



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental presentado al H. Consejo Directivo de la
Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRONOMO

TEMA:

“Densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y
crecimiento de un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo”

AUTOR:

Cesar Dariel Zamora Vera

TUTOR:

Ing. Agr. Edwin Hasang MSc.

Babahoyo-Los Ríos-Ecuador

2019

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis va dedicado a....

- ♥ Dios
- ♥ Katty Alexandra Vera Romero
- ♥ Joffre Fernando Macías Arévalo
- ♥ Derennys Jahilyn Macías Vera
- ♥ Dileysa Junan Macías Vera
- ♥ María Eugenia Zambrano Ganchozo
- ♥ Bélgica Petronila Romero Zambrano
- ♥ José Simón Romero Zambrano
- ♥ Yomaira Alexandra Romero Troya
- ♥ Héctor Enrique Valle Sánchez

Por ser parte clave para el desarrollo de todo este trabajo.

AGRADECIMIENTO

A Dios en primer lugar por haberme mantenido con vida y salud hasta este momento ya que con su ayuda he podido llegar a este logro.

A mi familia empezando desde mis padres Katty y Fernando que desde pequeño me inculcaron buenos valores y a luchar por todo lo que quería, por el apoyo incondicional que me han brindado, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes. A mis tíos Simón y Leonor que junto a su hija Yomaira y su esposo Héctor me supieron recibir en su hogar brindándome su apoyo desde el principio, y a los demás familiares que me rodeaban que para bien o para mal supieron estar allí para brindarme su ayuda para cuando más los necesitaba y recordándome siempre que todo pasa por algo.

Un especial agradecimiento a las autoridades del INIAP, principalmente al Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue, a través de su Responsable, Ing. Agr. Manuel Carrillo, PhD., que con el ayuda del Investigador Ing. Agr. Wuellins Durango, MSc., y el Agr. Franklin Cedeño, quienes durante la realización de mi trabajo de tesis supieron orientarme para culminar con éxito esta etapa de mi vida. A las Analistas de Laboratorio Ings. Betty Rivadeneira MSc., Karina Peña, Virginia Moreira, Maira Macías y Katuska Bermúdez, quienes fueron también parte importante en este trabajo. A los colaboradores de campo Lorenzo, Walter, Víctor, Ali, Eliseo y Sergio, quienes estuvieron prestos con su ayuda durante todo este tiempo.

A mi tutor Ing. Agr. Edwin Hasang MSc. por toda el ayuda y la paciencia brindada.

A mis compañeros tesistas Leonardo Amaiquema, Alberto Vecilla, Gabriela Espinoza, Génesis Amat y Mayusbell Campuzano que fueron parte de todo esto y estuvieron presentes siempre que los necesitaba.

A mi actual pareja Jamileth Cadena que desde que empecé me brindó su apoyo y su amor incondicional motivándome siempre a mejorar.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivos.....	3
1.1.1.	General	3
1.1.2.	Específicos	3
1.2.	Hipótesis.....	3
II.	REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1.	Antecedentes	4
2.2.	Origen, taxonomía y morfología.....	5
2.3.	Híbridos	7
2.4.	Densidades y Distanciamientos de Siembra.....	8
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1.	Ubicación y descripción de sitio experimental	11
3.2.	Material genético.....	11
3.3.	Factores estudiados	11
3.4.	Métodos.....	12
3.5.	Tratamientos	12
3.6.	Diseño experimental	12
3.7.	Análisis de varianza	13
3.8.	Características del área experimental	13
3.9.	Manejo del ensayo.....	14
3.9.1.	Análisis del suelo	14
3.9.2.	Preparación del suelo	14
3.9.3.	Siembra	14
3.9.4.	Control de malezas	15
3.9.5.	Control fitosanitario	15
3.9.6.	Riego	15
3.9.7.	Fertilización	15
3.9.8.	Cosecha	15
3.10.	Variables evaluadas y forma de evaluación	16
3.10.1.	Muestreo de suelos	16
3.10.2.	Días a la floración	16
3.10.3.	Días a la madurez	16
3.10.4.	Altura de planta	16

3.10.5.	Altura de inserción de mazorca	16
3.10.6.	Diámetro del tallo	16
3.10.7.	Acame de tallo	16
3.10.8.	Acame de raíz	17
3.10.9.	Diámetro de mazorca	17
3.10.10.	Longitud de mazorca	17
3.10.11.	Mazorcas sanas	17
3.10.12.	Mazorcas podridas	17
3.10.13.	Mazorcas mal polinizadas	17
3.10.14.	Peso de 100 granos	18
3.10.15.	Biomasa aérea	18
3.10.16.	Índice de cosecha de grano	18
3.10.17.	Índice de cosecha total	18
3.10.18.	Rendimiento	18
3.10.19.	Análisis económico	19
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	20
4.1.	Días a la floración	20
4.2.	Días a la madurez	20
4.3.	Altura de planta	21
4.4.	Altura de inserción de mazorca	21
4.5.	Diámetro de tallo	22
4.6.	Diámetro de mazorca	22
4.7.	Longitud de mazorca	23
4.8.	Mazorcas sanas	23
4.9.	Mazorcas podridas	24
4.10.	Mazorcas mal polinizadas	25
4.11.	Acame de tallo	25
4.12.	Acame de raíz	26
4.13.	Peso de 100 granos	26
4.14.	Biomasa aérea	27
4.15.	Índice de cosecha de grano	28
4.17.	Rendimiento	29
4.18.	Análisis económico de la tasa de retorno marginal en cosecha manual	31
4.19.	Análisis económico de la tasa de retorno marginal en cosecha mecanizada	32

V.	CONCLUSIONES.....	33
VI.	RECOMENDACIONES.....	34
VII.	RESUMEN.....	35
VIII.	SUMMARY	36
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	37
	ANEXOS	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Características del híbrido promisorio de maíz.	11
--	----

Cuadro 2:Tratamientos estudiados EETP, 2019	12
Cuadro 3: Resultados de análisis de suelo del lote nuevo pichilingue, ubicado en la EETP del INIAP	14
Cuadro 4: Días a la floración y madurez fisiológica, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época Lluviosa 2019.....	20
Cuadro 5: Altura de planta y de inserción de mazorca, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época Lluviosa 2019	21
Cuadro 6: Diámetro de tallo y diámetro de mazorca, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época Lluviosa 2019	22
Cuadro 7: Longitud de mazorcas y mazorcas sanas afectados, por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época Lluviosa 2019.....	24
Cuadro 8: Mazorcas podridas y mal polinizadas, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época Lluviosa 2019.....	25
Cuadro 9: Acame de tallo y de raíz, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época Lluviosa 2019.....	26
Cuadro 10: Peso de 100 granos y biomasa aérea, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época Lluviosa 2019.....	27
Cuadro 11: Índice de cosecha de grano e índice de cosecha total, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época Lluviosa 2019	28

Cuadro 12: Rendimiento, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época lluviosa 2019	29
Cuadro 13: Análisis económico basados en la tasa de retorno marginal	31
Cuadro 14: Análisis económico basados en la tasa de retorno marginal	32
Cuadro 15: Análisis de varianza para días a la floración, días a la madurez, altura de inserción de mazorca, altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, obtenidos en el trabajo experimental densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento para un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo, 2019.	46
Cuadro 16: Análisis de varianza para mazorcas sanas, mazorcas podridas, mazorcas mal polinizadas, acame de tallo, acame de raíz ,peso de 100 granos, materia seca total, obtenidos en el trabajo experimental densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento para un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo, 2019.....	47
Cuadro 17: Análisis de varianza para índice de cosecha de grano, índice de cosecha total, rendimiento, obtenidos en el trabajo experimental densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento para un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo, 2019.	48
Cuadro 18: Tratamientos dominados y no dominados formados por el trabajo experimental de densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento de un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo. Llevado de una forma manual, 2019.....	49
Cuadro 19: Tratamientos dominados y no dominados formados por el trabajo experimental de densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento de un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo. Llevado de una forma mecanizada, 2019.....	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de los tratamientos en el campo, en el trabajo experimental de densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento de un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo, 2019.....	45
---	----

Figura 2: Toma de muestra de suelo para su posterior análisis.....	51
Figura 3: Estaquillada del terreno.....	51
Figura 4: Preparación de la semilla para la siembra.	52
Figura 5: Realización de la siembra	52
Figura 6: Fertilización.....	53
Figura 7: Control de malezas.....	53
Figura 8: Cultivo a los 43 días.	54
Figura 9: Visita por parte del tutor y el director de titulación de la Faciag.	54
Figura 10: Evaluación de floración.	55
Figura 11: Evaluación de altura de plantas.....	55
Figura 12: toma de dos plantas al azar.	56
Figura 13: Cosecha.	56

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es el cultivo de mayor área sembrada y cosechada del mundo; tiene la particularidad de contar con la más amplia cantidad de países participantes en producción y consumo. Todas estas características convierten al maíz como materia prima para la producción del cereal y sus derivados en elementos centrales en las negociaciones entre países (Maizar 2011).

El maíz amarillo duro es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía, especialmente a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario (INIAP 2008).

Fue el primer cereal a ser sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, siendo una de estas conocer la variabilidades y plantearlas en los programas de fitomejoramiento (Paliwal 2001).

La producción mundial de maíz en el 2018 disminuyó ligeramente, a 106 millones de toneladas, con grandes revisiones a la baja en China, a consecuencia de disminuciones en las superficies de plantación a medida que los agricultores reemplazan el maíz por otros cultivos más rentables (FAO 2018).

En el país durante el año 2017, la superficie cosechada fue de 262 351 hectáreas; reportándose una producción de 147 404,8 toneladas y un rendimiento promedio de 5,62 t ha⁻¹, las principales provincias productoras de grano seco de maíz en relación con la producción nacional fueron: Los Ríos (35,1%), Manabí (36,4 %), Guayas (13 %) y Loja (13,4 %) (Estadísticas Agropecuarias, 2018).

En diferentes países productores de maíz, de América como Argentina, México y Estados Unidos, se ha tratado de reducir el espacio entre surcos, permitiendo una mayor densidad de plantas por hectárea que este distribuida de una mejor manera en el surco, obteniendo así una menor competencia entre plantas y permitir una mejor distribución de raíces (Estadísticas Agropecuarias, 2018).

En la época de primavera-verano (México 2007) se llevó a cabo un experimento de maíz con cinco híbridos comerciales evaluando dos tipos de distanciamientos (0,76m) y (0,50m) obteniendo resultados altamente significativos, con una densidad de 90.000 plantas por ha, donde el incremento del rendimiento del grano se manifestó con un 9,06%, respectivamente (Estadísticas Agropecuarias, 2018).

En el 2014, en Ecuador durante los meses de Enero a Abril (época lluviosa) se evaluaron tres híbridos de maíz, probando tres tipos de densidades (85 000-65 000-45 000) y espaciamiento entre hileras (0,90 m-0,70 m-0,50 m) y como resultado se obtuvo que las altas densidades de siembra tuvieron efectos inversamente proporcionales a las variables de longitud y diámetro de mazorca, pero en el rendimiento se tuvo un efecto directamente proporcional ya que se observó que a medida que incrementaba la densidad poblacional de los cultivos, los rendimientos aumentaron (Mera Oñate y Montaña Maldonado, 2015).

La presente investigación se realizó con el fin de conocer cuál es la mejor densidad y distanciamiento a través de la optimización de las labores culturales, ya que por ser un nuevo híbrido de maíz no se conoce la respuesta a estas.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Mejorar la rentabilidad del cultivo de maíz utilizando diferentes densidades y distanciamientos a través de la optimización de las labores culturales.

1.1.2. Específicos

- Determinar las densidades y distanciamientos adecuados del nuevo híbrido de maíz para alcanzar rendimientos mayores a 7 t ha⁻¹.
- Identificar los cambios en la morfología de la planta por efecto de las densidades y distanciamientos del nuevo híbrido de maíz.
- Indicar los tratamientos que mayores ventajas económicas presenten para el cultivador de maíz sembrado bajo diferentes densidades y distanciamientos.

1.2. Hipótesis

Ha: Las variaciones en densidades y distanciamientos de siembra provoca cambios en la morfología, rendimiento y nutrición del cultivo de maíz.

Ho: Las variaciones en densidades y distanciamientos de siembra no provocan cambios en la morfología, rendimiento y nutrición del cultivo de maíz.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

(Afféri et al. 2008) Indicaron en su investigación que los efectos de los distanciamientos promovieron variaciones muy insignificantes sobre las características agronómicas del cultivo del maíz. Siendo la productividad de los granos y el diámetro de tallo las variables más influenciadas por los factores de aplicación (cultivares, espaciamiento y densidades de plantas).

En su investigación (Schmitt et al. 2013) mencionaron que el rendimiento de granos aumentó linealmente con el incremento en la densidad. Los resultados obtenidos en el trabajo muestran que el incremento en densidad de plantas y la reducción del espaciamiento entre líneas son estrategias eficientes para elevar la productividad del cultivo de maíz en ambientes de altas densidades, aumentando la eficiencia en el uso de los recursos disponible.

(Scheeren et al. 2004) indicaron que la producción de granos de la población con 50 000 pl ha⁻¹ (7 855,8 kg ha⁻¹), a pesar de tener el mayor número de granos por fila (32,9 granos), mayor rendimiento de grano por espiga (155,0g) y mayor peso de mil granos (352 g), presentó una producción inferior, de 1 704 kg ha⁻¹, en relación a la obtenida en la población de 87 500 pl ha⁻¹ (9 560,0 kg ha⁻¹), a pesar de presentar menor número de granos por fila (30,5 granos), menor rendimiento de granos por espiga (120, 1 g) y peso de mil granos (342g). Se observó que, para todos los espaciamientos, hubo tendencia de aumento de la productividad en las mayores densidades poblacionales.

(Kappes 2010) pudo concluir que los mejores arreglos espaciales para los distintos híbridos fueron los siguientes: AG9010 – 90 000 pl ha⁻¹ en el espaciamiento de 45 cm entre las líneas; XB 7253 -70 000 las pl ha⁻¹ en los dos espaciamientos; XB 6010, XB 6012 y XB 9003 sin respuesta significativa a los arreglos, pudiendo ser recomendado 50 000 pl ha⁻¹ en el espaciamiento de 45 o 90 cm entre las hileras.

(Israel et al. 2018) afirmaron que en su trabajo de investigación se vio afectado el peso de la tusa disminuyendo un 11 % al aumentar la distancia entre las hileras y también el incremento en la densidad poblacional produjo una reducción en el peso de la tusa de 8 % y el peso del grano disminuyó en un 8 % con el aumento en la densidad poblacional. El número de granos por mazorca se vio afectado por el incremento de la densidad reduciéndose en hasta 6,8 % además se vio disminuido el índice de tamaño de mazorca en 7,5 %.

(Moya Cisneros 2016) en su estudio de tres híbridos con tres distanciamientos de siembra concluyo que lo mejores resultados los obtuvo con el distanciamiento de 0,80 m x 0,25 m presentando plantas vigorosas y de mayor rendimiento.

(Onofre Mora 2013) concluyo que el mayor peso de 1000 granos (349,23 g) se presentó en el híbrido DK1596 utilizando el distanciamiento de siembra de 0,80 m, el mayor rendimiento de 9,17 t ha⁻¹ se presentó en el híbrido DK-1596 y con distanciamiento de siembra de 0,60 cm entre hilera.

Según (Valarezo Torres 2017) menciono que el rendimiento tiende a ser mayor a medida que se bajan las densidades de población, debido a que obtuvo el mayor rendimiento (8 052 kg ha⁻¹) con el distanciamiento de 0,75 m x 0,25 m (53 333 pl ha⁻¹).

(Arevalos y Trinidad 2014) encontraron un incremento importante en la producción del cultivo de maíz con el aumento de la densidad de siembra aun con la misma dosificación de fertilizantes para los tratamientos. El T1 (100 000 pl ha⁻¹) obtuvo un incremento de 26% y 23% de producción más que los T4 (62 500 pl ha⁻¹) y T3 (75 000 pl ha⁻¹) respectivamente.

2.2. Origen, taxonomía y morfología

El maíz es considerado como una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace 7 000 y 10 000 años. Una de las evidencias más antiguas del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos de México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz en más de 5 000 años de

antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos (Paliwal y Food and Agriculture Organization of the United Nations 2001).

Pese a la gran diversidad de sus formas, al parecer todos los tipos principales de maíz conocidos hoy en día, clasificados como *Zea mays*, eran cultivados ya por las poblaciones autóctonas cuando se descubrió el continente americano. Por otro lado, los indicios recogidos mediante estudios de botánica, genética y citología apuntan a un antecesor común de todos los tipos existentes de maíz. La mayoría de los investigadores creen que este cereal se desarrolló a partir del teosinte, *Euchlaena mexicana* Schrod, cultivo anual que posiblemente sea el más cercano al maíz. Otros creen, en cambio, que se originó a partir de un maíz silvestre, hoy en día desaparecido (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 1993).

La tesis de la proximidad entre el teosinte y el maíz se basa en que ambos tienen 10 cromosomas y son homólogos o parcialmente homólogos. Galinat (1977) señala que siguen siendo viables esencialmente dos de las diversas hipótesis sobre el origen del maíz: la primera es que el teosinte actual es el antecesor silvestre del maíz, y/o un tipo primitivo de teosinte es el antecesor silvestre común del maíz y del teosinte; la segunda es que una forma desaparecida de maíz tunicado fue el antecesor del maíz, y el teosinte fue, en cambio, una forma mutante de dicho grano tunicado (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 1993).

Según (Chávez 1997), el maíz (*Zea mays* L.) es una gramínea con un gran desarrollo vegetativo que puede alcanzar hasta 5 m de altura.

De acuerdo con la clasificación efectuada por OECD (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo), en la clasificación para el maíz del hemisferio occidental, los géneros *Zea* y *Tripsacum* son incluidos en la Tribu Maydeae (Instituto de Ciencia Agrícola (Cuba), Cuba. Ministerio de Educación Superior y Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (Cuba) 1979).

Reino: Vegetal

División: Spermatofitas

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Monocotiledóneas

Orden: Glumiflorae

Familia: Gramíneas

Género: Zea

Especie: mays L.

Las raíces son fasciculadas y su trabajo es aportar un correcto anclaje a la planta, en algunos casos existen raíces que sobresalen al nivel del suelo se las conoce como raíces secundarias o adventicias.

La planta de maíz es de porte robusto y de fácil desarrollo, su tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar hasta los 4 metros de altura (Paliwal 2001).

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y presentan vellosidades (Paliwal 2001).

El maíz es de inflorescencia monoica masculina y femenina separadas en la misma planta. La inflorescencia masculina presenta una panícula de coloración amarilla que posee una cantidad de granos polen aproximados a los 25 millones. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido de polen aproximándose a los 1000 granos (Paliwal 2001).

2.3. Híbridos

El desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del fitomejoramiento. Esto ha dado lugar a que el maíz haya sido el principal cultivo alimenticio a ser sometido a transformaciones tecnológicas y estos serán tan buenos como los progenitores que participan en su combinación y a su vez serán la única fuente de germoplasma de la cual derivan (Paliwal 2001).

Técnicamente, un híbrido exitoso es la primera generación F1 de un cruzamiento entre dos genotipos claramente diferentes. Normalmente se producen numerosos tipos de híbrido en todos los programas de mejoramiento para combinar diferentes caracteres de los distintos genotipos. En el caso del mejoramiento del maíz, el término híbrido implica un requerimiento específico y diferente, o sea que el híbrido F1 es usado para la producción comercial. El híbrido debe mostrar un razonable alto grado de heterosis para que el cultivo y su producción sean económicamente viables (Paliwal 2001).

2.4. Densidades y Distanciamientos de Siembra

(López et al. 2010) demostraron en tres ambientes diferentes a mayor densidad y menor distanciamiento que los rendimientos de grano se elevan en un 9,06 %, sugiriendo esta combinación para aumentar la producción comercial de maíz.

(Lagos 1982) En su investigación aseguro que uno de los aspectos más importantes para la producción de maíz es la elección de la semilla híbrida. Para maíz de grano y buen rendimiento, los híbridos tardíos requieren entre 65 y 70 mil pl ha⁻¹, los semi precoces 70 y 75 mil pl ha⁻¹ y los precoces 75 y 80 mil pl ha⁻¹. lo anterior en razón a que a medida que son más precoces disminuye su desarrollo vegetativo y, por lo tanto, se requieren más plantas por hectárea para utilizar en forma óptima, agua, luz y nutrientes.

Al aumentar las poblaciones de maíz acompañado de un buen arreglo entre hileras permitirán una mayor productividad (Delmar Flesch y Carlos Vieira 2004).

(Luis de Almeida et al. 2000) aseveraron que el uso de cultivares de menor tamaño deben ser acompañados de un incremento en la densidad de plantas, siempre y cuando se tengan condiciones edáficas favorables, no exista déficit hídrico prolongado y el cultivar sea resistente al acame.

La reducción del espaciamiento entre líneas proporcionaron menores alturas de planta y de inserción de espiga; El aumento de las densidades de siembra provocaron una reducción en el diámetro de tallo y aumento de altura

de inserción de espiga; El espaciamiento de 40 cm entre líneas posibilitó una mayor producción de granos; La densidad poblacional de 80 000 pl ha⁻¹ proporcionaron una mayor productividad de granos (PENARIOL et al. 2010).

Según (Sousa Demétrio et al. 2008) los arreglos de 0.4m entre líneas y una densidad de 75 y 80 mil pl ha⁻¹ además de haber elevado su tamaño también elevaron la productividad de estas mismas pero al mismo tiempo redujo el número de granos por espiga.

La mejor adaptación de los híbridos modernos al adensamiento puede ser atribuida a las modificaciones genéticas, morfológicas y fisiológicas, tales como los descensos en el tamaño de pendón, número de plantas estériles. Para que todos estos cambios se produzcan, en la elección del arreglo de plantas de maíz que maximice el uso de los recursos ambientales, es fundamental que se considere el ciclo de la cultivar, objetivo de la labranza, nivel de fertilidad del suelo, disponibilidad hídrica, época de siembra. La combinación de estas variables con el arreglo adecuado de plantas contribuye sustancialmente a la mejora de la productividad (Argenta et al. 2001).

(SANGOI et al. 2013) Refrendaron que el rendimiento de granos disminuye con el aumento de la desuniformidad espacial entre las plantas en la línea de cultivo del maíz y que el establecimiento de cultivo con mayor uniformidad espacial posibilita que plantas vecinas tengan el mismo suministro de sustrato, aumentando el número de granos producidos por área.

(Espinosa Calderón et al. 2015), quienes citaron a Hodges y Evans (1990) estimaron un incremento en el rendimiento de 4.7 % a 6.2 % al reducir la distancia entre surcos de 0.76 m a 0.38 m. Confirmando el argumento de (Da et al. 2008) al decir que la reducción del espaciamiento como práctica aislada no proporciona un incremento en el rendimiento de los granos, de la misma manera que el aumento en la densidad de plantas utilizada como práctica aislada, no aumenta los ingresos o, incluso los perjudica determinando que la asociación de las prácticas de manejo, reducción en el espaciamiento y aumento en la población de plantas, resulta significativo en la productividad.

El rendimiento del cultivo de maíz es afectado por las variaciones de densidad ocasionadas por las anomalías en la distribución de semillas (D'Amico 2012).

(Rodríguez Silva et al. 2017) testificaron que no existe diferencia en rendimiento sembrando una planta por golpe cada 15 cm y dos plantas por golpe cada 30 cm; ambos arreglos espaciales originaron una población de 88 867 pl ha⁻¹. Las densidades de plantas tuvieron un efecto significativo en el rendimiento, por lo que, a mayor densidad de plantas se logró un mayor rendimiento con un promedio de 10.73 t ha⁻¹.

(Scheeren et al. 2004) Demostraron que para la altura de plantas e inserción de espigas existe una tendencia de aumento con el incremento de la densidad de población. Esto ocurre porque, debido a la mayor competitividad de las plantas por luz, ocasiona un incremento en el desarrollo de las plantas.

(Laurer 1996) menciona ventajas de usar el sistema de siembra de surcos estrechos en maíz como un mejor control de las malezas al reducir la distancia entre surcos y permitir el cierre de calle más rápido, reduciendo la pérdida de agua por evaporación por menos incidencia de luz solar directa a la superficie del suelo; una separación más equidistante entre plantas ayudó a minimizar la competencia entre las plantas por agua, nutrientes y luz.

Según (Rodríguez y Cáceres 2013) el rendimiento no es afectado por los distanciamientos entre hileras, ni por las poblaciones de plantas. Además, una mayor altura de planta y altura de inserción de la espiga, no afecta el rendimiento de granos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental

El ensayo se realizó en la Provincia de Los Ríos, Cantón Mocache, Estación Experimental Tropical Pichilingue, a una altitud de 75 msnm, en las coordenadas geográficas 01°27' de latitud sur y 79°27'42'' de longitud occidental. El promedio anual de precipitación es de 2000mm; 899 horas de heliofanía y la temperatura es de 25,4 °C.

3.2. Material genético

Se empleó como material de siembra el híbrido promisorio de maíz: L-21-3-1-1COM 2xCML-172 la cual presenta las siguientes características:

Cuadro 1: Características del híbrido promisorio de maíz.

Hibrido	L-21-3-1-1COM 2xCML-172
Ciclo Vegetativo (Días)	130-150
Aparición de la flor femenina (Días)	64
Altura de planta (cm)	226
Altura de mazorca (cm)	117
Acame raíz (%)	2
Aspecto de la mazorca	2.0

3.3. Factores estudiados

VARIABLES dependientes: Días a la floración, días a la madurez, altura de planta, altura de inserción de mazorca, diámetro de tallo, acame de tallo, acame de raíz, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, mazorcas sanas, mazorcas podridas, mazorcas mal polinizadas, peso de 100 granos, materia seca total, índice de cosecha de grano, índice de cosecha total, rendimiento, análisis económico.

VARIABLES independientes: Densidad, distanciamiento y semillas por sitio.

3.4. Métodos

Se utilizaron los métodos: inductivo-deductivo, deductivo-inductivo y experimental.

3.5. Tratamientos

Los tratamientos evaluados en esta investigación se indican en el cuadro 2, donde luego de la combinación de las distancias y densidades se obtuvo 18 tratamientos.

Cuadro 2: Tratamientos estudiados EETP, 2019

Tratamientos	Distancias (cm)	Densidades (pl ha ⁻¹)	Tratamientos	Distancias (cm)	Densidades (pl ha ⁻¹)
T1	90 (EH) 22 (EP)	50000	T10	90 (EH) 44 (EP)	50000
T2	80 (EH) 25 (EP)	50000	T11	80 (EH) 50 (EP)	50000
T3	70 (EH) 28 (EP)	50000	T12	70 (EH) 56 (EP)	50000
T4	90 (EH) 22 (EP)	60000	T13	90 (EH) 44 (EP)	60000
T5	80 (EH) 20 (EP)	60000	T14	80 (EH) 40 (EP)	60000
T6	70 (EH) 23 (EP)	60000	T15	70 (EH) 46 (EP)	60000
T7	90 (EH) 15 (EP)	70000	T16	90 (EH) 30 (EP)	70000
T8	80 (EH) 17 (EP)	70000	T17	80 (EH) 35 (EP)	70000
T9	70 (EH) 20 (EP)	70000	T18	70 (EH) 40 (EP)	70000

*EH: Espacio entre hileras.

*EP: Espacio entre plantas.

3.6. Diseño experimental

En el presente trabajo experimental se utilizó el diseño de "Bloques completamente al azar con parcelas subdivididas, donde las parcelas grandes fueron las densidades y las pequeñas los tratamientos de distanciamientos entre plantas e hileras con 18 tratamientos y 4 repeticiones".

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.7. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

F. de V.	G. de L.	
Total	71	$[(axbxc)r]-1$
Repeticiones	3	$r-1$
Densidades (A)	2	$a-1$
Error (A)	6	$(r-1)(a-1)$
Distanciamientos (B)	2	$(b-1)$
AxB	4	$(a-1)(b-1)$
Error (B)	18	$a(r-1)(b-1)$
Semillas por sitio (C)	1	$C-1$
AxC	2	$(a-1)(c-1)$
BxC	2	$(b-1)(c-1)$
AxBxC	4	$(a-1)(b-1)(c-1)$
Error (C)	27	$ab(r-1)(c-1)$

3.8. Características del área experimental

Descripción	Dimensión
Ancho de parcela	: 5,0 m
Longitud de parcela	: 5,0 m
Área de la parcela	: 25,0 m ²

Área total del experimento : 2,632 m²

3.9. Manejo del ensayo

3.9.1. Análisis del suelo

Antes de la preparación del terreno para la siembra, se colecto una muestra de suelo proveniente de 4 submuestras para su posterior análisis en el laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA), de la EETP del INIAP, para la determinación del contenido de nutrientes, materia orgánica y textura.

Cuadro 3: Resultados de análisis de suelo del lote nuevo pichilingue, ubicado en la EETP del INIAP

Datos del lote	ppm		meq/100ml					ppm			
Nuevo pichilingue	NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Área 2 531 m ²	13 B	47 A	0,82 A	8 M	1,2 M	8 B	5,8 M	10,2 A	135 A	17,1 A	1,02 a

M.O.	Ph	Ca/M g	Mg/ K	Ca+Mg/ K	meq/100 ml	Textura (%)			Clase textura
3,6 M	5,6 McAc	6,6	1,46	11,22	∑ Bases 10,02	Arena 35	Limo 46	Arena 19	Franco

¹McAC = Medianamente ácido; ², A = Alto, M = Medio, B = Bajo

3.9.2. Preparación del suelo

La preparación de suelo se realizó con un pase de arado y dos pases de rastra en sentido cruzado.

3.9.3. Siembra

La siembra se realizó de forma manual con la ayuda de un espeque, con los distanciamientos establecidos de 0,7m-0,8m-0,9m entre hileras, número de semillas (1 a 2) por sitio y densidades que fueron desde 50 000, 60 000 y 70 000 pl ha⁻¹

3.9.4. Control de malezas

Se realizó un control de preemergencia (prowl 3 L ha⁻¹, Glifosato 1 L ha⁻¹ y Atrazina 1 Kg ha⁻¹). Además, se realizaron controles manuales con machetes (rabones), para eliminar las malezas.

3.9.5. Control fitosanitario

Se realizaron 3 aplicaciones de insecticidas: A la siembra se realizó la primera aplicación se utilizó Diazinon 0,5 l ha⁻¹, la segunda aplicación con Metomil 0,3 Kg ha⁻¹ + Ecuafix un adherente en 20 ml x bombada a los 23 días.

Además, se realizó una aplicación de cebo a base de arena + Clorpirifos (0,05 L / kg de arena), aplicadas directamente al cogollo a los 46 días.

3.9.6. Riego

El cultivo fue en época lluviosa por lo que no se aplicó riego.

3.9.7. Fertilización

El programa de fertilización estuvo basado en una fertilización básica donde se aplicó N-P-K (200-60-60 kg ha⁻¹) S-Mg (44-54 kg ha⁻¹)

La colocación del fertilizante se hizo de manera manual. El nitrógeno se aplicó como Urea y fue fraccionado en tres aplicaciones (25 %, 25 %, 50 %) a los 15, 30, 45 (dds), la fuente de azufre y magnesio fue sulfato de magnesio, el fósforo en forma de fosfato diamónico y el potasio como muriato de potasio, estas tres últimas fuentes fueron aplicadas en su totalidad al momento de la siembra.

3.9.8. Cosecha

La cosecha se efectuó de forma manual en cada unidad experimental, al momento que el cultivo alcanzo el 100 % de madurez fisiológica, ocurrida a los 120 días.

3.10. Variables evaluadas y forma de evaluación

3.10.1. Muestreo de suelos

Días antes de la siembra se colectó una muestra de suelo, proveniente de una profundidad de 0 – 20 cm, con el propósito de conocer su fertilidad y planificar la cantidad de fertilizante a utilizarse.

3.10.2. Días a la floración

Estuvieron contabilizados desde el momento de la siembra hasta cuando el cultivo presentó más del 50 % de panículas emergidas.

3.10.3. Días a la madurez

Esta variable fue tomada con 5 mazorcas al azar en cada tratamiento verificando si ya no existía punto de conexión entre el grano y la tusa, estos días se contabilizaron desde el momento de la siembra hasta cuando se presentó la madurez fisiológica del grano.

3.10.4. Altura de planta

Se evaluaron 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta, y se realizara la medición desde la base de la planta hasta el punto donde la panoja empieza a ramificarse, 2 días antes de la cosecha.

3.10.5. Altura de inserción de mazorca

Esta variable fue tomada con 10 plantas al azar en cada tratamiento, midiendo desde el cuello de la planta hasta el punto de inserción de la mazorca principal, pocos días antes de la cosecha.

3.10.6. Diámetro del tallo

Se efectuó 2 días previo a la cosecha utilizando un calibrador (paquimetro), se registró en el primer entre nudo de 10 plantas tomadas al azar en el área útil de la parcela.

3.10.7. Acame de tallo

Para esta variable se procedió a realizar un conteo del total de plantas que presentaron acame de tallo.

3.10.8. Acame de raíz

Para esta variable se procedió a realizar un conteo del total de plantas que presentaron un acame de raíz.

3.10.9. Diámetro de mazorca

Una vez que se llegó a cosecha se registró el promedio de 10 mazorcas al azar, con ayuda de un calibrador.

3.10.10. Longitud de mazorca

Se utilizaron las mismas mazorcas a las que se evaluó el diámetro, se registró el dato de longitud con ayuda de una regla graduada.

3.10.11. Mazorcas sanas

Se contó el número total de mazorca cosechadas en el área útil y de ellas las sanas, con esos datos se obtuvo esta variable, se empleó la siguiente formula:

$$\text{Mazorcas sanas (\%)} = \frac{\text{Numero de mazorcas sanas}}{\text{Número total de mazorcas}} \times 100$$

3.10.12. Mazorcas podridas

Se contó el número total de mazorcas cosechadas en el área útil y de ellas las podridas, con estos datos se obtuvo esta variable, se empleó la siguiente formula:

$$\text{Mazorcas podridas (\%)} = \frac{\text{Numero de mazorcas podridas}}{\text{Numero de mazorcas total}} \times 100$$

3.10.13. Mazorcas mal polinizadas

Se contó el número total de mazorcas cosechadas en el área útil y de ellas las mal polinizadas, se empleó la siguiente formula:

$$\text{Mazorcas mal polinizadas (\%)} = \frac{\text{Numero de mazorcas mal polinizadas}}{\text{Numero de mazorcas totales}} \times 100$$

3.10.14. Peso de 100 granos

Se contaron 100 granos al azar por tratamiento y se procedió a tomar su peso con la ayuda de una balanza digital y luego se registró su peso, expresando este valor en (g).

3.10.15. Biomasa aérea

Se tomaron 2 plantas al azar de cada unidad experimental y se expresó su peso en gramos, luego se secó en estufa por dos semanas a 70°C hasta obtener un peso constante y al final se llevó su peso a t ha⁻¹.

3.10.16. Índice de cosecha de grano

Se utilizaron los datos de peso seco de grano y tuza de las muestras y para determinar esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de cosecha de grano} = \frac{\text{Peso seco de grano}}{\text{Peso seco de grano} + \text{Peso seco de tuza}} \times 100$$

3.10.17. Índice de cosecha total

Se calculó relacionando la biomasa total con el peso del grano, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de cosecha} = \frac{\text{Peso seco grano}}{\text{Peso seco vegetal} + \text{Peso seco grano} + \text{Peso seco tuza}} \times 100$$

3.10.18. Rendimiento

Se colectaron manualmente todas las mazorcas de la parcela útil de cada tratamiento, y el rendimiento fue expresado en kilogramos por hectárea, con 13 % de humedad; para el efecto, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento ajustado (kg/ha)} = \frac{\text{PC} \cdot (100 - \text{HG})}{(100 - \text{HD})} \times \frac{10000}{\text{AC}}$$

Donde:

PC = Peso del grano en campo (kg)

HG = Humedad del grano de la cosecha (%)

HD = Humedad deseada (%)

AC= Área Cosechada (m²)

3.10.19. Análisis económico

Se practicó una evaluación de los tratamientos empleados en el experimento, se usó la metodología propuesta por Carrillo, (2000).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Días a la floración

Para esta variable, no se encontró diferencias estadísticas significativas provocadas por las interacciones de las densidades de siembra, los distanciamientos entre hileras y las semillas por sitio.

4.2. Días a la madurez

En este mismo cuadro se observa que existió alta diferencia estadística significativa encontrando que la combinación de 70 000 pl ha⁻¹ x 0,7 m x 1 semilla por sitio alcanzo el 50% de madurez fisiológica a los 104 días, valor diferente a lo encontrado con una densidad de 60 000 pl ha⁻¹, encontrando así una variación hasta de 113 días.

Valores de 105 días hasta la madurez fisiológica fueron registrados por el (INIAP 2015), trabajando con este mismo material genético en la localidad de Balzar y varía hasta los 110 días encontrados en la EET-Pichilingue en la provincia de Los ríos.

Cuadro 4: Días a la floración y madurez fisiológica, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época lluviosa 2019

Densidad	Distanciamiento	Semillas por sitio	Días a la floración	Días a la madurez	
(Pl ha ⁻¹)	(m)	(N°)	(DDS)	(DDS)	
50000	0,9	1	52	108	A B C
50000	0,8	1	52	107	A B C
50000	0,7	1	53	107	A B C
60000	0,9	1	53	110	A B
60000	0,8	1	53	113	A
60000	0,7	1	52	108	A B C
70000	0,9	1	53	109	A B C
70000	0,8	1	53	110	A B
70000	0,7	1	52	104	C
50000	0,9	2	53	106	B C
50000	0,8	2	52	109	A B C
50000	0,7	2	53	107	B C
60000	0,9	2	53	109	A B C
60000	0,8	2	53	107	A B C

60000	0,7	2	53	107	B C
70000	0,9	2	53	111	A B
70000	0,8	2	53	111	A B
70000	0,7	2	52	109	A B C
CV %			1,96	1,93	
DMS			N.S	5,68**	

N.S = No significativo, a nivel de 0,05 de probabilidad

* = Significativo

4.3. Altura de planta

En el presente cuadro se puede observar que no se encontró diferencias estadísticas significativas inducidas por las interacciones de las densidades de siembra, los distanciamientos entre hileras y las semillas por sitio.

4.4. Altura de inserción de mazorca

Para esta variable, no se encontró diferencias estadísticas significativas inducidas por las interacciones de las densidades de siembra, los distanciamientos entre hileras y las semillas por sitio.

Antecedentes de 1,5 m fueron asentados por el (INIAP 2015) trabajando con este mismo material genético en la localidad de Balzar y dispareja hasta 1,65 m encontrados en EET-Pichilingue en la provincia de Los Ríos.

Cuadro 5: Altura de planta y de inserción de mazorca, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época lluviosa 2019

Densidad (Pl ha ⁻¹)	Distanciamiento (m)	Semillas por sitio (N°)	Altura de inserción de Mazorca (m)	Altura de planta (m)
50000	0,9	1	1,44	2,77
50000	0,8	1	1,48	2,77
50000	0,7	1	1,46	2,85
60000	0,9	1	1,49	2,80
60000	0,8	1	1,51	2,78
60000	0,7	1	1,54	2,82
70000	0,9	1	1,51	2,83
70000	0,8	1	1,50	2,84
70000	0,7	1	1,50	2,79
50000	0,9	2	1,44	2,68

50000	0,8	2	1,51	2,70
50000	0,7	2	1,52	2,76
60000	0,9	2	1,48	2,79
60000	0,8	2	1,51	2,80
60000	0,7	2	1,45	2,85
70000	0,9	2	1,50	2,76
70000	0,8	2	1,56	2,77
70000	0,7	2	1,51	2,86
CV %			5,05	3,22
DMS			N.S	N.S

N.S = No significativo, a nivel de 0,05 de probabilidad

4.5. Diámetro de tallo

En el presente cuadro se puede observar que no se manifestaron diferencias estadísticas significativas inducidas por las interacciones de las densidades de siembra, los distanciamientos entre hileras y las semillas por sitio.

4.6. Diámetro de mazorca

Esta variable no presentó diferencias estadísticas significativas provocadas por el efecto de las densidades de siembra, distanciamiento entre hileras, ni de sus interacciones.

Estos resultados refuerzan la investigación realizada por (Israel et al. 2018) que demostró que el diámetro del tallo no se vio afectado por el arreglo de siembra y la densidad poblacional, por otra parte difieren con los encontrados por (PENARIOL et al. 2010) que asegura que al aumentar las densidades de plantas ha^{-1} provoca una reducción en el diámetro del tallo.

Cuadro 6: Diámetro de tallo y diámetro de mazorca, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época lluviosa 2019

Densidad	Distanciamiento	Semillas por sitio	Diámetro de tallo	Diámetro de mazorca
(Pl ha^{-1})	(m)	(N°)	(mm)	(mm)
50000	0,9	1	22,79	44,21
50000	0,8	1	22,54	46,80
50000	0,7	1	22,40	42,84
60000	0,9	1	23,45	44,09

60000	0,8	1	21,96	44,73
60000	0,7	1	22,91	44,57
70000	0,9	1	21,59	44,96
70000	0,8	1	21,26	43,71
70000	0,7	1	22,12	44,63
50000	0,9	2	23,23	47,10
50000	0,8	2	22,30	43,78
50000	0,7	2	21,85	47,82
60000	0,9	2	23,05	44,62
60000	0,8	2	23,00	47,41
60000	0,7	2	21,08	45,53
70000	0,9	2	21,78	44,82
70000	0,8	2	22,95	44,47
70000	0,7	2	22,70	45,41
CV %			7,80	6,78
DMS			N.S	N.S

N.S = No significativo, a nivel de 0,05 de probabilidad

4.7. Longitud de mazorca

Esta variable no presento diferencias estadísticas significativas provocadas por el efecto de las densidades de siembra, distanciamiento entre hileras, ni de sus interacciones.

4.8. Mazorcas sanas

En el porcentaje de mazorcas sanas no presento diferencias estadísticas significativas provocadas por el efecto de las densidades de siembra, distanciamiento entre hileras, ni de sus interacciones.

Estos mismos datos difieren con los encontrados por (Monar 2007) que afirma que con un distanciamiento de 0,9 m el porcentaje de mazorcas sanas

fue más alto con 60,8 % en comparación al obtenido con un distanciamiento a 0,45 m que alcanzo un 53 %.

Cuadro 7: Longitud de mazorcas y mazorcas sanas afectados, por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época lluviosa 2019

Densidad (Pl ha ⁻¹)	Distanciamiento (m)	Semillas por sitio (N°)	Longitud de mazorca (cm)	Mazorcas sanas (%)
50000	0,9	1	18,64	70,63
50000	0,8	1	18,74	68,26
50000	0,7	1	18,93	72,50
60000	0,9	1	17,98	79,21
60000	0,8	1	17,63	79,29
60000	0,7	1	17,77	75,20
70000	0,9	1	17,79	74,39
70000	0,8	1	17,59	75,43
70000	0,7	1	17,54	75,64
50000	0,9	2	18,27	70,72
50000	0,8	2	17,91	75,92
50000	0,7	2	18,23	75,41
60000	0,9	2	18,46	72,24
60000	0,8	2	18,30	67,52
60000	0,7	2	18,19	75,18
70000	0,9	2	17,36	78,69
70000	0,8	2	17,84	73,43
70000	0,7	2	17,39	75,12
CV %			3,82	15,65
DMS			N.S	N.S

N.S = No significativo, a nivel de 0,05 de probabilidad

4.9. Mazorcas podridas

Esta variable no presento diferencias estadísticas significativas inducidas por las interacciones de las densidades de siembra, los distanciamientos entre hileras y las semillas por sitio.

4.10. Mazorcas mal polinizadas

En el presente cuadro se puede observar que no se encontró diferencias estadísticas significativas inducidas por las interacciones de las densidades de siembra, los distanciamientos entre hileras y las semillas por sitio.

Cuadro 8: Mazorcas podridas y mal polinizadas, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época lluviosa 2019.

Densidad	Distanciamiento	Semillas por sitio	Mazorcas podridas	Mazorcas mal polinizadas
(Pl ha ⁻¹)	(m)	(N°)	(%)	(%)
50000	0,9	1	17,73	11,64
50000	0,8	1	18,23	13,51
50000	0,7	1	23,28	4,22
60000	0,9	1	11,83	8,97
60000	0,8	1	12,86	7,86
60000	0,7	1	15,17	9,64
70000	0,9	1	17,41	8,20
70000	0,8	1	10,36	14,20
70000	0,7	1	11,85	12,52
50000	0,9	2	21,07	8,22
50000	0,8	2	21,15	2,93
50000	0,7	2	10,99	13,60
60000	0,9	2	19,34	8,42
60000	0,8	2	19,49	12,99
60000	0,7	2	10,51	14,32
70000	0,9	2	9,99	11,31
70000	0,8	2	16,02	10,56
70000	0,7	2	10,52	14,37
CV %			30,27	32,61
DMS			N.S	N.S

N.S = No significativo, a nivel de 0,05 de probabilidad

Los datos del cv fueron transformados utilizando el método de (\sqrt{x}) y $(\sqrt{x}+1)$

4.11. Acame de tallo

Esta variable no presento diferencias estadísticas significativas inducidas por las interacciones de las densidades de siembra, los distanciamientos entre hileras y las semillas por sitio.

4.12. Acame de raíz

En el presente cuadro se puede observar que no se manifestaron diferencias estadísticas significativas inducidas por las interacciones de las densidades de siembra, los distanciamientos entre hileras y las semillas por sitio.

Cuadro 9: Acame de tallo y de raíz, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época lluviosa 2019

Densidad (Pl ha ⁻¹)	Distanciamiento (m)	Semillas por sitio (N°)	Acame tallo (%)	Acame raíz (%)
50000	0,9	1	1,10	2,38
50000	0,8	1	1,43	3,70
50000	0,7	1	1,50	2,63
60000	0,9	1	2,68	1,98
60000	0,8	1	0,80	1,60
60000	0,7	1	2,53	2,20
70000	0,9	1	2,35	2,13
70000	0,8	1	0,85	4,18
70000	0,7	1	1,35	3,48
50000	0,9	2	3,90	4,28
50000	0,8	2	2,80	3,05
50000	0,7	2	0,95	0,50
60000	0,9	2	0,98	2,65
60000	0,8	2	1,53	2,43
60000	0,7	2	2,20	1,48
70000	0,9	2	0,85	3,85
70000	0,8	2	0,33	1,23
70000	0,7	2	1,38	1,93
CV %			26,09	25,03
DMS			N.S	N.S

N.S = No significativo, a nivel de 0,05 de probabilidad

Los datos del cv fueron transformados utilizando el método de (\sqrt{x}) y $(\sqrt{x}+1)$

4.13. Peso de 100 granos

En el presente cuadro se puede observar que no se encontró diferencias estadísticas significativas inducidas por las interacciones de las densidades de siembra, los distanciamientos entre hileras y las semillas por sitio.

Reafirmando el estudio realizado por Scheeren et al. (2004) quien demostró en su investigación que el peso de los granos no se vio afectado por la interacción del espaciamiento y el aumento de la densidad poblacional; estos datos son diferentes a los encontrados por (Israel et al. 2018) que afirma que en su trabajo se vio afectado el peso de grano disminuyendo un 8 % al aumentar la densidad poblacional de plantas ha⁻¹.

4.14. Biomasa aérea

Para esta variable si se evidencio diferencias significativas donde el mayor promedio (33,4) de materia seca en t ha⁻¹ se registró con la densidad de 70 000 pl ha⁻¹ x 0,9 m x 1 semilla por sitio, a diferencia de la encontrada con la combinación de 5 0000 pl ha⁻¹ x 0,7 m x 2 semillas por sitio registrando un promedio de 21,4 t ha⁻¹.

Cuadro 10: Peso de 100 granos y biomasa aérea, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época lluviosa 2019

Densidad	Distanciamiento	Semillas por sitio	Peso de 100 granos	Biomasa aérea	
(Pl ha ⁻¹)	(m)	(N°)	(g)	(t ha ⁻¹)	
50000	0,9	1	40,33	24,44	A B
50000	0,8	1	39,00	22,48	B
50000	0,7	1	38,98	22,35	B
60000	0,9	1	39,85	24,10	A B
60000	0,8	1	40,33	27,83	A B
60000	0,7	1	40,93	26,37	A B
70000	0,9	1	39,08	33,43	A
70000	0,8	1	39,53	27,42	A B
70000	0,7	1	39,25	28,64	A B
50000	0,9	2	39,63	22,40	B
50000	0,8	2	41,23	25,03	A B
50000	0,7	2	39,83	21,46	B
60000	0,9	2	39,48	25,06	A B
60000	0,8	2	37,28	25,62	A B
60000	0,7	2	38,75	25,90	A B

70000	0,9	2	42,33	32,68	A
70000	0,8	2	40,45	29,02	A B
70000	0,7	2	40,73	27,52	A B
CV %			5,68	13,33	
DMS			N.S	9,48*	

N.S = No significativo, a nivel de 0,05 de probabilidad

* = Significativo

4.15. Índice de cosecha de grano

En el presente cuadro se puede observar que no se encontró diferencias estadísticas significativas inducidas por las interacciones de las densidades de siembra, los distanciamientos entre hileras y las semillas por sitio.

4.16. Índice de cosecha total

Esta variable no presentó diferencias estadísticas significativas inducidas por las interacciones de las densidades de siembra, los distanciamientos entre hileras y las semillas por sitio.

Cuadro 11: Índice de cosecha de grano e índice de cosecha total, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época lluviosa 2019

Densidad	Distanciamiento	Semillas por sitio	Índice de cosecha de grano	Índice de cosecha total
(PI ha ⁻¹)	(m)	(N°)	(%)	(%)
50000	90	1	76,6	69,9
50000	80	1	75,5	67,9
50000	70	1	75,0	68,1
60000	90	1	62,4	70,0
60000	80	1	76,3	72,0
60000	70	1	76,7	70,5
70000	90	1	76,7	73,9
70000	80	1	76,7	70,8
70000	70	1	76,0	69,5
50000	90	2	76,4	65,0
50000	70	2	76,0	72,7
50000	80	2	75,7	67,3
60000	90	2	62,5	69,0

60000	80	2	75,5	70,8
60000	70	2	77,9	70,5
70000	90	2	75,3	73,7
70000	80	2	76,0	70,2
70000	70	2	77,2	70,4
CV %			13,1	4,9
DMS			26,6	9,3

N.S = No significativo, a nivel de 0,05 de probabilidad

4.17. Rendimiento

En el presente cuadro se puede observar que se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas donde el mayor rendimiento se obtuvo de la combinación de 70 000 plantas ha⁻¹ x 0,7 m x 1 semilla por sitio alcanzando rendimientos de 8,3 t ha⁻¹, distinto al obtenido por las densidades de 50 000 plantas ha⁻¹ x 0,9 m x 2 semillas por sitio las cuales obtuvieron el menor rendimiento, respectivamente.

Resultados que refuerzan la investigación realizada por (Rodríguez Silva et al. 2017) quien afirmó que las densidades de plantas tuvieron un efecto significativo en el rendimiento de los híbridos estudiados, por lo que, a mayor densidad de plantas (88867 plantas/ha) se logró un mayor rendimiento de grano con un promedio de 10.73 t/ha, superando a 66665 plantas/ha con 9.57 t/ha. Ratificando lo demostrado por Israel et al. (2018) que manifestó que la densidad poblacional no tuvo efecto en el desarrollo y el crecimiento del cultivo de maíz, pero si en el rendimiento, donde los mayores rendimientos de grano se obtuvieron con la densidad más alta.

Cuadro 12: Rendimiento, afectados por densidades de siembra, distanciamientos entre hileras y semillas por sitio. Mocache. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Época lluviosa 2019

Densidad (Pl ha ⁻¹)	Distanciamiento (m)	Semillas por sitio (N°)	Rendimiento (t ha ⁻¹)	
50000	0,9	1	5,06	C D E
50000	0,8	1	5,15	C D E
50000	0,7	1	5,89	B C D D
60000	0,9	1	4,98	D E
60000	0,8	1	6,55	A B C D
60000	0,7	1	7,16	A B

70000	0,9	1	6,47	B C D
70000	0,8	1	7,22	A B
70000	0,7	1	8,36	A
50000	0,9	2	4,59	E
50000	0,8	2	5,63	B C D E
50000	0,7	2	5,65	B C D E
60000	0,9	2	5,21	C D E
60000	0,8	2	6,46	B C D
60000	0,7	2	6,85	A B C
70000	0,9	2	6,83	A B C
70000	0,8	2	7,16	A B
70000	0,7	2	7,29	A B
CV %			10,87	
DMS			1,84**	

N.S = No significativo, a nivel de 0,05 de probabilidad

** = Altamente significativo

4.18. Análisis económico de la tasa de retorno marginal en cosecha manual

En el cuadro 12, se consideran los tratamientos no dominados resultantes del estudio del efecto de densidades y distanciamientos, llevada de forma manual, donde el mejor resultado se encontró con la densidad de 50 000 pl ha⁻¹ con un distanciamiento de 0,7 m y 2 semillas por sitio, donde se tiene costos variables de \$ 124,90, con beneficio neto de \$ 1654,85. Este tratamiento produce una Tasa de Retorno Marginal de 1412,61 %, indicando que, por cada \$ 1 invertido, el agricultor tendrá un retorno de \$ 14,12.

Cuadro 13: Análisis económico basados en la tasa de retorno marginal

Tratamientos			Costos que varían	Beneficio neto	C.V. Marginal	B.N Marginal	TRM
Densidades (PI ha ⁻¹)	Distanciamientos (m)	Semillas por sitio (N°)		\$			%
50 000	0,7	2	124,90	1654,85	24,99	353,01	1412,61
60 000	0,7	2	149,89	2007,86			
70 000	0,7	2	174,87	2121,48	24,98	113,62	454,84
70 000	0,7	1	284,07	2349,33	109,20	227,85	208,65

4.19. Análisis económico de la tasa de retorno marginal en cosecha mecanizada

En el siguiente cuadro, se aprecian los tratamientos no dominados resultantes del estudio del efecto de las densidades y distanciamientos, bajo tecnología mecanizada, donde el mejor resultado se encontró con la densidad de 50 000 pl ha⁻¹ y distanciamiento de 0,8 m a 2 semillas por sitio, donde se tienen costos variables \$ 214,1 con beneficio neto de \$ 1559,33. Este tratamiento produce una Tasa de Retorno Marginal de 4189, 88% indicando que, por cada dólar invertido, el agricultor tendrá un retorno de \$ 41,89.

Cuadro 14: Análisis económico basados en la tasa de retorno marginal

Tratamientos			Costos que varían	Beneficio neto	C.V. Marginal	B.N Marginal	TRM
Densidades (Pl ha ⁻¹)	Distanciamientos (m)	Semillas por sitio (N°)		\$			%
50000	0,9	2	183,22	1262,62			
50000	0,9	1	197,18	1396,71	13,96	134,09	960,61
50000	0,8	1	199,85	1422,39	2,67	25,68	960,61
60000	0,9	2	211,02	1430,12	11,17	7,73	69,17
50000	0,8	2	214,11	1559,33	3,08	129,22	4189,88
50000	0,7	2	214,70	1565,04	0,59	5,71	960,61
50000	0,7	1	221,83	1633,51	7,13	68,47	960,61
60000	0,8	2	248,15	1786,74	26,32	153,23	582,21
60000	0,8	1	250,82	1812,42	2,67	25,68	960,61
60000	0,7	2	259,73	1898,01	8,91	85,59	960,61
60000	0,7	1	268,94	1986,45	9,21	88,44	960,61
70000	0,8	1	280,10	1994,19	11,16	7,74	69,32
70000	0,7	2	282,18	2014,16	2,08	19,97	960,61

V. CONCLUSIONES

Por los resultados demostrados en la siguiente investigación, se pudo concluir que:

- No hubo cambios en la morfología de la planta ocasionada por los efectos de las densidades, distanciamientos ni de las semillas por sitio para las variables de altura de planta, altura de inserción de mazorca, diámetro de tallo, acame de tallo, acame de raíz, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, mazorcas sanas, mazorcas podridas, mazorcas mal polinizadas, peso de 100 granos, índice de cosecha de grano, índice de cosecha total.
- Se obtuvieron mayores rendimientos al aumentar la densidad de plantas ha^{-1} y reducir los distanciamientos, encontrando así, que utilizando combinaciones de 70 000 pl ha^{-1} x 0,70 m x 1 semilla por sitio se alcanzaron rendimientos hasta de 8,3 t ha^{-1} .
- La mejor tasa de retorno marginal resulto de la combinación de 50 000 pl ha^{-1} x 0,70 m x 2 semillas por sitio.

VI. RECOMENDACIONES

- Para obtener mayores ventajas económicas es imprescindible utilizar la combinación de 50 000 pl ha⁻¹ x 0,7 m x 2 semillas por sitio.
- Evaluar el efecto de las densidades y distanciamientos con niveles de fertilización.
- Realizar el mismo ensayo en otras localidades, bajo distintas condiciones edafoclimáticas.

VII. RESUMEN

El ensayo se realizó en la Provincia de Los Ríos, Cantón Mocache, Estación Experimental Tropical Pichilingue, a una altitud de 75 msnm, en las coordenadas geográficas 01°27' de latitud sur y 79°27'42'' de longitud occidental. El promedio anual de precipitación es de 2000mm; 899 horas de heliofanía y la temperatura es de 25,4 °C. En el presente trabajo experimental se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con parcelas subdivididas, donde las parcelas grandes son las densidades y las pequeñas son los tratamientos de distanciamientos entre plantas e hileras con 18 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. Durante el desarrollo del cultivo, se realizaron las labores agronómicas de preparación del terreno, siembra, control de malezas, control fitosanitario, fertilización y cosecha. Por los resultados demostrados en la siguiente investigación, se determinó que no hubo cambios en la morfología de la planta ocasionada por los efectos de las densidades, distanciamientos ni de las semillas por sitio para las variables de altura de planta, altura de inserción de mazorca, diámetro de tallo, acame de tallo, acame de raíz, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, mazorcas sanas, mazorcas podridas, mazorcas mal polinizadas, peso de 100 granos, índice de cosecha de grano, índice de cosecha total; Se obtuvieron mayores rendimientos al aumentar la densidad de plantas ha^{-1} y reducir los distanciamientos, encontrando así, que utilizando combinaciones de 70 000 pl ha^{-1} x 0,70 m se alcanzaron rendimientos hasta de 7,4 t ha^{-1} ; La mejor tasa de retorno marginal resulto de la combinación de 70 000 pl ha^{-1} x 0,70 m alcanzando un 467,45 %.

Palabras clave: densidades, distanciamientos, semillas por sitio maíz.

VIII. SUMMARY

The test was carried out in the Province of Los Ríos, Mocache Canton, Pichilingue Tropical Experimental Station, at an altitude of 75 meters above sea level, at geographic coordinates 01 ° 27' south latitude and 79 ° 27'42'' western longitude. The average annual rainfall is 2000mm; 899 hours of heliophane and the temperature is 25.4 ° C. In the present experimental work, the design of completely randomized blocks with subdivided plots was used, where the large plots are the densities and the small ones are the treatments of spacing between plants and rows with 18 treatments and 4 repetitions. The variables evaluated were subjected to the analysis of variance and to determine the statistical difference between the means of the treatments, the Tukey test was applied at 95% probability. During the development of the crop, the agronomic work of land preparation, planting, weed control, phytosanitary control, fertilization and harvesting were carried out. Based on the results shown in the following investigation, it was determined that there were no changes in the morphology of the plant caused by the effects of densities, distancing or seeds per site for the variables of plant height, ear insertion height, stem diameter, stem stem, root stem, cob diameter, cob length, healthy ears, rotten ears, poorly pollinated ears, weight of 100 grains, grain harvest index, total harvest index; Higher yields were obtained by increasing the density of ha-1 plants and reducing the distances, thus finding that using combinations of 70,000 pl ha-1 x 0.70 m yields were reached up to 7.4 t ha-1; The best marginal return rate resulted from the combination of 70 000 pl ha-1 x 0.70 m reaching 467.45%.

Keywords: densities, distancing, seeds per corn site.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Afférri, F; Martins, E; Peluzio, J; Fidelis, R; Moreira, H. (2008). ESPA«AMENTO E DENSIDADE DE SEMEADURA PARA A CULTURADO MILHO, EM PLANTIO TARDIO, NO ESTADO DO TOCANTINS¹ (en línea). 38. Brasil, s.e. Consultado 16 may 2019. Disponible en <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/4174/3668>.

AREVALOS, D; TRINIDAD, S. (2014). EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.). (en línea). s.l., s.e. Consultado 3 jun. 2019. Disponible en http://ns2.une.edu.py:7004/repositorio/bitstream/handle/123456789/263/24_PRIETO_DERLIS_Doc.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Argenta, G; Silva, PRF da; Sangoi, L. 2001. Arranjo de plantas em milho : análise do estado-da-arte (en línea). s.l., Ciencia Rural. 1075-1084 p. Consultado 16 abr. 2019. Disponible en <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/22384>.

Carrillo, R. 2000. FIAG, Economia Agricola. s.l., Universidad Tecnica de Manabi.

Chávez, AM. 1997. El Maíz en El Perú (en línea). s.l., CONCYTEC, (Serie Tecnologías). Disponible en <https://books.google.com.ec/books?id=uyJIAAAAYAAJ>.

D'Amico, JP. 2012. Desuniformidad de distribución espacial: caracterización de su impacto sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) (en línea). :39. Consultado 3 jun. 2019. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/40722>.

Da, FR; Pereira, S; Cruz, SCS; De Albuquerque, AW; Santos, JR; Da Silva, ET. (2008). Arranjo espacial de plantas de milho em sistema plantio direto (en línea). 12. s.l., s.e. Consultado 16 may 2019. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n1/v12n01a10>.

Delmar Flesch, R; Carlos Vieira, L. 2004. Espaçamentos e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina, Brasil Spacing and plant populations of hybrids with different cycles in the west of Santa Catarina, Brasil (en línea) (En al aumentar las poblaciones de maiz alrededor de 74000 ha⁻¹ con espacios de 70 y 85 cm entre filas permiten una mayor productividad de granos de

maíz proporcionan una mayor productividad, determinando que el rendimiento del maíz no se ve afectado con el aumento de las poblaciones entre plantas.ya). *Ciência Rural* 34(1):25-31. Consultado 10 abr. 2019. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/%0D/cr/v34n1/a05v34n1.pdf>.

Espinosa Calderón, A; Tadeo Robledo, M; Encastín Dionicio, JJ; Martínez Rodríguez, JN; Félix Reyes, A; Cárdenas Marcelo, AL; Turrent Fernández, A. 2015. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. (en línea). s.l., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, vol.6. 1491-1505 p. Consultado 22 may 2019. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000700006.

Estadísticas Agropecuarias |. 2018. (en línea, sitio web). Consultado 24 jul. 2019. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.

FAO. 2018. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2013-2022 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO (en línea). DOI: https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2013-es.

INIAP. (2008). INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP) (en línea). s.l., s.e. Consultado 24 jul. 2019. Disponible en [https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2015/07/literal_k\)_proyecto_de_fortalecimiento_institucional_iniap.pdf](https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2015/07/literal_k)_proyecto_de_fortalecimiento_institucional_iniap.pdf).

_____. (2015). Evaluacion de rendimiento, adaptacion y otras características agronomicas de 6 híbridos simples experimentales de maíz formados con las líneas S4 COM elites, por la línea polinizadora CML-172 del programa PROMISORIOS ELITES. s.l., s.e.

Instituto de Ciencia Agrícola (Cuba), R; Cuba. Ministerio de Educación Superior.; Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (Cuba). 1979. *Cultivos tropicales : CT* (en línea). s.l., El Instituto, vol.30. 00-00 p. Consultado 8 abr. 2019. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0258-59362009000200016.

Israel, D; Défaz, I; Ronaldo, J; Orellana Escuela, T; Panamericana, A; Honduras, Z.

(2018). Efecto de la densidad y arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) (en línea). Honduras , s.e. Consultado 16 may 2019. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6323/1/CPA-2018-T047.pdf>.

Kappes, C; Andrade, JA da C; Arf, O; de Oliveira, AC; Arf, MV; Ferreira, JP. 2011. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas (en línea) (En considerando las condiciones edafoclimáticas de realización de este trabajo, se pudo concluir que los mejores arreglos espaciales para los distintos híbridos fueron los siguientes: ag9010 - 90.000 plantas ha-1 en el espaciamiento de 45 cm entre las líneas; xb 7253 -70.000 las plantas ha-1 en los dos espaciamientos; y xb 6010, xb 6012 y xb 9003 sin respuesta significativa a los arreglos, pudiendo ser recomendado 50.000 plantas ha-1 en el espaciamiento de 45 o 90 cm entre las líneas. las influencias en algunos caracteres no justifican cambios en las mismas premisas ya que éstos no limitan ninguna actividad ni el rendimiento de granos de los híbridos evaluados.). *Bragantia* 70(2):334-343. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052011000200012>.

Lagos, C. (1982). Maíz: suelo, variedad, densidad y época de siembra (en línea). s.l., s.e. Consultado 9 abr. 2019. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR00475.pdf>.

López, C; Corral, R; Ariel, J. 2010. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. (en línea). s.l., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, vol.1. 149-158 p. Consultado 9 abr. 2019. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000200003.

Luis de Almeida, M; Merotto, A; Sangoi, L; Ender; Marcio.; Guidolin, A. 2000. INCREMENTO NA DENSIDADE DE PLANTAS: UMA ALTERNATIVA PARA AUMENTAR O RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO EM REGIÕES DE CURTA ESTAÇÃO ESTIVAL DE CRESCIMENTO INCREMENT ON PLANT DENSITY: AN ALTERNATIVE TO IMPROVE MAIZE GRAIN YIELD IN SHORT GROWING SEASON REGIONS (en línea) (En para el uso de cultivares de menor tamaño puede ser acompañado de un incremento en la densidad de plantas hasta valores

comprendidos entre 65 y 80 mil ha⁻¹, siempre y cuando se tengan condiciones edáficas favorables, no exista déficit hídrico prolongado y el cultivar sea resistente al acame ya). (1):23-29. Consultado 11 abr. 2019. Disponible en <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/22401/000270451.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Maizar. 2011. El maíz, primero en el mundo - Maizar (en línea, sitio web). Consultado 24 jul. 2019. Disponible en <http://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=392>.

Mera Oñate, AG; Montaña Maldonado, CX. 2015. Evaluación de arreglos espaciales y densidades poblacionales en híbridos de maíz en zonas de bosque tropical seco durante la época lluviosa. (en línea). Consultado 24 jul. 2019. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30530>.

Monar, FM. 2007. Evaluación del fraccionamiento de la fertilización nitrogenada y potásica, en dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados bajo dos distanciamientos entre hileras. Patricia Pilar. Época Lluviosa, 2007. s.l., Universidad Tecnológica Equinoccial Campus Santo Domingo.

Moya Cisneros, XD. 2016. Estudio agronómico de tres híbridos con tres distanciamientos de siembra en el cultivo de maíz *Zea mays* L. (en línea) (En el híbrido dekalb 1596 fue quien presentó los mejores promedios en cuanto a características agronómicas. el híbrido dekalb 7500 alcanzó el mayor promedio en longitud de mazorca. la mejor distancia de siembra se la obtuvo con la medida de 0.80 m. x 0.25 m. permitiéndonos obtener plantas de mayor vigorosidad conllevando a presentar el mejor rendimiento y la mayor producción. se recomienda para el cantón el triunfo, sembrar el híbrido dekalb 7088 y la distancia de siembra 0.80 m. x 0.25 m.). Consultado 16 may 2019. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/13547>.

Onofre Mora, EM. 2013. Evaluación agronómica de los maíces híbridos "DK-7088", "DK-1596" sometidos a tres distanciamientos de siembra en la zona de Zapotal, Provincia de Los Ríos (en línea) (En respecto a las variables tomadas, diámetro de mazorca y granos por mazorca se identificó que el mayor promedio se obtuvo en el híbrido dk-1596 utilizando el distanciamiento de siembra 0,80 cm. por lo

consiguiente el mayor peso de 1000 granos (349,23 g) se presentó en el híbrido dk1596 utilizando el distanciamiento de siembra de 0,80 cm, el mayor rendimiento de 9,17 kg/ha se presentó en el híbrido dk-1596 y por lo consiguiente en el distanciamiento de siembra 0,60 cm. en el análisis económico se observó que el híbrido dk-1596 con el distanciamiento de siembra de 0,60 x 0,25 m, presento el mayor beneficio neto con 1108,94 dólares. recomendándose así utilizar el híbrido dk-1596 en siembra comerciales por su buen comportamiento agronómico y adaptación a la zona utilizando para la siembra el distanciamiento de 0,60 cm entre hileras por los buenos resultados alcanzados en esta investigación.). . Consultado 16 may 2019. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/651>.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1993. El maíz en la nutrición humana (en línea, sitio web). Consultado 8 abr. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/t0395s/T0395S00.htm#Contents>.

Paliwal, RL. 2001. EL MAÍZ EN LOS TRÓPICOS: Mejoramiento y producción (en línea, sitio web). Consultado 9 abr. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/X7650S/x7650s04.htm>.

Paliwal, RL; Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2001. El maíz en los trópicos : mejoramiento y producción (en línea). s.l., Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 376 p. Consultado 8 abr. 2019. Disponible en https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=os79dx6BcmsC&oi=fnd&pg=PA5&dq=origen+del+maiz+ecuador&ots=O_UDVcOZ2g&sig=ocDTmcfB0gImB3P2d5UOxVf6ulc#v=onepage&q=origen del maiz ecuador&f=false.

PENARIOL, FG; FILHO, DF; COICEV, L; BORDIN, L; FARINELLI, R. 2010. COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE MILHO SEMEADAS EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS E DENSIDADES POPULACIONAIS, NA SAFRINHA (en línea). s.l., ABMS, vol.2. 52-60 p. Consultado 15 abr. 2019. Disponible en http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/59/pdf_357.

Rodríguez, JL; Cáceres, SH. 2013. Investigación agraria. (en línea). s.l., Dirección de Investigación; Facultad de Ciencias Agrarias, vol.5. 30-36 p. Consultado 3 jun. 2019. Disponible en <http://www2.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/167>.

Rodriguez Silva, L; Rodriguez Silva, L; Rodriguez Silva, L. 2017. Efecto del número de plantas por golpe, a diferentes distanciamientos entre golpes, en el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo duro *Zea mays* L. (Poaceae) (en línea) (En demostró que no hubo diferencia en rendimiento de grano sembrando una planta por golpe cada 15 cm y dos plantas por golpe cada 30cm; ambos arreglos espaciales originan una población de 88867 plantas/ha. igualmente, para la siembra cada 20 cm (1 planta/golpe) y cada 40 cm (2 plantas/golpe), que originan una densidad de 66667 pl/ha1. las densidades de plantas tuvieron un efecto significativo en el rendimiento de los híbridos estudiados, por lo que, a mayor densidad de plantas (88867 pl/ha1) se logró un mayor rendimiento de grano con un promedio de 10.73 t/ha, superando a 66665 pl/ha1 con 9.57 t/ha1. el tratamiento que logró un mayor rendimiento fue (dk 7508 x 30 cm, 88867 pl/ha1) con 14.56 t/ha1, sin diferencias estadísticas con los tratamientos del mismo híbrido, pero superiores a las 67 combinaciones del híbrido inia 605, cuya combinación fue (inia 605 x 40 cm, 66665 pl/ha1) logrando 5.50 t/ha1.). Universidad Privada Antenor Orrego . Consultado 16 may 2019. Disponible en <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3663>.

SANGOI, L; SCHMITT, A; VIEIRA, J; JR., GJP; SOUZA, CA DE; CASA, RT; SCHENATTO, DE; GIORDANI, W; BONIATTI, CM; MACHADO, GC; HORN, D. 2013. Revista Brasileira de milho e sorgo (en línea). s.l., ABMS, vol.11. 268-277 p. Consultado 16 may 2019. Disponible en http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/388/pdf_40.

Scheeren, BR; Bazoni, R; Bono, JA; Arias, SS; Oliveira, R; Salomão, L. 2004. Arreglo populacional para a cultura do milho na região central do Estado de Mato Grosso do Sul (en línea) (En asegura de que no hubo significancia para la interacción espaciamento versus densidad poblacional. para la altura de plantas (ap) e inserción de espigas hubo una tendencia de aumento con el incremento de la densidad de población. esto ocurrió porque, debido a la mayor competitividad de las plantas por luz, ocasiona un incremento en el desarrollo de las plantas. a pesar de la tendencia de aumento en el tamaño de las plantas, no hubo plantas acamadas y / o quebradas en el área experimental. las variables de rendimiento de granos del cultivo del maíz, representados por el número de espigas por hectárea, prolificidad,

número de filas por espiga, número de granos por la producción, el rendimiento de granos por espiga y el peso de mil granos, no hubo la influencia del espaciamiento entre líneas. la producción de granos de la población con 50.000 plantas / ha (7.855,8 kg / ha), a pesar del mayor número de granos por fila (32,9 granos), mayor rendimiento de grano por espiga (155,0g) y mayor peso de mil granos (352 g), presentó una producción inferior, de 1.704 kg / ha, en relación a la obtenida en la población de 87.500 plantas / ha (9.560,0 kg / ha), a pesar de presentar menor número de granos por fila (30,5 granos), rendimiento de granos por espiga (120, 1 g) y peso de mil granos (342g). indicando que el mayor numero de espigas / ha fue el factor responsable por la mayor producción de granos de la densidad de 87.500 plantas. se observó que, para todos los espacios, hubo tendencia de aumento de la productividad en las mayores densidades poblacionales, analizando que las condiciones de pluviosidad fueron excelentes para el desarrollo de las plantas, sumadas a la condición de suelo corregido y la fertilización equilibrada. este tipo de adaptación es característica de los híbridos que presentan ciclo precoz, hojas erectas, bajo porte y buena tolerancia al acame ya las enfermedades foliares. incluyendo, en las evaluaciones de incidencia de enfermedades realizadas durante el ciclo de desarrollo de las plantas, no se observó una incidencia significativa.).
Acta Scientiarum. Agronomy 26(1). DOI:
<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v26i1.1957>.

Schmitt, A; Sangoi, L; Vieira, J; Renan Mota, M; Maria Maraschi Silva, L; Giordani, W; Eduardo Schenatto, D; Majolo Boniatti, C; Cardoso Machado, G. (s. f.). Incremento na Densidade de Plantas Como Estratégia Para Aumentar o Rendimento De Grãos de Milho (en línea). s.l., s.e. Consultado 16 may 2019. Disponible en http://www.abms.org.br/eventos_antteriores/cnms2012/07320.pdf.

Sousa Demétrio, C; Fornasieri Filho, D; Osvaldo Cazetta, J; Amélio Cazetta, D. (2008). Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais (en línea). 43. s.l., s.e. Consultado 15 abr. 2019. Disponible en <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/3219/S0100-204X2008001200008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Valarezo Torres, PV. 2017. Evaluación de tres híbridos de maíz Zea mays L. con tres distancias de siembra (en línea) (En el híbrido h-551 fue más tardío con relación

a los híbridos h-601 y trueno nb-7443 por lo consiguiente los híbridos del iniap h-551 y h-601 presentaron la mayor longitud de mazorca y los híbridos que presentan el mayor rendimiento de grano, fueron t-nb7443 e iniap 601. el rendimiento tiende a ser mayor a medida que se bajan las densidades de población hubo una buena respuesta con el distanciamiento de 0.75 m x 0.25 m (53333 plantas/ha). la mejor tasa de retorno marginal se la obtuvo con el híbrido t-nb7443 cultivado bajo una distancia de 0,75 x 0,25 m.). . Consultado 16 may 2019. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21554>.

ANEXOS

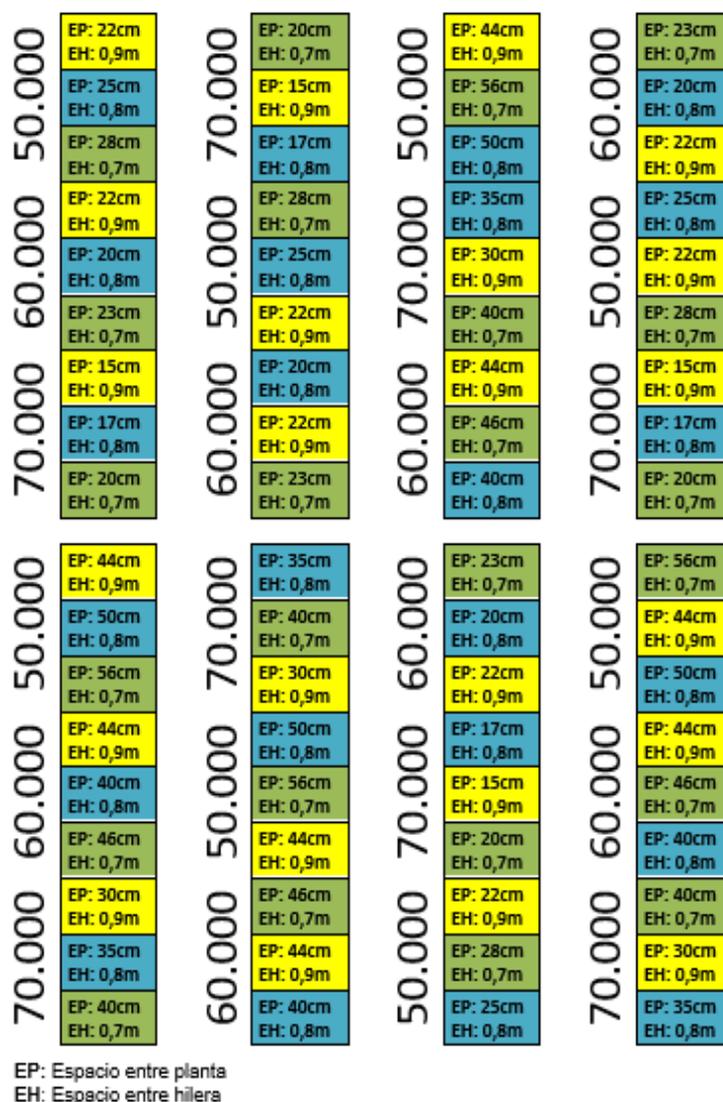


Figura 1: Distribución de los tratamientos en el campo, en el trabajo experimental de densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento de un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo, 2019.

Fuente de variación	G. L	Días a la floración	Días a la madurez	Altura de inserción de mazorca	Altura de planta	Diámetro de tallo	Diámetro de mazorca	Longitud de mazorca
					CM			
Total	71	0,9	9,48	4,30E-03	0,01	2,07	40,61	0,98
Repetición	3	1,83	22,46	0,01	0,05	7,83	472,63	4,1
Densidades	2	0,18	24,67	0,01	0,02	1,87	3,55	4,54
Repetición*Densidades	6	1,35	3,85	2,10E-03	0,01	2,78	22,13	0,68
Distanciamientos	2	0,51	42	0,01	0,02	1,37	0,25	0,05
Densidades*Distanciamientos	4	1,26	7,17	1,10E-03	2,00E-03	2,26	4,03	0,18
Densidades>*Repetición*Distanciamientos	18	0,94	1,78	4,10E-03	0,01	1,03	6,04	0,66
Semillas por sitio	1	1,39	0,06	3,60E-04	0,02	0,19	24,13	0,1
Densidades*Semillas por sitio	2	0,1	37,56	0,01	0,01	2,44	2,23	2,01
Distanciamientos*Semillas por sitio	2	0,26	8,22	3,00E-03	0,01	3,07	6,58	0,05
Densidades*Distanciamientos*semillas por sitio	4	0,1	10,22	2,80E-03	4,70E-03	1,39	15,49	0,16
Error	27	1,06	4,39	0,01	0,01	3,05	9,35	0,48
C V %		1,96	1,93	5,05	3,22	7,8	6,78	3,82

Cuadro 15: Análisis de varianza para días a la floración, días a la madurez, altura de inserción de mazorca, altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, obtenidos en el trabajo experimental densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento para un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo, 2019.

Fuente de variación	G. L	Mazorcas sanas	Mazorcas podridas	Mazorcas mal polinizadas	Acame de tallo	Acame de raíz	Peso de 100 granos	Materia seca total
					CM			
Total	71	103,77	78,41	53,49	6,38	40,08	4,83	29,24
Repetición	3	549,72	210,48	179,64	8,46	141,16	2,79	13,63
Densidades	2	68,74	225,24	49,07	8,29	63,44	3,76	276,85
Repetición*Densidades	6	163,7	96,39	56,42	11,37	97,37	3,81	16,63
Distanciamientos	2	14,73	52,8	23,6	5,9	1,26	1,52	16,19
Densidades*Distanciamientos	4	13,82	1,08	16,4	1,56	20,97	1,72	32,82
Densidades>*Repetición*Distanciamientos	18	64,38	50,94	38,42	5,76	17,6	5,34	21,34
Semillas por sitio	1	9,03	0,04	7,87	11,2	35,84	1,31	1,31
Densidades*Semillas por sitio	2	151,32	45,22	32,2	5,27	32,93	22,32	0,38
Distanciamientos*Semillas por sitio	2	12,03	192,79	107,76	1,18	38,07	0,93	3,8
Densidades*Distanciamientos*semillas por sitio	4	54,46	71,76	71,4	6,17	11,97	5,01	8,68
Error	27	134,93	81,93	34,85	5,19	20,09	5,11	12,21
C V %		15,65	58,73	56,67	103,62	94,09	5,68	13,33

Cuadro 16: Análisis de varianza para mazorcas sanas, mazorcas podridas, mazorcas mal polinizadas, acame de tallo, acame de raíz ,peso de 100 granos, materia seca total, obtenidos en el trabajo experimental densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento para un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo, 2019.

Fuente de variación	G. L	Índice de cosecha de grano	Índice de cosecha total	Rendimiento
			CM	
Total	71	61,21	18,86	2,1
Repetición	3	45,39	1,07	1,02
Densidades	2	143,89	53,92	21,81
Repetición*Densidades	6	44,17	14,3	0,3
Distanciamientos	2	168,29	11,9	11,25
Densidades*Distanciamientos	4	184,75	2,54E+01	0,72
Densidades>*Repetición*Distanciamientos	18	50,78	22,63	0,81
Semillas por sitio	1	1,30E-01	1,71	2,80E-01
Densidades*Semillas por sitio	2	0,68	0,76	0,08
Distanciamientos*Semillas por sitio	2	5,13	13,61	0,83
Densidades*Distanciamientos*semillas por sitio	4	0,7	17,42	0,49
Error	27	95,96	11,81	0,46
C V %		13,12	4,91	10,87

Cuadro 17: Análisis de varianza para índice de cosecha de grano, índice de cosecha total, rendimiento, obtenidos en el trabajo experimental densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento para un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo, 2019.

Densidades	Distanciamientos	Semillas por sitio	Costos que varían	Beneficios Netos	Dominancia
50000	0,9	2	124,90	1320,95	D
50000	0,8	2	124,90	1648,55	D
50000	0,7	2	124,90	1654,85	ND
60000	0,9	2	149,89	1491,26	D
60000	0,8	2	149,89	1885,01	D
60000	0,7	2	149,89	2007,86	ND
70000	0,9	2	174,87	1976,58	D
70000	0,8	2	174,87	2080,53	D
70000	0,7	2	174,87	2121,48	ND
50000	0,9	1	202,90	1391,00	D
50000	0,8	1	202,90	1419,35	D
50000	0,7	1	202,90	1652,45	D
60000	0,9	1	243,49	1325,21	D
60000	0,8	1	243,49	1819,76	D
60000	0,7	1	243,49	2011,91	D
70000	0,9	1	284,07	1753,98	D
70000	0,8	1	284,07	1990,23	D
70000	0,7	1	284,07	2349,33	ND

ND: No Dominados

D: Dominados

Cuadro 18: Tratamientos dominados y no dominados formados por el trabajo experimental de densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento de un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo. Llevado de una forma manual, 2019.

Densidades	Distanciamientos	Semillas por sitio	Costos que varian	Beneficios Netos	Dominancia
50000	0,9	2	183,223	1262,627	ND
50000	0,9	1	197,182	1396,718	ND
50000	0,8	1	199,855	1422,395	ND
60000	0,9	1	204,196	1364,504	D
60000	0,9	2	211,027	1430,123	ND
50000	0,8	2	214,111	1559,339	ND
50000	0,7	2	214,705	1565,045	ND
50000	0,7	1	221,833	1633,517	ND
60000	0,8	2	248,152	1786,748	ND
60000	0,8	1	250,825	1812,425	ND
70000	0,9	1	257,829	1780,221	D
60000	0,7	2	259,735	1898,015	ND
70000	0,9	2	268,521	1882,929	ND
60000	0,7	1	268,942	1986,458	ND
70000	0,8	2	278,322	1977,078	D
70000	0,8	1	280,104	1994,196	ND
70000	0,7	2	282,183	2014,167	ND
70000	0,7	1	313,962	2319,438	ND

ND: No Dominados

D: Dominados

Cuadro 19: Tratamientos dominados y no dominados formados por el trabajo experimental de densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento de un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo. Llevado de una forma mecanizada, 2019.



Figura 2: Toma de muestra de suelo para su posterior análisis.



Figura 3: Estaquillada del terreno.

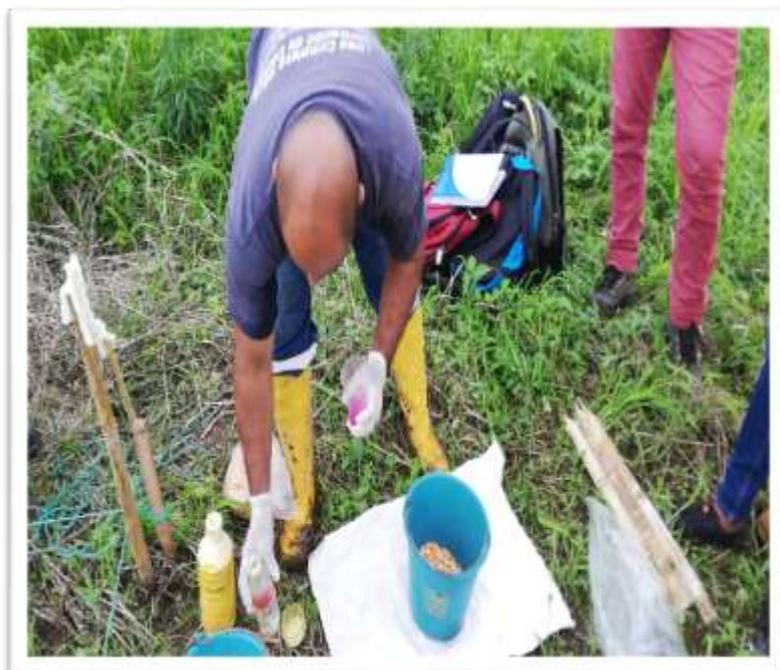


Figura 4: Preparación de la semilla para la siembra.



Figura 5: Realización de la siembra



Figura 6: Fertilización.



Figura 7: Control de malezas.



Figura 8: Cultivo a los 43 días.



Figura 9: Visita por parte del tutor y el director de titulación de la Faciag.



Figura 10: Evaluación de floración.



Figura 11: Evaluación de altura de plantas.



Figura 12: toma de dos plantas al azar.



Figura 13: Cosecha.