

EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SIEMBRA DE ALTA DENSIDAD EN MAIZ (*Zea mays* L.)

EVALUATION OF HIGH-DENSITY PLANTING SYSTEMS IN CORN (*Zea mays* L.)

Milton Ernesto Morales Duran

E-mail: mmorales2@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7776-7416>

José Nicasio Quevedo Guerrero, M Sc.

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Rigoberto Miguel García Batista, PhD.

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Morales Duran, M. E., Quevedo Guerrero, J. N., García Batista, R. M. (2022). Evaluación de Sistemas de Siembra de alta Densidad en Maiz (*Zea Mays* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(2), 131-139. <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>

RESUMEN

El trabajo se realizó en la Granja Experimental “Santa Inés” predio que pertenece a la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la provincia de El Oro, cantón Machala. El objetivo del trabajo fue evaluar diferentes sistemas de altas densidades de siembra en maíz. Se usó un diseño factorial de bloques al azar con 5 tratamientos con dos repeticiones cada uno, las variables estudiadas fueron; disposición de hileras, daños a la mazorca, peso de mazorca, largo de mazorca, diámetro mazorca, peso de marlo, diámetro de marlo, diámetro de raquis, humedad del grano, volumen de 100 semillas, peso de granos por mazorca y producción. El mejor tratamiento fue el T4 en las variables de rendimiento donde se destaca el peso de mazorca, diámetro de mazorca, peso de 100 granos, con una mayor producción (23,044.76 kg/ ha⁻¹), sin presentar significancia estadística en cuanto a su rendimiento. El T5 tuvo el menor índice de daños en la mazorca. El estudio evidenció que las siembras de alta densidad tienen impacto positivo directo sobre la producción del cultivo de maíz, complementadas con un buen manejo desde la preparación del suelo hasta la postcosecha se pueden llegar a obtener altos rendimientos, incrementando la rentabilidad para el productor.

Palabras clave:

Peso, granos, rendimiento, producción.

ABSTRACT

The work was carried out at the “Santa Inés” Experimental Farm, which belongs to the Technical University of Machala, located in the province of El Oro, Machala. The objective of the work was to evaluate different systems of high planting densities in corn. A randomized block factorial design was used with 5 treatments with two replications each. The variables studied were: row arrangement, ear damage, ear weight, ear length, ear diameter, ear diameter, ear weight, ear diameter, rachis diameter, grain moisture, volume of 100 seeds, weight of grains per ear and yield. The best treatment was T4 in the yield variables where ear weight, ear diameter, 100-grain weight, with a higher production (23,044.76 kg/ ha⁻¹), without showing statistical significance in terms of yield. T5 had the lowest damage index in the ear. The study showed that high-density planting has a direct positive impact on corn crop production, complemented with good management from soil preparation to post-harvest, high yields can be obtained, increasing profitability for the producer.

Keywords:

Weight, grains, yield, production.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays*, L.), es uno de los cultivos de mayor importancia en el mundo debido a su facilidad de adaptaciones en las diferentes condiciones edafoclimáticas y a la gran cantidad de área cultivada para el consumo humano, lo cual lo convierte en uno de principales cereales más comercializados (Pérez et al., 2017).

Según Iglesias et al., (2018), menciona que el incremento en la demanda de este cereal ha llevado a buscar habilidades con la finalidad de adaptarlos a los escenarios climáticos en conjunto con un manejo adecuado desde la siembra hasta la postcosecha para obtener los mismos resultados en las diferentes zonas de la región a cultivar.

En Ecuador el cultivo de maíz goza condiciones climáticas tales como humedad, temperatura, suelos, entre otras con excelentes características agronómicas las cuales son idóneas para su crecimiento y desarrollo las cuales están presentes en la mayor parte del país. El 80% del maíz cosechado se destina a la elaboración de balanceados principalmente en la Costa con una superficie de 300,000 ha. Sin embargo, el maíz representa menos del 8% en cuanto a la producción agrícola de área sembrada, donde las principales provincias productoras son: Los Ríos 35,2%; Manabí 28,9%; Guayas 17,5%; Loja; 12,9%; Santa Elena 4,1% y El Oro 0,1% (Sánchez, 2017).

Autores como Guamán et al., (2020), en su investigación señala que uno de los principales problemas en el cultivo de maíz es la baja producción debido a los diversos factores edafoclimáticos, baja fertilidad del suelo, deficiente manejo del cultivo, material de siembra inadecuado entre otros que tienen como consecuencia baja rentabilidad para el productor.

Quevedo et al., (2015), mencionan que la densidad debe ser elegida tomando en cuenta las condiciones ambientales como la incidencia de radiación solar, presencia de una fuente de agua, suelos bien nutridos, etc. Sin embargo, en densidades altas otra de las condiciones desfavorables es la prioridad de la planta en desarrollar sus órganos de crecimiento (panoja, espiga) principales problemas que generan estrés que como consecuencia la espiga no recepta la cantidad necesaria de fotoasimilados para el llenado de granos.

En muchos casos una buena cosecha se basa en la amplitud del área foliar la cual están relacionada directamente en la eficiencia fotosintética, desarrollada durante en la etapa de la inflorescencia femenina indicando el número de granos que se obtendrán por planta (Razquin et al., 2017).

Las distancias de siembra en el Ecuador varían de acuerdo a la región debido a que influye significativamente su periodo fenológico en el cultivo, en el litoral el periodo va desde la siembra hasta la cosecha y tarda menos que en la región andina dado por las condiciones edafoclimáticas de cada una.

El objetivo del trabajo fue evaluar varios sistemas de siembra de alta densidad y determinar cuál desarrolla la mayor producción, como solución a los bajos rendimientos del cultivo que se presentan en nuestro entorno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se inició el 26 de julio de 2021 y finalizó el 20 de enero de 2022 en la Granja Experimental “Santa Inés”, ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, en el área de Fitomejoramiento.

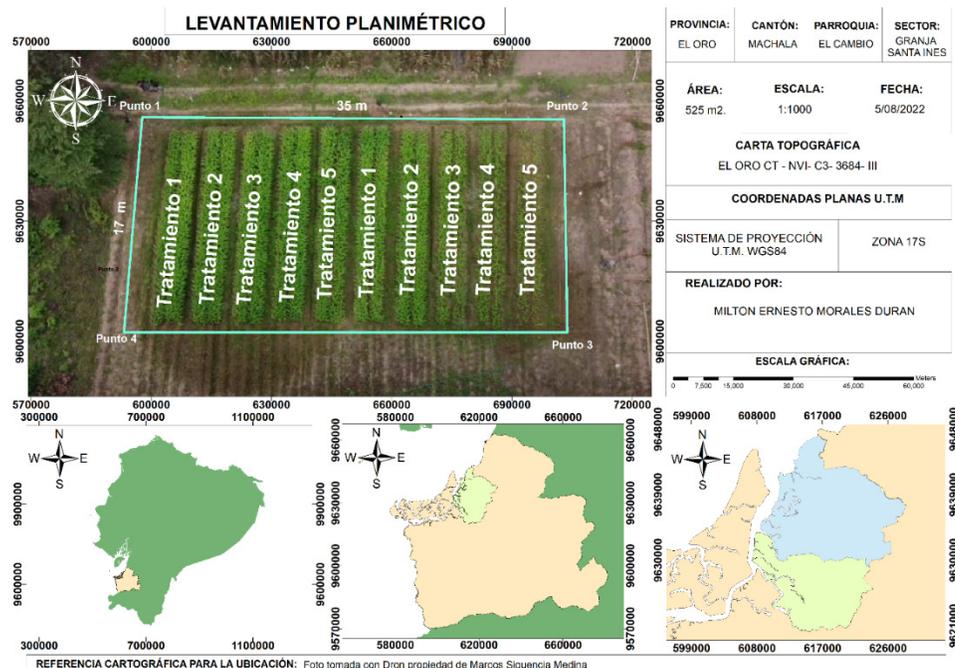


Figura 1. Ubicación y diseño experimental del área de estudio

Los materiales utilizados en el experimento fueron los siguientes:

Productos utilizados: Se utilizaron varios fitoreguladores: Enerplant y Newgibb; fertilizantes como Azutek y finalmente microorganismos (*Trichoderma*).

Material genético: Se utilizó un híbrido de alto rendimiento que se adapta a la zona como lo es el denominado "ADV 9735" de la empresa ADVANTA. Moreira, (2019) expresa que entre sus principales características del híbrido

están: periodo hasta su senescencia (125 días), altura de la planta (240 cm) emergencia de (5-10 días), florecimiento (59 días), cosecha DDS (120-140 días), presenta un grano semi cristalino con color amarillo-naranja, resistente al acame en tallo y raíz, presenta tolerancia media a enfermedades.

Tratamientos: La investigación ocupó un área de 525 en la cual se establecieron los tratamientos con dos repeticiones en cada uno en campo como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos estudiados

VARIEDAD	"Híbrido ADV 9735"				
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
Distancia. /planta	8 cm	10cm	12 cm	15 cm	20 cm
Distancia. /fila	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm
Plantas/ ha-1	625.000	500.000	416.667	333.333	250.000
Rendimiento t/ ha-1	19.05	19.3	21.7	22.33	13.89

En la tabla 1 nos muestra la cantidad de plantas necesarias para el experimento va en función de las distancias entre plantas por el número de filas por lo cual se lo llevó a total por hectárea con la finalidad de determinar cuál es la de mayor producción.

Según Díaz et al., (2009) el rendimiento del cultivo se determina de la siguiente manera:

$$RU = \frac{RA(100 - HA)}{100 - HD} \times \frac{10.000}{AU}$$

Donde:

RU= Rendimiento por Hectárea (kg).

RA= Rendimiento actual (kg).

HA= Humedad actual (%).

HD= Humedad deseada (%).

AU= Área útil ()

Actividades desarrolladas para el manejo y condición del estudio:

Preparación del área experimental: Se realizó en el área de fitomejoramiento predio perteneciente a la Granja Experimental "Santa Inés", cuyas condiciones eran idóneas, para el experimento se eligió un área de 35 m de longitud x 15 m de ancho (525 en la cual se procedió a remover el suelo en camas de 2.10 m de ancho por 15 m de largo con una separación entre ellas de 0.80 m.

La siembra se la efectuó manualmente dentro de la cama de 2.10 m de ancho en la cual se estableció 8 filas en total, donde cada 4 filas se dejó 60 cm de separación con la finalidad de que no se dificulte el control de malezas y la entrada para aplicación de productos durante las fases de crecimiento y desarrollo del cultivo.

Manejo Agronómico

Siembra: Se realizó manualmente según las distancias antes mencionadas en cada tratamiento a una profundidad no mayor a 5 cm con la finalidad de que su germinación sea lo más homogénea posible.

Control de malezas: Se realizó manualmente en sus primeras fases fenológicas, debido a la fragilidad y densidad de siembra que presentaba el cultivo, ya que en su mayoría la maleza presente en el predio fue el coquito (*Cyperus rotundus*), la cual es muy invasiva por su veloz reproducción por lo que con la debida atención acompañado de un control constante se la puede combatir hasta que las plantas presenten una altura considerable con el fin de evitar competencias nutricionales.

Aplicación de Bioestimulantes: Los principales fueron Enerplant cuya principal función fue la estimulación durante las primeras etapas fenológicas del cultivo.

Aplicaciones edáficas: Las aplicaciones edáficas se dividió 4 etapas, donde se aplicó fertilizante completo (NPK) en dosis de 10 g por planta, complementado con Biochar en la primera y tercera etapas, con dosis de 2 y 4 g en cada cultivar de maíz respectivamente.

Cosecha: Se procedió a la recolección de las mazorcas, se tomaron 15 mazorcas por tratamiento.

Variables evaluadas: Las variables que se midieron están comprendidas únicamente en la etapa de cosecha y postcosecha del cultivo.

1. Disposición de hileras (Dhi): Se valoró la disposición en la que están distribuidas los granos a lo largo de la mazorca, es decir si el conjunto de granos está: regulares (1), irregulares (2), rectos (3) o en espiral (4) según sus caracteres se le asignará un número ya que es una variable cualitativa. Fig. 2

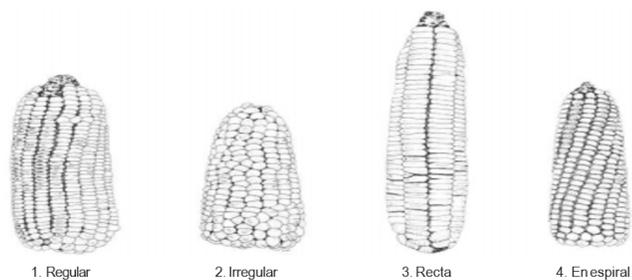


Figura 2. Disposición de las hileras de maíz

http://archivecprg.cgiar.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/104_Descriptors_for_maize.Descriptores_para_maiz.Descripteurs_pour_le_mais-cache=1415188810.pdf

2. **Daños a la mazorca (Dma):** Se evaluó de acuerdo al área total que ha sido afectada ya sea por gusanos, pájaros o por pudrición la cual se ha expresado en ninguno (0), poco (3) o grave (7) según sus caracteres se le asignará un número ya que es una variable cualitativa.
3. **Peso de mazorca (Pmz):** Se pesó la mazorca sin su cobertura cuyos valores son expresados en gramos (g).
4. **Largo de mazorca (Lma):** Se midió desde la base hasta el corazón a lo alto, es decir la longitud expresada en milímetros (mm).
5. **Diámetro mazorca (Dim):** Se obtuvo a través del uso de un calibrador o pie de rey digital, se tomó en la parte central de la mazorca y se expresó en milímetros (mm).
6. **Peso de Marlo (PeMa):** El marlo es comúnmente conocido en nuestro medio como "tusa" el cual es el soporte de todos los granos de maíz, se obtiene al desgranar la mazorca y su valor es expresado en gramos (g).

7. **Diámetro de Marlo (DMar):** Se obtuvo mediante el uso del calibrador al medir el ancho del mismo, su valor en milímetros (mm).
8. **Diámetro de raquis (DR):** El raquis, ubicado debajo de la mazorca, la parte central (corazón) cuyo valor expresa en milímetros (mm).
9. **Humedad del grano (Hum):** Se obtuvo mediante el uso de un equipo llamado Samap 40 el cual nos permite conocer el resultado de la variable, cuyo valor está expresado en porcentaje.
10. **Volumen de 100 semillas (Vcs):** Se utilizó una probeta en la cual se llenó un volumen inicial de 50 centímetros cúbicos, posteriormente se añadieron las semillas y sacando las diferencias de volúmenes se obtuvieron los datos de cada uno de los tratamientos expresados en mililitros (ml).
11. **Peso de 100 semillas (Pcs):** Se realizó el conteo de 100 granos de cada tratamiento con uso de una balanza gramera, los valores están expresados en gramos (g).
12. **Peso de granos por mazorca (Pgm):** Se obtuvo de la resta entre el peso de la mazorca y peso del raquis, los valores están expresados en gramos (g).
13. **Producción (Pro):** Se obtuvo multiplicando el peso de granos por mazorca con el número de plantas por hectárea y finalmente dividido para 1000, los resultados están expresados en kg/.

Las variables evaluadas en los tratamientos fueron extraídas de Descriptores de CIMMYT (IBPGR, 1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANOVA de un factor (Tabla 2), nos muestran las variables analizadas, se aprecia existe significancia en función p-valor (0.05) en la mayoría de las variables como se observa en la tabla 2. Principalmente en las variables relacionadas con el rendimiento agrícola; Peso de mazorca (Pmz), Largo de mazorca (Lma), Diámetro mazorca (Dim) y Peso del marlo (PeMa).

Tabla 2. Resultados de las pruebas de Tukey de las variables estudiadas

Tratamiento	Dhi	Dma	Pmz	Lma	Dim	PeMa	DMar	DR	Hum	Vcs	Pcs
T1	1.55a	1.02a	38.21a	84.61a	35.02a	6.45a	21.09a	11.90a	17.41a	13.87a	15.5a
T2	1.54a	0.77a	47.29a	94.18a	37.28ab	7.31ab	21.47ab	12.25a	16.96a	13.87a	16.12a
T3	1.85ab	0.95a	64.62ab	109.97a	38.33b	10.97ab	22.85ab	13.57a	16.4a	14.62a	16.37a
T4	2.10b	1.10a	81.9b	119.78a	39.90b	12.77b	23.46b	13.99a	16.63a	14.87a	17.25a
T5	2.15b	0.65a	68.63ab	118.32a	38.89b	11.42ab	22.51ab	13.42a	16.47a	14.5a	17.00a
F	5.27	1.54	4.55	2.76	7.38	3.39	3.31	2.99	1.31	0.84	0.97
Significancia	.002	.211	.005	.043	.000	.019	.021	.032	.284	.507	.433

El resultado del análisis de Tukey en la variable peso de mazorca (Pmz) mostró en el subconjunto “a” tuvo un valor bajo en su media con respecto a los demás subconjuntos “b” y “ab”, lo que demuestra que el T4 con un valor de 119.78 g es superior al T1 con un promedio de 38.21 g, cómo podemos observar en la tabla 3.

En la prueba de Tukey para la variable longitud de mazorca (Lma) todos los tratamientos están dentro del subconjunto “a” donde el T4 con una media de 119.78 mm, a diferencia de los demás (T2, T3 y T5), el T1 con un valor de 84.61 mm es el más bajo.

Según la prueba de Tukey en la variable Diámetro de mazorca (Dim) demuestra que el subconjunto “a” presentó la media más baja que corresponde al T1 con un valor de 35.02 mm, mientras que el T2 con un promedio de 37.28 mm está presente en “ab” y finalmente los tratamientos T3, T4 Y T5 se encuentran dentro de “b” donde destaca el T4 con una media de 39.90 mm como el mejor.

En la variable Peso del marlo (PeMa) como indicó la prueba de Tukey en el subconjunto “a” los tratamientos que prevalecen son el T1 con la media más baja de 6.45 g, mientras que el T2, T3 y T5 están en “ab”, finalmente está el T4 con el promedio de 12.77 g como el mejor.

Los resultados de la prueba de Duncan nos muestran las variables analizadas, apreciándose significancia en función p-valor (0.05) en la variable peso de granos por mazorca (Pgm), sin embargo, en la variable de producción (Pro), donde a pesar de que no existe significancia entre los tratamientos agrónomicamente si la hay al momento de determinar su rendimiento como se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de las pruebas de Duncan

Tratamiento	Pgm	Pro
T1 (625.000)	31.74a	19,842.70ab
T2 (500.000)	39.97ab	19,988.83ab
T3 (416.667)	53.64bc	22,353.83b
T4 (333.333)	69.13c	23,044.75b
T5 (250.000)	57.21bc	14,303.84a
F	4.65	1.78
Sig.	.004	.154

En la variable peso de granos por mazorca según Duncan mostró en el subconjunto “a” con un valor de 31.74 g como la media más baja perteneciente al T1, en relación a los demás subconjuntos “ab”, “bc” y finalmente “c” con T4 cuyo promedio de 69.13 g, estableciéndose que es superior a los demás tratamientos estudiados.

El análisis de Duncan indica en la variable producción que el subconjunto “b” compuesto por el T4 con el promedio de 23,303.84 kg/ es superior a los demás tratamientos de los subconjuntos “ab” y “a” este último cuenta con el T5 cuyo promedio es de 14,303.84 kg/como el más bajo de todos.

Disposición de hileras (Dhi): En los resultados obtenidos se demuestra que el T2 obtuvo un promedio de 71.67%, seguido del T1 con una media de 70% presentando una diferencia significativa entre los demás tratamientos, es decir representan ampliamente una dominancia las disposiciones regulares y rectas, en cuanto al T5 con una media de 44.17% con la cual se demuestra que la distancia de siembra influye significativa en la variable estudiada. Los resultados obtenidos en la variable mencionada coinciden con Fuentes et al., (2022), concluyó que las diferencias estadísticas en cuanto a esta variable presentan en su mayoría como caracteres regulares con un 40%, mientras en la presente investigación concuerda en la predominancia de regulares en su mayoría, sin embargo, discrepa en la característica rectos que se dio irregulares con un 35% en la investigación del autor.

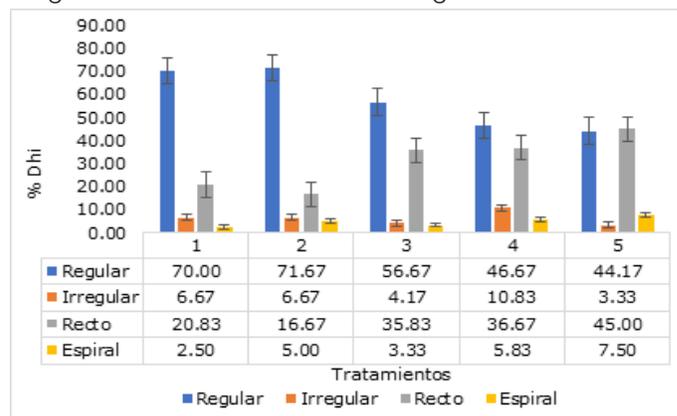


Figura 3. Porcentajes de disposición de hileras en la mazorca (Dhi)

Daños a la mazorca (Dma): El T4 con una media de 65.83% en la escala “ninguno” y 33.33% en “poco” es el tratamiento con el menor índice de daño con respecto al T5 que un promedio de 78.33%, indicándonos que las mazorcas sufren mayores daños por parte de plagas y enfermedades en distancias estrechas ya que presentan condiciones favorables para su supervivencia (Medina et al., 2020).

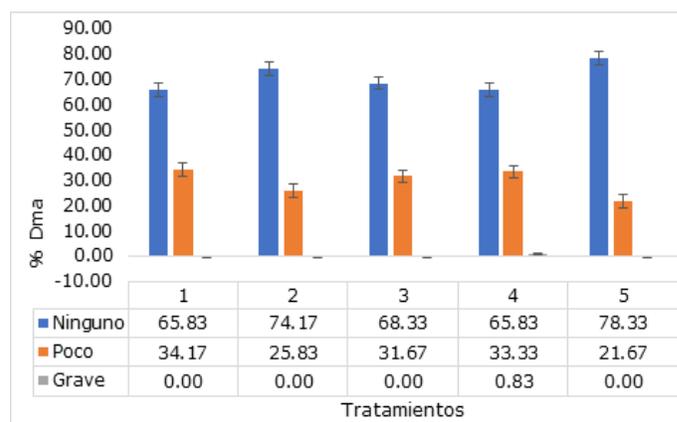


Figura 4. Medias y cuartiles para daños a la mazorca (Dma)

Peso de mazorca (Pmz): El T4 con la media más alta de 81.90 g con respecto al T1 que presentó 38.21 g con lo cual podemos deducir que hay una diferencia significativa en esta variable analizada. El peso de la mazorca tiene relación directa con el llenado de los granos y el crecimiento de cada uno, principalmente en la etapa de floración como lo señala Cerliani et al., (2018). Esta teoría es similar a la planteada por Pérez et al., (2013) donde manifiesta que el aumento en el peso de las semillas está en función del crecimiento y acumulación de fotoasimilados durante el florecimiento, tomando en cuenta que la producción depende de la eficiencia del llenado del grano.

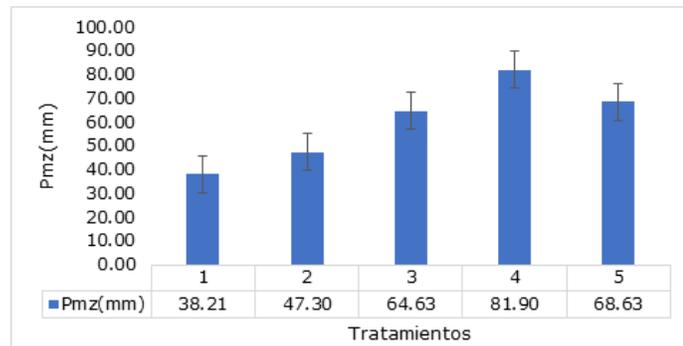


Figura 5. Medias y cuartiles para peso de mazorca (Pmz)

Largo de mazorca (Lmz): El T1 con una media de 84.61 mm con respecto al T4 con un promedio de 119.78 mm presentó una diferencia significativa. Según Rivas et al., (2018) demostró en su investigación que los resultados no mostraron valores muy diferenciados entre sus tratamientos evaluados con lo cual definen que dependen de la longitud de la mazorca el número de granos. Sin embargo, Matheus, (2004), expresa que esto se debe en gran parte a la disponibilidad de nutrientes disponibles, aplicados directamente al suelo principalmente el Nitrógeno cuya principal función es la de producir biomasa.

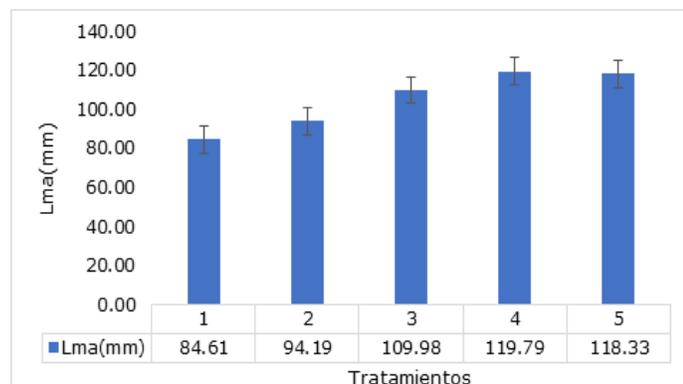


Figura 6. Medias y cuartiles para largo de mazorca (Lma)

Diámetro de mazorca (DMar): Según Guamán et al., (2020) en su investigación las variables estudiadas como diámetro, longitud y peso influyen de una manera significativa sobre la producción final de la cosecha en cuanto se refiere al diámetro que dependientemente de un llenado eficiente alcanza un óptimo rendimiento en el cultivo. El T4 presentó una media de 39.90 mm con respecto a las demás como el T1 con un valor medio de 35.02 mm cuyo valor es el más bajo demostrando así que no hay una

diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a la medición de esta variable.

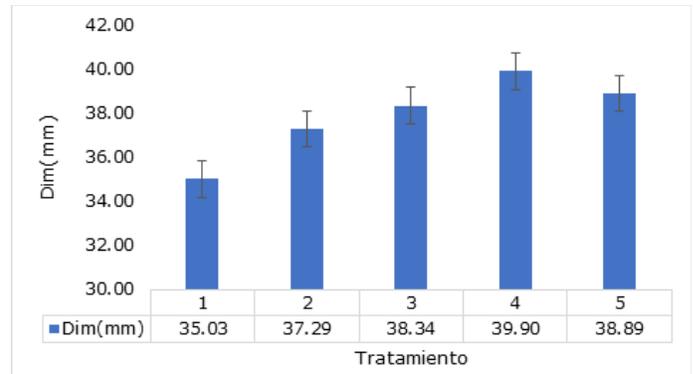


Figura 7. Medias y cuartiles para diámetro mazorca (Dim)

Peso de marlo (PeMa): El peso fue mayor en el T4 con una media de 12.77 g seguido por el T5 con 11.42 g y el T3 con un promedio de 10.97 g respecto a los demás que presentan medias inferiores a 8 g por lo que podemos decir que si hay una diferencia significativa en cuanto al peso del marlo. Socarras et al., (2017) describe en la investigación que realizó en la cual el peso del marlo de los tratamientos que tomó en cuenta para la evaluación no tuvo ninguna diferencia significativa debido a que presentaron resultados similares.

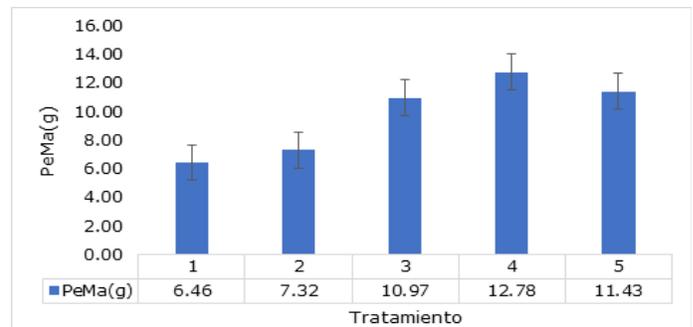


Figura 8. Medias y cuartiles para peso de Marlo (PeMa)

Diámetro marlo (DMar): El T4 obtuvo una media de 23.47 cm, mientras que el T1 un promedio de 21.10 cm, nos indica que si hubo diferencia significativa en la variable diámetro de marlo. (Quispe, 2020) menciona que el diámetro de marlo tiene relación directa con el número de hileras de granos, junto con las variables de longitud y peso no tienen significancia entre los resultados de sus tratamientos estudiados.

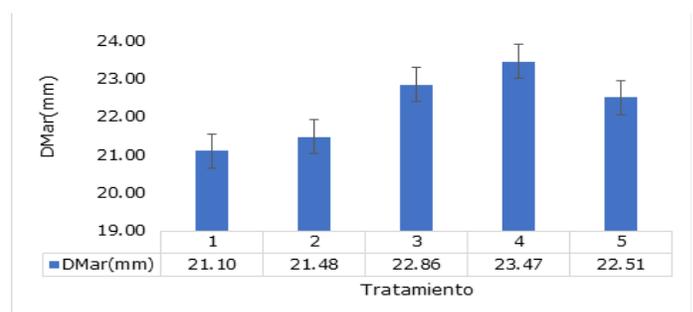


Figura 9. Medias y cuartiles para diámetro Marlo (DMar)

Diámetro raquis (DR): El T4 obtuvo una media de 13.99 mm, mientras que el T1 obtuvo un promedio de 11.90 mm que nos indica que hubo diferencia significativa en la variable diámetro de raquis, lo cual discrepa con lo señalado con Fuentes., (2022) quien menciona en su investigación con altas densidades de siembra en maíz, la variable diámetro de raquis obtuvo una media de 11.6 mm sin presentar diferencias estadísticas entre sus tratamientos estudiados.

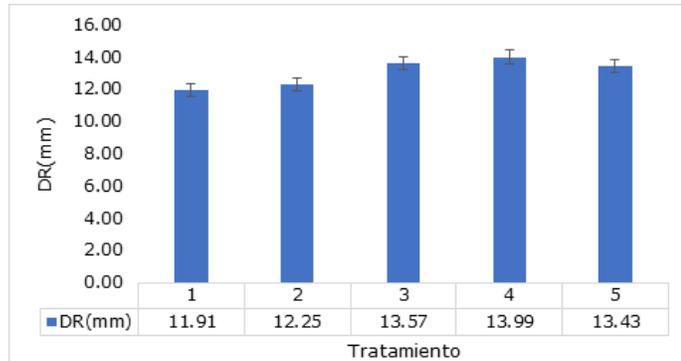


Figura 10. Medias y cuartiles para diámetro raquis (DR)

Humedad del grano (Hum): El T3 obtuvo un promedio de 16.40 %, mientras que la más alta fue el T1 obtuvo una media de 17.41% cuyos valores nos indica que no hay diferencia significativa entre los tratamientos. La humedad del grano está relacionada directamente con el tiempo de floración y maduración de la mazorca, además de que si se almacena con un porcentaje muy alto de humedad se verán afectados por agentes patógenos causando pudrición de los granos y ataque de insectos (Díaz et al., 2009).

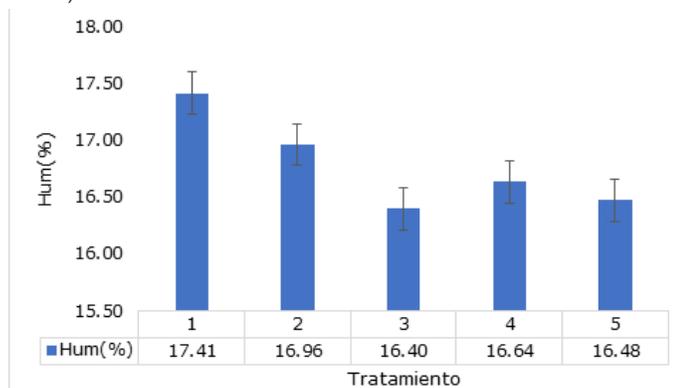


Figura 11. Medias y cuartiles para humedad del grano (Hum)

Volumen de 100 semillas (Vcs): El T4 obtuvo una media de 14.87 ml, mientras que la más baja fue el T1 que obtuvo un valor medio de 13.87 ml cuyos valores nos indica que no hay diferencia significativa entre los tratamientos analizados. Borja & Caviedes (2013), menciona que las condiciones agroclimáticas presentes en el cultivo en el que se desarrolló tienen un gran impacto en las variedades en su producción con lo cual podemos determinar que su volumen en cosecha fue similar al inicio dado que se trata de cultivares híbridas y solo desarrollan F1.

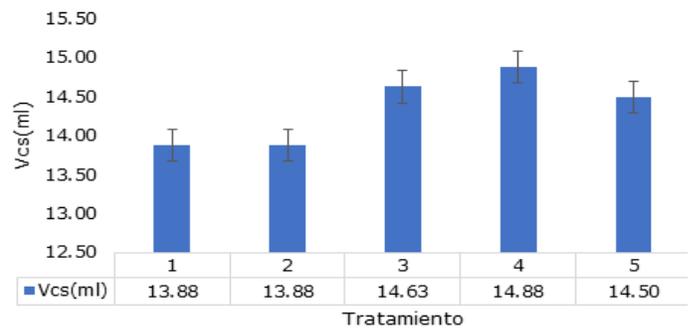


Figura 12. Medias y cuartiles para volumen de 100 semillas (Vcs)

Peso de 100 semillas (Pcs): La media más baja fue registrada en el T1 con 15.50 g mientras que el T4 obtuvo una media de 17.25 g, cuyos valores nos dan a conocer que no existe significancia entre los tratamientos estudiados, sin embargo, agrónomicamente demuestran una diferencia que podemos definir como el mejor tratamiento en esta variable estudiada. Según (Chumpitaz, 2018) menciona que no influye la densidad de siembra en esta variable estudiada, sin embargo, el uso de dosis correctas de minerales con el propósito de el llenado de los granos sea eficiente con el fin de obtener excelente peso. Por otro lado, concluye que se debe únicamente a la variedad, ya que cada híbrido presenta características diversas en la acumulación de nutrientes.

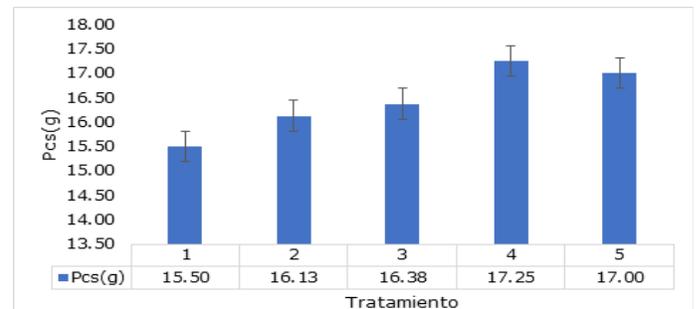


Figura 13. Medias y cuartiles para peso de 100 semillas (Pcs)

Peso de granos por mazorca (Pgm): El promedio más bajo fue el T1 con un valor de 31.74 g, mientras que el T4 obtuvo una media de 69.13 g cuyos valores nos dan a conocer que existe significancia entre los tratamientos estudiados. Autores como Gómez & Rodríguez, (2001) mencionan que el número de mazorcas por hectárea indica que es posible la siembra en altas densidades sin que se vean afectados el rendimiento por asuntos de competencia entre sí, sin embargo, aclara que el principal problema es la proliferación de plagas en las etapas del cultivo por las condiciones favorables que se presentan para ellos. Por otro lado, Pérez et al., (2013) indica que el factor principal está en el correcto llenado y crecimiento de los granos con lo que se determina su peso del mismo. Podemos definir que la producción en el cultivo de maíz está en función del peso de las semillas, mas no en el de la mazorca debido a que el marlo es un componente que interfiere en los valores finales de rendimiento.

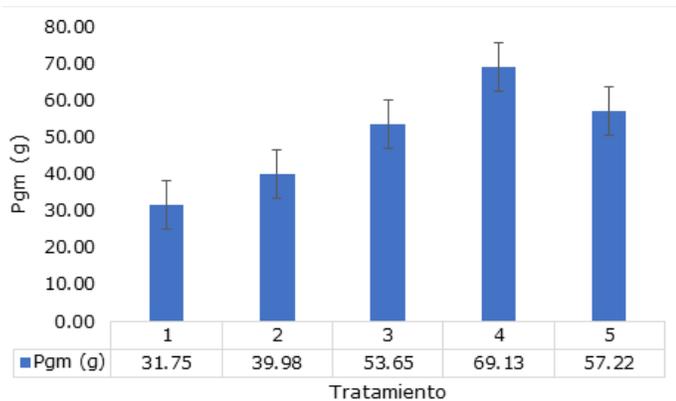


Figura 14. Medias y cuartiles para peso de granos por mazorca (Pgm)

Producción (Pro): El T4 con una media de 23,044.75 kg/ha⁻¹ como la más alta mientras que el T5 presentó el valor más bajo fue el T5 con un promedio de 14,303.84 kg/ha⁻¹, donde se estableció que no hay diferencia significativa entre los tratamientos analizados. Quevedo et al., (2015) determinó que el uso de altas densidades en el cultivo de maíz es rentable como lo demuestra en su investigación donde utilizó varias densidades entre 100,000 a 128,000 plantas/ha⁻¹, donde la mayor producción fue la de 112,500 plantas/ha⁻¹ con un rendimiento de 11,690.97 kg/ha⁻¹, dejando entrever que el uso de este sistema de siembra es muy productivo con el manejo adecuado en todas sus etapas fenológicas.

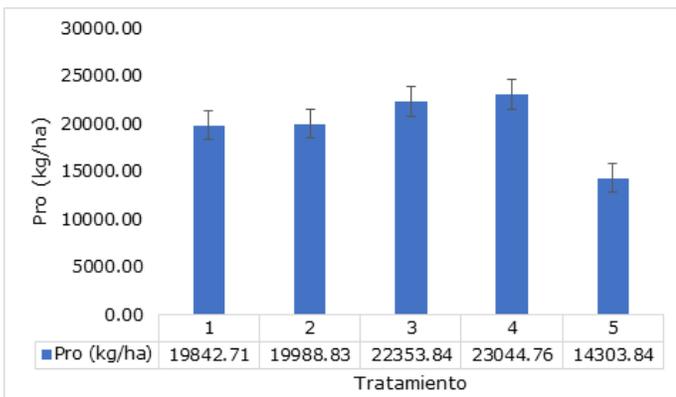


Figura 15. Medias y cuartiles para producción (Pgm)

CONCLUSIONES

El mejor sistema de siembra fue el T4, las variables peso de la mazorca, disposición de hileras, diámetro de mazorca, peso de 100 semillas, volumen de 100 semillas, peso de granos por mazorca y principalmente producción, seguido por el T5 que arrojó el menor valor a la variable daños a la mazorca. Los demás tratamientos (T1, T2 y T3) presentaron similitudes en sus resultados en las variables: peso del marlo, diámetro de marlo, diámetro de raquis y humedad del grano.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Borja, M. J., & Caviedes, M. (2013). Evaluación de dos ciclos de producción de semilla en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) en Tumbaco - Pichincha. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 5(2), 6. <https://doi.org/10.18272/aci.v5i2.143>
- Cerliani, C., Esposito, G. P., Morla, F. D., Balboa, G. R., & Naville, R. A. (2018). Relación Entre La Densidad Óptima Agronómica Y El Número De Granos Por Planta En Maíz (*Zea Mays* L.). *European Scientific Journal*, 14(9), 1857-7881. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n9p29>
- Chumpitaz Quevedo, D. J. (2018). *Densidades de siembra y dos variedades de maíz amarillo duro (Zea mays L.) con abono foliar en la localidad de La Molina*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. <https://doi.org/chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3561/chumpitaz-quevedo-daniel-josue.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Díaz Coronel, G. T., Sabando Ávila, F. A., Zambrano Montes, S., & Vásconez Montúfar, G. H. (2009). Evaluación productiva y calidad del grano de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en dos localidades de la provincia de Los Ríos. *Ciencia y Tecnología*, 2(1), 15-23. <https://doi.org/https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/79/93>
- Fuentes Figueroa, T., Parrales Quimis, A. D., Morán Morán, J., García Cabrera, J., & Gabriel Ortega, J. (2022). Caracterización morfológica y etnobotánica del maíz criollo (*Zea mays* L.) en la comuna Sancán, Ecuador. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 6(2), 101-116. <https://doi.org/https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesciencias/article/view/631/529>
- Gómez, V. O., & 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. [file:///C:/Users/Milton%20Morales/Downloads/Dialnet-ComportamientoAgronomicoDeMaizZeaMaysLTI-poDulceBaj-2221458%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/Milton%20Morales/Downloads/Dialnet-ComportamientoAgronomicoDeMaizZeaMaysLTI-poDulceBaj-2221458%20(6).pdf)
- Guamán Guamán, R. N., Desiderio Vera, T. X., Villavicencio Abril, Á. F., Ulloa Cortázar, S. M., & Romero Salguero, E. J. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, 7(2), 47-56. <https://doi.org/chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/siembra/v7n2/2477-8850-siembra-07-02-0005.pdf>

- IBPGR. (1991). Descriptors for Maize. *International Maize and Wheat Improvement Center*, 86p. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Iglesias Abad, S., Alegre Orihuela, J., Salas Macías, C., & Egúez Moreno, J. (2018). El rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) mejora con el uso del biochar de eucalipto. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 25-32. <https://doi.org/chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v9n1/a03v9n1.pdf>
- Martínez, G., Rey, J., Pargas, R., Guerra, C., Manzanilla, E., & Ramírez, H. (2021). Efecto de sustratos y fuentes orgánicas en la propagación de banano y plátano. *Agronomía Mesoamericana*, 808-822.
- Matheus L., J. (2004). Evaluación agronómica del uso de compost de residuos de la industria azucarera (biofertilizante) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Bioagro*, 16(3), 219-224. https://doi.org/http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-33612004000300009&script=sci_art-text
- Medina-Hoyos, A., Narro-León, L. A., & Chávez-Cabrera, A. (2020). Cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) en zona altoandina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 291-299. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.01>
- Moreira Cortez, B. W. (2019). "Evaluación agronómica de híbridos de maíz (*Zea mays* L.), en la época lluviosa en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos". Ecuador: Quevedo-UTEQ. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3689>
- Pérez López, A. E., Martínez Bustamante, E., Vélez Vargas, L. D., & Cotes Torres, J. M. (2013). Acumulación y Distribución de Fitomasa en el Asocio de Maíz (*Zea mays* L.) y Fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 66(1), 6865-6880. <https://doi.org/chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v66n1/v66n1a04.pdf>
- Pérez Rodríguez, Y., Padrón Padrón, W. R., & Alomá Oramas, R. M. (2017). Control de *Peregrinus maidis* Ashm. en el cultivo del maíz *Zea mays* L. mediante la utilización de hongos entomopatógeno. *Agroecosistemas*, 5(2), 6-11. <https://doi.org/https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/114/151>
- Quevedo Amaya, Y., Barragan Quijano, E., & Beltran Medina, J. (2015). Efecto de altas densidades de siembra sobre el híbrido de maíz (*Zea mays* L.) Impacto. *Revista Scientia Agroalimentaria*, 2, 18-24. <https://doi.org/http://revistas.ut.edu.co/index.php/scientiaagro/article/view/741/577>
- Quispe Tenorio, J. A. (2020). "Parametros genéticos y respuesta a la seleccion de un compuesto de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm, AYACUCHO" [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Lima. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3993>
- Razquin, C., Maddonn, G., & C. Vega, C. (2017). Estimación no destructiva del área foliar en plantas individuales de maíz (*Zea mays* L.) creciendo en canopeos. *Agriscientia*, 34(1), 27-38. <https://doi.org/chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.scielo.org.ar/pdf/agrisc/v34n1/v34n1a03.pdf>
- Rivas-Jacobo, M. A., Carballo-Carballo, A., Quero-Carrillo, A. R., Hernández-Garay, A., Rojas-García, A. R., & Mendoza-Pedroza, S. I. (2018). Comportamiento de componentes agronómicos y su productividad en híbridos trilineales de maíz forrajero (*Zea mays* L.). *Agro Productividad*, 11(5), 93-99. <https://doi.org/https://mail.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/381/267>
- Sánchez Posligua, J. L. (2017). *Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.), con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces- Ecuador. [Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL]*. Quevedo. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3689>
- Socarras B., J. C., Ortega S., Y. P., Tafur, J. O., & Orozco O., J. A. (2017). Incidencia de biofertilizantes (Tetrabiol y Lactobiol) con abono químico (PO₅, KCl Y Urea) en las variables fotométricas de tres genotipos de maíz (*Zea mays*) (Criollo Mexicano, Híbrido DK 234Y OGM-Pionner 30F35H). *BISTUA REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS*, 15(2), 21-28. <https://doi.org/https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/bistua/article/view/620/582>