


Desuniformidad en maíz: Efecto de la emergencia de dobles plantas en dos espaciamientos de siembra

Non-uniformity in maize: Emergence effect of double plants in two sowing spacings

Celsa Noemi BALBI  y Jose Luis LABROVICH

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Sargento Cabral 2131, Corrientes, 3400. Argentina. E-mail: cnbalbi@agr.unne.edu.ar  Autor para correspondencia

Recibido: 15/03/2009
Primera revisión recibida: 28/11/2009

Fin de primer arbitraje: 14/04/2009
Aceptado: 28/12/2009

RESUMEN

La emergencia de dobles plantas en maíz es un caso de desuniformidad espacial muy común atribuido a fallas en la regulación de la sembradora. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar la respuesta del cultivo de maíz, sin limitantes hídricas ni nutricionales, a la emergencia de dobles plantas en dos espaciamientos de siembra. El experimento se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Se utilizó el híbrido Mill 527 sembrado en un lote homogéneo con distancia entre surcos de 0,52 m y dos espaciamientos (E) entre plantas (E1: 0,25 m y E2: 0,30 m). Se instalaron microparcelas testigos (T) y con dobles plantas (DP), de cuatro y cinco plantas, respectivamente para cada espaciamiento, con cinco repeticiones. Se midió rendimiento final y materia seca particionada en tallo, hoja, chala, marlo y grano en cada una de las plantas de las microparcelas. Los resultados muestran rendimientos ajustados entre 10064,3 y 12867,5 kg.ha⁻¹, con variaciones de un 7,2% más y 2,5% menos entre dobles plantas en comparación con el testigo en E1 y E2, respectivamente. Se encontraron diferencias significativas ($\alpha=0,05$) en rendimiento ajustados tomando como factor de variación la densidad pero la diferencia no es significativa cuando se toma como factor de variación la desuniformidad de las plantas.

Palabras clave: Maíz, desuniformidad, dobles plantas, espaciamiento.

ABSTRACT

The emergence of double maize plants is a common case of space non-uniformity attributed to faults in the regulation of the drill. The aim of this study was to quantify the response of maize, without water or nutrient limitations, to the emergence of twin plants in two spacing. The experiment was conducted in the Experimental Station of the Faculty of Agricultural Sciences, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. It was used the hybrid Mill 527 in a batch homogeneous distance between rows of 0.52 m. and two spaces between plants (E1 0.25 m and E2 0.30 m). Control microplots and double plants were installed, four and five plants respectively for each spacing microplots, with five replicates. Final yield and dry matter partitioned into stem, leaf, spike and grain in each of the plants to the microplots was measured. The results show adjusted yields range from 10064.3 to 12867.5 kg.ha⁻¹ with a 7% variation among double plants and control in E1 and 2.5% less in E2. Density factor caused significant differences ($\alpha = 0.05$) in adjusted yields but a double plants did not return on the factor of the density variation but the difference is not caused significant differences.

Key words: Maize, non-uniformity, double plant, spacing.

INTRODUCCIÓN

La cuantificación de la desuniformidad de la distancia entre plantas dentro del surco (en adelante desuniformidad espacial) se logra mediante distintas variables. Por ejemplo, el desvío estándar (DE) mide la dispersión "promedio" alrededor del valor medio, es decir, cómo la distancia entre plantas fluctúa por encima y por debajo de ésta. El coeficiente de variación (CV) mide la dispersión de los datos relativa al valor medio al relacionar DE con el valor medio. El DE se ha relacionado con pérdidas de

rendimiento en el cultivo de maíz. Nielsen (1993) mostró que el rendimiento de maíz se redujo aproximadamente 60 kg ha⁻¹ por centímetro de aumento en el desvío estándar sobre un valor umbral de 5 cm. En cambio, Liu *et al.* (2004a) encontraron que el rendimiento en grano no fue afectado significativamente por la desuniformidad espacial en el surco en un rango de DE que osciló entre 6,7 y 17,5 cm. Estos autores tampoco encontraron diferencias en el número de hojas, altura de la planta, área foliar e índice de cosecha (Liu *et al.*, 2004b).

Más recientemente, Olmos y Menendez (2005) encontraron reducciones en el rendimiento de 147 kg ha⁻¹ por cada centímetro en un rango de DE que osciló entre 5 y 25 cm. La magnitud de la desuniformidad espacial puede ser modificada por la temperatura y humedad del suelo durante el período siembra-establecimiento del cultivo, la relación plantas logradas/semilla y el tipo de sembradora y velocidad de siembra (Liu *et al.*, 2004b). Asimismo, los híbridos podrían presentar una respuesta diferente a la desuniformidad de acuerdo a su capacidad para traducir en rendimiento en grano las variaciones de los recursos disponibles por planta (Valentinuz *et al.*, 2006) como consecuencia de la desuniformidad espacial. En la región Noreste Argentina (NEA) no existen antecedentes de cuantificación de variabilidad de rendimiento debido a la desuniformidad espacial (i.e., emergencia de dobles plantas) en cultivos de maíz. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar la respuesta del cultivo de maíz, sin limitantes hídricas ni nutricionales, a la emergencia de dobles plantas en dos espaciamientos de siembra en la provincia de Corrientes, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Se utilizó el híbrido simple Mill 527, ciclo completo, 69-71 días a floración, 1,95 m de altura, de excelente calidad para industria, colorado duro. Muy buena tolerancia al Mal de Río Cuarto y muy buen potencial de rendimiento. En el NEA, se cultiva por su calidad comercial para la fabricación de copos de desayuno y eventualmente para industria cervecera.

Lugar de realización y tipo de suelo

El experimento se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: latitud: 27° 28' 27.23" S; longitud: 58° 47' 00.66" O; y altitud: 50 m sobre el nivel del mar. El suelo está clasificado como tipo Udipsament acuico hipertérmico de la serie Ensenada Grande (Escobar, *et al.* 1996).

Manejo del cultivo

El experimento se condujo bajo riego por goteo en un lote de siembra de hileras a 52 cm. Se utilizaron dos espaciamientos dentro de la hilera a 25

cm (E1) y a 30 cm (E2), los que fueron tomados en cada caso como testigos de la variabilidad espacial uniforme. Luego se sembraron, dentro del lote, para cada uno de los espaciamientos situaciones con emergencia de dobles plantas sembradas a 2 cm. Estas situaciones fueron realizadas con borduras de un lineo a cada lado y dos metros en el lineo con la situación del testigo (plantas sin variabilidad espacial).

Se realizó una fertilización de base según análisis de suelo y tomando en cuenta el requerimiento del cultivo para un rendimiento potencial en la zona. La preparación del lote se realizó de la siguiente manera: 30 días antes de la siembra se aplicó un herbicida total (Glifosato) a razón de 2,5 l ha⁻¹. Luego, en preemergencia se aplicó Glifosato y un herbicida para el control de malezas de hoja ancha y gramíneas anuales (Atrazina). Los controles de malezas posteriores a la emergencia fueron realizados en forma manual. También se realizaron dos aplicaciones de Lufenuron y Cipermetrina para el control de *Spodoptera frugiperda*.

Evaluaciones

Se realizaron las siguientes mediciones:

- Materia seca de planta entera (madurez fisiológica). Se muestrearon todas las microparcels de E1 y E2. El material fue particionado identificando cada planta de la microparcels y secado en estufa a 65 °C hasta peso constante y luego fue pesado.
- Partición de la materia seca. Se separó el material muestreado para materia seca en tallo (incluyendo vaina foliar y panoja), hojas y espiga, la cual fue particionada en chala, marlo y granos.
- Altura de planta, altura de inserción de la hoja bandera, número de granos/hilera y número de hileras/marlo
- Rendimiento en grano: se cosechó cada planta individualmente y se contó número de hileras, peso de 1000 granos con 15% de humedad medido con humidímetro de laboratorio.

Diseño experimental y análisis estadístico

Los tratamientos se distribuyeron con un diseño totalmente al azar (DCA) con cinco repeticiones de microparcels dentro de un lote homogéneo para las variables de producción: suelo, riego y fertilidad. Los datos se analizaron con ANOVA y test de comparación de medias Tukey ($\alpha=0,05$) con el programa Infostat, Versión 2002.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 muestra los resultados del rendimiento ajustado por ha. para cada tratamiento dentro E1 y E2. La variación en rendimiento fue de un 7,2% más en el tratamiento de dobles plantas que en el testigo en E1. En E2 ocurrió que el rendimiento ajustado por hectárea en dobles plantas fue un 2,5% menor con respecto al testigo. Similares resultados encontraron otros autores (Liu *et al.*, 2004ab; Olmos y Menéndez, 2005; Valentinuz *et al.*, 2006) pero estudiando el desvío estándar de un ensayo con desuniformidad espacial y temporal. El DE del rendimiento ajustado por ha de las microparcels testigo de ambos espaciamientos es igual a 0 cm, lo que está indicando uniformidad espacial total, mientras que en las microparcels de dobles plantas el DE es igual a 10,28 y 12,50 cm en E1 y E2, respectivamente.

La prueba de Tukey indicó que existen diferencias significativas ($\alpha < 0,05$) en rendimiento ajustado tomando como factor de variación el espaciamiento entre plantas pero la diferencia no es significativa cuando se toma como factor de variación la desuniformidad de las plantas.

Los cuadros 2, 3, 4 y 5 muestran los datos de altura de planta y altura de hoja bandera, partición de materia seca en hojas, tallo (más vaina y panoja), chala y marlo en madurez fisiológica, peso de grano (un contenido de 15% de humedad), número de granos y número de hileras, todos los datos fueron expresados como promedio tomando como factor de variación la emergencia de la desuniformidad de las plantas en los cuadro 2 y 3 y como factor de variación el espaciamiento entre plantas en los cuadros 4 y 5.

Para el análisis estadístico (ANOVA) se tomaron los datos de todas las repeticiones y de todas las plantas, particionándolos en función de los números de planta, a efectos de encontrar diferencias entre las variables de cada una de ellas, para explicar las discrepancias en el rendimiento final a partir de la partición de la materia seca y otras variables fenotípicas.

Para las plantas en la ubicación 1 y 2 no se encontraron diferencias significativas para las variables altura de planta, altura de hoja bandera, partición de materia seca a hojas, tallo, chala y marlo en madurez fisiológica, peso de grano, número de granos y número de hileras en ninguna de las situaciones de diferentes espaciamientos entre plantas ni en el tratamiento de desuniformidad de las plantas (Cuadros 2, 3, 4 y 5).

Cuadro 1. Rendimiento final de semillas (kg ha⁻¹) de plantas de maíz (*Zea mays* L.) híbrido simple Mill 527 en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

Espaciamiento (E) entre plantas (cm)	Rendimiento Final promedio por ha. Desuniformidad de las plantas	
	Testigo	Doble planta
25 (E1)	11942,69 aA	12867,54 aA
30 (E2)	10320,98 bA	10064,29 bA

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)
Letras mayúsculas para la comparación entre tratamiento de desuniformidad a un mismo nivel de espaciamiento entre plantas.

Letras minúsculas para la comparación entre espaciamientos entre plantas a un mismo nivel de desuniformidad de plantas.

Cuadro 2. Valores promedio de cinco repeticiones de la altura de planta (AP), altura de inserción de la hoja bandera (AIHB), materia seca de hojas (MSH) y tallo (MST) en madurez fisiológica de plantas de maíz (*Zea mays* L.) híbrido simple Mill 527 en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. Efecto de la desuniformidad de las plantas.

Posición de las plantas	AP (m)		AIHB (m)		MSH (g)		MST (g)	
	Testigo	DP	Testigo	DP	Testigo	DP	Testigo	DP
1	2,37 a	2,32 a	1,97 a	1,89 a	23,2 a	20,0 a	93,4 a	79,0 a
2	2,35 a	2,32 a	1,89 a	1,92 a	24,3 a	21,7 a	101,7 b	76,6 a
3	2,32 a	2,32 a	1,92 a	1,90 a	25,5 b	20,6 a	97,1 b	76,7 a
4	2,26 a	2,24 a	2,01 b	1,84 a	24,3 b	15,8 a	85,3 a	62,8 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según la prueba de Tukey para la comparación entre testigo y Dobles plantas (DP) dentro de cada posición de las plantas

Cuadro 3. Valores promedio de cinco repeticiones de materia seca de chala (MSC) y marlo (MSM) en madurez fisiológica, peso de grano (PG) a 15% de humedad, número de granos/hilera (NGH) y número de hileras/marlo (NHM) de plantas de maíz (*Zea mays* L.) híbrido simple Mill 527 en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. Efecto de la desuniformidad de las plantas.

Posición de la planta	MSC (g)		MSM (g)		PG (g)		NGH		NHM	
	Desuniformidad de las plantas									
	Testigo	DP	Testigo	DP	Testigo	DP	Testigo	DP	Testigo	DP
1	17,0 a	16,3 a	32,0 a	30,9 a	160,0 a	145,6 a	523,0 a	484,4 a	14,8 a	14,4 a
2	18,2 b	15,0 a	33,9 a	29,4 a	158,7 a	140,4 a	522,2 a	480,4 a	14,6 a	14,4 a
3	19,9 b	15,6 a	32,3 a	27,7 a	161,9 b	128,0 a	524,9 b	422,5 a	14,6 a	13,5 a
4	18,8 b	11,9 a	30,5 b	21,1 a	151,1 b	96,4 a	502,9 b	369,6 a	14,2 b	12,8 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según la prueba de Tukey para la comparación entre testigo y Dobles plantas (DP) dentro de cada posición de las plantas

Cuadro 4. Valores promedio de cinco repeticiones de la altura de planta (AP), altura de inserción de la hoja bandera (AIHB), materia seca de hojas (MSH) y tallo (MST) en madurez fisiológica de plantas de maíz (*Zea mays* L.) híbrido simple Mill 527 en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. Efecto del espaciamiento entre plantas.

Posición de la planta	AP (cm)		AIHB (cm)		MSH (g)		MST (g)	
	Espaciamiento (cm) entre plantas							
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
1	2,34 a	2,34 a	1,94 a	1,92 a	22,4 a	20,8 a	83,6 a	88,9 a
2	2,36 a	2,32 a	1,96 a	1,85 a	22,7 a	23,3 a	85,0 a	93,3 a
3	2,35 a	2,29 a	1,92 a	1,90 a	22,0 a	24,1 a	78,5 a	95,3 a
4	2,32 a	2,28 a	1,90 a	1,95 a	18,6 a	21,6 a	63,9 a	84,2 a
5	2,27 a	2,28 a	1,01 a	1,87 a	18,3 a	19,9 a	65,5 a	77,7 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según la prueba de Tukey para la comparación entre espaciamientos entre plantas dentro de cada posición de las plantas. E1 y E2 : Espaciamiento entre plantas 25 y 30 cm, respectivamente

Cuadro 5. Valores promedio de cinco repeticiones de materia seca de chala (MSC) y marlo (MSM) en madurez fisiológica, peso de grano (PG) a 15% de humedad, número de granos/hilera (NGH) y número de hileras/marlo (NHM) de plantas de maíz (*Zea mays* L.) híbrido simple Mill 527 en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. Efecto del espaciamiento entre plantas.

Posición de la planta	MSC (g)		MSM (g)		PG (g)		NGH		NHM	
	Espaciamiento (cm) entre plantas									
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
1	16,8 a	16,4 a	32,1 a	30,8 a	158,8 a	146,8 a	513,0 a	494,4 a	14,8 a	14,4 a
2	16,5 a	16,8 a	30,9 a	32,3 a	151,8 a	147,2 a	498,0 a	504,6 a	14,6 a	14,4 a
3	16,0 a	19,4 a	28,5 a	31,5 a	144,1 a	145,8 a	468,2 a	479,2 a	13,8 a	14,3 a
4	13,2 a	17,5 b	24,2 a	27,4 a	117,8 a	129,7 a	417,6 a	454,9 a	13,2 a	13,8 a
5	14,5 a	15,9 a	26,8 a	29,3 a	145,0 a	131,6 a	502,0 a	461,6 a	15,2 a	13,6 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según la prueba de Tukey para la comparación entre espaciamientos entre plantas dentro de cada posición de las plantas. E1 y E2 : Espaciamiento entre plantas 25 y 30 cm, respectivamente

Las plantas de ubicación 3 mostraron diferencias significativas para número de granos ($p \leq 0,01$), peso de granos ($p \leq 0,01$), peso de hoja ($p \leq 0,05$), tallo ($p \leq 0,05$) y chala ($p \leq 0,05$) tomando como factor de variación la desuniformidad de las plantas (Cuadros 2 y 3) y no cuando se toma como factor de variación el espaciamiento entre plantas (Cuadros 4 y 5). Lo mismo ocurrió para las plantas de ubicación 4, en la desuniformidad de las plantas se encontraron diferencias significativas en altura de hoja bandera ($p \leq 0,01$), número de granos ($p \leq 0,01$), número de hileras ($p \leq 0,05$), peso de granos ($p \leq 0,01$), peso de hoja ($p \leq 0,01$), chala ($p \leq 0,01$) y marlo ($p \leq 0,01$) (Cuadros 2 y 3), diferencias que no se encontraron en los dos niveles de distanciamientos empleados (E1 y E2) (Cuadros 4 y 5). Estas diferencias encontradas para las ubicaciones 3 y 4 (en los tratamientos de desuniformidad de las plantas son aquellas ubicadas a 2 cm. y los testigos a 25 y 30 cm, respectivamente). Estos resultados muestran que la falta de recursos posiblemente influyó en la partición de la materia seca y en la altura de las plantas sin que esto llegue a compensar el aumento de rendimiento proporcionalmente con el aumento del espaciamiento.

Para los dos espaciamientos utilizados no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las plantas respecto de las variables estudiadas, lo que estaría explicando el aumento de rendimiento en el mayor espaciamiento debido a que las plantas individuales no mostraron diferencia significativa en rendimiento y este se trasladó casi proporcionalmente a la mayor cantidad de plantas en E1.

El menor espaciamiento de siembra (E1) mostró mayor rendimiento para este ensayo y en esta localidad, donde los experimentos fueron conducidos sin limitantes hídricas ni nutricionales. Con lo cual se puede expresar que el rendimiento obtenido es el rendimiento potencial (Andrade *et al.*, 1996). En Balcarce, Andrade *et al.*, 1996 encontraron similares respuestas respecto de la disminución del espaciamiento. Asimismo, se encontró diferencia en el número de hileras en las plantas de posición 4 y existieron casos en los cuales disminuía el número de hileras en ambas plantas y otros en el cual en una de las dos plantas, esa disminución se acentuaba respecto de la otra (Cuadro 3).

CONCLUSIONES

Las variaciones de rendimiento encontradas fueron de un 7,2% más entre dobles plantas y testigo

en E1 (plantas a 0,25 m) y de un 2,5% menos en E2 (plantas a 0,30 m).

Las variaciones de rendimiento encontradas se deben a diferencias en las particiones hacia diferentes órganos de la planta y a la incapacidad de compensar una baja densidad con mayor número de granos.

Cuando la densidad de plantas por hectárea es menor, mayor es el impacto de la desuniformidad espacial (originada por emergencia de dobles plantas) en el rendimiento final.

LITERATURA CITADA

- Andrade F., Cirilo A.G., Uhart S., Otegui M. 1996. Ecofisiología del Cultivo de Maíz. Editorial La Barrosa- EEA Balcarce, CERBAS, INTA-FCA, UNMP (Eds.). Dekalb Press. Buenos Aires. Argentina. 292 p.
- Escobar, E., H.Ligier, R. Melgar, H. Matteio y O. Vallejos. 1996. Mapa de suelos de la provincia de Corrientes 1 :500.000. INTA- E.E.A. Corrientes. 432 p.
- Liu, W.; M. Tollenaar; G. Stewart and W. Deen. 2004a. Within-row plant spacing variability does not affect corn yield. *Agron. J.* 96: 275-280.
- Liu, W.; M. Tollenaar; G. Stewart and W. Deen. 2004b. Impact of planter type, planting speed, and tillage on stand uniformity and yield of corn. *Agron. J.* 96 (6): 1668-1672.
- Nielsen R. 1993. Stand establishment variability in corn. AGRYU-91-01. Agronomy Department, Purdue University. Indiana, USA.
- Olmos M. y F. Menéndez. 2005. Efecto de la desuniformidad espacial sobre el rendimiento de cultivos de maíz sembrados con diferentes densidades. VIII Congreso Nacional de Maíz. Pergamino, Buenos Aires, Argentina. p. 97-100.
- Valentinuz O.; C. L. Di Orio y S. Cabada. 2006. Velocidad de siembra y desuniformidad espacial en dos híbridos de maíz. Actualización Técnica. Maíz, Girasol y Sorgo. Serie extensión N° 44. p. 38-42.