

Evaluación de la densidad de plantas, componentes fenológicos de producción y rendimiento de granos en diferentes materiales genéticos de maíz

Evaluation of plant density, phenological components of production and grain yield in different corn genotypes

Raúl Andrés Martínez Uribe¹, Oriel Tiago Kölln², Glauber José de Castro Gava³

RESUMEN

El objetivo del estudio fue verificar la influencia de la distancia de plantación y de la población de plantas, en los componentes fenológicos y en la productividad de diferentes materiales genéticos de maíz. El experimento fue conducido en el municipio de Jaú/SP, localizado en la latitud 22° 17' S, longitud 48° 34' W y altitud media de 680 msnm. Fueron estudiadas dos distancias de plantación: 0,45 m y 0,90 m, tres densidades poblacionales 50, 75 y 100 mil plantas ha⁻¹, y cuatro materiales genéticos: híbrido simple DKB 333C, híbrido triple DKB 466, híbrido doble AG 2060 y la variedad AL Bandeirantes® en esquema factorial 2x3x4 con cuatro repeticiones en bloques al azar. La reducción en la distancia entre líneas de plantío y el aumento de la población de plantas influenciaron significativamente en el porcentaje de plantas acamadas y quebradas del maíz. Espacio entre líneas de 0,45 m, población de 75.000 plantas ha⁻¹ y material híbrido simple presentaron la mayor productividad de granos con promedio de 9.077 kg ha⁻¹. Se observaron interacciones significativas de los factores distancia entre líneas *versus* población de plantas, y población de plantas *versus* materiales para el factor productividad de granos. Los componentes fenológicos de producción: largo de la mazorca, diámetro de la mazorca y diámetro de la tusa (marlo) fueron influenciados por el aumento de población de plantas ha⁻¹.

Palabras clave: *Zea mays*, población de plantas, híbridos.

ABSTRACT

The aim of this study was to verify the influence of planting distance and the population of plants, phenological components, and productivity in different maize genetic material. The experiment was conducted during the 2003/04 agricultural year in the city of Jaú/SP, located at latitude 22° 17' S, longitude 48° 34' W and altitude 680 m. Average Were studied, planting distances of 0.45 m and 0.90 m, three densities 50, 75 and 100 000 plants ha⁻¹, and four genetic materials: simple hybrid DKB 333C, triple hybrid DKB 466, AG 2060 and double hybrid the variety AL 2x3x4 factorial scheme Bandeirantes in with 4 replications in randomized blocks. The reduction in the planting row spacing and increasing plant population significantly influenced the percentage of lodged plants and broken corn. Line spacing of 0.45 m, population of 75,000 plants ha⁻¹ and single hybrid material showed the highest productivity of grains with an average of 9077 kg ha⁻¹. Significant interactions were observed line spacing factors versus population of plants and plant population versus materials for grain productivity factor. Phonological components of production: spike length, shank diameter and the diameter of the cobs were influenced by increased plant population ha⁻¹. The experiment was conducted during the agricultural year of 2003/04 in the city of Jaú/SP, located at latitude 22° 17' S and longitude 48° 34' W and an average altitude of 680 m. Were tested, two spacing 0.45 m and 0.90 m, three densities 50, 75 and 100 thousand plants ha⁻¹, and four genetic materials simple hybrid DKB 333C, triple hybrid DKB 466, double hybrid and variety AG 2060 in AL Bandeirantes® factorial design 2x3x4 with 4 replications in randomized blocks.

Key words: *Zea mays*, plant population, hybrids.

¹ Faculdade de Ciências e Engenharia - Tupã. UNESP -Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", SP-Brasil.

² CTBE, Campinas, SP-Brasil.

³ APTA, Pólo Regional do Centro Oeste, Jaú, SP-Brasil.

* Autor para correspondencia: raul@tupa.unesp.br

Introducción

La cadena productiva del maíz (*Zea mays* L.) en Brasil representa elevada importancia socio-económica en función de su potencial productivo y valor nutritivo. El es uno de los principales insumos para el segmento del agronegocio, siendo ampliamente utilizado en la avicultura (31%); porcicultura (14%); bovinocultura (4,5%); para el sector industrial (7,68%); y para el consumo humano (1,9%) en la alimentación (Abimilho, 2016).

Según la Companhia Nacional do Abastecimento (CONAB) en la cosecha 2014/2015 el área plantada fue 15,74 millones de ha, con una producción de 84,7 millones de toneladas, y una productividad media de 5381,8 kg ha⁻¹. Existe una elevada discrepancia entre el potencial productivo del maíz de 10 t ha⁻¹ y el observado en la práctica de 2 a 4 t ha⁻¹ de granos (Coelho & França, 1995).

Varias causas contribuyen para la obtención de estos bajos rendimientos, destacándose principalmente el uso de variedades con bajo potencial productivo, deficiencia hídrica, baja fertilidad de los suelos cultivados, implantación inadecuada de época y densidad de siembra y control inadecuado de insectos y plantas dañinas (Silva *et al.*, 2003; Fancelli y Dourado Neto, 2000).

Llevando en cuenta que Brasil dispone de semillas con buena calidad fitosanitaria y buenos atributos genéticos, así como óptimas condiciones de radiación para el proceso fotosintético, se considera que la baja productividad se debe al mal manejo del cultivo para las condiciones edafoclimáticas reinantes (Fonaseri Filho, 1992).

El interés en cultivar maíz utilizando espaciamientos entre líneas reducidos, 45 a 60 cm, ha crecido en los últimos años en diferentes regiones productoras, principalmente entre los productores que trabajan con densidades de siembra superiores a 50.000 plantas ha⁻¹ y alcanzan rendimientos de granos superiores a 6.000 kg ha⁻¹ (Sangoi *et al.*, 2001). Sin embargo, los efectos de la reducción del espaciamiento entre líneas sobre el rendimiento de granos del maíz existentes en la literatura son bastante heterogéneos. En el sur del Brasil, incrementos de 5 a 8% fueron reportados por Sangoi *et al.* (2001) y Peixoto (2002) con la reducción en el espaciamiento de 90-100 cm a 45-50 cm. En el Cerrado Brasileiro, los beneficios reportados por la reducción del espaciamiento entre líneas de 90 a 45 cm son porcentualmente mayores que en el

sur del país, oscilando entre 9 y 41%, dependiendo de la densidad, cultivar y año agrícola (Fundación Rio Verde, 2002).

En virtud de las modificaciones introducidas en los genotipos de maíz más recientes, como menor estatura de la planta y altura de inserción de la mazorca, menor esterilidad de plantas, menor duración del subperíodo florecimiento-espigamiento, plantas con hojas de ángulo más recto y elevado potencial productivo, se torna necesario reevaluar las recomendaciones de espaciamiento y densidad de siembra para el cultivo del maíz (Argenta *et al.*, 2001).

Por tanto, el objetivo del trabajo fue verificar la influencia del espaciamiento y la población de plantas, en los componentes fenológicos y en la productividad de diferentes materiales genéticos de maíz.

Materiales y Métodos

El experimento fue instalado en el municipio de Jaú-SP/Brasil, localizado en la latitud 22° 17' S, y longitud 48° 34' W y altitud media de 680 msnm. El clima predominante en la región según Köppen es Aw con clima seco definido, temperatura media anual de 21,6 °C, humedad relativa media de 70%, con extremos de 77% en febrero y 59% en agosto, y un promedio pluviométrico de 1.344 mm. El suelo fue clasificado como Nitossolo Vermelho distoférrico (Embrapa, 1999). Los atributos químicos del suelo, según metodología descrita por Raij (1996), en la profundidad de 0-20 cm fueron: P (resina): 31mg dm⁻³; M.O.: 32,6 g dm⁻³; pH (CaCl₂): 5,3; K: 1,6 mmol_c dm⁻³; Ca: 25,3 mmol_c dm⁻³; Mg: 9 mmol_c dm⁻³; H+Al: 30,1 mmol_c dm⁻³; SB: 35,9 mmol_c dm⁻³; CTC: 66,0 mmol_c dm⁻³ y V: 59,4%.

El diseño experimental fue en bloques al azar, con parcelas sub-subdivididas con 24 tratamientos dispuestos en esquema factorial 2x3x4, con cuatro repeticiones. Las parcelas principales fueron constituidas de dos espacios entre líneas (0,90 y 0,45 m); divididas en tres densidades (50, 75 y 100 mil plantas ha⁻¹); formando subparcelas con cuatro materiales (híbrido simple, híbrido triple, híbrido doble y una variedad). Se utilizó el híbrido simple (HS) DKB® 333C, híbrido triple (HT) DKB® 466, híbrido doble (HD) AG 2060 y la variedad (V) AL Bandeirantes®. Las subparcelas fueron constituidas de ocho líneas con cinco metros

de largo. Como área útil fueron consideradas las seis líneas centrales, desconsiderando un metro en cada extremo.

El experimento fue conducido en el sistema convencional, considerando que el cultivo anterior al plantío fue avena, se realizó la fertilización en el surco de siembra utilizándose la fórmula 08-28-16, en la dosis 300 kg ha^{-1} . La siembra fue realizada manualmente, siguiendo la distribución de acuerdo con la población deseada, utilizando un exceso de 50% de semillas. La brotación ocurrió siete días después de la siembra (DDS) y el desbaste (raleo) fue realizado 13 días después de la brotación (DDB), dejándose el número de plantas por metro correspondiente a la población del respectivo tratamiento. Para los casos donde ocurrieron densidades de plantas diferentes de las propuestas fue realizada la corrección por el método de la covariancia (Ramalho, 2000).

El control de plantas invasoras fue realizado por la aplicación de herbicida postemergente con el principio activo nicosulfuron en la dosis $1,5 \text{ l ha}^{-1}$ del producto comercial. Para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se utilizó producto a base de trencer con dosis de 50 ml ha^{-1} , aplicado directamente en el interior del cogollo con pulverizador costal equipado con una boquilla tipo abanico 80-04.

A los 39 DDB, con siete hojas totalmente desdobladas, se realizó la fertilización nitrogenada en cobertura, en la dosis de 250 kg N ha^{-1} , usando como fuente de nitrógeno la urea.

Fueron evaluados los siguientes componentes: acamado y quebrado: contadas, en el área útil de la sub-subparcela, como acamadas plantas que presentaban ángulo de inclinación superior a 45° con la vertical y como quebradas plantas quebradas debajo de la espiga superior, en porcentaje. Diámetro de la tusa (marlo) y de la mazorca en una muestra de doce colectadas por sub-subparcela: determinado por medio de vernier en centímetros. Largo de la mazorca: determinado por la distancia entre la base hasta la punta en centímetros. La productividad de granos: obtenida por el peso de granos del área útil de cada subparcela, determinándose la proporción de agua por el método gravimétrico en kg ha^{-1} (13% de humedad).

Para interpretar mejor los resultados, con base en datos obtenidos de la estación meteorológica localizada en Jaú-APTA, se realizó el balance hídrico secuencial decendial según Penman-Monteith (Figura 1), además de la temperatura media y radiación global decendiales (Figura 2). Para el análisis estadístico de las evaluaciones se utilizó el experimento factorial con tres factores (espaciamientos, población de plantas y materiales) con delineamiento en bloques al azar, los promedios fueron comparados por el test de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados y Discusión

Conforme puede observarse en los resultados presentados en la Tabla 1, el factor espaciamiento entre línea no influyó significativamente en el número

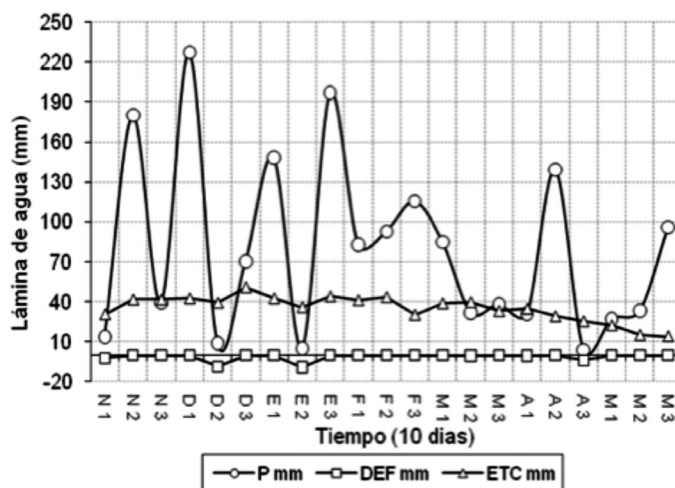


Figura 1. Balance hídrico secuencial referente al período de noviembre de 2013 a mayo de 2014.

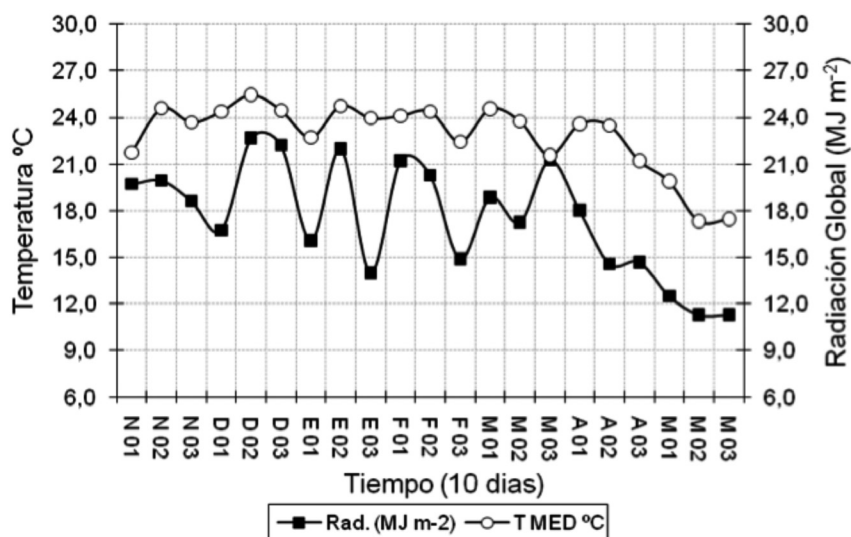


Figura 2. Temperatura media y radiación global en el período de noviembre de 2013 a mayo de 2014.

Tabla 1. Valores medios relativos al porcentaje de plantas quebradas y acamadas, en materiales de maíz sometido a diferentes arreglos de *stand*.

Causas de la variación	Plantas quebradas	Plantas acamadas
Espaciamiento E (m)	%	%
0,90 (E ₁)	2,42 b	2,13 a
0,45 (E ₂)	5,92 a	1,56 a
Test F	36,20*	1,25 ^{ns}
**Dms (Tukey) a 5%	401,16	1,01
Población de plantas P (plantas ha ⁻¹)		
100.000 plantas/ha	7,56 a	3,56 a
75.000 plantas/ha	3,88 b	1,72 b
50.000 plantas/ha	1,06 c	0,25 b
Test F	41,87*	14,49*
Dms (Tukey) a 5%	1,71	1,48
Materiales		
HS	1,08 c	0,46 c
HT	3,79 b	1,26 bc
HD	7,21 a	2,42 ab
V	4,58 b	3,25 a
Test F	18,79*	6,02*
Dms (Tukey) a 5%	2,17	1,88
Interacción E X P	9,8*	0,48 ^{ns}
Interacción E X M	2,77*	1,08 ^{ns}
Interacción P X M	3,45*	2,36*
Interacción E X P X M	2,09 ^{ns}	0,64 ^{ns}
CV(%)	68,4	133,77

^{ns}: No significativo; *significativo a 5% de probabilidad. Medias seguidas de la misma letra no difieren entre sí por el teste de Tukey ($P > 0,05$), ** DMS: Diferencia mínima significativa. HS: híbrido simple, HT: híbrido triple, HD: híbrido doble, V: variedad.

de plantas acamadas, no obstante se nota que con el incremento en la población de plantas ha⁻¹ ocurre un aumento del porcentaje de plantas acamadas en el cultivo del maíz, siendo que, el tratamiento de 75.000 y 50.000 plantas ha⁻¹ no difiere entre sí, pero difieren significativamente con el tratamiento de 100.000 plantas ha⁻¹. El híbrido simple presenta menor número de plantas acamadas; sin embargo, no difieren estadísticamente del híbrido triple, mas difiere del híbrido doble y de la variedad.

Según Gross *et al.* (2006), el aumento de la densidad poblacional interfiere de forma significativa en la reducción de la masa individual de las plantas resultado de la competencia entre ellas por los recursos del medio. Con esto se puede inferir que las plantas tienden a ser más susceptibles al quebrado y/o acamado con el incremento poblacional, entre tanto ocurren diferencias entre genotipos (Demétrio *et al.*, 2008).

La interacción entre población de plantas y materiales fue significativa (Tabla 2), se verifica que la población de 100.000 plantas ha⁻¹ presenta mayor número y el tratamiento de 50.000 plantas ha⁻¹ menor número de plantas acamadas, siendo que el material híbrido simple presentó mayor resistencia al acamado de plantas que los demás materiales en todas las poblaciones evaluadas, las otras interacciones no presentaron significancia entre sí.

Estudiando el número de plantas quebradas, todos los factores presentaron influencias significativas (Tabla 1). Se observa que con la disminución del

Tabla 2. Desdoblamiento de la interacción población de plantas *versus* materiales en el porcentaje de plantas acamadas del maíz.

Población	Materiales			
	HS	HT	HD	V
	— % —			
100.000 pl ha ⁻¹	1,00 Ca*	1,75 BCa	4,75 ABa	6,75 Aa
75.000 pl ha ⁻¹	0,38 Aa	1,75 Aa	2,00 Aab	2,75 Ab
50.000 pl ha ⁻¹	0,00 Aa	0,25 Aa	0,50 Ab	0,25 Ab

*Las medias seguidas de la misma letra no difieren entre sí en las líneas (mayúsculas) y en la columna (minúsculas) por el test de Tukey a 5% de probabilidad. HS: híbrido simple, HT: híbrido triple, HD: híbrido doble, V: variedad.

espaciamiento y el aumento de la población de plantas ocurre un incremento en plantas quebradas. En relación a los materiales el híbrido doble presenta mayor caída, siendo significativa en relación a los otros materiales, el híbrido triple y la variedad no difieren entre sí y difieren de los demás materiales. Se puede apreciar el efecto de las interacciones entre población de plantas *versus* materiales, espaciamento entre líneas *versus* materiales y espaciamento entre líneas *versus* población de plantas (Tabla 3).

En la interacción entre población y materiales se verifica que a medida que ocurre el aumento de la población en forma simultánea aumenta el número de plantas quebradas en todos los

materiales, siendo el material híbrido simple el de mayor resistencia al quiebre de plantas. En investigaciones realizadas por Barbosa (1995), los espaciamentos ejercieron influencia significativa sobre las características de acamado y quiebra de plantas de maíz y los estudios de regresión revelaron efecto lineal sobre las plantas acamadas. Se observó también que, con el aumento de los espaciamentos ocurrió una disminución progresiva y lineal en el número de plantas acamadas. En relación a la interacción espaciamento y población, cuando ocurre aumento en el número de plantas ha⁻¹ y reducción en el espaciamento, se eleva el número de plantas quebradas. Evaluándose la interacción espaciamento y materiales se observa que el material híbrido simple presenta menor número de plantas quebradas, al contrario del híbrido doble que presenta los mayores valores de plantas quebradas en los dos espaciamentos estudiados.

En la productividad de granos, ocurrieron diferencias significativas para el factor espaciamento entre líneas, destacándose el mejor resultado en el espaciamento de 0,45 m (7.161,67 kg ha⁻¹). Según Argenta (2001), el cultivo del maíz responde linealmente a la reducción del espaciamento, estando relacionado aún con la densidad poblacional aplicada. En lo que se refiere a población de plantas ha⁻¹ no hubo significancia entre las 100.000 y 75.000 plantas ha⁻¹; ocurriendo una diferencia

Tabla 3. Desdoblamiento de las interacciones entre población de plantas *versus* materiales, espaciamento *versus* materiales, y espaciamento *versus* población en el porcentaje de plantas quebradas del maíz.

Población	Materiales			
	HS	HT	HD	V
	— % —			
100.000 pl ha ⁻¹	1,88 Ba*	8,63 Aa	11,50 Aa	8,25 Aa
75.000 pl ha ⁻¹	1,13 Ba	2,25 Bb	7,88 Ab	4,25 ABb
50.000 pl ha ⁻¹	0,25 Aa	0,50 Ab	2,25 Ac	1,25 Ab
EspaciamentoE (m)	HS	HT	HD	V
0,90	0,17 Ca	1,33 BC b	4,50 Ab	3,67 ABa
0,45	2,00 Ca	6,25 Ba	9,92 Aa	5,50 Ba
Espaciamento E (m)	Población			
	100.000 pl ha ⁻¹	75.000 pl ha ⁻¹	50.000 pl ha ⁻¹	
0,90 m	4,06 Ab	2,56 ABb	0,63 Ba	
0,45 m	11,06 Aa	5,19 Ba	1,5 Ca	

*Las medias seguidas de la misma letra no difieren entre sí en las líneas (mayúsculas) y en la columna (minúsculas) por el test de Tukey a 5% de probabilidad. HS: híbrido simple, HT: híbrido triple, HD: híbrido doble, V: variedad.

significativa al compararse con el tratamiento de 50.000 plantas ha⁻¹ (Tabla 4).

Al comparar los materiales entre sí, se visualizó una mayor productividad del híbrido simple en relación a los demás híbridos y a la variedad. Se observaron también interacciones significativas entre los factores espaciamiento entre líneas versus población de plantas, y población de plantas versus materiales (Tabla 5).

En la interacción población de plantas *versus* materiales hay diferencia significativa en la productividad de granos entre los materiales híbrido simple y triple en las poblaciones de 100.000 y 75.000 plantas ha⁻¹, y ambas difirieron significativamente de la población de 50.000 plantas ha⁻¹, corroborando con los resultados obtenidos por Amaral Filho *et al.* (2005).

El espaciamiento entre líneas de 0,45 m, población de 75.000 plantas ha⁻¹ y material híbrido

simple presentaron la mayor productividad de granos con una media de 9.077 kg ha⁻¹. En función de las características genéticas de un híbrido simple, acerca de condiciones favorables de clima y suelo, la población indicada varía entre 60.000 a 80.000 plantas ha⁻¹, pues de acuerdo con Peixoto *et al.* (1997), cuanto más favorables son las condiciones edafoclimáticas, mayor será la población necesaria para maximizar la producción de granos.

Las productividades obtenidas son semejantes con otras obtenidas en el estado de São Paulo, (Argenta *et al.*, 2001; Amaral Filho *et al.*, 2005; Borghi *et al.*, 2006) y pueden ser explicadas por la fertilidad moderada del área experimental que tiene un buen nivel de materia orgánica y también por la distribución uniforme de las lluvias en ese período, que hicieron con que ocurriese una baja deficiencia hídrica de apenas 24 mm a lo largo del ciclo.

Tabla 4. Productividad, longitud de las mazorcas, diámetro de las mazorcas y diámetro de la tusa (marlo) en materiales de maíz sometidos a diferentes arreglos poblacionales.

Causas de la variación	Productividad	Longitud mazorcas	Diámetro mazorca	Diámetro tusa
	— kg ha ⁻¹ —		— cm —	
Espaciamiento E (m)				
0,90 (E ₁)	6.786,75 b	14,08 a	4,858 a	2,74 a
0,45 (E ₂)	7.161,67 a	14,11 a	4,85 a	2,72 a
Test f	11,36*	0,28 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,98 ^{ns}
**Dms (tukey) a 5%	222,00	0,43	0,093	0,05
Población de plantas P (plantas ha⁻¹)				
100.000 plantas/ha	7.070,56 a	12,6 c	4,73 b	2,65 c
75.000 plantas/ha	7.394,00 a	14,19 b	4,87 a	2,72 b
50.000 plantas/ha	6.458,06 b	15,55 a	4,97 a	2,82 a
Test f	24,35*	61,40*	8,97*	19,29*
**Dms (tukey) a 5%	326,55	0,63	0,14	0,07
Materiales				
HS	7.987,82 a	14,85 a	4,71 b	2,59 b
HT	7.436,88 b	13,24 b	5,04 a	2,77 a
HD	6.462,08 c	14,22 a	4,87 ab	2,80 a
V	6.009,96 d	14,08 a	4,8 b	2,76 a
Test f	65,55*	9,4*	8,77*	15,88*
Dms (tukey) a 5%	414,60	0,80	0,17	0,09
Interacción E x P	3,49*	5,20 ^{ns}	3,1 ^{ns}	1,68 ^{ns}
Interacción E x M	0,57 ^{ns}	1,30 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Interacción P x M	5,00*	2,68 ^{ns}	0,76 ^{ns}	1,14 ^{ns}
Interacción E x P x M	0,68 ^{ns}	4,70 ^{ns}	1,17 ^{ns}	1,17 ^{ns}
CV(%)	7,81	7,48	4,72	4,16

^{ns}: No significativo; *significativo a 5% de probabilidad medias seguidas de misma letra no difieren entre sí por el test de Tukey (P > 0,05) ** DMS: Diferencia mínima significativa. HS: híbrido simple, HT: híbrido triple, HD: híbrido doble, V: variedad.

Tabla 5. Desdoblamiento de las interacciones: Espaciamento entre líneas versus población de plantas, y población de plantas *versus* diferentes materiales en la productividad del maíz.

Espaciamento E (m)	Población			
	— Kg ha ⁻¹ —			
	100000 pl ha ⁻¹	75000 pl ha ⁻¹	50000 pl ha ⁻¹	
0,90 m	6821,50 AB b*	7065,56 Ab	6473,19 Ba	
0,45 m	7319,63 Aa	7722,44 Aa	6442,94 Ba	

Población de plantas P (plantas ha ⁻¹)	Materiales			
	HS	HT	HD	V
100000 pl ha ⁻¹	8489,86 Aa	7819,25 Aa	6258,38 Ba	5714,75 Bb
75000 pl ha ⁻¹	8536,13 Aa	7773,13 Ba	6841,38 Ca	6425,38 Ca
50000 pl ha ⁻¹	6937,75 Ab	6718,25 Ab	6286,50 ABa	5889,75 Bab

*Las medias seguidas de la misma letra no difieren entre sí en las líneas (mayúsculas) y en la columna (minúsculas) por el test de Tukey a 5% de probabilidad. HS: híbrido simple, HT: híbrido triple, HD: híbrido doble, V: variedad.

La productividad de granos fue menor con la utilización de espaciamento entre líneas de 0,45 m, población de 100.000 plantas ha⁻¹ y la variedad como material, con una media de 5.710 kg ha⁻¹; sin embargo, se mostró superior al último promedio (5.381,8 kg ha⁻¹) de la cosecha 2014/15 del estado de São Paulo (Conab, 2015).

Conforme los resultados presentados en la Tabla 5, el factor espaciamento no influyó en el largo de las mazorcas, aunque a medida que aumenta la población de plantas ha⁻¹, ocurre una reducción significativa en el largo de las mismas. En relación a los materiales solamente el híbrido triple difiere significativamente entre los materiales presentando el menor valor. Dourado Neto *et al.* (2003) verificaron que en las poblaciones comprendidas entre 30 mil y 60 mil plantas por hectárea, los genotipos de maíz presentaron incremento del largo de mazorca. Según Sangoi *et al.* (2000), plantas espaciadas equidistantemente compiten mínimamente por nutrientes, luz y otros factores, favoreciendo el mejor desarrollo de las mazorcas.

Se observó con relación al diámetro de las mazorcas que los valores no presentaron diferencias significativas en relación al factor espaciamento; sin embargo, el factor población de plantas arrojó diferencias significativas en la población de 100.000 plantas ha⁻¹ en relación a las otras poblaciones. El híbrido triple presenta el mayor diámetro medio de mazorca, siendo significativo en relación al híbrido simple y la variedad, y el híbrido doble no presenta significancia en relación a los materiales.

El espaciamento no influyó significativamente el diámetro de la tusa (marlo). En relación a la población de plantas ocurrió diferencia significativa, siendo que cuanto más grande es la población de plantas ha⁻¹, menor el diámetro de la tusa (marlo). Con relación a los materiales, el híbrido simple presentó un valor medio menor y difiere significativamente de los demás materiales, que por su parte no presentaron significancia entre sí.

Conclusiones

Menor espaciamento entre líneas generó mayor porcentaje de plantas quebradas; sin embargo, ese efecto no fue verificado en el factor plantas acamadas.

Fueron observados aumentos significativos en el porcentaje de plantas quebradas con el aumento de la población de plantas ha⁻¹ en los materiales híbrido doble, híbrido triple y variedad.

La población de 50.000 plantas ha⁻¹ presentó menores productividades en relación a las mayores poblaciones para todos los materiales.

Para los híbridos simple y triple hubo aumentos significativos de la productividad cuando la población fue de 75.000 y 100.000 plantas ha⁻¹, no fue verificado el mismo efecto con el híbrido doble y la variedad.

El material híbrido simple se mostró superior en las diferentes poblaciones y espaciamentos testados en relación a los demás materiales.

Los componentes longitud de mazorca, diámetro medio de mazorca y diámetro medio de la tusa (marlo) se mostraron sensibles al aumento de la población de plantas por hectárea.

Literatura Citada

Abimilho

Associação Brasileira das indústrias do milho. <http://www.abimilho.com.br/estatisticas> Consultado 28 mar. 2017.

Amaral Filho, J.P.R. do; Fornasieri Filho, D.; Farinelli, R. e Barbosa, J.C.

2005. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 467-473.

Argenta, G.S.; Silva, P.R.F. da; Bortolini, C.G.; Forsthofer, E.L.; Manjabosco, E.A. e Beheregaray Neto, V.

2001. Resposta de híbridos simples à redução do espaçamento entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 16 (1): 71-78.

Esechie, H.A.

1992. Effect of planting density on growth and yield of irrigated maize (*Zea mays*) in the Batinah Coast region of Oman. *Journal of Agricultural Science*, 119: 165-169.

Borghri, E.; Crusciol, C.A.C.; Costa, C.

2006. Desenvolvimento da cultura do milho em consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema de plantio direto. *Engenharia agrícola*, 21 (3): 19-33.

Conab

Companhia Nacional do abastecimento. Levantamentos de safras. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php>. Consultado 24/11/2015.

Coelho, A.M.; França, G.E.

1995. Seja o doutor do seu milho - nutrição e adubação. *Informativo Agrônomo*, 17: 1-24.

Demétrio, C.S.; Fornasieri Filho, D.; Cazetta, J.O.; Cazetta, D.A.

2008. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 43 (12): 1691-1697.

Dourado Neto, D.D.; Palhares, M.; Vieira, P.A.; Manfron, P.A.; Medeiros, S.L.P.; Romano, M.R.

2003. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 2: 63-77.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 412 p.

Fancelli, A.L.; Dourado Neto, D.

2000. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 360 p.

Fornasieri Filho, D.

1992. A cultura do milho. Jaboticabal: Funep, p. 273.

Fundação Rio Verde.

2002. Resultados de pesquisa arroz, milho e soja safra 2001/02. Lucas do Rio verde: Fundação Rio Verde, 65 p. (Boletim técnico 5).

Gross, M.R.; Pinho, R.G.; Brito, A.

2006. H. Adubação nitrogenada, densidade de sementeira e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema de plantio direto. *Ciência e Agroecologia*, 30: 387-393.

Peixoto, C.M.

2002. Mais plantas, menos espaço. Cultivar, Pelotas, pp. 25-28.

Peixoto, C.M.; Silva, P.R.F.; Rezer, F. & Carmona, R.C.

1997. Produtividade de híbridos de milho em função da densidade de plantas, em dois níveis de manejo da água e da adubação. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 3: 63-71.

Raij, B. Van; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. (Ed.).

1996. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, p. 285, (Boletim Técnico, 100).

Ramalho, M.A.P.

2000. A experimentação em genética e melhoramento de plantas. Lavras, ed. UFLA, pp. 235-245.

Sangoi, L.; Ender, M.; Guidolin, A.F.; Bogo, A.; Kothe, D.M.

2000. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. *Ciência Rural*, 30: 17-21.

Sangoi, L.; Almeida, M.L. de; Lech, V.A.; Gracietti, L.C.; Rampazzo, C.

2001. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. *Scientia Agrícola*, 58 (2): 271-276.

Silva, P.R.F.; Argenta, G.; Sangoi, L.

2003. Fatores determinantes da escolha de densidade de plantas em milho. In: Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, 4., 2003, Lages, SC. Resumos expandidos... Lages: CAV-UDESC, pp. 25-29.