución de las plantas de girasol (*Helianthus annuus* L.): Impacto sobre la producción individual y el rendimiento del cultivo. X CADIR. Rosario. Santa Fe. Argentina.