

EVALUACION DE DOS HIBRIDOS Y UNA VARIEDAD CRIOLLA DE MAIZ (*Zea mays* L.), BAJO TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN EL CANTON QUININDE, PROVINCIA DE ESMERALDAS, 2005.

Edmundo Jiménez¹, Manuel Carrillo²

INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.), ocupa el tercer lugar en la producción mundial, después del trigo y el arroz, cultivándose una superficie total de 106 millones de hectáreas con un rendimiento de 215 millones de toneladas, lo que representa un promedio de dos toneladas por hectárea, se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas; por eso, se le cultiva en casi todo en mundo (Parsons y David, 1990).

En el Ecuador el maíz es uno de los principales cultivos, y según el INEC (2002), aproximadamente 140 mil plazas de trabajo son creadas, beneficiando de una forma directa o indirecta a muchas familias ecuatorianas. Se estima que más del 40 % de la superficie cultivada con maíz, está en manos de pequeños agricultores, quienes poseen propiedades menores a 20 ha, que debido a su extensión limitada y topografía, no dan lugar a la aplicación de técnicas mecanizadas para el manejo de este cultivo, pero si es posible aplicar un buen manejo de siembra y un plan de fertilización, factores que también determinan en gran medida su rentabilidad.

El Litoral ecuatoriano reúne condiciones ecológicas y de suelos propicios para el cultivo de maíz, pero existen factores que limitan los rendimientos como el mal uso de fertilizantes, inadecuadas poblaciones de plantas por hectárea, daños causados por insectos, poco control de malezas y uso de variedades no mejoradas.

El uso de distancias de siembra no apropiadas para el cultivo de maíz, sería un factor para limitar su potencial de producción, pudiendo aumentar o disminuir la competencia interespecífica por luz, agua y nutrientes, teniendo como consecuencia plantas pequeñas, mal formación de mazorca, granos pequeños y de bajo peso; aparte de no aprovechar adecuadamente el área de cultivo y agroquímicos, repercutiendo en los bajos rendimientos al momento de la cosecha. Así, según Uhart citado por Gargicevich (2002), la mayor o menor regularidad en la distribución espacial de las plantas, puede generar diferencias de rendimiento entre lotes con igual tipo y población de maíz.

Alvadi y Nilson (2005), indican que manteniendo la misma cantidad de plantas de maíz por área, mas reduciendo el espacio entre hileras, las plantas de maíz estarán más distanciadas unas a otras en la línea de siembra, llevando a una mejor distribución espacial de las mismas. Ese arreglo mejora la distribución de hojas y de las raíces del cultivo, reduciendo la competencia interespecífica. Teóricamente esta situación mejora la capacidad de intercepción de radiación

¹ Tesista de la Universidad Tecnológica Equinoccial. Sede Santo Domingo de los Colorados.

² Director de tesis. Ing. MSc. Investigador del Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas, Estación Experimental Tropical Pichilingue. INIAP. manhocarrillo@yahoo.com

solar y el aprovechamiento de agua y nutrientes por el maíz, pudiendo aumentar la productividad de los granos.

Considerando que en la zona de Quinindé, se siembra materiales de maíz poco rentables (criollos) y habiendo en el mercado semillas de híbridos altamente productivas, sin tener definida una distribución adecuada de las plantas, se planteó realizar este trabajo de investigación que tiene como objetivos:

1. Determinar el material de siembra de maíz que presenta mejor comportamiento agronómico para la zona de Quinindé.
2. Evaluar el efecto de tres distanciamientos de siembra sobre el comportamiento agronómico y rendimiento de dos híbridos y una variedad de maíz.
3. Conocer el tratamiento que presenta mayores ventajas económicas para el productor.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se inició en mayo del 2005, en la propiedad del Ing. Roberto Granizo, ubicada en el km 6 de la vía Quinindé – Guayllabamba (Provincia de Esmeraldas) a una altitud de 120 msnm. Sus coordenadas geográficas son Latitud 0° 18' 19'' N y Longitud de 79° 27' 45'' W.

Características climáticas y de suelo

Los valores medios de los factores agro climáticos (INAMHI, 2004) son los siguientes: precipitación 2306.5 mm año⁻¹, humedad relativa 83 %, temperatura 29 °C, y heliofanía 1346.4 horas luz año⁻¹.

En el cuadro 1 se detallan las características químicas y físicas del suelo utilizado en la investigación.

Cuadro 1. Características químicas y físicas del suelo utilizado en la investigación.

Identificación	pH	MO	N	P	S	K	Ca	Mg
		%	_____	ppm	_____	_____	meq/100mL	_____
Suelo	6,4Li.Acd .	4,3M	30 M	8 M	9 B	1,0A	11,9 A	1,6 M

Identificación	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Arena	Limo	Arcilla	Clase textural
	_____	_____	_____	_____	_____	_____	%	_____	
	ppm								
Suelo	3 M	6,2A	315 A	13,9M	0,18B	50	40	10	Franco

Li. Acd. = Ligeramente ácido A = Alto M = Medio B = Bajo

Factores en estudio

Se investigó la respuesta de dos híbridos comerciales de maíz “Brasilia 8501 e INIAP H-551” y una variedad criolla, sembrados bajo tres distanciamientos entre hileras y sitios (90x20, 57x30, 45x40cm), con una población de 55555 plantas ha⁻¹.

Datos registrados

Cuando las plantas se encontraban en madurez fisiológica (V6), se determinó la altura de planta y diámetro de tallo, midiendo al azar en 15 plantas la altura desde el cuello de la planta hasta el punto de inserción de la panoja para el primer caso y en estas mismas plantas, se registró el diámetro en el primer entre nudo.

A la cosecha se registró el porcentaje de mazorcas con acame de raíz, considerando el número total de plantas útiles. El promedio de diámetro y longitud de mazorca, se registró en 10 mazorcas tomadas al azar, midiendo el diámetro en el tercio medio de la mazorca y la longitud, considerada desde la base hasta la punta de la misma.

Para el rendimiento, el peso del grano de cada parcela útil, se ajustó al 13 % de humedad y se expresó en kg ha⁻¹ y la Humedad del suelo, se registró cuando las plantas se encontraban en floración (65 días después de la siembra).

Para el análisis económico de los tratamientos estudiados se siguió la metodología propuesta por Perrin, et al (1988).

Fertilización

Los tratamientos en estudio, recibieron una fertilización completa a base de N, P, K, Mg y S en dosis de 115, 46, 30, 24.7 y 30 kg ha⁻¹ respectivamente. Para lo cual se usó como fuente los siguientes fertilizantes Urea 46 % de N, DAP 18 % de N + 46 % de P₂O₅ y Sulpomag 22 % de K₂O + 22 % de S + 18 % de MgO.

El fertilizante se aplicó al costado de la línea de siembra y se fraccionó así: a la siembra el 100 % del DAP + 50 % de Sulpomag, a los 15 días después de la siembra (dds) el 50 % de Urea y 25 dds el 50 % de Urea + 50 % de Sulpomag. Cuando el ensayo tuvo 40 días de sembrado, se aplicó fertilizante foliar “Tottal” en dosis de 1 L ha⁻¹ para compensar posibles deficiencias de micronutrientes específicamente de Zn y Mn. Las dosis y aplicaciones fueron en base a los resultados de los análisis de suelo y recomendaciones del Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP.

Diseño experimental y métodos de evaluación

En la presente investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas. Se contó con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, tomando como parcela grande los materiales genéticos, y en la parcela pequeña las distancias entre hileras. Las comparaciones

entre promedios de tratamientos, se realizaron usando la prueba de Tukey con $\alpha = 95 \%$ de probabilidad; además, se efectuó correlaciones entre las variables dependientes con el rendimiento y regresiones entre el rendimiento con los distanciamientos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Altura de planta a la floración

En esta variable se observó diferencias estadísticas significativas tanto por efecto de materiales genéticos como por los distanciamientos (Figura 1). Los híbridos estudiados, presentaron alturas iguales o menores al promedio, en los tres distanciamientos; no así, para el material criollo, donde se obtuvo alturas superiores.

La menor altura se observó en el híbrido INIAP H-551 bajo distancia de 90x20 cm (1.74 m); en tanto que, el material criollo, sembrado en distancia de 45x40 cm se mostró con 0.70 cm más en altura que el tratamiento más bajo, hecho que resultó estadísticamente significativo.

La variedad criolla presentó la mayor altura (2.41 m) en comparación con los híbridos, pudiendo atribuirse a las características propias de esta variedad, que concuerda con lo expresado por Pérez, et al. (2006), quienes afirman que la variedad criolla mantiene una altura de planta y de mazorca muy alta. Entre los híbridos, el híbrido Brasilia 8501, registró la mayor altura 1.95 m, lo que concuerda con Muñoz (2003) que obtuvo 1.97 m de altura, pero no concordando con Torres (2004), quien reportó valores de 2.20 m de altura y Arroba (2005), que registró 2.49 m.

El híbrido INIAP H-551 presentó la mayor altura con 1.97 m, no concordando con los valores que registra Muñoz (2003), de 1.86 m y Torres (2004), de 2.10 m. Cabe indicar que los valores comparados corresponden a trabajos realizados en la misma época seca, pero en ambientes diferentes.

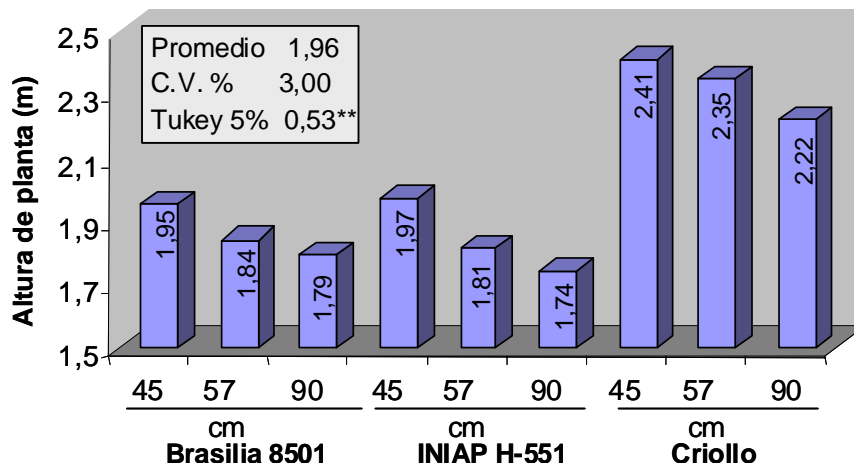


Figura 1. Altura de planta a la floración influenciada por la interacción material genético de maíz y distancia de siembra entre hileras, en la zona de Quinindé. Época seca. 2005.

La menor altura de planta para cada uno de los materiales en estudio se presentó en la distancia de 90 cm entre hilera, notándose un incremento lineal al reducir la distancia a 45 cm, esto no concuerda con lo expresado por Berchol y Benez (2003), quienes concluyeron que la variación del espacio de 90 a 45 cm entre hilera no influye de manera significativa en el parámetro de altura de planta. Por otro lado Argenta, et. al. (2001) registraron alturas menores, a medida que la distancia entre hileras aumenta.

Diámetro de tallo

Los efectos de las interacciones entre los materiales genéticos y distanciamientos se presentan en la figura 2, donde se observa que los híbridos estudiados, presentaron diámetros de tallo menores al promedio en el distanciamiento 90x20 cm y superiores al promedio en los distanciamientos de 57x30 y 45x40 cm; no así, para el material criollo, que mostró diámetros iguales o superiores al promedio en los tres distanciamientos.

El menor diámetro de tallo se observó en los híbridos INIAP H-551 y Brasilia 8501 bajo distancia de 90x20 cm con 1.5 cm; en tanto que, el material criollo, sembrado en distancias de 57x30 cm y 45x40 cm se mostraron el mayor diámetro con 1.9 cm.

El mayor diámetro de tallo (1.86 cm) que registra el híbrido INIAP H-551 no concuerda con lo obtenido por Crespo et. al. (1990), quienes afirman que a la altura del segundo entrenudo esta variable es de 2 a 2.35 cm. El diámetro de tallo en los tres materiales de siembra, se vió incrementado de forma ascendente a manera que la distancia entre hilera es menor, lo que no concuerda con Berchol y Benez (2003), quienes de acuerdo con los resultados obtenidos concluyeron que la variación del espacio de 90 a 45 cm entre hilera no influyen de manera significativa en el parámetro del diámetro del tallo.

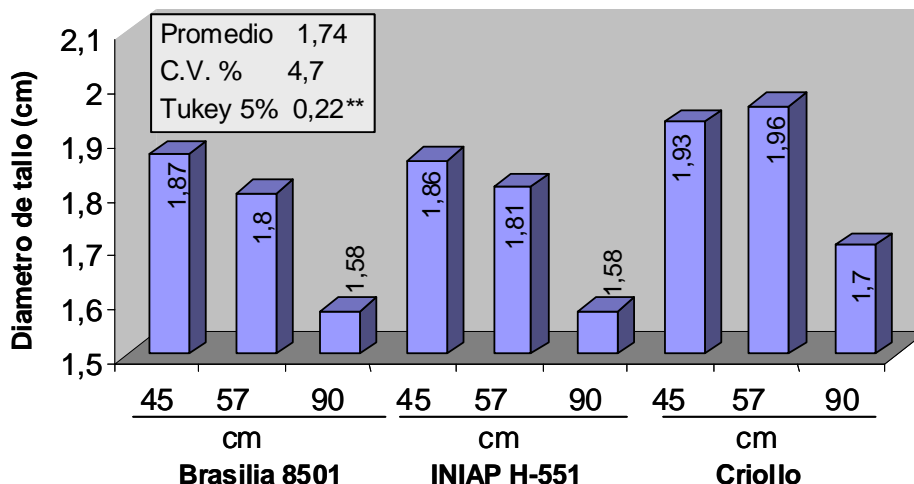


Figura 2. Diámetro de tallo, influenciado por la interacción material genético de maíz y distancia de siembra entre hileras, en la zona de Quinindé. Época seca. 2005.

Plantas con acame de raíz

La variable plantas con acame de raíz, presentó diferencias estadísticas por efecto de materiales genéticos, pero no por los distanciamientos. En el cuadro 2, se observa que en la variedad criolla el porcentaje de acame fue de 2.5 %, que resultó ser el mayor, en tanto que los híbridos Brasilia 8501 e INIAP H-551 con 0.7 %, fueron iguales estadísticamente entre sí, pero diferentes al criollo. En este mismo cuadro 2, se aprecia que los distanciamientos entre hileras no provocaron incrementos en el porcentaje de acame de raíz.

Los menores promedios porcentuales de plantas con acame de raíz (0.70 %) se observó en el híbrido Brasilia 8501 bajo las tres distancias entre hileras, concuerdan con los datos registrados por Iza (2002) y Arroba (2005), que muestran valores de acame de 0.71 y 0.0 % respectivamente, afirmando que posiblemente se deba a que posee tallo grueso, baja altura de planta y buen anclaje, lo cual permite una buena estabilidad en las plantas, no concordando con Muñoz (2003), quien manifiesta que obtuvo 3.55 % de plantas con acame de raíz.

El mayor porcentaje de plantas con acame de raíz, se registró en la variedad criolla, sembrada a 90 cm entre hilera, esto probablemente se debió a su mayor altura de planta, lo cual hace que estas sean propensas a ser acamadas por acción del viento o lluvias, provocando así una baja en el rendimiento. Concordando con el CIAT citado por Iza (2002), quien indica que una de las razones del rendimiento inestable en las plantas de maíz es su altura excesiva, lo cual conlleva al acame de las mismas y a causar altas tasas de pudrición de las mazorcas.

Diámetro de mazorca

Los efectos de las interacciones entre los materiales genéticos y distanciamientos se presentan en la figura 3, donde se observa que los híbridos estudiados, presentan diámetros menores al promedio en el distanciamiento 90x20 cm, y mayores en los distanciamientos de menor distancia entre hilera; en tanto que, el material criollo, presentó diámetros menores bajo los tres distanciamientos.

El menor diámetro de mazorca se observó en el material criollo, bajo la distancia 90x20 cm con 3.7 cm; en tanto que, el híbrido Brasilia 8501 sembrado en distancia de 45x40 cm se mostró con el mayor diámetro con 4.6 cm, con una diferencia de 0.9 cm ante el tratamiento de menor diámetro, resultando estadísticamente significativo.

Cuadro 2. Porcentaje de acame de raíz de tres materiales genéticos de maíz y afectados por tres distanciamientos de siembra entre hileras. Quinindé. Época seca. 2005.

MATERIAL GENETICO	Acame	DISTANCIAMIENTOS	Acame
	%	cm	%
Brasilia 8501	0.7 b	90x20	1.3 a
INIAP H-551	0.7 b	7x30	1.2 a
Criollo	2.5 a	45x40	1.3 a

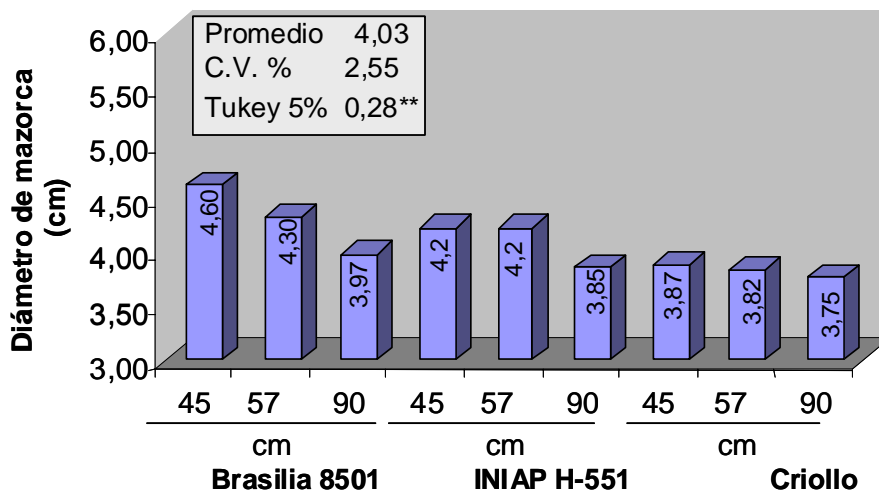


Figura 3. Diámetro de mazorca influenciado por la interacción material genético de maíz y distancia de siembra entre hileras, en la zona de Quindé. Época seca. 2005.

El mayor diámetro de mazorca (4.60 cm) se registró en el híbrido Brasilia 8501 a 45 cm entre hileras, evidenciando así una respuesta positiva a la reducción de la distancia entre hileras, respondiendo estas características en correlación positiva con el rendimiento del grano, dato que concuerda con Bohórquez citado por Iza (2002), quien indica que la longitud de mazorca se encuentran correlacionadas positivamente con el rendimiento.

El mayor diámetro de mazorca registrado en el híbrido Brasilia 8501 (4.60 cm) influenciado por la reducción de la distancia entre hilera, está cercano a los promedios registrados en la misma época seca por Torres (2004), quien al evaluar el comportamiento de este híbrido obtuvo 4.5 cm de diámetro, de la misma forma con Arroba (2005) y Muñoz (2003), que encontraron con 4.7 cm de diámetro.

El mayor diámetro de mazorca del híbrido INIAP H-551, se obtuvo a distancia de 45 cm entre hilera con 4.2 cm, este valor es relativamente igual a los datos registrados por Torres (2004), quien presenta un promedio de 4.5 cm de diámetro, pero no concuerda con Muñoz (2003) y Arroba (2005), quienes obtuvieron 4.7 y 4.9 cm de diámetro, respectivamente, promedios que fueron mayores a los registrados en esta investigación.

Para la variedad criolla, se observó ventajas de incremento en el diámetro de mazorca al menorar la distancia entre hilera, mas aun así, no superaron a los híbridos comerciales en estudio, por sus mazorcas que fueron relativamente pequeñas con 3.8 cm de diámetro para el mejor de los casos a 45 cm de distancia entre hileras. Estos datos concuerdan con lo expresado por Pérez, et. al. (2006), quienes indican que la mazorca de los materiales criollos, son de regular tamaño, pocos granos en la punta, bajo número de hileras y desuniformes.

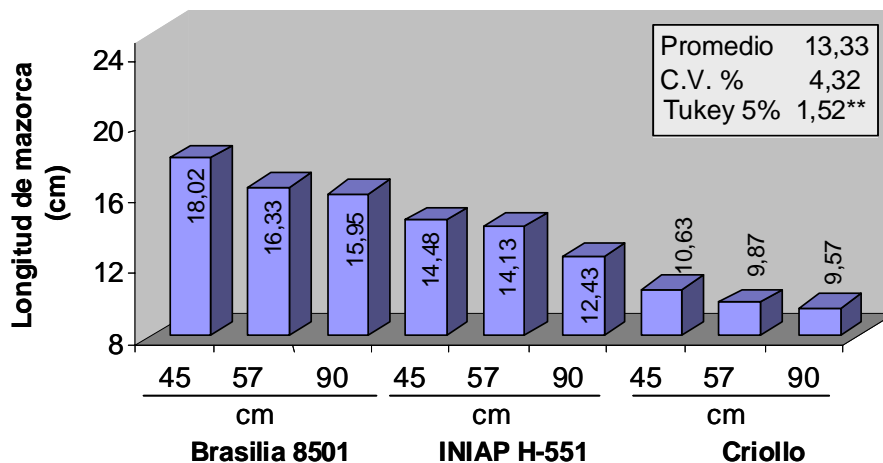


Figura 4. Longitud de mazorca, influenciada por la interacción material genético de maíz y distancia de siembra entre hileras, en la zona de Quinindé. Época seca. 2005.

Longitud de la mazorca

Los efectos de las interacciones entre los materiales genéticos y distanciamientos se presentan en el la figura 4, donde se observa, que el híbrido INIAP H-551 a distancia de 90x20 cm y la variedad criolla con los tres distanciamientos, presentan longitudes menores al promedio general.

La menor longitud de mazorca se observó en el material criollo, bajo la distancia 90x20 cm con 9.5 cm; en tanto que el híbrido Brasilia 8501 sembrado en distancia de 45x40 cm se mostró con la mayor longitud (18.02 cm), así pues, con una diferencia de 8.52 cm, ante el tratamiento de menor longitud resultando estadísticamente significativo.

La mayor longitud de mazorca registrada en el híbrido Brasilia 8501 (18.02 cm) influenciado por la reducción de la distancia entre hilera, está cercano a los promedios registrados en la misma época seca, por Torres (2004), quien al evaluar el comportamiento de este híbrido obtuvo 16.2 cm de longitud, Arroba (2005) y Muñoz (2003), registraron 17.0 y 16.4 cm de longitud de mazorca, respectivamente.

La mayor longitud de mazorca del híbrido INIAP H-551, se obtuvo a la distancia de 45 cm entre hilera con 14.48 cm, este valor es relativamente igual a los datos registrados por Torres (2004), quien presenta un promedio de 14.5 cm de diámetro, pero no concuerda con Muñoz (2003) y Arroba (2005), quienes registraron 15.5 y 16.7 cm de longitud, en su orden, promedios que resultaron mayores a los registrados en esta investigación.

Para la variedad criolla, se observó ventajas de incremento en la longitud de mazorca al menorar la distancia entre hilera, pero que aun así, no superaron a los híbridos comerciales en estudio, ya que sus mazorcas fueron relativamente pequeñas con 9.57 cm de longitud, para el mejor de los casos a 90 cm de distancia entre hileras.

Rendimiento

En la figura 5, se observa que el híbrido INIAP H-551 a distancia de 90x20 cm y la variedad criolla con los tres distanciamientos, presentan rendimientos menores al promedio general.

El menor rendimiento se observó en el material criollo, bajo la distancia 90 x 20 cm con 2179 kg ha⁻¹; en tanto que, el híbrido Brasilia 8501 sembrado en distancia de 45x40 cm mostró un rendimiento de 5302 kg ha⁻¹, resultando así el tratamiento con el mayor rendimiento, notándose así, una diferencia de 3123 kg ha⁻¹, ante el tratamiento de menor rendimiento, que resultó estadísticamente significativo.

El híbrido Brasilia 8501 presentó los mayores rendimientos con 4011 kg ha⁻¹ a 90 cm, 5006 kg ha⁻¹ a 57 cm y 5302 kg ha⁻¹ a 45 cm entre hilera, mostrando de esta manera el incremento que se obtuvo al reducir la distancia entre hilera, siendo este material el de mayor adaptabilidad a las condiciones ecológicas y ambientales de la zona y la superioridad genética en relación al híbrido INIAP H-551 y mas aún a la variedad criolla; esta última que en el mejor de los casos registró un rendimiento de 2587 kg ha⁻¹ a 45 cm, resultando el material con los más bajos rendimientos, hecho que concuerda con lo expresado por Pérez et al. (2006), quien indica que la variedad criolla presenta un bajo índice de cosecha, lo que se traduce a bajo rendimiento.

Considerando el rendimiento del híbrido Brasilia 8501 a 90 cm entre hilera, fué relativamente igual al presentado por Muñoz (2003), quien obtuvo 4332 kg ha⁻¹, pero resultó menor al rendimiento obtenido en esta investigación a 45 cm entre hilera (5302 kg ha⁻¹), que resultó en 19 % de incremento en el rendimiento.

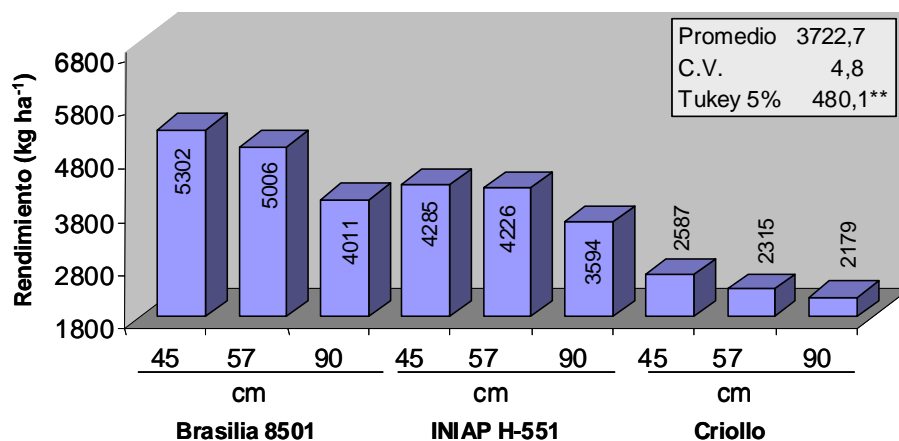


Figura 5. Rendimiento, influenciado por la interacción material genético de maíz y distancia de siembra entre hileras, en la zona de Quinindé. Época seca. 2005.

El rendimiento del híbrido comercial INIAP H-551, al reducir la distancia entre hilera a 45 cm, se incrementó a 4285 kg ha⁻¹, que superó al rendimiento registrado por Muñoz (2003), quien al evaluar este híbrido obtuvo 2871 kg ha⁻¹, pero fue superado por los rendimientos registrados por Arroba (2005) y Torres (2004), quien en trabajos realizados obtuvieron promedios de 5813 kg ha⁻¹ y 5750 kg ha⁻¹ en su orden.

Con la reducción del espaciamiento entre hileras del maíz, se obtuvo un incremento significativo en el rendimiento (19 %), lo que concuerda con Díaz, et al. (1999) y Mondino y Peterlin (2005), quienes en trabajos realizados en siembra directa acercando las hileras obtuvieron de 10 y 12-15 %; respectivamente, de incremento en el rendimiento. También Barbieri et al. citados por Alvadi y Nilson (2005), afirman que en trabajos realizados, obtuvieron una diferencia de productividad del 10 % a favor del menor espacio entre hileras. Esos datos indican que, en situaciones en que los recursos del ambiente (agua, radiación solar, y nutrientes) son escasos, la reducción del espaciamiento ejerce efectos mas pronunciados sobre la productividad del cultivo.

Contenido de nutrientes en la planta

En forma general, los resultados de los análisis foliares del maíz, reflejan que el material de siembra criollo, presentó mayores contenidos de Ca, Mg, S, Fe, Mn y B que los híbridos en estudio; en tanto que, la absorción de N resultó inferior en este material, donde los híbridos comerciales, alcanzaron porcentajes mayores de 1.9 de N en el tejido.

Los efectos de contenidos de P, K y Mg en el tejido foliar, se vieron afectados por los distanciamientos en estudio, apreciando que a menor distanciamiento hay mayor concentración; esto solamente en los híbridos comerciales; en el material criollo sucedió lo contrario.

En cuanto al N, los híbridos comerciales mostraron un mayor contenido de N en las hojas que el material criollo, pero hay disminución en la concentración de este elemento a manera que el distanciamiento se reduce solamente en el híbrido Brasilia 8501.

De acuerdo con los resultados del análisis foliar, se pudo establecer diferencias en la concentración de nutrientes en los materiales de siembra, influenciados por la reducción de la distancia entre hileras, notándose en forma general que la reducción del distanciamiento entre hileras favoreció a la absorción de la mayoría de elementos, resultado que no concuerda con lo expresado por Barbieri, et al. (2001) quienes afirman que existen informes de experiencias realizadas en los cuales no se reportan diferencias significativas en la concentración de nutrientes entre diferentes distanciamientos debido a la falta de respuesta en rendimiento.

Humedad del suelo a la floración

Los efectos de los materiales de siembra sobre el porcentaje de humedad del suelo a los 65 días después de la siembra son mayores de 10-20 cm de profundidad, apreciando que el cultivar criollo, con 41.4 % de humedad, logró acumular 2.2 % mas de humedad, que el híbrido Brasilia 8501; mas estos efectos detectados, resultaron estadísticamente iguales.

Los distanciamientos entre hileras, provocaron efectos estadísticamente diferentes para las dos profundidades muestreadas. Se observa en el cuadro 3, que a menor distancia entre hilera, mayor acumulación de agua en el suelo, que se traduce a mayor porcentaje de humedad. Los distanciamientos de hileras de 90 y 57 cm mostraron una humedad menor e igual a 20 % en la profundidad de 0-10 cm; en tanto que, en la distancia menor el porcentaje de humedad superó los 23 %.

Cuadro 3. Humedad del suelo (0-10 y 10-20 cm de profundidad), afectada por tres materiales genéticos de maíz y tres distanciamientos de siembra entre hilera. Quinindé. Época seca. 2005.

MATERIAL GENETICO	PROFUNDIDAD (cm)		DISTANCIAMIENTO cm	PROFUNDIDAD (cm)	
	0-10	10-20		0-10	10-20
	%(H^0)			%(H^0)	
Brasilia 8501	20.9 a	39.2 a	90x20	19.6 b	39.0 b
INIAP H551	21.2 a	40.8 a	57x30	20.0 b	39.6 b
Criollo	21.2 a	41.4 a	45x40	23.9 a	42.8 a

Para la profundidad de 10-20 cm, los distanciamientos de 90 y 57 cm entre hileras, presentaron un porcentaje de humedad menor del 40 %, que resultó inferior al 42.8 % encontrado con el distanciamiento de 45 cm. El mayor efecto del distanciamiento sobre la acumulación de humedad en el suelo se encontró en la profundidad de 0-10 cm, donde se consiguió almacenar 4.3 %, si comparado con la profundidad de 10-20 cm, que alcanzó 3.8 %, todo esto debido a la reducción del distanciamiento entre hileras.

Los promedios de humedad encontrados a profundidad de 0-10 cm fueron los mas afectados en esta investigación, obteniendo mayor almacenamiento de agua a manera que se disminuye la distancia entre hilera de siembra. Estos datos son respaldados por lo expresado por Argenta, et. al. citados por Alvadi y Nilson (2005), quienes afirman que debido a la velocidad de sombreado del suelo observado en siembras con espacio reducido, se especula que haya menores perdidas de agua por evaporación.

Regresiones

En la figura 6, se aprecia que los valores de R^2 para las regresiones de el híbrido Brasilia 8501, INIAP H-551 y Criollo, fueron de -0.911, -0.8135 y -0.964 respectivamente; es decir, la tendencia de rendimiento para los tres materiales es de incrementarse, a manera que la distancia entre hilera disminuye.

Análisis económico de tratamientos

En el cuadro 4, se observa que la mayor tasa de retorno marginal, se encontró para los tres materiales, indicando que con la reducción de espacio entre hileras de 90x20 a 57x30 o 45x40, se obtendrá un incremento en la tasa de 467.7 %.

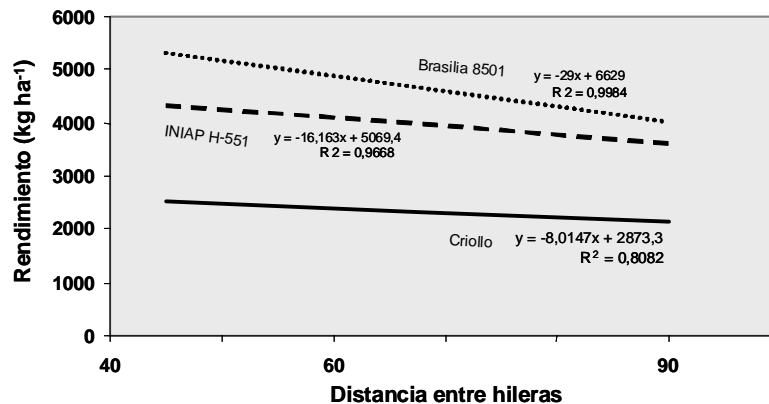


Figura 6. Regresión lineal entre el rendimiento de los híbridos Brasilia 8501, INIAPH-551 y Criollo con tres distanciamientos entre hileras.

Cuadro 4. Análisis marginal de los tratamientos afectados por el material genético del maíz y distanciamientos de siembra entre hileras. Quinindé, Época Seca. 2005.

Material genético	Distancias	Costos variables	Beneficio neto	Costos marginales	Beneficios netos marginales	TRM
	cm	(\$ ha ⁻¹)				%
Criollo	90x20	68,06	277,13			
Criollo	57x30	71,84	294,81	3,78	17,68	467,7
Criollo	45x40	79,44	330,34	7,60	35,53	467,5
INIAP H-551	90x20	132,61	436,68	53,17	106,34	200,0
INIAP H-551	57x30	150,24	519,11	17,62	82,44	467,7
INIAP H-551	45x40	151,88	526,79	1,64	7,67	467,7
Brasilia 8501	57x30	202,57	590,30	50,70	63,51	125,3
Brasilia 8501	45x40	210,85	628,99	8,27	38,69	467,7

CONCLUSIONES

- El híbrido comercial de maíz Brasilia 8501 presentó buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas, resultando una alternativa para los productores de maíz en la zona de Quinindé.
- La reducción del espacio entre hileras incrementa el diámetro y longitud de mazorca que se traduce en mayor rendimiento.
- La disminución de la distancia de siembra entre hileras de 90 a 45 cm, provocó incrementos del 19 % en rendimiento del maíz híbrido.

- Con la reducción del espacio entre hileras se mejoró la absorción de nutrientes, por lo tanto, mayor eficiencia de uso de fertilizantes.
- Hubo mayor retención de la humedad del suelo al disminuir la distancia entre hileras, siendo mayor el efecto de 0 a 10 cm de profundidad.
- La reducción del espacio entre hileras provoca mayores ingresos económicos para el productor maicero de Quinindé, en los tres materiales genéticos estudiados.
- Los híbridos comerciales Brasilia 8501 e INIAP H-551, sembrados a distancias de 0.45 cm entre hileras resultan las mejores alternativas económicas para el productor maicero de Quinindé.

BIBLIOGRAFIA

- Alvadi, A., Nilson, G. 2005. Redução do espaçamento entre fileiras: benefícios y limitações. Revista Plantio Direto, Brasil. p. 2-3.
- Argenta, G., Ferreira, P., Giani, C., Everton, L., Manjabosco, A., Beheregaray, V. 2001. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas, Brasil, p 71-77.
- Arroba, E. 2005. Comportamiento Agronómico de Nuevos Híbridos de Maíz Introducidos de Brasil, sembrados en condiciones de Secano en la zona de Quevedo. Tesis de Grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias. Quevedo-Ecuador. p. 19. 34.
- Barbieri, P., Sainz, H., Echeverria, H., Andrade, F. 2001. Eficiencia de uso del nitrógeno en maíz (*Zea mays* L.) bajo siembra directa en función de la distancia entre hileras y la disponibilidad de nitrógeno. Consultado 04 sep. Disponible en:
<http://www.inta.gov.ar/balcarce/Info/documentos/agric/cereales/maiz/fert/nitrogenoenaiz.htm>
- Berchol, D.A., Silva, R., Benez, S. 2003. Mais milho no mesmo espaço. Revista Cultivar. Facultad de Ciencias Agronómicas, Brasil, p 14-15.
- Crespo, S., Burbano, M., Vasco, A. 1990. INIAP H-551 Híbrido de Maíz para la Zona Central del Litoral. Quito - Ecuador. INIAP. Boletín Divulgativo. No. 112. 6p.
- Diaz, G., Grosso, A., Duarte, G. 1999. Distancias entre surcos. Revista Agromercado (Suplemento Maíz). Consultado 17 feb 2005. http://www.usb.edu.co/revistas_pdf/ingenierias31_agroindustrial.pdf
- Gargicevich, A. 2002. Efecto de la irregularidad en el espaciamiento inter plantas en la Línea de Siembra sobre el Rendimiento del Maíz. Consultado 17 de noviembre.2004. Disponible en:
<http://www.elsitioagricola.com/articulos/garguicevich/Efecto%20de%20en%20el%20Espaciamiento%20Interplantas%20en%20la%20linea%20de%20Siembra.asp>
- INEC, 2002. III Censo Nacional Agropecuario. Resultados provinciales y cantonales INEC - MAG – SICA Quito, EC. P.46. 81.
- INAHMI. 2004. Código. M156. Promedio de seis años.
- Iza, K. 2002. Comportamiento Agronómico de Catorce Híbridos de Maíz. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo - Ecuador. p. 44

- Mondino, M., Peterlin, O. 2005. Producción de algodón en surcos estrechos. Proyecto Nacional del Algodón. Argentina Disponible en:
<http://www.e-campo.com/sections/news/index.php/catUuid.91DODD7C-E269-11D3-A5140006292E2740/> p.3.
- Muñoz, L. 2003. Evaluación del Comportamiento Agronómico de Trece Híbridos de Maíz, durante las épocas lluviosa y seca. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. p. 19-51.
- Parsons, M., David, B. 1990. Manuales para educación agropecuaria. Producción vegetal N° 10. Maíz. Editorial Trillas. México DF. p.9.12. 17.
- Pérez, J., Urrea, R., Caraballo, U., Navas, A. 2006. Manejo del Cultivo del Maíz en la Costa Atlántica de Colombia. Tabla 1. Ventajas comparativas de los maíces mejorados con respecto a los criollos. Consultado 18 Marzo 2006. Disponible en:
http://www.turipana.org.co/mane_maiz.htm
- Perrin, R., Ronald, W., Anderson, J. 1988. Un Manual Metodológico de Evaluación Económica. La Formulación de Recomendaciones a Partir de Datos Agronómicos. Edición completamente Revisada. CIMMYT, México DF. p 79.
- Torres, C. 2004. Evaluación del Comportamiento Agronómico de Híbridos de Maíz, bajo condiciones de humedad residual. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. p. 25-56.