



DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA EN ZEA MAYS L. DURANTE LA ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA EN LA COSTA CENTRAL DEL ECUADOR

PLANTING DISTANCE IN ZEA MAYS L. DURING THE DRY AND RAINY SEASONS ON THE CENTRAL COAST OF ECUADOR

Camilo Alexander Mestanza Uquillas¹, Pánfilo José Cedeño Cárcamo²,
Diana Verónica Véliz Zamora¹, Santiago Cristóbal Vásquez Matute³ y John
Jairo Pinargote Alava⁴

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

²Proyecto de Innovación de Asistencia Técnica y Extensión Rural (PIATER), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.

³Universidad Nacional de Loja (UNL), Loja, Ecuador.

⁴Egresado de la Universidad de Córdoba (UCO), Córdoba, España.

*Autor para correspondencia: cmestanza@uteq.edu.ec

Manuscrito recibido el 12 de enero de 2022. Aceptado, tras revisión el 04 de julio de 2022. Publicado el 1 de marzo de 2025.

Resumen

La investigación se desarrolló en el cantón Mocache provincia de Los Ríos, donde se establecieron tres ensayos experimentales de maíz, uno en la propiedad del Sr. Fortunato Cedeño Díaz, ubicado en el sector John F. Kennedy, y dos ubicados en el Campus "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), con el fin de evaluar el efecto de distintos distanciamientos de siembra sobre el comportamiento agronómico de un híbrido comercial (híbrido ADV-9139) y una variedad criolla (Variedad criolla S/N) de maíz durante la época seca y lluviosa para definir distancias de siembra óptimas que permitan alcanzar mejores rendimientos. Se aplicó un Diseño completamente al azar (DCA) con arreglo unifactorial, con seis tratamientos compuestos por la combinación de dos variables: variedades y distanciamientos de siembra. La primera conformada por dos genotipos: híbrido ADV-9139 y una variedad criolla S/N, y la segunda por distancias de $0,6 \times 0,2$ m; $0,7 \times 0,2$ m y $0,8 \times 0,2$ m. Cada uno de estos tratamientos tuvo cuatro repeticiones. Los resultados registrados demostraron una escasa influencia de las distancias sobre la altura de planta, diámetro del tallo y altura de inserción de mazorca. Respecto a los parámetros productivos como el rendimiento se logró destacar T4 (Híbrido ADV – 9139 + $0,6 \times 0,2$) y T5 (Híbrido ADV – 9139 + $0,7 \times 0,2$) en los ensayos 1 y 3, mientras que únicamente destacó T4 en el ensayo 2.

Palabras clave: Maíz, densidad, genotipos, respuesta agronómica, parámetros productivos.

Abstract

The research was carried out in Mocache, province of Los Ríos, where three experimental corn trials were established, one on the property of Mr. Fortunato Cedeño Díaz, located in the John F. Kennedy sector, and two located on the "La María" Campus of the Quevedo State Technical University (UTEQ), with the purpose of evaluating the effect of different planting distances of a commercial hybrid (hybrid ADV-9139) and a creole variety (Creole variety S/N) of corn during the dry and rainy seasons, in order to define optimal planting distances to achieve better yields. A completely randomized design (CRD) with a unifactorial arrangement was applied, with six treatments composed of a combination of two variables: varieties and planting distances. The first consisted of two genotypes: hybrid ADV-9139 and a creole variety S/N, and the second consisted of distances of 0.6 times 0.2 m; 0.7 × 0.2 m and 0.8 × 0.2 m. Each of these treatments had four replications. The results showed little influence of distances on plant height, stem diameter and ear insertion height. Regarding productive parameters such as yield, T4 (Hybrid ADV - 9139 + 0.6 X 0.2) and T5 (Hybrid ADV - 9139 + 0.7 X 0.2) stood out in trials 1 and 3, while only T4 stood out in trial 2.

Keywords: Maize, density, genotypes, agronomic response, yield parameters.

Forma sugerida de citar: Mestanza Uquillas, C. A., Cedeño Cárcamo, P.J., Véliz Zamora, D.V., Vásquez Matute, S.C. y Pinargote Alava, J.J. (2025). Distanciamiento de siembra en *Zea mays* L. durante la época seca y lluviosa en la costa central del Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 41(1):151-161. <https://doi.org/10.17163/lgr.n41.2025.10>.

IDs Orcid:

Camilo Alexander Mestanza Uquillas: <https://orcid.org/0000-0001-9299-170X>

Pánfilo José Cedeño Cárcamo: <https://orcid.org/0000-0002-9411-8645>

Diana Verónica Véliz Zamora: <https://orcid.org/0000-0003-2039-8741>

Santiago Cristóbal Vásquez Matute: <https://orcid.org/0000-0002-3713-020X>

John Jairo Pinargote Alava: <https://orcid.org/0000-0002-8065-5124>

1 Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más susceptibles al estrés por falta de nutrientes, sobre todo durante el período pre y post floración (denominado período crítico). El grado de afección del cultivo en este período está directamente relacionado a las prácticas agronómicas empleadas y a la disponibilidad de recursos para el crecimiento de las plantas (Videla et al., 2014).

Uno de los factores más importantes en este sentido es la densidad poblacional, pues frente a cambios en esta se pueden provocar distintas respuestas dentro de los parámetros productivos, los cuales a su vez dependen del genotipo y de la calidad ambiental (Quevedo et al., 2015). Esto se debe a la disponibilidad de recursos por planta modulada en procesos del cultivo como la captura y uso de la radiación solar y por caracteres propios del genotipo como la plasticidad reproductiva y la estabilidad de la partición de biomasa durante la etapa crítica, aunque se conoce que los híbridos modernos difieren en la densidad que maximiza su rendimiento (Ogando et al., 2017).

No obstante, 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, resulta necesario reevaluar las recomendaciones de espaciamiento y densidad de siembra (Martínez et al., 2017).

De igual forma ocurre en las variedades criollas, las cuales han sido cultivadas y sometidas a selección de los agricultores durante generaciones, conservando una identidad propia y gran rusticidad, pero careciendo de un mejoramiento formal (CIMMYT, 2014) que, sumado a la ausencia de prácticas adecuadas como la implementación de distancias de siembra idóneas, han privado la explotación real del potencial presente en muchos de los materiales.

Es por lo anteriormente mencionado y por la gran importancia cultural, valor socioeconómico y dinámica que presenta este cultivo en términos municipales como Mocache, así como en la pro-

vincia de Los Ríos en general, donde se concentra el 43,81 % de la producción nacional de maíz (1 479 770 t) según datos del INEC (2020), que se reconsideran estrategias que permitan incrementar la productividad para satisfacer la demanda local, indispensable al momento de solventar la cadena productiva de la zona.

Por ello, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de distintas distancias de siembra sobre el comportamiento agronómico de un híbrido comercial y una variedad criolla de maíz en las condiciones agroclimáticas del cantón Mocache durante la época seca y lluviosa, con la finalidad de definir el distanciamiento de siembra óptimo que permita alcanzar mejores rendimientos.

2 Material y Métodos

2.1 Ubicación del experimento y manejo del cultivo

El establecimiento de los ensayos 1 y 2 de maíz cultivados en la época lluviosa tuvieron lugar en el mes de diciembre del año 2020, el ensayo 1 se estableció en la propiedad del Sr. Fortunato Cedeño Díaz, en el sector John F. Kennedy del cantón Mocache, provincia de Los Ríos, con coordenadas geográficas: 1°15'57.3" Latitud Sur y 79°29'43.8" Longitud Oeste, a una altitud de 71,4 msnm. El ensayo 2 se implantó en el Campus "La María" de la UTEQ, con coordenadas geográficas: 1°05'01" Latitud Sur y 79°30'02" Longitud Oeste, a una altitud de 66 msnm. El ensayo 3 se estableció exactamente en el mismo sitio que el ensayo 2, pero en el mes de mayo correspondiente a la época seca del año 2021. En la Tabla 1 se describen las condiciones agroclimáticas presentes en el cantón Mocache.

Tabla 1. Condiciones agroclimáticas del cantón Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador.

Datos agroclimáticos	Valores promedios
Altitud	75 msnm
Temperatura	24,9 °C
Humedad Relativa (%)	84 %
Precipitación	2216,3 mm
Topografía	Irregular

En cuanto al manejo, se establecieron tres ensayos experimentales de 1320 m² en los sitios y épocas anteriormente mencionadas, para lo cual se llevó a

cabo de forma manual labores como el desmalezado y arado de los terrenos. Además, se procedió a establecer de forma aleatoria las unidades experimentales.

Una vez preparado los terrenos, se procedió a efectuar la siembra que se ejecutó de forma manual con la ayuda de un espeque. En este punto, se emplearon los siguientes distanciamientos de siembra: $0,6 \times 0,2$ m; $0,7 \times 0,2$ m y $0,8 \times 0,2$ m. En lo que respecta al control de malas hierbas, se realizó de manera convencional con la implementación de productos herbicidas pre-emergentes y post-emergentes selectivos para evitar daños colaterales. Por otro lado, la fertilización se desarrolló a base de Urea y Fosfato Di Amónico (DAP). Así mismo, el control fitosanitario se llevó a cabo de forma convencional, con la aplicación de insecticidas sistémicos y de contacto. Además, se usaron fungicidas, los cuales se mostraron esenciales tomando en cuenta que el ensayo se desarrolló durante la época lluviosa. Tomando en consideración que la siembra estuvo programada para el mes de diciembre/2020 en el caso de los ensayos 1 y 2 y que, por ende, iniciaba la época lluviosa, naturalmente el riego no fue suministrado, manteniéndose el cultivo en condiciones de secano, mientras que en el caso del ensayo 3 fue necesario suministrar riego por aspersión hasta alcanzar capacidad de campo. Por último, la cosecha se llevó a cabo de forma manual, una vez que las plantas se encontraban en madurez fisiológica.

2.2 Diseño Experimental

Los tres ensayos se efectuaron con un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo unifactorial, con seis tratamientos compuestos por la combinación de dos variables: variedades y distanciamientos de siembra. La primera conformada por dos genotipos: híbrido ADV-9139 y una variedad criolla S/N, y la segunda por distancias de $0,6 \times 0,2$ m; $0,7 \times 0,2$ m y $0,8 \times 0,2$ m. Cada uno de estos tratamientos tuvo cuatro repeticiones. El área útil de cada ensayo fue de 1320 m^2 , conformadas por 24 parcelas de 25 m^2 en cada caso.

2.3 Mediciones y análisis estadístico

La altura de planta se registró a los 60 días después de la siembra (dds) mediante la selección aleatoria de 10 plantas por parcela (repeticion), para poste-

riormente ser medidas en el espacio comprendido entre el suelo y la base de la espiga de la planta con ayuda de un flexómetro. Para determinar el número de hileras, diámetro y longitud de mazorcas, se seleccionaron 10 mazorcas al azar y se cuantificaron y registraron las medidas según cada caso. Así mismo, se procedió a determinar el peso de 100 semillas y el rendimiento, para lo cual fue necesario realizar un trillado previo de las mazorcas provenientes del área útil de cada parcela experimental y posteriormente uniformizados al 13% de humedad empleando la siguiente fórmula:

$$PU(13\%) = \frac{Pa(100 - Ha)}{100 - Hd}$$

PU representa el peso Uniformado al 13% de humedad, Pa el Peso actual, Ha la Humedad actual y Hd la Humedad deseada.

Los datos obtenidos en los tres ensayos se sometieron al análisis de varianza y las medias de los tratamientos comparadas mediante la prueba de Tukey (5%). Para ello, se empleó el software estadístico InfoStat versión 2019l.

3 Resultados y Discusión

3.1 Altura de planta (m)

En la altura de planta se mostraron dos escenarios distintos. El primero tuvo lugar en el ensayo 1 y 2, donde a través del análisis de la varianza se demostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P < 0,05$) obteniendo en el ensayo 1 registros más altos T1, T3 y T2 con valores de 2,86, 2,82 y 2,81 m respectivamente; mientras que, en el ensayo 2 el tratamiento distinto fue T1 con una cifra de 2,98 m. Por otra parte, en lo que respecta al ensayo 3, no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0,05$) (Tabla 2).

3.2 Número de hileras por mazorca

Respecto al número de hileras por mazorca, según el ANOVA con un coeficiente de variación del 3,87%, no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos que constituyeron los ensayos 1, 2 y 3 ($p > 0,05$), obteniendo promedios que oscilaron entre las 14 y 16 hileras por mazorca en cada uno de los casos (Tabla 3).

Tabla 2. Altura de planta a los 60 dds (m) en el ensayo 1, 2 y 3. Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador.

		Altura de planta ¹		
Ubicación de los ensayos		John F. Kennedy, época lluviosa del 2020 (ensayo 1)	Campus “La María”, época lluviosa del 2020 (ensayo 2)	Campus “La María”, época seca del 2021 (ensayo 3)
		60 dds ²	60 dds ²	60 dds ²
Trat ³	Descripción			
T1	Variedad criolla S/N + 0,6 X 0,2	2,86 a	2,98 a	2,34 a
T2	Variedad criolla S/N + 0,7 X 0,2	2,81 a	2,48 b	2,64 a
T3	Variedad criolla S/N + 0,8 X 0,2	2,82 a	2,40 b	2,52 a
T4	Híbrido ADV - 9139 + 0,6 X 0,2	2,40 b	2,31 b	2,30 a
T5	Híbrido ADV - 9139 + 0,7 X 0,2	2,37 b	2,38 b	2,50 a
T6	Híbrido ADV - 9139 + 0,8 X 0,2	2,35 b	2,29 b	2,26 a
C.V(%)		4,23	8,25	11,86
$\bar{x}$		2,61	2,47	2,43

¹letras iguales no son significativas según el test de Tukey (p>0,05).

²dds: Días después de la siembra.

³Trat: Tratamiento.

3.3 Diámetro de la mazorca (mm)

Según el análisis de la varianza del diámetro de la mazorca del ensayo 1, se constató la ausencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (p>0,05) (Tabla 4). Dicho escenario se replicó en el ensayo 2, donde no existieron diferencias estadísticas (p>0,05) entre tratamientos ni entre factores. Por otro lado, el ensayo 3 obtuvo diferencias estadísticas, siendo T3 el tratamiento diferente con un registro de 47,85 mm

3.4 Longitud de la mazorca (cm)

Según el ANOVA, en la longitud de la mazorca se constataron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en los ensayos 1, 2 y 3 (P<0,05), siendo T4, T5 y T6 los tratamientos distintos en cada uno de los casos, mientras que T1, T2 y T3, alcanzan registros más bajos (Tabla 5).

3.5 Peso de 100 semillas (g)

Referente al peso de 100 semillas y según el ANOVA, se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos que conformaron el ensayo 1 (P<0,05), obteniendo registros distintos T4, T5 y T6 con promedios de 43,75, 43,75 y 46,25 g res-

pectivamente, en comparación a T1, T2 y T3 que alcanzaron cifras más bajas con 36,00, 37,25 y 36,50 g respectivamente. De forma opuesta ocurrió en los ensayos 2 y 3, donde no se evidenciaron diferencias estadísticas entre tratamientos (p>0,05) (Tabla 6).

3.6 Rendimiento del grano (kg/ha)

En la variable rendimiento del grano y según el análisis de la varianza, se pudieron observar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos que conformaron los ensayos evaluados (P<0,05), donde tanto T4 como T5 destacaron en los ensayos 1 y 3; mientras que en el ensayo 2 destacó únicamente T4 (Tabla 7).

3.7 Discusión

Los datos de altura registrados en el híbrido ADV-9139 en los tres ensayos evaluados son similares a los reportados por Moreira (2019) con el mismo híbrido establecido en el cantón Mocache durante la época lluviosa del 2019, con un valor de 2,01 a los 52 días. No obstante, en el presente estudio se pudo observar que la Variedad criolla S/N en cada uno de los distanciamientos empleados obtuvo registros más altos que el híbrido debido a sus rasgos silvestres.

Tabla 3. Número de hileras por mazorca en los ensayos 1, 2 y 3. Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador.

		Número de hileras por mazorca ¹		
Ubicación de los ensayos		John F. Kennedy, invierno del 2020 (ensayo 1)	Campus “La María”, invierno del 2020 (ensayo 2)	Campus “La María”, verano del 2021 (ensayo 3)
Tratamiento	Descripción			
T1	Variedad criolla S/N + 0,6 X 0,2	15,25 a	14,50 a	14,40 a
T2	Variedad criolla S/N + 0,7 X 0,2	15,55 a	15,50 a	14,75 a
T3	Variedad criolla S/N + 0,8 X 0,2	15,60 a	15,00 a	15,35 a
T4	Híbrido ADV - 9139 + 0,6 X 0,2	15,25 a	15,50 a	14,47 a
T5	Híbrido ADV - 9139 + 0,7 X 0,2	15,30 a	14,00 a	14,27 a
T6	Híbrido ADV - 9139 + 0,8 X 0,2	14,95 a	15,00 a	14,47 a
C.V (%)		3,87	6,52	4,00
$\bar{x}$		15,32	14,92	14,62

¹letras iguales no son significativas según el test de Tukey (p>0,05).

Tabla 4. Diámetro de la mazorca (mm) en los ensayos 1, 2 y 3. Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador.

		Diámetro de la mazorca (mm) ¹		
Ubicación de los ensayos		John F. Kennedy, época lluviosa del 2020 (ensayo 1)	Campus “La María”, época lluviosa del 2020 (ensayo 2)	Campus “La María”, época seca del 2021 (ensayo 3)
Tratamiento	Descripción			
T1	Variedad criolla S/N + 0,6 X 0,2	48,75 a	44,50 a	43,43 cd
T2	Variedad criolla S/N + 0,7 X 0,2	49,44 a	46,13 a	45,00 bc
T3	Variedad criolla S/N + 0,8 X 0,2	49,49 a	46,20 a	47,85 a
T4	Híbrido ADV - 9139 + 0,6 X 0,2	48,27 a	45,40 a	43,43 cd
T5	Híbrido ADV - 9139 + 0,7 X 0,2	48,63 a	44,18 a	42,57 d
T6	Híbrido ADV - 9139 + 0,8 X 0,2	49,57 a	45,03 a	46,17 ab
C.V (%)		1,81	2,02	2,07
$\bar{x}$		49,11	45,24	45,00

¹letras iguales no son significativas según el test de Tukey (p>0,05).

Este comportamiento se observó en variedades criollas o mestizas evaluadas por autores como Quiroz et al. (2017), Molina and Isasi (2018) y Cabrera et al. (2019), quienes determinaron que plantas mestizas (criollo × mejorado) presentan altitudes mayores que los híbridos, aspecto que es corroborado por autores como Rodríguez et al. (2016). Respecto al distanciamiento de siembra, Quiroz et al. (2017) registraron un escenario similar, el cual a pesar del incremento de las densidades poblacionales no originó variabilidad fenotípica significativa en la altura de planta por genotipos.

Por lo tanto, la información sugiere que existieron diferencias marcadas entre genotipos para características de crecimiento como la altura, atribuido a un desarrollo distinto y a un patrimonio genético que se expresó de manera diferencial; aun cuando se proporcionó un ambiente similar (Sánchez et al., 2011), no siendo así entre distanciamientos, donde lo usual es que a menor distanciamiento entre surcos, las plantas capten una mayor proporción de radiación total, debido a un incremento en el índice de área foliar y en la eficiencia en la intercepción de luz por unidad de superficie, lo que permite un mayor desarrollo de la altura (Soltero

et al., 2010), situación que ha sido documentada en diversos trabajos como los de Campos (2022), Gómez et al. (2021) y Satorre (2021).

Tabla 5. Longitud de la mazorca (cm) en los ensayos 1, 2 y 3. Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador.

		Longitud de la mazorca (cm) ¹		
Ubicación de los ensayos		John F. Kennedy, invierno del 2020 (ensayo 1)	Campus “La María”, invierno del 2020 (ensayo 2)	Campus “La María”, verano del 2021 (ensayo 3)
Tratamiento	Descripción			
T1	Variedad criolla S/N + 0,6 X 0,2	17,28 b	16,00 b	13,50 c
T2	Variedad criolla S/N + 0,7 X 0,2	17,16 b	15,93 b	14,50 bc
T3	Variedad criolla S/N + 0,8 X 0,2	17,63 b	15,96 b	15,00 b
T4	Híbrido ADV - 9139 + 0,6 X 0,2	20,51 a	18,08 a	17,44 a
T5	Híbrido ADV - 9139 + 0,7 X 0,2	20,25 a	19,01 a	17,42 a
T6	Híbrido ADV - 9139 + 0,8 X 0,2	20,25 a	19,01 a	18,79 a
C.V (%)		3,84	3,90	3,87
$\bar{x}$		18,85	17,33	16,11

¹letras iguales no son significativas según el test de Tukey (p>0,05).

A pesar de ello, es importante aclarar que las plantas con menor altura generalmente derivan del proceso de mejoramiento genético que atraviesan estos materiales; así lo aseguran autores como Bastidas et al. (2015) y Gordón and Camargo (2021) quienes indican que dicha característica se podría tomar como una ventaja durante la cosecha, además de disminuir el acame tanto de raíz como de tallo.

Por otra parte, Velez (2019) defiende la influencia del distanciamiento de siembra, puesto que en su estudio se analizó la influencia de tres distanciamientos (0,80 × 0,25m), (0,80 × 0,30m) y (0,80 × 0,35m) en el cultivo de maíz en los híbridos Somma, ATL 400 y PIONNER, evidenciando mejores resultados en los parámetros productivos a un distanciamiento de 0,80 m × 0,25m. lo cual concuerda con lo dicho por Millan citado por Pérez (2015).

Tabla 6. Peso de 100 semillas (g) en los ensayos 1, 2 y 3. Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador.

		Peso de 100 semillas (g) ¹		
Ubicación de los ensayos		John F. Kennedy, invierno del 2020 (ensayo 1)	Campus “La María”, invierno del 2020 (ensayo 2)	Campus “La María”, verano del 2021 (ensayo 3)
Tratamiento	Descripción			
T1	Variedad criolla S/N + 0,6 X 0,2	36,00 b	30,00 a	39,15 a
T2	Variedad criolla S/N + 0,7 X 0,2	37,25 b	30,00 a	38,85 a
T3	Variedad criolla S/N + 0,8 X 0,2	36,50 b	30,00 a	39,28 a
T4	Híbrido ADV - 9139 + 0,6 X 0,2	43,75 a	37,50 a	39,27 a
T5	Híbrido ADV - 9139 + 0,7 X 0,2	43,75 a	37,50 a	38,97 a
T6	Híbrido ADV - 9139 + 0,8 X 0,2	46,25 a	37,50 a	42,77 a
C.V (%)		7,39	10,48	5,17
$\bar{x}$		40,58	34,50	39,83

¹letras iguales no son significativas según el test de Tukey (p>0,05).

Respecto al diámetro de la mazorca, se registraron datos similares a los alcanzados en el ensayo 1 y 2 en la investigación de Quimi (2015) ejecutada en cantones cercanos como Quevedo y Balzar, donde se evaluaron híbridos experimentales y comerciales, destacando el primer grupo con diámetros de 48,9 mm en relación a los 46,7 mm obtenidos por el resto de materiales. Respecto a la variable distanciamiento, Zamudio et al. (2015) citados por Sánchez (2017) evidenciaron mayores diámetros de mazorca en sistemas doble hileras en un híbrido comercial (AS- 722), lo cual lo atribuyen a la menor población por hectárea, y se asemeja a lo registrado en el ensayo 3, donde el distanciamiento $0,8 \times 0,2\text{m}$ destacó sobre las demás densidades.

Aquello guarda concordancia con los resultados de Oyervides et al. (1990) citados por Cervantes et al. (2014), quienes determinaron efectos negativos en los componentes de rendimiento como el diámetro de la mazorca, al incrementar la densidad de población; patrón que se repite a lo observado en la investigación de Otahola and Rodríguez (2001).

En similitud a los resultados alcanzados en la variable longitud de la mazorca en los tres ensayos, se encuentra la investigación desarrollada por

Martínez et al. (2017) quienes no encontraron una influencia significativa entre la variable distanciamiento y el largo de las mazorcas, pese a visualizarse una reducción gradual de las mismas conforme al aumento la población de plantas de maíz por hectárea, escenario que se replicó en este estudio y al igual que en lo reportado en el estudio de Silva et al. (2009) las diferencias encontradas se debieron a diferencias genotípicas entre las líneas evaluadas, ya que se ha evidenciado la alta heredabilidad que presentan estos caracteres en múltiples investigaciones como las de Alonso et al. (2022) y Bueno and Tolentino (2022).

Según autores como Hidalgo et al. (2020), Sandal (2014), Quevedo et al. (2015) y Cifuentes (2014), el rendimiento de grano está asociado positiva y significativamente por el número de granos y el peso de los mismos, los cuales son altamente influenciados por el incremento del número de plantas y por la disminución del distanciamiento de siembra. Lo cual sugiere que a menor distanciamiento de siembra entre surcos mayor será el peso de 100 semillas. Sin embargo, en relación con los resultados alcanzados aquella situación no se evidenció en ninguno de los ensayos evaluados en esta investigación.

Tabla 7. Rendimiento del grano (kg/ha) en los ensayos 1, 2 y 3. Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador.

		Rendimiento del grano (Kg/ha) ¹		
Ubicación de los ensayos		John F. Kennedy, invierno del 2020 (ensayo 1)	Campus “La María”, invierno del 2020 (ensayo 2)	Campus “La María”, verano del 2021 (ensayo 3)
Trat ²	Descripción			
T1	Variedad criolla S/N + 0,6 X 0,2	7699,11 c	10300,00 bcd	6770,97 b
T2	Variedad criolla S/N + 0,7 X 0,2	8139,39 c	9731,75 cd	6893,00 b
T3	Variedad criolla S/N + 0,8 X 0,2	7384,27 c	8632,50 d	7562,50 b
T4	Híbrido ADV - 9139 + 0,6 X 0,2	12707,42 a	13724,00 a	11278,01 a
T5	Híbrido ADV - 9139 + 0,7 X 0,2	12002,87 a	12036,50 ab	10437,63 a
T6	Híbrido ADV - 9139 + 0,8 X 0,2	10599,01 b	10864,50 bc	8452,66 b
C.V (%)		4,33	7,53	8,76
$\bar{x}$		9755,345	10881,54	8565,80

¹letras iguales no son significativas según el test de Tukey (p>0,05).

²Trat: Tratamiento.

Por otra parte, Shapiro y Wortmann (2006) citados por Soltero et al. (2010), encontraron que la reducción del espaciado entre surcos de 0,76 a

0,51 m resultó en 4% de incremento de rendimiento de grano en maíz. Dicha tendencia se replicó en el ensayo 1 de la presente investigación, donde si

se contrasta el distanciamiento usado en el híbrido ADV-9139, específicamente en T6 ($0,8 \times 0,2$) en comparación al distanciamiento usado en T4 ($0,6 \times 0,2$), lo cual corresponde a una reducción del espacio entre surcos de 0,20 m. Se encontró un aumento del 17% en el rendimiento por hectárea, pero no en la variedad criolla S/N, en donde no se mantuvo la tendencia ni en el ensayo 1 ni en el ensayo 3.

Sin embargo, aquello no significa que menores distanciamientos en el establecimiento de genotipos criollos resultaría en rendimientos mayores, así lo afirman León et al. (2018) quienes aseguran que un aumento irracional de la densidad poblacional supondría un decaimiento en el rendimiento a causa del aborto de granos y aumento de individuos estériles; por otra parte, las densidades bajas disminuyen la compensación vegetativa y reproductiva.

4 Conclusiones

En relación con el comportamiento agronómico de los materiales estudiados en los tres ensayos, los distanciamientos de siembra se mostraron escasamente influyentes, puesto que no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la altura de la planta (m), diámetro del tallo (cm) y altura de inserción de la mazorca.

Los componentes de rendimiento como longitud de mazorca, diámetro de mazorca y peso de 100 semillas incidieron en el aumento del rendimiento por unidad de superficie, no obstante, aquello no se debió a las medidas alcanzadas, sino por una menor distancia de siembra empleada, lo cual permitió alcanzar una mayor cantidad de plantas por unidad de superficie, produciendo un mayor número de mazorcas y por ende una mayor cantidad de granos. La distancia de siembra incidió únicamente en los rendimientos alcanzados por el híbrido ADV-9139, el cual incrementó su rendimiento en una distancia entre surcos de 0,60 m, en comparación a distanciamientos de 0,70 y 0,80 m.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por las facilidades prestadas para el desarrollo de la investigación, a los Ings: Jonathan

Cedeño y William Sarabia por la ayuda en la toma de datos.

Las actividades realizadas en esta investigación forman parte del Proyecto FOCICYT 7ma convocatoria denominado Tecnología aeroespacial aplicada en respuestas espectrales del cultivo del trópico húmedo como un elemento técnico para el mejoramiento vegetal. Fase I: cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

Contribución de los autores

C.A.M.U.: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal. P.J.C.C.: Investigación, metodología, redacción -borrador original. D.V.V.Z.: Administración de proyectos, recursos y supervisión. S.C.V.M.: Software, Validación. J.J.P.A.: Visualización, Redacción -revisión y edición.

Referencias

- Alonso, H., Tadeo, M., Espinosa, A., Zamudio, B., Zaragoza, J., and López, C. (2022). Water and agronomic evaluation of maize hybrids in response to different environments and nitrogen doses. *Agrociencia*, 56(i1.2698):1–12. Online: <https://n9.cl/2zjyt>.
- Bastidas, Y., Chassaigne, A., Alezones, J., and Hernández, A. (2015). Comportamiento agronómico y fitopatológico de variedades de maíz (*zea mays* l.) en los estados yaracuy y guárico, venezuela. *Bioagro*, 27(1):17–26. Online: <https://n9.cl/int42>.
- Bueno, E. and Tolentino, L. (2022). Adaptabilidad de cinco híbridos de maíz amarillo duro (*zea mays* l.) bajo condiciones edafoclimáticas de los anitos-valle de barranca. Master's thesis, Universidad Nacional de Barranca.
- Cabrera, J., Carballo, A., Mejía, J., and Vaquera, H. (2019). Caracterización de poblaciones sobresalientes de maíz de la raza zapalote chico. *Revista fitotecnica mexicana*, 42(3):269–279. Online: <https://n9.cl/0qdm3>.
- Campos, L. (2022). Efecto del distanciamiento entre surcos y plantas sobre el rendimiento de grano de la línea de alta endogamia de "maíz amarillo duro" *zea mays* l.(poaceae) cml 297. Master's thesis, Universidad Privada Antenor Orrego.

- Cervantes, F., Gasca, M. and Andrio, E., Mendoza, M. and Guevara, L., Vázquez, F., and Rodríguez, S. (2014). Densidad de población y correlaciones fenotípicas en caracteres agronómicos y de rendimiento en genotipos de maíz. *Ciencia y Tecnol. Agrop. México*, 2(1):9–16. Online: <https://n9.cl/p0wavd>.
- Cifuentes, E. (2014). Características agronómicas y rendimiento de once híbridos de maíz, retalhuleu, retalhuleu. Master's thesis, Universidad Rafael Landívar.
- CIMMYT (2014). El maíz criollo vuelve a casa 50 años después. CIMMYT. Online: <https://n9.cl/h4vq4>.
- Gómez, L., Arteaga, M., and Acosta, E. (2021). Evaluación de tres distancias de siembra y quitomax en el cultivo del maíz (original). *Investigación*, 6(1):314–326. Online: <https://n9.cl/ns6dh>.
- Gordón, R. and Camargo, I. (2021). Herramientas estadísticas para la evaluación y selección de híbridos de maíz a través de múltiples ambientes y años. *Ciencia Agropecuaria*, (32):12–37. Online: <https://n9.cl/x4b3g>.
- Hidalgo, M., González, V., Mendoza, L., Cruz, N., and Ramírez, I. (2020). Desempeño de arquetipos de maíz (zea mays l.) en dos densidades de población. *Agrociencia*, 54(4):491–504. Online: <https://n9.cl/vy9hnl>.
- INEC (2020). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (espac) 2019. Technical report, INEC. Online: <https://n9.cl/x8fg>.
- León, R., Torres, A., Ardisana, E., Fosado, O., Véliz, F., and Pin, W. (2018). Comportamiento productivo del maíz híbrido agri-104 en diferentes sistemas, densidades de siembra y riego localizado. 9(2):124–130. Online: <https://n9.cl/7eagh>.
- Martínez, R., Kölln, O., and de Castro, G. (2017). Evaluación de la densidad de plantas, componentes fenológicos de producción y rendimiento de granos en diferentes materiales genéticos de maíz. *Idesia (Arica)*, 35(3):23–30. Online: <https://n9.cl/oaq3e3>.
- Molina, J. and Isasi, C. (2018). Abonamiento orgánico y microorganismos eficientes en la absorción de fósforo por maíz morado (zea mays l.)-ayacucho. *Investigación*, 26(1):11–16. Online: <https://n9.cl/eiaqb>.
- Moreira, B. (2019). Evaluación agronómica de híbridos de maíz (zea mays l.), en la época lluviosa en el cantón mocache, provincia de los ríos. Master's thesis, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Ogando, F., Raspa, F., Pita, M., Alvarez, C., and Vega, C. (2017). Influencia de la interacción entre la densidad poblacional y la disponibilidad de nitrógeno sobre el rendimiento de maíz sembrado en verano. In *III Workshop Internacional de Ecofisiología de cultivos*.
- Otahola, V. and Rodríguez, Z. (2001). Comportamiento agronómico de maíz (zea mays l.) tipo dulce bajo diferentes densidades de siembra en condiciones de sabana. *Revista Científica UDO Agrícola*, 1(1):18–24. Online: <https://n9.cl/szt23>.
- Oyervides, A., Ortiz, J., González, V., and Carballo, A. (1990). El número de mazorcas por planta y la formación de arquetipos de maíz. *Agrociencia Serie Fitotecnia*, 1(4):103–118. Online: <https://bit.ly/4jMqUbL>.
- Pérez, P. (2015). Comportamiento agronómico de nuevos materiales de maíz (zea mays l) comparados con testigos comerciales, sembrados durante la época lluviosa del 2014 en fumisa. Master's thesis, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Quevedo, Y., Barragán, E., and Beltrán, J. (2015). Efecto de altas densidades de siembra sobre el híbrido de maíz (zea mays l.) impacto. *Revista Scientia Agroalimentaria*, 2:18–24. Online: <https://n9.cl/83bhk>.
- Quimi, D. (2015). Interacción genotipo-ambiente de híbridos triples experimentales de maíz (zea mays l.), en dos zonas del litoral ecuatoriano. Master's thesis, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Quiroz, J., Pérez, D., González, A., Rubí, M., Gutiérrez, F., Franco, J., and Ramírez, J. (2017). Respuesta de 10 cultivares de maíz a la densidad de población en tres localidades del centro mexicano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(7):1521–1535. Online: <https://n9.cl/vev3z>.
- Rodríguez, L., Guevara, F., Ovando, J., Marto, J., and Ortiz, R. (2016). Crecimiento e índice de cosecha de variedades locales de maíz (zea mays l.) en comunidades de la región frailesca de chiapas, México. *Cultivos Tropicales*, 37(3):137–145. Online: <https://n9.cl/le4fyl>.

- Sánchez, J. (2017). Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (zea mays l.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de vinges-ecuador. Master's thesis, Universidad de Guayaquil.
- Sánchez, M., Aguilar, C., Valenzuela, N., Sánchez, C., Jiménez, M., and Villanueva, C. (2011). Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros. *Agronomía mesoamericana*, 22(2):281–295. Online:https://n9.cl/le4fyl.
- Sandal, M. (2014). Comportamiento agronómico de tres híbridos de maíz (zea mays l.) en el cantón pueblo viejo provincia de los ríos. Master's thesis, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Satorre, E. (2021). Variabilidad de la distancia entre plantas dentro de la hilera de siembra y su efecto sobre el rendimiento del cultivo de maíz (zea mays l.) en argentina, brasil y estados unidos. *Agronomía y Ambiente*, 41(1):49–57. Online:https://n9.cl/r4wbmj.
- Silva, W., Alfaro, Y., and Jiménez, R. (2009). Evaluación de las características morfológicas y agronómicas de cinco líneas de maíz amarillo en diferentes fechas de siembra. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(4):743–755. Online:https://n9.cl/3sydsm.
- Soltero, L., Garay, C., and Ruiz, J. (2010). Respuesta en rendimiento de híbridos de maíz a diferentes distancias entre surcos y densidades de plantas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(2):149–158. Online:https://n9.cl/qyzykq.
- Velez, M. (2019). Efecto de tres distancias de siembra en tres híbridos de maíz (zea mays l.). Master's thesis, Universidad de Guayaquil.
- Videla, H., Canale, A., and Muñoz, S. (2014). Evaluación de diferentes densidades de plantas de maíz en siembras tempranas en ambientes contrastantes del territorio sudeste de córdoba. In *13 Curso Internacional de Agricultura de Precisión y Máquinas Precisas*.