

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



**DOSIS DE ESTIÉRCOL DE CUY Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA
PRODUCCIÓN DE *Zea mays* HÍBRIDO DEKALB - 7088 EN TINGO MARÍA**

TESIS

**Para optar el título de
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR
RUBEN TAPULLIMA PIZANGO**

**Asesor
JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO**

**Tingo María – Perú
2024**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA
COMMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 025-2024-FA-UNAS

BACHILLER : RUBEN TAPULLIMA PIZANGO

TÍTULO : "DOSIS DE ESTIERCOL DE CUY Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE *Zea mays* HÍBRIDO DEKALB - 7088 EN TINGO MARÍA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL : Ing. M.Sc. JIMMY ALCIDES OCAÑA REYES

ASESOR : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 18/12/2024

HORA DE SUSTENTACIÓN : 09:00 A.M.

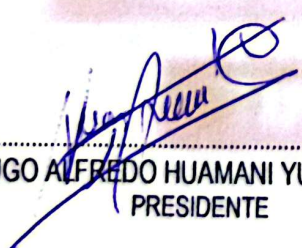
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala de Audiovisuales de la F.A.


CALIFICATIVO : MUJ BUENO

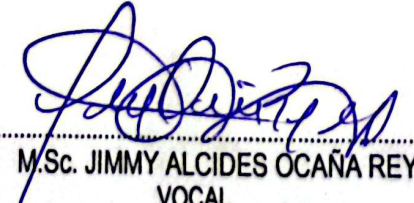
RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 18 DE DICIEMBRE DEL 2024


.....
Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
PRESIDENTE


.....
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL


.....
M.Sc. JIMMY ALCIDES OCAÑA REYES
VOCAL


.....
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
ASESOR



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 238 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un Índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

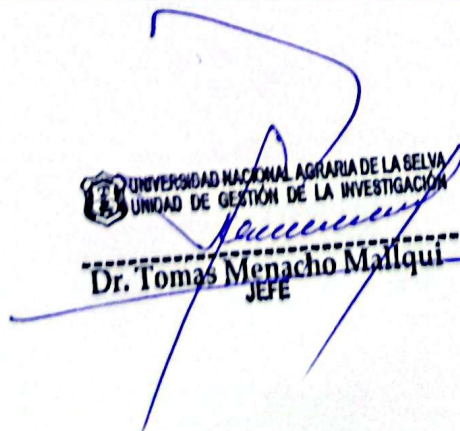
Agronomía

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
DOSIS DE ESTIÉRCOL DE CUY Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE Zea mayss HÍBRIDO DEKALB - 7088 EN TINGO MARÍA	RUBEN TAPULLIMA PIZANGO	18 % Dieciocho

Tingo María, 16 de julio de 2025


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomás Menacho Mallqui
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



**Dosis de estiércol de cuy y densidades de siembra en la producción de *Zea mays* híbrido
DEKALB - 7088 en Tingo María**

Autor : Ruben Tapullima Pizango

Asesor : Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano

Área de investigación : Suelos y Fertilizantes

Línea de investigación : Fertilidad, clasificación, biología, manejo y recuperación de suelos

Eje temático : Abonos orgánicos en maíz

Lugar de ejecución : Caserío Inti, distrito Mariano Dámaso Beraún - Las Palmas

Duración del trabajo : 10 meses

Financiamiento : S/. 9 304,80

Tingo María, Perú. Mayo, 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
VICERRECTOR DE INVESTIGACION
Instituto de Investigación
Unidad de Gestión de la Investigación

**FORMATO PARA REGISTRAR LA TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
UNIVERSITARIO**

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Agronomía

Escuela profesional : Agronomía

Departamento académico : Ciencias agrarias

Título de tesis : Dosis de estiércol de cuy y densidades de siembra en la producción de *Zea mays* híbrido DEKALB - 7088 en Tingo María

Objetivo general : Evaluar el efecto de diferentes dosis de estiércol de cuy y distintas densidades de siembra en el rendimiento y calidad del maíz híbrido Dekalb-7088 en Tingo María

Autor : Ruben Tapullima Pizango

DNI : 45474011

Correo electrónico : ruben.tapullima@unas.edu.pe

Asesor de tesis : Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano

Área de investigación : Suelos y fertilizantes

Grupo de investigación : Recuperación y manejo de suelos degradados y contaminados - RYMSDYC

Línea de investigación : Fertilidad, clasificación, biología, manejo y recuperación de suelos

Lugar de ejecución : Caserío Inti, distrito Mariano Dámaso Beraún - Las Palmas

Fecha de inicio : Agosto del 2022

Fecha de finalización : Mayo del 2023

Presupuesto : S/. 9 304,80

Financiamiento : Propio (x) FIF () Externo ()

Según: Resolución: N° 461-2023-R-UNAS y Resolución: N° 295-2023-R-UNAS

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por guiarme y darme fuerza y sabiduría para completar mi carrera universitaria con éxito.

Estoy muy agradecido con mis padres Oswaldo Tapullima Inuma y Maria Diacelina Pizango Tuanama por su constante apoyo y amor, han sido mi protección y guía, enseñándome valores que han sido fundamentales en mi desarrollo, su dedicación y amor siempre me han inspirado.

Quiero expresar mi agradecimiento a todos mis familiares, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido fundamentales en mi vida en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María, en especial a los destacados profesores de la Facultad de Agronomía, cuya dedicación y compromiso han sido la fuente de las enseñanzas que han fortalecido mi formación profesional, proporcionándome una base sólida para enfrentar los desafíos de mi carrera.
- A mi asesor, el Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano, por su apoyo constante y valiosos consejos que fueron cruciales en la culminación de este trabajo de investigación. Su aporte académico y científico ha elevado la calidad de mi investigación, contribuyendo significativamente a mi crecimiento académico.
- Mi gratitud al presidente del jurado Dr. Hugo Alfredo Huamani Yupanqui, así como a los distinguidos miembros del jurado, M.Sc Ocaña Reyes, Jimmy Alcides y Ing. Carlos Miguel Miranda Armas por su respaldo y valiosas sugerencias que han mejorado notablemente la presentación y contenido de mi informe de investigación. Su experiencia y perspectivas enriquecieron este trabajo de manera significativa.
- A la señora Teófila Barrios Franco y al señor Tedy Cárdenas Shupingahua, dueños del terreno donde realicé mi tesis, gracias por su apoyo y confianza.
- A mis queridos amigos por su apoyo incansable y colaboración en la recolección de datos, lo cual fue esencial para la realización de este trabajo. Su respaldo simplificó la tarea y enriqueció mi experiencia académica

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Cultivo de maíz.....	3
2.1.1. Producción en Perú	3
2.1.2. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo	3
2.1.2.1. Suelo	3
2.1.2.2. Clima.....	4
2.1.2.3. Fenología	4
2.1.3. Manejo del cultivo de maíz amarillo duro	4
2.2. Generalidades de las densidades de siembra	5
2.2.1. Importancia de las densidades.....	5
2.2.2. Densidad de siembra del maíz	6
2.2.3. Densidad de siembra para híbridos	7
2.3. Estiércol	7
2.3.1. Generalidades.....	7
2.3.2. Tipos de estiércol	8
2.3.2.1. El estiércol de cuy.....	8
2.3.2.2. Composición química	9
2.3.2.3. Importancia	9
2.4. Investigaciones realizadas	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar de ejecución.....	13
3.1.1. Clima	13
3.1.2. Zona de vida.....	13
3.1.3. Análisis físico químico del suelo	14
3.2. Materiales y metodología	14
3.2.1. Materiales.....	14
3.2.2. Metodología	15
3.2.2.1. Componentes en estudio.....	15
3.2.2.2. Tratamientos en estudio.....	16

3.2.2.3. Diseño experimental	16
3.2.2.4. Análisis estadístico	17
3.2.2.5. Características del campo experimental	17
3.2.2.6. Croquis del experimento	18
3.3. Conducción del experimento	19
3.3.1. Limpieza y muestreo inicial de suelo del terreno experimental.....	19
3.3.2. Demarcación del terreno experimental	19
3.3.3. Ampliación del estiércol de cuy	20
3.3.4. Adquisición y siembra de la semilla	20
3.3.5. Aplicación de NPK	20
3.3.6. Manejo del cultivo	21
3.3.7. Cosecha	21
3.3.8. Secado	21
3.4. Variables evaluadas	21
3.4.1. Biométricas (Altura, diámetro, número de hojas y altura de inserción de la mazorca)	21
3.4.2. Calidad de mazorcas	22
3.4.3. Rendimiento	22
3.4.4. Análisis físico químico del suelo final	22
3.4.5. Análisis de beneficio y costo (B/C)	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1. Características biométricas (Altura de planta, diámetro de tallo, altura de inserción de la mazorca y número de hojas).....	24
4.2. Calidad de mazorcas (peso, longitud y diámetro, número de hileras y número de semillas/hilera)	37
4.3. Rendimiento.....	52
4.4. Análisis físico químico final del suelo	56
4.5. Análisis de beneficio costo (B/C) o índice de rentabilidad	58
V. CONCLUSIONES	61
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	62
VII. REFERENCIAS.....	63
ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Análisis físico químico inicial del suelo	14
2. Descripción de los tratamientos en estudio.	16
3. Modelo del análisis de variancia.	17
4. Resumen del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) de altura de plantas (cm), diámetro de tallo (mm), altura de inserción de la mazorca de maíz (cm) y número de hojas/planta.....	25
5. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) de altura de plantas (cm), diámetro de tallo (mm), altura de mazorca de maíz (cm) y número de hojas/planta, por efecto de dos densidades de siembra y cuatro niveles de estiércol de cuy más cuatro testigos	25
6. Resumen del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) del peso (g), longitud (cm), diámetro (cm), número de hileras y número de semillas/hilera de mazorcas de maíz	40
7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del peso (g), longitud (cm), diámetro (cm), número de hileras y número de semillas/hilera de mazorcas de maíz, por efecto de dos densidades de siembra y cuatro niveles de estiércol de cuy más cuatro testigos	40
8. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) del rendimiento del cultivo de maíz.....	52
9. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del rendimiento del cultivo de maíz (kg/ha)	53
10. Análisis físico químico del suelo después de realizado la cosecha del cultivo de maíz	57
11. Análisis de rentabilidad del cultivo de maíz por efecto de dos densidades de siembra y cuatro niveles de estierco de cuy, más un formula de abonamiento NPK y testigo absoluto.....	59
12. Evaluación de altura de plantas del cultivo de maíz	76
13. Evaluación del diámetro del tallo de plantas del cultivo de maíz	77
14. Evaluación de la altura de mazorcas de plantas del cultivo de maíz.....	78
15. Evaluación del número de hojas/plantas del cultivo de maíz.....	79
16. Evaluación del peso de mazorcas del cultivo de maíz	80
17. Evaluación de la longitud de mazorcas del cultivo de maíz	81
18. Evaluación del diámetro de mazorcas del cultivo de maíz	82
19. Evaluación del número de hileras de mazorcas del cultivo de maíz	83
20. Evaluación del número de semillas/hilera del cultivo de maíz	84
21. Evaluación del peso de semillas del cultivo de maíz	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Páginas
1. Imagen satelital del campo experimental (Google Eart, 2024).	13
2. Croquis del experimento	18
3. Croquis de las dos densidades de siembra de cada parcela de un tratamiento.....	19
4. Altura de plantas en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto	27
5. Líneas de tendencia del crecimiento de la altura de plantas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy	28
6. Diámetro del tallo de plantas de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto.....	29
7. Líneas de tendencia del diámetro del tallo de plantas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy	30
8. Número de hojas/planta de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto.....	33
9. Líneas de tendencia del número de hojas/planta de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy	34
10. Altura de inserción de la mazorca de plantas de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto.....	31
11. Líneas de tendencia de la altura de mazorcas de plantas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy	32
12. Peso de mazorcas de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto.....	42
13. Líneas de tendencia del peso de mazorcas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy	43
14. Longitud de mazorcas de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto.....	44
15. Líneas de tendencia de la longitud de mazorcas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy	45
16. Diámetro de mazorcas de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto.....	46
17. Líneas de tendencia del diámetro de mazorcas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy	47

18.	Número de hileras/mazorcas de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto.....	48
19.	Líneas de tendencia del número de hileras/mazorcas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy	48
20.	Número de semillas/hileras de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto	49
21.	Líneas de tendencia del número de semillas/hileras de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy	50
22.	Rendimiento del maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto	54
23.	Líneas de tendencia del rendimiento de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy.....	55
24.	Preparación del campo experimental	86
25.	Identificación de bloques y tratamientos.....	86
26.	Aplicación del estiércol de cuy	87
27.	Crecimiento del cultivo de maíz.....	87
28.	Desarrollo de del cultivo de maíz.....	88
29.	Maduración del cultivo de maíz	88
30.	Supervisión del campo experimental: presidente de tesis Dr. Hugo Alfredo Huamani Yupanqui, jurado Ing. Carlos Miguel Miranda Armas y Asesor Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano	89
31.	Densidad de siembra de 0,35 m x 0,80 m con	89
32.	Densidad de siembra de 0,40 m x 0,80 m con	90
33.	Supervisión de la tesis: presidente de tesis Dr. Hugo A. Huamani Yupanqui, jurado Ing. Carlos M. Miranda Armas y Asesor Dr. José W. Zavala Solórzano	90
34.	Análisis físico químico inicial del suelo	91
35.	Análisis físico químico final del suelo	92

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el centro poblado de Inti, Las Palmas, distrito Mariano Dámaso Beraun, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Las coordenadas en UTM fueron 383264 m N, 8971569 m E, con una altitud de 720 msnm. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes dosis de estiércol de cuy y distintas densidades de siembra en el rendimiento y calidad del maíz híbrido Dekalb-7088 en Tingo María. Se utilizaron dosis de estiércol de cuy que varían de 20 a 50 t/ha, con densidades de siembra de 0,40 m x 0,80 m y 0,35 m x 0,80 m, resultando en 62,500 y 71,429 plantas, además de los tratamientos con estiércol de cuy, se incluyeron tratamientos testigo: Testigo 1 y Testigo 2 recibieron fertilización con NPK, mientras que Testigo 3 y Testigo 4 fueron absolutos. Para el análisis estadístico, se utilizó el software InfoStat en español y prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$). Los resultados muestran que los tratamientos T₈ (50 t/ha de estiércol de cuy) y T₇ (40 t/ha de estiércol de cuy), ambos con una densidad de siembra de 0,35 m x 0,80 m, mostraron los mejores resultados en altura de planta, diámetro de tallo, altura de inserción de la mazorca y número de hojas del maíz híbrido Dekalb-7088, destacando la efectividad del uso de estiércol de cuy en su desarrollo biométrico, estos tratamientos lograron los mejores resultados en peso de mazorcas (161,92 g y 152,34 g), longitud (15,29 cm y 14,74 cm), diámetro (4,55 cm y 4,51 cm) y número de semillas por hilera (39,75 y 37,00), con rendimientos de 8271,79 y 7770,12 kg/ha, además, la mayor cantidad de estiércol de cuy mejoró el pH, la materia orgánica y los nutrientes del suelo. Sin embargo, los tratamientos con altas cantidades de estiércol de cuy resultaron en pérdidas significativas debido a sus costos elevados, mientras que el uso de NPK (T₁₀ y T₉) mostró mayor rentabilidad, con índices de 0,88 y 0,44.

Palabras claves: Biométricos, calidad, propiedades del suelo, rentabilidad

The Dose of Guinea Pig Manure and the Planting Densities for the Production of the Dekalb – 7088 Hybrid of *Zea mays* in Tingo Maria

ABSTRACT

The present research work was carried out in the town of Inti, Las Palmas in the Mariano Damaso Beraun district of the Leoncio Prado province in the Huánuco region [of Peru]. The coordinates were 383264 m N [and] 8971569 m E, with an altitude of 720 masl. The objective was to evaluate the effect of different doses of guinea pig manure and distinct planting densities on the yield and quality of the Dekalb-7088 corn hybrid in Tingo Maria. Two doses of guinea pig manure were used, which varied between 20 and 50 t/ac, with planting densities of 0,40 m x 0,80 m and 0,35 m x 0,80 m, resulting in 62 500 and 71 429 plants; moreover, for the treatment with the guinea pig manure, it included control treatments: control 1 and control 2 received NPK fertilizers, meanwhile, control 3 and control 4 were absolutes. For the statistical analysis, Infostat software in Spanish and the Duncan test ($\alpha = 0,05$) were used. The results revealed that treatments T₈ (50 t/ac of guinea pig manure) and T₇ (40 t/ac of guinea pig manure), both with a planting density of 0,35 m x 0,80 m, had the best results in plant height, stalk diameter, cob insertion height, and number of leaves for the Dekalb-7088 corn hybrid; highlighting the effectiveness of the use of guinea pig manure in the biometric development, these treatments achieved the best results for cob weight (161,92 g and 152,34 g), length (15,29 cm and 14,74 cm), diameter (4,55 cm and 4,51 cm) and number of grains per row (39,75 and 37,00), with yields of 8271,79 and 7 770,12 kg/ac. Moreover, the greatest quantity of guinea pig manure improved the pH, organic matter and the nutrients in the soil. However, the treatments with the highest quantities of guinea pig manure resulted in significant losses due to the elevated cost, meanwhile, the use of NPK (T₁₀ y T₉) showed a greater profitability with indices of 0,88 and 0,44.

Keywords: biometrics, quality, soil properties, profitability

I. INTRODUCCIÓN

La producción agrícola ha sido un pilar fundamental para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico en muchas regiones del mundo, en este contexto, el maíz (*Zea mays*) ha destacado como uno de los cultivos más importantes a nivel global, este cereal no solo ha servido como alimento básico para millones de personas, sino que también ha tenido aplicaciones significativas en las industrias alimentaria, ganadera y energética.

Para alcanzar un rendimiento óptimo en la producción de maíz, se ha considerado necesario evaluar varios factores, entre los cuales se incluyen la el abonamiento orgánico y la densidad de siembra, especialmente en suelos residuales donde el rendimiento de los cultivos es bajo, en este sentido, el estiércol de cuy, un subproducto generado por estos roedores, ha sido reconocido por su alto valor como fertilizante orgánico. Este estiércol ha sido apreciado por su contenido de nutrientes esenciales para las plantas, como nitrógeno, fósforo y potasio, además, ha contribuido a mejorar la estructura del suelo y a promover la actividad microbiana, sin embargo, la efectividad del estiércol de cuy puede variar dependiendo de varios factores, incluyendo la dosis aplicada.

Por otro lado, la densidad de siembra ha sido un factor crucial que influye en el rendimiento y la calidad del maíz, una densidad inadecuada podría resultar en una competencia excesiva entre las plantas por los recursos disponibles, afectando negativamente el desarrollo y el rendimiento del cultivo.

El presente estudio se enfocó en evaluar el efecto de diferentes dosis de estiércol de cuy y densidades de siembra en la producción del híbrido de maíz Dekalb-7088 en Tingo María, esta investigación buscó contribuir al conocimiento científico sobre prácticas agronómicas sostenibles que pudieran mejorar la productividad y la rentabilidad de los agricultores en esta zona, promoviendo al mismo tiempo el uso de fertilizantes orgánicos y optimizando el manejo del cultivo de maíz.

Hipótesis: al menos una dosis de estiércol de cuy y la variación en las densidades de siembra afectarían significativamente el rendimiento del híbrido de maíz Dekalb-7088 en Tingo María

Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes dosis de estiércol de cuy y distintas densidades de siembra en el rendimiento y calidad del maíz híbrido Dekalb-7088 en Tingo María

Objetivos específicos:

1. Determinar el efecto de diferentes dosis de estiércol de cuy y densidades de siembra de los parámetros biométricos del maíz híbrido Dekalb-7088 en Tingo María.
2. Evaluar el efecto de diferentes dosis de estiércol de cuy y densidades de siembra en la calidad y rendimiento del maíz híbrido Dekalb-7088 en Tingo María.
3. Evaluar el impacto de diferentes dosis de estiércol de cuy y densidad de siembra en las propiedades físicas y químicas del suelo en la región de Tingo María.
4. Determinar el análisis de rentabilidad o beneficio costo de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo de maíz

2.1.1. Producción en Perú

En febrero de 2022, la producción nacional de maíz amarillo duro fue de 102,121 toneladas, lo que representó una disminución del 12,40 % en comparación con el mismo mes del año anterior (2021). Esta reducción se debió a temperaturas superiores a lo normal que afectaron la cosecha del cereal, un insumo principal para la industria de alimentos balanceados. Según el informe técnico del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se registró una menor producción de maíz amarillo duro en las regiones de San Martín (-41,90 %), Áncash (-38,90 %), Lima (-32,30 %), Cusco (-27,70 %), Amazonas (-20,90 %) y Huánuco (-1,70 %). A pesar de esta disminución, estas regiones contribuyeron en conjunto con el 50.90 % de la producción nacional.

En contraste, la producción se incrementó en las regiones de Tumbes (243,50 %), Lambayeque (154,70 %), Moquegua (73,50 %), Ica (56,00 %), La Libertad (26,10 %), Madre de Dios (23,40 %), Pasco (16,40 %), Ucayali (10,70 %), Loreto (5,00 %) y Junín (4,10 %) (AGROPERÚ, 2022).

En el año 2020, se observó que las regiones con mayor área de producción, gracias al uso de tecnología de media a alta con semillas de calidad (híbridos) y la disponibilidad de agua, fueron Lima, Lambayeque, La Libertad, Áncash, Ica y Arequipa. Estas regiones lograron rendimientos promedio de grano de 9 a 10 t/ha, con algunos valles del norte chico superando incluso las 15 t/ha.

En contraste, la producción de maíz en la selva se caracterizó principalmente por el uso de baja tecnología y semillas de baja calidad, con muchas áreas dependientes de las lluvias. Las regiones más importantes en esta área fueron San Martín, Loreto, Amazonas, Ucayali y Huánuco, con rendimientos promedio de 2 a 3 t/ha. Sin embargo, se estimó que en el 15 % del área de producción de la selva se estaban utilizando semillas de calidad (híbridos), lo que ayudó a incrementar los rendimientos hasta 5 t/ha (García, 2020).

2.1.2. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

2.1.2.1. Suelo

Se adapta a una gran diversidad de suelos; sin embargo, para su óptimo desarrollo requiere de suelos profundos y fértiles, de textura franca, estructura granular, bien drenados y con alto contenido de materia orgánica, porque permite un mejor desarrollo del

sistema radicular y evita el acame, favoreciendo la absorción de humedad y disponibilidad de nutrientes, siempre y cuando el pH esté en un rango de 5,50 y 7,80, porque suelos con pH debajo de 5.50 tienen una baja disponibilidad de nutrientes y crean un ambiente tóxico de elementos como aluminio y manganeso (Hidalgo, 2013).

2.1.2.2. Clima

La temperatura óptima para el cultivo de *Zea mays L.* varía entre 20 y 30 °C dependiendo de la etapa de producción, respondiendo favorablemente a la luz y alcanzando altos rendimientos cuando recibe entre 11 y 14 horas de luz diarias. Durante las fases de germinación y floración es fundamental garantizar una adecuada disponibilidad de agua, ya que, en su etapa vegetativa, que dura aproximadamente 120 días, requiere entre 600 y 700 mm de precipitación para asegurar una producción óptima (Hidalgo, 2013).

2.1.2.3. Fenología

La temperatura óptima para el cultivo de *Zea mays L.* varía entre 20 y 30 °C dependiendo de la etapa de producción y responde favorablemente a la luz alcanzando altos rendimientos cuando recibe entre 11 y 14 horas de luz diarias y durante las fases de germinación y floración es fundamental garantizar una adecuada disponibilidad de agua ya que en su etapa vegetativa que dura aproximadamente 120 días requiere entre 600 y 700 mm de precipitación para asegurar una producción óptima (Yzarra et al., 2009).

2.1.3. Manejo del cultivo de maíz amarillo duro

Comienza con la selección de terrenos, luego la siembra y el desarrollo del cultivo, la preparación del terreno es esencial para optimizar la fertilización y asegurar un adecuado acceso de agua y aire, la siembra se realiza en los meses de lluvia, utilizando semillas certificadas y adaptadas a la zona, con buen vigor y poder germinativo para alcanzar altos rendimientos (Hidalgo, 2013). El cultivo requiere fertilización estratégica, con énfasis en elementos móviles como el nitrógeno durante los primeros 30 días, ya que entre los 30 y 60 días es cuando la planta tiene mayor demanda de nutrientes, a los 90 días, se habrá cubierto la mayor parte de las necesidades de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio (Injante y Joyo, 2010), para evitar el acame, se realiza el aporque cuando las plantas alcanzan 0,40 m, acumulando tierra en la base del tallo para proporcionar estabilidad y controlar la humedad (Baltazar, 2014). El control de malezas reduce la competencia por recursos. El desahije asegura uniformidad eliminando las plantas menos vigorosas cuando alcanzan 0,20 m de altura (Baltazar, 2014). La cosecha se realiza al alcanzar la madurez fisiológica de los granos, recolectando manualmente las mazorcas mediante el corte del pedúnculo que las une al tallo (GDEL, 2016).

2.2. Generalidades de las densidades de siembra

Son una parte fundamental de la planificación agrícola y varían según la variedad, las condiciones del suelo y el clima, así como las prácticas agrícolas específicas, en términos generales, la densidad de siembra se refiere a la cantidad de semillas o plantas que se colocan en una unidad de área, como hectáreas o acres (Smith y García, 2018), este aspecto es crucial ya que afecta directamente el rendimiento del cultivo, la competencia entre plantas por los recursos (como agua, nutrientes y luz solar) y la calidad de los productos finales (García et al., 2020), pueden influir en aspectos como la uniformidad de la plantación, el tamaño de las plantas, la resistencia a enfermedades y plagas, y la facilidad de manejo de cultivos (Pérez, 2019), es importante ajustar las densidades de siembra de acuerdo con las condiciones específicas de cada cultivo y las metas de producción del agricultor (Martínez et al., 2021).

2.2.1. Importancia de las densidades

El rendimiento del cultivo es un factor crucial en la agricultura, y la densidad de siembra es una variable clave que puede influir significativamente en este aspecto (Smith et al., 2020), las densidades de siembra óptimas pueden maximizar la producción agrícola al asegurar una distribución uniforme de las plantas en el campo (García et al., 2020), cuando las plantas se siembran a una densidad adecuada, tienen adecuado espacio para crecer y desarrollarse sin competir en exceso por recursos como la luz solar, el agua y los nutrientes del suelo, esto permite que cada planta alcance su máximo potencial de crecimiento y producción de cosecha. Por otro lado, si la densidad de siembra es demasiado mayor, las plantas pueden competir entre sí, lo que resulta en un crecimiento deficiente y una menor producción (Smith et al., 2020), Una distribución uniforme de las plantas en el campo es fundamental para facilitar la gestión de enfermedades y plagas, ya que evita la formación de áreas con densidad excesiva de plantas, las cuales podrían favorecer la propagación de patógenos (Rodríguez et al., 2018). Además, mantener una densidad de siembra adecuada mejora la circulación del aire y permite una mayor penetración de la luz solar, lo que contribuye al desarrollo saludable de las plantas y, en consecuencia, al aumento del rendimiento del cultivo (Gutiérrez y Martínez, 2017).

La densidad de siembra tiene un impacto significativo en la calidad de los productos agrícolas una densidad mayor genera competencia por recursos como agua y nutrientes, lo que resulta en plantas más pequeñas y productos de menor calidad; por el contrario, una densidad menor puede producir productos más grandes, pero puede afectar su uniformidad. Estos aspectos destacan la importancia de establecer una densidad de siembra óptima que garantice un equilibrio entre cantidad y calidad en la producción agrícola (García et al., 2020).

Una densidad de siembra adecuada puede garantizar una distribución uniforme de las plantas en el campo, lo que facilita las operaciones de manejo, como la aplicación de fertilizantes, riego y control de malezas, esto también facilita la mecanización de ciertas tareas agrícolas, lo que puede ahorrar tiempo y costos de mano de obra (Martínez et al., 2021), también puede influir en la resistencia de los cultivos a enfermedades y plagas, un cultivo plantado a una densidad óptima puede tener una mejor circulación de aire y una exposición más uniforme a la luz solar, lo que puede reducir la incidencia de enfermedades fúngicas y plagas que prosperan en condiciones húmedas y sombreadas (García et al., 2020).

2.2.2. Densidad de siembra del maíz

La regularidad en la distribución de las plantas dentro de un área específica influye significativamente en el rendimiento y población de maíz. Se ha comprobado que reducir el distanciamiento entre surcos tiene ventajas limitadas en términos de producción (Injante y Joyo, 2010), al mantener el mismo número de plantas por área, pero minimizando la distancia entre hileras, se logra una mejor distribución espacial entre las plantas. Este arreglo favorece la separación entre las líneas de siembra, mejorando la distribución de raíces y hojas, lo que reduce la competencia interespecífica. Además, optimiza el aprovechamiento del agua y los nutrientes disponibles en el suelo, al tiempo que incrementa la capacidad de interceptación de radiación solar, lo que puede traducirse en un aumento de la productividad del grano de maíz (Alvadi y Nilson, 2005).

La densidad de siembra depende de factores como la fertilidad del suelo, el porcentaje de germinación y las características agronómicas de la variedad. En suelos fértiles con abundantes lluvias, se recomienda una mayor densidad de plantas, mientras que en suelos medianamente pobres con escasas precipitaciones es preferible una densidad menor (Baltazar, 2014). Los híbridos modernos suelen manejar densidades de entre 62,500 y 83,000 plantas/ha, siendo esencial conocer la densidad óptima para cada variedad en función de la zona de cultivo. Por ejemplo, los híbridos simples y mega híbridos pueden alcanzar hasta 70,000 plantas/ha, mientras que para variedades precoces se recomienda una mayor densidad y para variedades tardías una menor (GDEL, 2016).

La densidad de siembra también afecta las propiedades físicas y químicas del suelo. Una cobertura vegetal adecuada reduce la erosión y mejora la retención de humedad, aunque al mismo tiempo intensifica la competencia por recursos como nutrientes y agua (FAO, 2024). Sin embargo, densidades elevadas pueden incrementar la compactación del suelo debido al tránsito de maquinaria y pisoteo, alterando parámetros clave como la densidad aparente y la porosidad, fundamentales para la aireación y la retención hídrica, que son esenciales para el

desarrollo de las raíces (Blanco-Sepúlveda, 2009). Estos factores resaltan la importancia de un manejo adecuado de la densidad de siembra según las características del cultivo, las condiciones del suelo y el clima, para garantizar una producción sostenible y un impacto positivo en la calidad del suelo (Koichoeski, 2022).

2.2.3. Densidad de siembra para híbridos

La densidad de siembra en maíz está determinada por el híbrido y las condiciones del suelo. En suelos con baja capacidad para retener nutrientes y agua, se requieren densidades más bajas. Asimismo, los híbridos con plantas de gran altura y abundante follaje también demandan una menor densidad, ya que incrementar la densidad en estas condiciones puede alargar el tiempo de aparición de la inflorescencia femenina, reduciendo el período óptimo para el llenado de los granos. Por otro lado, densidades superiores a las recomendadas, aunque sean bajo condiciones ambientales favorables, pueden ocasionar plantas sin mazorca (López, 2017).

El rendimiento del maíz está estrechamente relacionado con el número total de plantas por hectárea. Los híbridos modernos, cuando se manejan adecuadamente y con fertilización óptima, tienen la capacidad de adaptarse a altas densidades. Además, se ha observado que la altura de las plantas aumenta cuando se reduce el distanciamiento entre surcos, pero no cuando se reduce el espacio entre golpes. Sin embargo, esta capacidad de desarrollo está condicionada a la fertilidad del suelo y un plan de fertilización eficiente. Para obtener altos rendimientos, es fundamental ajustar la densidad de siembra según la fertilidad del suelo: en suelos pobres, se recomienda un menor número de plantas por hectárea, mientras que, en suelos fértiles, se puede incrementar la densidad (Morales, 2018).

2.3. Estiércol

2.3.1. Generalidades

Llamados abonos orgánicos de origen animal a estiércoles de ganaderías, estiércol, humus de lombriz y los subproductos de origen animal como harinas de sangre, de huesos, pescado, así como harina de plumas. El estiércol lo forman excrementos y orina de animales de ganadería y en cuya composición también aparecen restos de distintos materiales de sus camas, como paja de cereales, etc. El estiércol de aves de corral como gallinas es de los más ricos en nitrógeno (Figuroa et al., 2010). El estiércol en el biol viene a ser parte del componente sólido que tendrá la función de proveer nitrógeno y en menor cantidad fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro al biol. La cantidad de estiércol producido por animal está en función de su especie, peso, alimentación, e incluso etapa de

crecimiento (Cordero, 2010). El guano de isla es una enorme acumulación de excrementos de aves marinas, que son depositados generalmente en el litoral. También con el nombre de estiércol se denomina a los excrementos o estiércol de murciélagos, una materia orgánica ahora en gran auge y al igual que de otras aves muy rico en nitrógeno y fósforo. La cantidad a utilizar de estiércol depende del cultivo, tipo de estiércol y contenido de nutrientes del suelo. En los suelos compactados, arcillosos o arenosos es recomendable aplicar de 2,50 a 3,70 t/ha. En terrenos con suelos francos se necesita la mitad de esas cantidades. Los estiércoles se deberán aplicar mezclándolos bien con la tierra de la capa superficial del terreno a una profundidad no mayor de 20 cm (Cajamarca, 2012).

2.3.2. Tipos de estiércol

Existen diversos tipos de estiércol utilizados en la agricultura y la jardinería, cada uno con características específicas que aportan beneficios únicos al suelo y las plantas. El estiércol de vaca es uno de los más comunes y destaca por su alto contenido en nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, mejorando la estructura del suelo y estimulando el crecimiento vegetal (Smith y García, 2019). De manera similar, el estiércol de caballo, aunque contiene menos semillas de malezas, es valorado por enriquecer la fertilidad del suelo, siendo una opción popular en la jardinería orgánica (García et al., 2020).

El estiércol de pollo, conocido por su alta concentración de nitrógeno y otros nutrientes esenciales, es muy efectivo para mejorar la fertilidad del suelo. No obstante, debido a su elevado contenido de nitrógeno, es necesario un compostaje previo para evitar daños a las plantas (Pérez, 2018). Por otro lado, el estiércol de cerdo, rico en nitrógeno y fósforo, puede ser útil en agricultura, aunque debe manejarse con precaución debido a su fuerte olor y su potencial para acidificar el suelo (Martínez et al., 2021).

El estiércol de cuy, aunque menos común, es una alternativa valiosa, ya que aporta nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. Este tipo de estiércol contribuye significativamente a mejorar la fertilidad del suelo y a promover el desarrollo saludable de las plantas (Martínez y Gómez, 2021). Finalmente, el estiércol de oveja o cabra, con una composición similar al de vaca, pero con menor humedad, es especialmente apreciado en la agricultura orgánica por su capacidad para mejorar la estructura del suelo (González et al., 2020).

2.3.2.1. El estiércol de cuy

Es uno de los estiércoles de mejor calidad, junto con el de caballo, por sus propiedades físicas y químicas, por lo que usualmente es usado por los agricultores como abono directo. En el caso del estiércol de cuy se identifica la facilidad de

recolección en comparación del estiércol de otros animales, puesto que normalmente se los encuentra en galpones, la cantidad de estiércol producido por un cuy es de 2 a 3 kg por cada 100 kg de peso vivo (Cordero, 2010). Según la importancia del estiércol de cuy es su uso en el suelo, ayuda a dar resistencia contra plagas y patógenos debido a que se producen nutrientes que mantiene el suelo sano y mejorando su fertilidad y textura; también incrementa la retención de la humedad y mejora la actividad biológica, no contamina el ambiente y no es toxico, tiene mayor peso por volumen (más materia seca) y permite el aporte de nutrientes (Guamán, 2010).

2.3.2.2. Composición química

Es altamente valorado como fertilizante orgánico debido a su rica composición química, que incluye nutrientes principales como nitrógeno (1,5 a 2,5 %), fósforo (1 a 1,5 %) y potasio (1 a 1,5 %), así como nutrientes secundarios y micronutrientes esenciales como calcio (1,5 %), magnesio (0,3 a 0,5 %), azufre (0,2 %), hierro, zinc, cobre y manganeso en pequeñas cantidades. Además, contiene un 40 a 50 % de materia orgánica, lo que mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención de humedad y nutrientes, con un pH de 6,5 a 7,5, adecuado para la mayoría de los cultivos. Su contenido de carbono es aproximadamente del 30 %, con una relación C/N de 15:1 a 20:1, facilitando una descomposición rápida y eficiente en el suelo. Los beneficios de usar estiércol de cuy incluyen la mejora de la fertilidad del suelo, el aumento de la actividad microbiana, la mejora de la estructura del suelo y la sostenibilidad, al reducir la dependencia de fertilizantes químicos. Es importante compostar adecuadamente el estiércol antes de su aplicación para minimizar la presencia de patógenos y semillas de malezas, y ajustar la dosis según las necesidades específicas del cultivo y las condiciones del suelo, haciendo del estiércol de cuy una excelente opción para incrementar la productividad agrícola de manera sostenible (Perez, 2018; Martínez y Torres, 2019).

2.3.2.3. Importancia

Es altamente valorado en la agricultura debido a su variedad de beneficios y su composición química rica en nutrientes, como fertilizante orgánico, proporciona una fuente natural de nutrientes esenciales para las plantas, incluyendo nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos fundamentales para su crecimiento saludable (Smith y García, 2019). Al ser aplicado al suelo, mejora su estructura, aumenta la retención de agua y nutrientes, y promueve la actividad microbiana beneficiosa, resultando en suelos más fértiles y saludables (Pérez, 2018). Promueve prácticas agrícolas sostenibles al reducir la dependencia de fertilizantes químicos y contribuir a la conservación del medio ambiente (García y López, 2020). Además, su aplicación regular aumenta el rendimiento de los cultivos, mejorando la

productividad agrícola y la calidad de los productos (Martínez et al., 2021). Desempeña un papel crucial en la mejora de las características del suelo debido a sus propiedades beneficiosas y su composición nutritiva (González et al., 2020). Aporta una abundancia de materia orgánica, lo que incrementa la actividad microbiana y la descomposición de residuos vegetales, mejorando así la estructura del suelo y aumentando su porosidad (Martínez y Pérez, 2019). Esta mayor porosidad facilita una mejor infiltración de agua y aire en el suelo, lo que favorece el crecimiento de las raíces de las plantas (Díaz y Gutiérrez, 2018). Además, los nutrientes presentes en el estiércol de cuy son liberados gradualmente durante su descomposición, enriqueciendo el suelo y proporcionando a las plantas los nutrientes esenciales necesarios para un crecimiento saludable (Hernández y Rodríguez, 2021). Esta combinación de materia orgánica y nutrientes mejora la fertilidad del suelo, aumenta su capacidad de retención de agua y nutrientes, y promueve la biodiversidad microbiana, resultando en un suelo más saludable y productivo (Sánchez et al., 2020).

El estiércol de cuy desempeña un papel significativo en el rendimiento del maíz debido a sus propiedades nutritivas y beneficios para el suelo (Martínez y Gómez, 2021). Como una fuente rica en nutrientes esenciales, incluyendo macronutrientes y micronutrientes, el estiércol de cuy provee a las plantas los elementos necesarios para su crecimiento saludable (García et al., 2020). Además, promueve la actividad microbiana en el suelo, acelerando la descomposición de la materia orgánica y la liberación gradual de nutrientes para las plantas (Hernández y Rodríguez, 2019). Esta actividad microbiana contribuye a mantener la salud del suelo y mejora su capacidad para soportar el crecimiento de cultivos (Díaz y López, 2022). Asimismo, la aplicación regular de estiércol de cuy puede ayudar a reducir la erosión del suelo mejorando la estructura y fomenta una cobertura vegetal más densa, especialmente en áreas propensas a este problema, lo que beneficia directamente el rendimiento del maíz (Pérez y Sánchez, 2018).

2.4. Investigaciones realizadas

Cantarero y Martínez (2002) evaluaron tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y fertilizante mineral) en el cultivo de *Zea mays* L. (maíz) variedad NB6. Al final del estudio, concluyeron lo siguiente:

1. Con la aplicación de 124,78 kg/ha del fertilizante mineral 18-46-0 se obtuvieron los mejores resultados en la altura de planta registrada a los 64 días después de la siembra.
2. El mayor número de frutos por planta registrado a los 64 días después de la

siembra se obtuvo con la aplicación de 2303,59 kg/ha de estiércol.

3. Con la aplicación de 249,56 kg/ha del fertilizante mineral se obtuvieron los mejores resultados en número de hileras, número de granos por hilera, largo de la mazorca y peso de 100 g. En cuanto al rendimiento, los mejores resultados se registraron con la aplicación de 2772,84 kg/ha de gallinaza.

4. Para el diámetro de la mazorca, los mejores resultados se registraron con la aplicación de 124,78 kg/ha del fertilizante mineral 18-46-0.

5. Según el análisis económico, el mejor tratamiento fue la aplicación de 2772,84 kg/ha de gallinaza, obteniendo los mejores resultados.

Farfán y Perales (2021) evaluaron el efecto de la fertilización orgánica mineral sobre la producción de *Zea mays* L. (maíz morado) y concluyeron:

1. La adición de fertilizantes orgánicos minerales (estiércol de cuy) aumentó la producción de mazorcas en suelos con fertilidad media a baja.

2. La fertilización orgánica mineral (estiércol de cuy) aumentó el número y peso de mazorcas de maíz morado producidos en una determinada superficie agrícola.

3. La fertilización orgánica mineral (estiércol de cuy) influye en el rendimiento de mazorcas por unidad de área, y las mejores alternativas para cultivar maíz morado son fertilizar con 25 % de abono orgánico más 75 % de NPK, así como con proporciones equilibradas de 50 % de abono orgánico más 50 % de NPK.

4. Las fertilizaciones más rentables para la producción de maíz morado son aquellas con 25 % de abono orgánico más 75 % de NPK ($B/C = 1,90$) y con la fertilización de 50 % de abono orgánico más 50 % de NPK ($B/C = 1,70$).

Pavón y Zapata (2012) compararon tres fertilizantes orgánicos y un combinado en el cultivo de *Zea mays* L. (maíz) y concluyeron:

1. La aplicación de los tres fertilizantes orgánicos (bokashi + biofermento, bokashi + purín de lombrices y purín de lombrices) y un combinado (bokashi + urea) tuvo un efecto significativo en los parámetros de desarrollo y rendimiento del cultivo de *Zea mays* L.

2. Entre los tratamientos evaluados, el tratamiento bokashi + urea obtuvo mayor altura de la planta con 92,13 cm y área foliar de la hoja bandera con 174,20 cm².

3. El tratamiento bokashi + purín de lombrices presentó mayor diámetro del tallo con 17,72 mm y número de hojas con 13,85.

4. El tratamiento bokashi + purín de lombrices presentó el rendimiento más alto con 5 316,36 kg/ha, seguido del tratamiento bokashi + urea con 4 919,80 kg/ha y el tratamiento bokashi + biofermento con 4 868,80 kg/ha, siendo el menor rendimiento el del tratamiento purín

de lombrices con 4437 kg/ha.

5. En la relación costo-beneficio de la producción de *Zea mays* L. bajo tres fertilizantes orgánicos y uno mixto, el tratamiento que presentó mayor ingreso fue el tratamiento purín de lombrices con 1:5,28, seguido por el tratamiento bokashi + urea con ingreso de 1:4,48.

En Tingo María, Baltazar (2014) evaluó la habilidad combinatoria específica de 22 líneas experimentales de *Zea mays* L. (maíz) en la estación experimental de Tulumayo y encontró que el híbrido simple Dekalb-7088 obtuvo el mejor rendimiento en grano (9,70 t/ha), mayor diámetro de mazorca (5,40 cm), mayor número de hileras por mazorca (19) y fue el más precoz (64 y 69 días a la floración masculina y femenina, respectivamente), con un mayor peso de 100 granos de maíz (38,60 g). Asimismo, concluyó que los componentes asociados con el rendimiento, principalmente, el diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca y peso de 100 semillas, contribuyeron más a la mayor productividad de la variedad Dekalb-7088 (testigo) y de varias líneas experimentales.

Morales (2018) evaluó el efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de cuatro híbridos (Atlas 105, Dekalb-7088, Dekalb-7508 y XB 8010) de *Zea mays* L. (maíz) y concluyó que el tratamiento T₃ (Atlas 105 (0,30 x 0,85 m)) alcanzó el máximo rendimiento promedio en grano con 11,05 t/ha, superando estadísticamente al tratamiento T₉ (Dekalb-7508 (0,30 x 0,85 m), que ocupó el segundo lugar con un rendimiento de 10,28 t/ha. El híbrido Atlas 105, en promedio de las densidades, alcanzó el mayor rendimiento en grano con 9,92 t/ha, mayor longitud de mazorca (18,83 cm), mayor peso de 100 granos (36,64 g) y fue el más precoz en días a la floración masculina (62,92 días) y días a la floración femenina (67,17 días). La densidad de siembra de 0,30 x 0,85 m (78432 plantas/ha), en promedio de los híbridos de maíz, causó un mejor efecto en el rendimiento en grano con 9,52 t/ha.

Bernui y Rivero (2016) evaluaron diferentes dosis de abono orgánico (compost) a partir de desechos agroindustriales (rastros de áreas verdes, cachaza y estiércol de cuy) en el rendimiento del cultivo de *Zea mays* L. Los resultados permitieron concluir que la eficiencia agrícola aumenta al utilizar el abono orgánico (compost) en el cultivo de maíz, alcanzando rendimientos promedio mayores a 7,00 t/ha.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el centro poblado Inti, Las Palmas, distrito Mariano Dámaso Beraun, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Las coordenadas en UTM fueron 383264 m N, 8971569 m E, con una altitud de 720 metros sobre el nivel del mar.

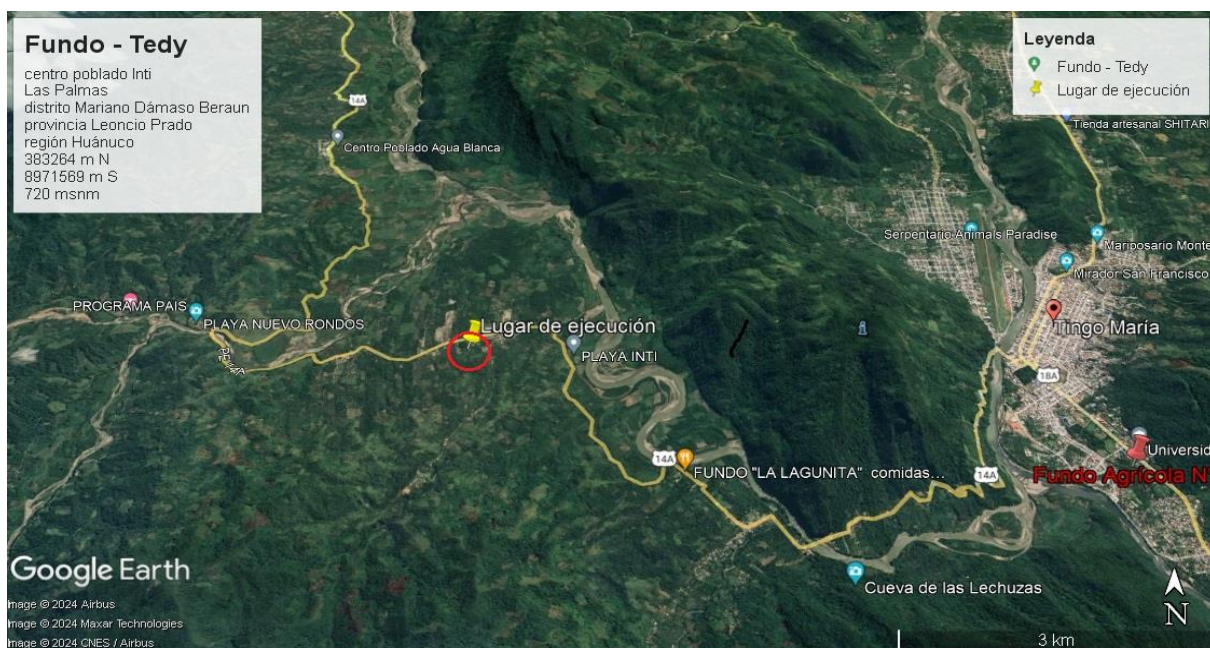


Figura 1. Imagen satelital del campo experimental (Google Eart, 2024).

3.1.1. Clima

La zona de Tingo María se caracteriza por un clima tropical húmedo con una precipitación anual de aproximadamente 3 600 mm, las temperaturas en esta región varían a lo largo del año, presentando un promedio de temperatura máxima de 29 °C, una temperatura mínima promedio de 20 °C y una temperatura media anual de 32,2 °C, además, la humedad relativa es bastante alta, manteniéndose en un promedio del 80 % a lo largo del año (SENAMHI, 2017).

3.1.2. Zona de vida

Según la clasificación de zonas de vida y el diagrama bioclimático propuesto por Holdridge, la región de Tingo María se encuentra en la formación vegetal denominada Bosque Muy Húmedo Premontano Tropical (bmh-PT), esta clasificación indica que Tingo María posee un ecosistema caracterizado por una alta humedad y precipitaciones

abundantes, típicas de las áreas premontanas tropicales, el bosque muy húmedo premontano tropical se distingue por su rica biodiversidad y vegetación densa, con un dosel arbóreo alto y una gran variedad de especies tanto de flora como de fauna (Tello, 2008).

3.1.3. Análisis físico químico del suelo

El análisis físico-químico del suelo (Tabla 1) revela una textura franco arenosa con un 60 % de arena, 19 % de arcilla y 21 % de limo, el pH del suelo es ácido (4,10), la conductividad eléctrica es baja (0,28 dS/cm), el contenido de materia orgánica es 1,86 %, lo cual es bajo, los niveles de nitrógeno (0,09 %), carbono (1,08 %) y fósforo disponible (4,28 ppm) también son bajos, así como el potasio (85,96 ppm). Los cationes cambiabiles muestran bajos niveles de calcio (1,14 Cmol(+)/Kg) y magnesio (0,22 Cmol(+)/Kg), con altos niveles de aluminio (1,95 Cmol(+)/Kg) y una acidez cambiabla alta (64 %), así como la saturación de aluminio es alta (47 %), lo que puede ser tóxico para las plantas.

Tabla 1. Análisis físico químico inicial del suelo

Datos		Resultados	
Análisis mecánico	Arena	%	60
	Arcilla	%	19
	Limo	%	21
	Clase textural		Franco arenoso
pH		(1:1)	4,10
Conductividad eléctrica	dS/cm	(1:1)	0,28
Materia orgánica (MO)		%	1,86
Nitrógeno (N)		%	0,09
Carbono (C)		%	1,08
Fósforo (P)	Disponible	ppm	4,28
Potasio (K)			85,96
Cambiabiles Cmol(+)/Kg		Calcio (Ca)	1,14
		Magnesio (Mg)	0,22
		Potasio (K)	0,09
		Sodio (Na)	0,05
		Aluminio (Al)	1,95
		Hidrogeno (H)	0,71
Bases cambiabiles			36,00
Acidez cambiabla		%	64,00
Saturación de Al			47,00

3.2. Materiales y metodología

3.2.1. Materiales

El equipo necesario para el trabajo experimental incluyó diversos instrumentos esenciales: picos y azadones para voltear la tierra y hacer surcos, machetes para

el control de malezas y costales para recolectar las mazorcas cosechadas, además, se utilizaron rafias y cordeles para enmarcar las parcelas experimentales, una wincha para medir el campo experimental y una regla de madera para las mediciones biométricas de las plantas, por último, se requirió un cuaderno de campo para registrar todos los datos necesarios durante el proceso.

Los equipos utilizados en el experimento incluyeron una mochila fumigadora, que se utilizó para aplicar tanto fungicida como insecticida a las plantas, asegurando su protección contra enfermedades y plagas, se empleó una balanza de precisión para pesar granos, mazorcas y otros materiales, permitiendo obtener mediciones exactas de la producción. Una computadora fue esencial para procesar y analizar los datos registrados en campo, facilitando la organización y el análisis de la información recolectada, para documentar visualmente el progreso y los resultados del experimento, se utilizó una cámara fotográfica, capturando imágenes detalladas de las diferentes etapas del estudio, finalmente, se empleó un vernier digital para medir con precisión el diámetro de los tallos de las plantas, proporcionando datos importantes sobre el crecimiento y desarrollo de las mismas.

Los insumos utilizados en el experimento incluyeron estiércol de cuy, que se empleó como fertilizante orgánico para mejorar la fertilidad y estructura del suelo, aportando nutrientes esenciales y favoreciendo el crecimiento saludable de las plantas, además, se utilizaron semillas del híbrido de maíz “Dekalb-7088”, que fueron seleccionadas por sus características genéticas superiores, como una mayor resistencia a enfermedades y plagas, y su capacidad para producir altos rendimientos.

Los fertilizantes utilizados en el experimento incluyeron superfosfato triple de calcio, que aportó el fósforo esencial para el desarrollo de las raíces y la floración, cloruro de potasio, que suministró el potasio necesario para la regulación del agua en las plantas y la síntesis de proteínas. Urea proporcionó una fuente rica de nitrógeno para promover un crecimiento vegetativo vigoroso. Estos fertilizantes fueron aplicados estratégicamente para asegurar un equilibrio adecuado de nutrientes en el suelo.

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Componentes en estudio

- **Dosis de estiércol de cuy**
 - 20 t/ha
 - 30 t/ha
 - 40 t/ha
 - 50 t/ha

- **Densidad de siembra**
 - 0,40 m x 0,80 m (2 plantas/golpe) (62500 plantas/ha)
 - 0,35 m x 0,80 m (2 plantas/golpe) (71429 plantas/ha)
- **Testigos**
 - Testigo 1 = NPK para 62500 plantas/ha (0.40 x 0.80 m).
 - Testigo 2 = NPK para 71429 plantas/ha (0.35 x 0.80 m).
 - Testigo 3 = 62500 plantas/ha (sin fertilización).
 - Testigo 4 = 71429 plantas/ha (sin fertilización).

3.2.2.2. Tratamientos en estudio

Consistieron en diferentes dosis de estiércol de cuy, variando desde 20 hasta 50 t/ha, con densidades de siembra de 0,40 m x 0,80 m y 0,35 m x 0,80 m, la cantidad de plantas fue 62,500 y 71,429 según la densidad de siembra, además de los tratamientos con estiércol de cuy, se incluyeron tratamientos testigo: Testigo 1 y Testigo 2 recibieron fertilización con NPK, mientras que Testigo 3 y Testigo 4 son absolutos (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Dosis de estiércol de cuy	Densidad de siembra	Número de plantas
T ₁	20 t/ha	0,40 m x 0,80 m	62 500
T ₂	30 t/ha	0,40 m x 0,80 m	62 500
T ₃	40 t/ha	0,40 m x 0,80 m	62 500
T ₄	50 t/ha	0,40 m x 0,80 m	62 500
T ₅	20 t/ha	0,35 m x 0,80 m	71 429
T ₆	30 t/ha	0,35 m x 0,80 m	71 429
T ₇	40 t/ha	0,35 m x 0,80 m	71 429
T ₈	50 t/ha	0,35 m x 0,80 m	71 429
T ₉	Testigo 1 (NPK)	0,40 m x 0,80 m	62 500
T ₁₀	Testigo 2 (NPK)	0,35 m x 0,80 m	71 429
T ₁₁	Testigo 3 (Absoluto)	0,40 m x 0,80 m	62 500
T ₁₂	Testigo 4 (Absoluto)	0,35 m x 0,80 m	71 429

3.2.2.3. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DCBA), los tratamientos consistieron en cuatro dosis diferentes de estiércol de cuy, aplicadas en dos densidades de siembra, lo que resultó en un total de ocho tratamientos, además de estos, se incorporaron cuatro tratamientos testigo: dos con aplicación de fertilizante NPK en cada densidad de siembra y dos tratamientos testigo absolutos, de cada densidad de siembra. En conjunto, se establecieron 12 tratamientos en el estudio, los cuales se distribuyeron de manera

aleatoria en cuatro bloques.

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} : Es la observación de la variable dependiente en el i -ésimo tratamiento, en el j -ésimo bloque.
- μ : Es la media general de todas las observaciones.
- T_i : Es el efecto del i -ésimo tratamiento.
- B_j : Es el efecto del j -ésimo bloque.
- ϵ_{ijk} : Es el error aleatorio asociado con la observación.

Para:

- i : 1, 2, 3, ..., 12 tratamientos
- j : 1, 2, 3, 4 bloques.

3.2.2.4. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizará utilizando el software InfoStat en español. Se llevará a cabo un análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para todas las variables en estudio, calculándose también el coeficiente de variación (CV) y el coeficiente de determinación (R^2). En caso de detectar diferencias significativas, se aplicará la prueba de comparación de promedios Duncan ($\alpha = 0,05$), utilizando el mismo software (Tabla 3).

Tabla 3. Modelo del análisis de variancia.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F
Bloques	SCB	GLB	SCB/GLB	CMB/CMee
Tratamientos	SCt	GLt	SCt/GLt	CMT/CMee
Error experimental	SCee	GLee	SCee/GLee	
Total	SCtotal	Gltotal		
CV %				
R^2				

3.2.2.5. Características del campo experimental

- **Dimensiones del área experimental**

- Largo : 38,40 m
- Ancho : 25,50 m
- Área total del experimento : 979,20 m²
- Número de tratamientos : 12

- Distanciamiento entre bloques : 0,50 m
- **Bloque**
 - Largo : 38,40 m
 - Ancho : 6,00 m
 - Área total : 230,40 m²
 - Número de parcelas/bloque : 12
 - Plantas/bloque : 768
- **Parcela/tratamiento**
 - Largo : 6,00 m
 - Ancho : 3,20 m
 - Área total de una parcela : 19,20 m²
- **Primera densidad de siembra**
 - Distanciamiento de siembra : 0,40 m x 0,80 m
 - Plantas/golpe : 2
 - Plantas/ha : 62 500
 - Total de plantas/parcela : 120
- **Segunda densidad de siembra**
 - Densidad de siembra : 0,35 m x 0,80 m
 - Plantas/golpe : 2
 - Plantas/ha : 71 429
 - Total de plantas/parcela : 136

3.2.2.6. Croquis del experimento

Cada tratamiento se replicó en los cuatro bloques, asegurando que las variaciones dentro de los bloques pudieran ser controladas y analizadas (Figura 2).

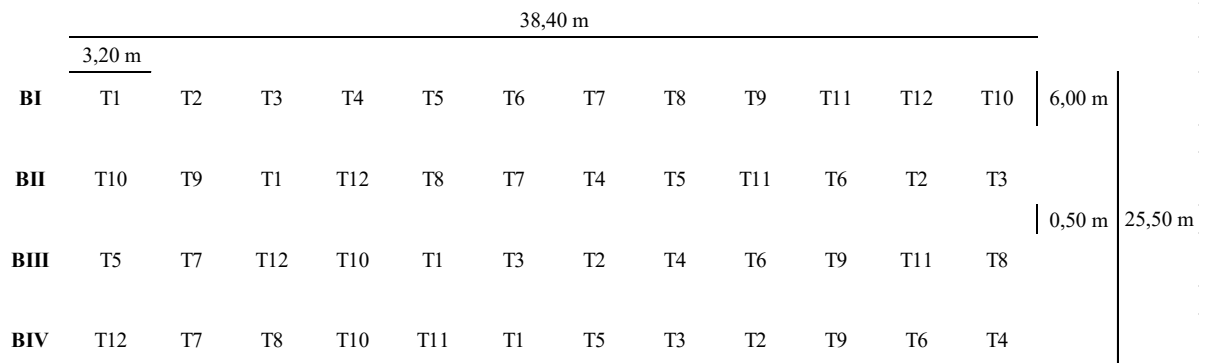


Figura 2. Croquis del experimento

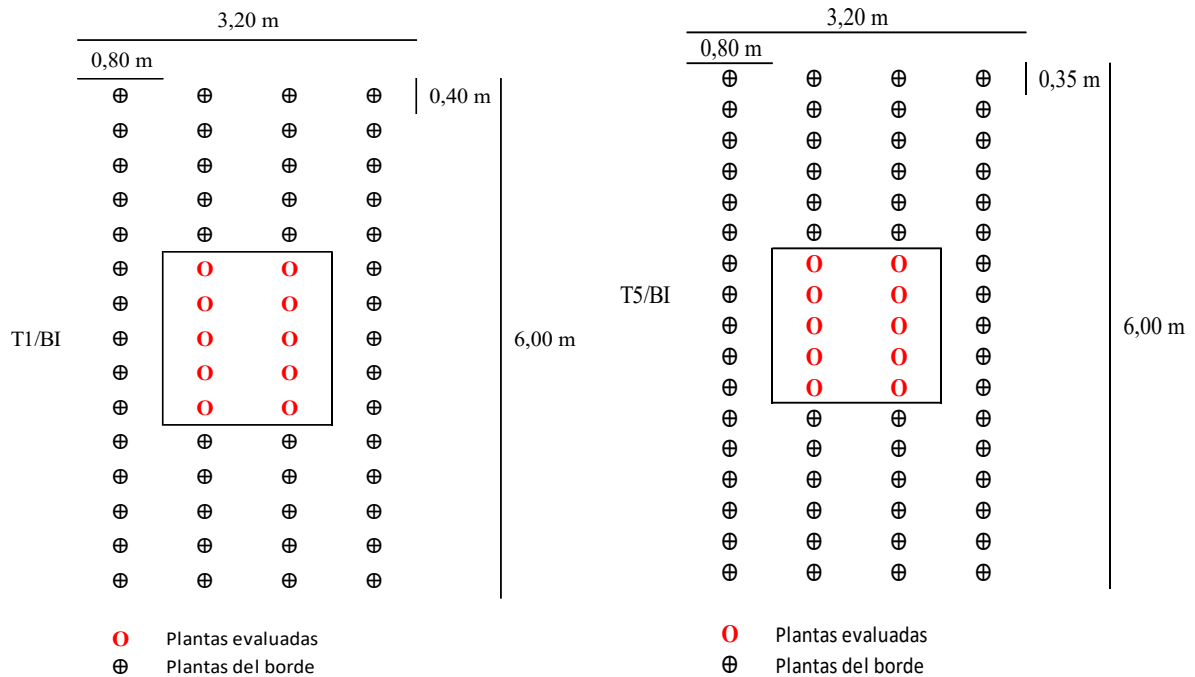


Figura 3. Croquis de las dos densidades de siembra de cada parcela de un tratamiento

3.3. Conducción del experimento

3.3.1. Limpieza y muestreo inicial de suelo del terreno experimental

Esta labor consistió en eliminar los árboles, arbustos y malezas presentes en la parcela experimental utilizando machetes, luego, se picaron todas las malezas, posteriormente, se extrajeron muestras del suelo mediante un recorrido en forma de "zig-zag" por toda el área experimental, a una profundidad de 20 cm, utilizando un tubo muestreador, en total, se obtuvieron 20 submuestras, las cuales fueron secadas a la sombra, mullidas, homogenizadas y tamizadas con una malla de 2 mm, obteniéndose una muestra representativa de 1 kg de suelo. Esta muestra representativa se llevó al Laboratorio de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para analizar la textura del suelo, el pH, la concentración de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y la capacidad de intercambio catiónico (CIC). Después de 15 días aproximadamente se realizó el arado del suelo.

3.3.2. Demarcación del terreno experimental

Se realizó el diseño según el croquis planteado, utilizando una wincha y jalones para la medición y demarcación del terreno, en primer lugar, se identificaron los bloques en el área experimental, posteriormente, se delimitaron las parcelas correspondientes a cada tratamiento dentro de cada bloque, una vez definidos los bloques y las parcelas, se colocaron listones de bambú de 2 m de altura en cada punto de las parcelas y bloques para servir como

marcadores, finalmente, se rodeó el área experimental con rafia, asegurando una demarcación clara y precisa del espacio destinado para cada tratamiento y bloque.

3.3.3. Ampliación del estiércol de cuy

Las dosis aplicadas fueron de 20, 30, 40 y 50 t/ha, cada parcela dentro de un tratamiento midió $3,20\text{ m} \times 6,00\text{ m}$, lo que resultó en un área de $19,20\text{ m}^2$ /parcela, por lo tanto, las dosis por parcela fueron de 38,40 kg, 57,60 kg, 76,80 kg y 96,00 kg, respectivamente. La aplicación del estiércol de cuy se realizó 20 días después de la instalación del experimento, se distribuyó de manera uniforme en cada planta, luego con la ayuda de un azadón, se realizó el aporque para asegurar que los nutrientes del estiércol se incorporaran adecuadamente al suelo, mejorando así las condiciones para el crecimiento de las plantas de maíz.

3.3.4. Adquisición y siembra de la semilla

Las semillas de maíz "Híbrido Dekalb – 7088", conocido como "maíz amarillo duro", fueron adquiridas en la casa comercial AGROFER ELÍ, ubicada en la ciudad de Tingo María. Alrededor de 20 días después de haber aplicado el estiércol de cuy, se procedió con la siembra. Esta se realizó de manera manual, colocando tres semillas por golpe a una profundidad de 2 a 3 cm en el suelo, los distanciamientos entre las semillas se establecieron de acuerdo con los tratamientos en estudio. El primer distanciamiento fue de 0,40 m entre golpes y 0,80 m entre surcos, mientras que el segundo distanciamiento fue de 0,35 m entre golpes y también 0,80 m entre surcos.

3.3.5. Aplicación de NPK

Estas labores se llevaron a cabo después de 15 días de la siembra, se procedió a la aplicación de urea, cloruro de potasio y superfosfato triple de calcio, sin considerar el contenido de nutrientes del suelo, siguiendo las recomendaciones de Bertsch (2003), se determinó que para producir 1 t/ha de grano de maíz seco, la planta de maíz necesitaba 25 kg de N, 5 kg de P_2O_5 y 19 kg de K_2O /ha, para el experimento en cuestión, se consideró una dosis de 6 t/ha, por ende, la fórmula de abonamiento se estableció en 150 kg/ha de N, 30 kg/ha de P_2O_5 y 114 kg/ha de K_2O .

Para la densidad de siembra en la densidad de siembra de $0,40\text{ m} \times 0,80\text{ m}$, se realizaron dos aplicaciones de abono, la primera tuvo lugar 20 días después de la siembra, aplicando 125 g de N, 50,40 g de P_2O_5 y 95,75 g de K_2O /ha, la segunda aplicación se llevó a cabo tres meses después de la instalación, con 125 g de N y 95,75 g de K_2O . Para la densidad de siembra de $0,35\text{ m} \times 0,80\text{ m}$, las aplicaciones fueron similares en cuanto a fechas, con 142,80 g de N, 57,12 g de P_2O_5 y 108,60 g de K_2O en la primera aplicación, y 142,80 g de N y 108,60 g de K_2O en la segunda aplicación. La aplicación de los fertilizantes se realizó alrededor de las

plantas, a una distancia media de 8 cm del tallo, antes de aplicar se realizó la mezcla, ya aplicó al suelo se tapó con el mismo suelo.

3.3.6. Manejo del cultivo

Se realizaron diversas labores para el cuidado y mantenimiento del cultivo de maíz, el desahije se llevó a cabo 15 días después de la siembra, eliminando las plantas débiles y mal conformadas, dejando solo 2 plantas que mostraban buen vigor y resistencia, los aporques se realizaron cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 50 a 60 cm, durante el desarrollo del cultivo, se aplicó Atrazina para el control de malezas entre los 15 y 20 días, seguido de la aplicación de un herbicida 2-4 D para el control de malezas de hoja ancha. Asimismo, se realizó una aplicación preventiva de insecticida (Alfacipermetrina y Clorpyrifos a dosis de 20 a 40 cc por 20 litros de agua) antes de la siembra para controlar el cogollero (*Spodoptera frugiperda*), con monitoreos regulares para detectar y tratar cualquier daño causado por plagas, para prevenir enfermedades, se aplicó fungicida [Mefentrifluconazol 20 % p/v (200 g/L), piraclostrobina 20 % p/v (200 g/L) y coformulantes, c.s.p. 100 % p/v (1 L)] después de la siembra para controlar enfermedades radiculares en las primeras etapas de crecimiento, seguido de monitoreos semanales para evitar la incidencia de enfermedades en el cultivo.

3.3.7. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica, evidenciada por el cambio de color del jilote a negro o marrón oscuro, junto con el cambio de color de las plantas y mazorcas, que también presentaron una posición decumbente. Las mazorcas se extrajeron manualmente y se colocaron en costales identificados según los tratamientos en estudio. Inicialmente, se cosechó únicamente el área neta experimental para recopilar los datos necesarios destinados a los análisis posteriores.

3.3.8. Secado

Después de realizar las mediciones de las diferentes variables a evaluar, se procedió a secar los granos hasta alcanzar una humedad comercial del 14 %, este proceso es fundamental para garantizar la calidad y conservación adecuada de los granos de maíz. El secado se llevó a cabo a pleno sol para garantizar que los granos alcanzaran la humedad deseada, lo que contribuye a su almacenamiento seguro y a la prevención del crecimiento de hongos y moho.

3.4. Variables evaluadas

3.4.1. Biométricas (Altura, diámetro, número de hojas y altura de inserción de la mazorca)

Cuando las plantas de maíz haya llegan los granos, las flores masculinas se

hayan secado, se medirá la altura con regla de madera desde el cuello de la planta que anexa con el suelo hasta el nudo donde se inserta la hoja de bandera con el tallo los valores se expresaran en centímetros (cm), paralelo se medirá el diámetro del tallo, se medirá desde el centro del primer entre nudo emergente del suelo con vernier digital, las medidas se expresaran en milímetros (mm). El número de hojas por planta, se contabilizará las hojas emitidas total hasta esa etapa fenológica de la planta de forma visual. Finalmente, la altura de inserción de la mazorca se medirá desde el cuello de la planta que anexa con el suelo hasta el nudo donde se encuentra la yema axilar de la mazorca superior se expresara en centímetro (cm), esas medidas se harán con regla de metal.

3.4.2. Calidad de mazorcas

- **Peso de mazorca:** después de cosechar del área neta, se registró el peso de las mazorcas con tuza en kg/parcela.
- **Longitud y diámetro de la mazorca:** se midió la longitud y el diámetro de 10 mazorca separadas al azar cosecha del área neta, utilizando una regla milimétrica para longitud y vernier digital.
- **Número de hileras por mazorca:** de las mismas mazorcas que se midió longitud y diámetro se contabilizo el número de hileras/mazorca.
- **Número de granos por hilera:** Se contó el número de granos de hileras de las mismas mazorcas que se contó las hileras.

3.4.3. Rendimiento

El peso del maíz al 14 % de humedad se calculó ajustando el peso bruto del grano cosechado en el área neta mediante la fórmula $P_{14\%} = P_{bruto} \times \frac{100 - H_{actual}}{100 - 14}$ donde H_{actual} representa el porcentaje de humedad medido en el grano. Una vez ajustado, este peso se extrapolo a una hectárea utilizando una regla de tres simple para estimar el rendimiento para una hectárea.

3.4.4. Análisis físico químico del suelo final

Después de la cosecha el maíz, se secaron cinco submuestras por tratamiento y bloque, obteniendo así 20 submuestras por cada tratamiento. Estas submuestras se mezclaron de manera homogénea para obtener una muestra representativa por tratamiento, resultando en un total de 12 muestras. Las muestras fueron codificadas y enviadas al Laboratorio de Suelo, Agua y Ecotoxicología de la Facultad de Agronomía para su respectivo análisis de caracterización.

3.4.5. Análisis de beneficio y costo (B/C)

Al concluir la evaluación, se llevó a cabo el análisis de beneficio y costo de los tratamientos en estudio en relación con los ingresos generados por la venta de 1 kg de maíz amarillo duro en el mercado local y el costo de producción de 1 kg de maíz amarillo duro. Este análisis se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relación (B/C)} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características biométricas (Altura de planta, diámetro de tallo, altura de inserción de la mazorca y número de hojas)

El análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) en las características biométricas del maíz híbrido “Dekalb-7088” reveló diferencias significativas en los bloques y tratamientos, rechazando la hipótesis nula y aceptando la alternativa. Los coeficientes de variación (CV) para altura de plantas, diámetro de tallo, altura de inserción de mazorcas y número de hojas/planta fueron 8,24; 3,15; 6,98 y 2,37 %, respectivamente, indicando baja variabilidad ($CV < 10$ %) (Pimentel, 1985). Los coeficientes de determinación (R^2) de 0,93, 0,96, 0,89 y 0,89 muestran una alta relación entre las variables (Novales, 2010). Esto sugiere que el crecimiento del cultivo se ve significativamente influenciado por las densidades de siembra y los niveles de estiércol de cuy aplicados (Tabla 4).

La prueba de Duncan (Tabla 5) revela que la aplicación de 40 t/ha de estiércol de cuy en un distanciamiento de siembra de 0,35 x 0,80 m obtuvo los mejores resultados, logrando una altura promedio de planta de 229,30 cm, un diámetro de tallo de 20,73 mm, una altura de inserción de mazorca de 114,75 cm y un promedio de 20,73 hojas por planta. En contraste, las plantas sin fertilización, en la misma densidad de siembra, alcanzaron valores significativamente menores: 89,96 cm de altura, 13,19 mm de diámetro de tallo, 62,71 cm de altura de inserción y 13,19 hojas por planta, evidenciando el impacto positivo del estiércol en el desarrollo del maíz (Rodríguez, 2023). Por su parte, la fertilización química con 150 kg/ha de N, 30 kg/ha de P_2O_5 y 114 kg/ha de K_2O provee los nutrientes esenciales para un crecimiento óptimo, promoviendo el desarrollo vegetativo, la formación de raíces y la resistencia a enfermedades, lo que se traduce en un mayor rendimiento (Aguilar et al., 2022).

En un distanciamiento de siembra mayor (0,40 x 0,80 m), los valores biométricos de las plantas fueron estadísticamente menores, aunque aún aceptables en comparación con los tratamientos testigo, que mostraron los resultados más bajos debido a la ausencia de nutrientes. Estos hallazgos indican que, con distancias menores entre plantas, el estiércol es aprovechado de manera más eficiente, favoreciendo un mayor crecimiento. En distancias mayores, aunque el rendimiento biométrico disminuye, sigue siendo superior al de los testigos, donde la falta de fertilización limitó el desarrollo del cultivo (INTAGRI, 2001). Tanto la fertilización orgánica como la química, en conjunto con una densidad de siembra adecuada, tienen un impacto significativo en las características biométricas de las plantas, promoviendo un desarrollo óptimo cuando se aplican en equilibrio y de manera eficiente (Ulloa y Zapata, 2011; Guamán et al., 2020).

Tabla 4. Resumen del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) de altura de plantas (cm), diámetro de tallo (mm), altura de inserción de la mazorca de maíz (cm) y número de hojas/planta

Fuentes de variación	GL	Altura de plantas			Diámetro de tallo			Altura de inserción de la mazorca			N° hojas/planta		
		CM	F	p-valor	CM	F	p-valor	CM	F	p-valor	CM	F	p-valor
Bloques	3	1368,32	6,87	0,00	2,39	7,51	0,00	404,36	10,18	0,00	0,41	3,84	0,02
Tratamientos	11	7235,99	36,32	< 0,00	22,50	70,78	< 0,00	873,86	21,99	< 0,00	2,52	23,63	< 0,00
Error experimental	33	199,24			0,32			39,73			0,11		
Total	47												
CV %		8,24			3,15			6,98			2,37		
R ²		0,93			0,96			0,89			0,89		

Tabla 5. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) de altura de plantas (cm), diámetro de tallo (mm), altura de mazorca de maíz (cm) y número de hojas/planta, por efecto de dos densidades de siembra y cuatro niveles de estiércol de cuy más cuatro testigos

Trat.	Altura de planta		Diámetro de tallo		Altura de inserción de la mazorca		Trat.	Número de hojas	
	Promedio	Sig.	Promedio	Sig.	Promedio	Sig.		Promedio	Sig.
T ₇	229,30	a	20,73	a	114,75	a	T ₇	20,73	a
T ₈	220,16	a	20,52	a	109,11	a	T ₈	20,52	a
T ₁₀	207,70	a	19,58	b	100,43	b	T ₁₀	19,58	b
T ₄	204,69	a	19,25	b	97,41	b	T ₄	19,25	b
T ₃	189,41	b	19,04	b	95,28	b	T ₆	19,04	b
T ₉	176,80	b	18,84	b	94,78	b	T ₉	18,84	b
T ₆	173,36	b	18,61	b	87,43	c	T ₃	18,61	b
T ₂	156,19	c	18,37	b	86,13	c	T ₂	18,37	b
T ₅	153,30	c	16,54	c	84,64	c	T ₁	16,54	c
T ₁	136,76	c	15,58	d	77,80	d	T ₅	15,58	c
T ₁₁	115,93	d	14,72	d	73,61	d	T ₁₁	14,72	c
T ₁₂	89,96	e	13,19	e	62,71	e	T ₁₂	13,19	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

El estudio de tesis muestra que los tratamientos con 40 t/ha (T₇) y 50 t/ha (T₈) de estiércol de cuy a una distancia de siembra de 0,35 x 0,80 m, lograron el mayor diámetro de tallo en el maíz híbrido "Dekalb-7088"; es decir, la combinación de mayores dosis de estiércol de cuy con menor distancia de siembra mejora la disponibilidad de nutrientes esenciales, promoviendo tallos más gruesos y estables, fundamentales para sostener una mayor biomasa.

Sin embargo, cuando la distancia de siembra es mayor el diámetro de plantas es menor en todas las dosis de estiércol de cuy y testigos con NPK; aunque también favorece el diámetro del tallo en comparación con los tratamientos testigos absolutos (T₁₁ y T₁₂), subrayando la importancia de un suministro adecuado de nutrientes.

La aplicación insuficiente de fertilizantes combinados con mayor distancia de siembra no ofrece condiciones para el desarrollo estructural del maíz; estos resultados resaltan la relevancia del manejo adecuado de la distancia de siembra y dosis de estiércol adecuado para promover el crecimiento del tallo de plantas (Ulloa y Zapata, 2011; Guamán et al., 2020), el estiércol de cuy aporta nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, que mejoran la productividad del maíz (Ulloa y Zapata, 2011). La proporción de nutrientes suficientes para un desarrollo adecuado de la planta y la inserción de mazorca, dependerá de una sinergia entre distancia de siembra y dosis de estiércol de cuy (Guamán et al., 2020); la interacción entre la distancia de siembra y la dosis de estiércol de cuy es crucial para el desarrollo óptimo del maíz; una distancia de siembra menor puede aumentar la competencia por nutrientes, mientras que una mayor puede resultar en un uso ineficiente del espacio (Cordova, 2014; García-López y Alonzo, 2023), el estiércol de cuy mejora la fertilidad del suelo, aportando nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio (Cordova, 2014). es fundamental equilibrar ambos factores para asegurar que cada planta reciba la cantidad óptima de nutrientes, promoviendo un crecimiento saludable y una adecuada formación de mazorcas, lo que maximiza el rendimiento del cultivo y la eficiencia en el uso de recursos (Campos, 2009). Los resultados también muestran que el mayor distanciamiento de siembra y menor dosis de estiércol, obtuvieron un efecto moderado, pero los menores resultados se observaron en los tratamientos testigos absolutos (T₁₁ y T₁₂).

La ausencia de nutrientes limitó el crecimiento de la planta, resaltando la importancia de un manejo adecuado de la fertilización y el espaciamiento para optimizar el desarrollo del cultivo. Estos hallazgos reafirman la necesidad de una fertilización equilibrada y la elección del espaciamiento adecuado para maximizar el rendimiento del maíz, ya que una correcta gestión de los nutrientes y las condiciones agronómicas asegura una mayor productividad y estabilidad del cultivo (Ulloa y Zapata, 2011; Guamán et al., 2020).

Los resultados del experimento destacan que los tratamientos T₇ y T₈, que utilizaron mayores dosis de estiércol de cuy (40 y 50 t/ha) junto con alta densidad de siembra, lograron un mayor número de hojas en el cultivo de maíz, esto sugiere que la fertilización orgánica con estiércol mejora significativamente el crecimiento foliar al proporcionar nutrientes esenciales como nitrógeno y potasio, fundamentales para el desarrollo estructural y la fotosíntesis del maíz; por otro lado, tratamientos que combinan fertilización química (NPK) o dosis menores de estiércol, también presentaron un número significativo de hojas. La combinación de fertilizantes orgánicos y densidades ha mostrado buenos resultados en estudios anteriores, especialmente en suelos con baja fertilidad inicial, donde se busca maximizar la eficiencia del uso de nutrientes; se confirma ya que, los tratamientos con bajas dosis de estiércol o sin fertilización tuvieron un menor número de hojas, lo que confirma la importancia de una fertilización adecuada y un espaciamiento óptimo para asegurar el desarrollo foliar y la productividad del maíz. Estos hallazgos coinciden con investigaciones que resaltan el impacto positivo del manejo de fertilizantes en cultivos intensivos, tanto para el rendimiento como para la acumulación de biomasa, al mejorar el estado nutricional de la planta y su capacidad fotosintética (Rincón y Ligarreto, 2010; Aguiñaga-Bravo et al., 2020).

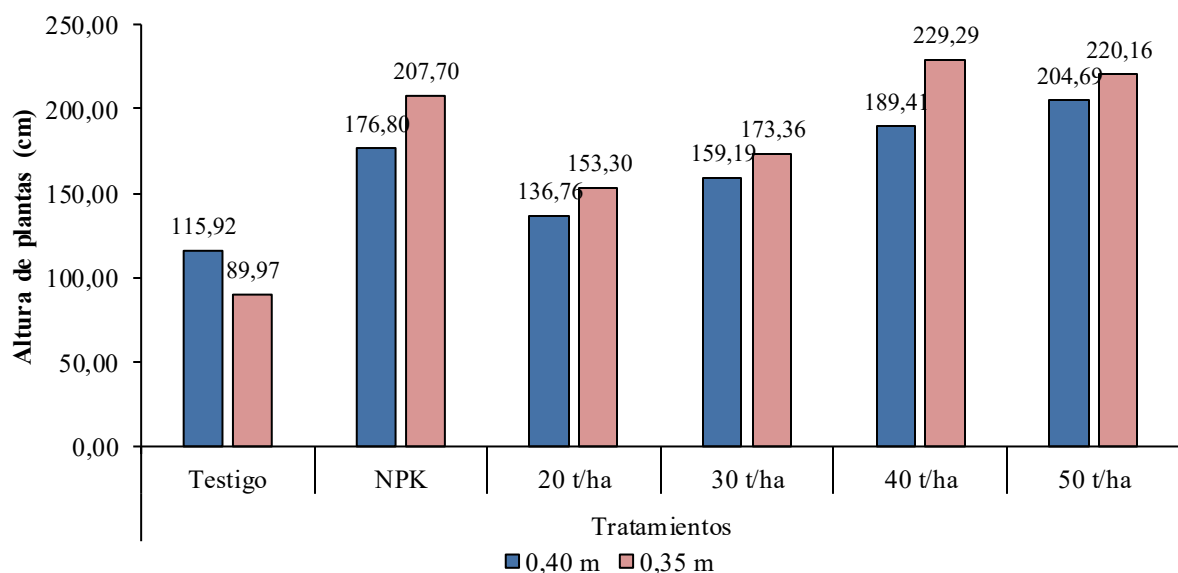


Figura 4. Altura de plantas en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto

Los resultados (Figura 4) muestran que la altura de las plantas es generalmente mayor a una mayor densidad de siembra (0,35 m) en comparación con una menor densidad de

siembra (0,40 m) en todos los tratamientos, excepto en el control (Testigo). Los tratamientos con estiércol de cuy muestran un aumento progresivo en la altura de las plantas al incrementar la dosis, con el mayor crecimiento observado en el tratamiento de 40 t/ha y mayor densidad de siembra (0,35 m) con altura promedio de 229,29 cm, asimismo, el tratamiento con NPK también mejora la altura de las plantas en comparación con el tratamiento testigo, además, supero a los niveles más bajos de estiércol de cuy (20 y 30 t/ha), pero sin alcanzar los valores de los tratamientos de 40 y 50 t/ha de estiércol de cuy, el tratamiento testigo muestra menor altura de plantas con mayor densidad de siembra. Los resultados indican que tanto el aumento en la cantidad de estiércol como una mayor densidad de siembra son factores clave para maximizar el crecimiento en altura de las plantas, siendo el tratamiento de 40 t/ha con distanciamiento de siembra de 0,35 m (mayor densidad) el más efectivo.

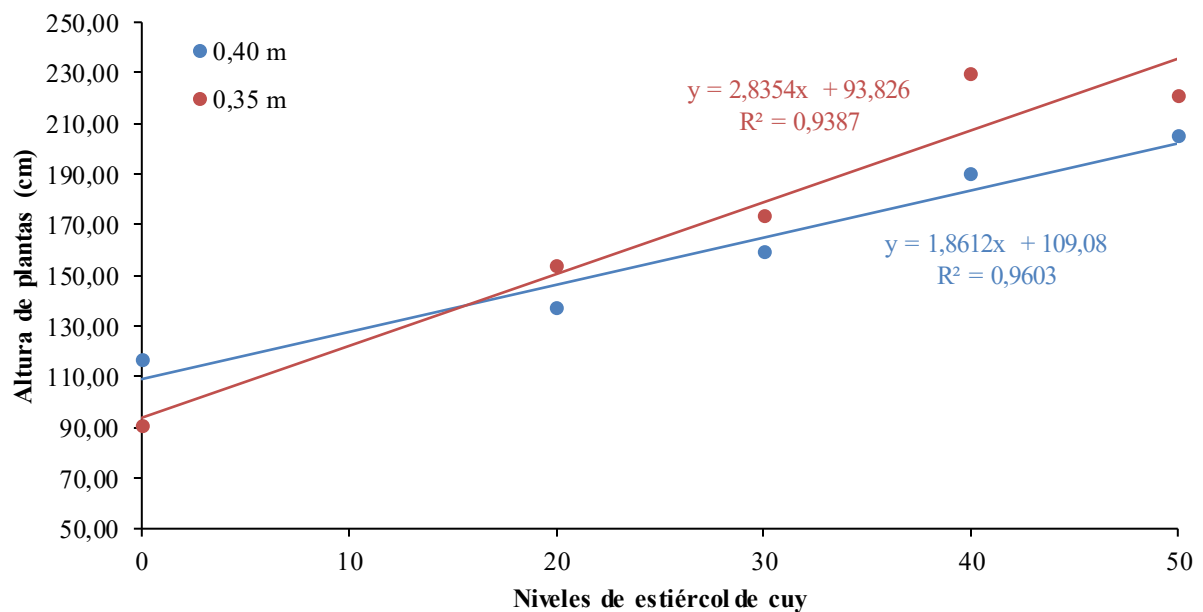


Figura 5. Líneas de tendencia del crecimiento de la altura de plantas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy

Los resultados muestran que la densidad de siembra influye tanto en la tasa de crecimiento del maíz como en la precisión de las predicciones del crecimiento, con comportamientos diferenciados para los dos distanciamientos evaluados (Figura 5). La densidad más baja (0,40 x 0,80 m), permitió un crecimiento más consistente de las plantas, con una tasa de crecimiento de 1,8612 cm y un coeficiente de determinación (R^2) alto (96,03 %), lo que indica una fuerte relación entre las variables en estudio; esto sugiere que, al tener más espacio, las plantas compiten menos por recursos como luz, agua y nutrientes, lo que conduce

a un desarrollo más uniforme y predecible. Investigaciones coinciden en que la baja densidad mejora la distribución de nutrientes y reduce la competencia, favoreciendo un crecimiento homogéneo (García-López y Hernández, 2023). Asimismo, la densidad más alta (0,35 x 0,80 m), a pesar de que promovió una mayor tasa de crecimiento (2,8354 cm), mostró más variabilidad en la altura de las plantas, reflejada en un R^2 más bajo (93,87 %); la alta densidad aumenta la competencia entre plantas, lo que puede llevar a diferencias en el acceso a los recursos y, en consecuencia, a un desarrollo menos uniforme. Estudios previos confirman que la mayor densidad puede incrementar la tasa de crecimiento inicial pero también causa más variabilidad en el desarrollo debido a la competencia (Blanco-Valdes y González-Viera, 2021).

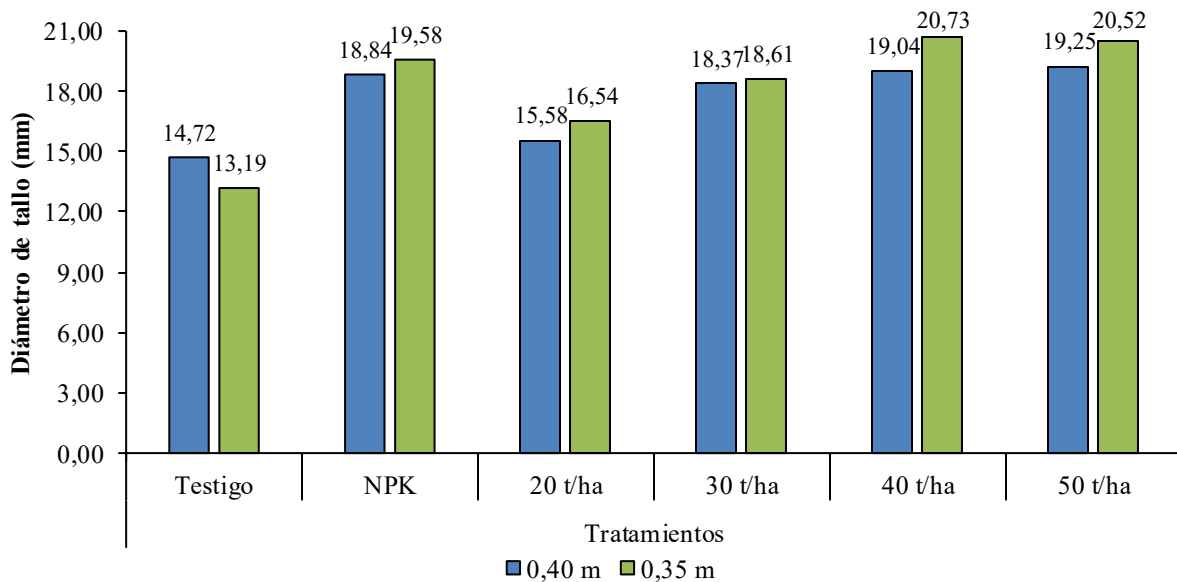


Figura 6. Diámetro del tallo de plantas de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto

Los resultados sugieren que las plantas de maíz cultivadas a mayor densidad (0,35 m) desarrollan un diámetro de tallo más amplio que aquellas sembradas a menor densidad (0,40 m), lo que podría atribuirse a una mayor competencia por luz (Figura 6). En densidades más altas, las plantas tienden a invertir más en el crecimiento del tallo para captar luz de manera eficiente, lo que se traduce en un aumento del diámetro, un fenómeno respaldado por investigaciones previas sobre la competencia intraespecífica en cultivos intensivos (Blanco-Valdes y González-Viera, 2021). El incremento del diámetro del tallo en función de la dosis de estiércol de cuy, con un máximo en 40 t/ha, sugiere que esta es la dosis óptima para promover el desarrollo estructural del maíz; el estiércol de cuy mejora la disponibilidad de nutrientes esenciales, como nitrógeno y potasio, lo que favorece

el engrosamiento del tallo y la estabilidad de las plantas (Rodríguez, 2023); en comparación, los tratamientos con NPK muestran diámetros similares a los obtenidos con 30 t/ha de estiércol, pero inferiores a los de 40 y 50 t/ha, lo que indica que las dosis más altas de estiércol tienen un mayor impacto en el crecimiento del tallo, posiblemente debido a su efecto positivo en la estructura del suelo y la liberación sostenida de nutrientes (Acevedo-Alcalá et al., 2020). Los diámetros más pequeños se registraron en las plantas del tratamiento sin fertilización, lo que subraya la importancia de los nutrientes para el desarrollo del cultivo; sin fertilización, las plantas carecen del aporte necesario para alcanzar un crecimiento adecuado, confirmando que la fertilización orgánica puede ser más efectiva que la química para optimizar el diámetro del tallo en maíz, especialmente en sistemas de cultivo intensivo (Ochoa et al., 2019; Acevedo-Alcalá et al., 2020).

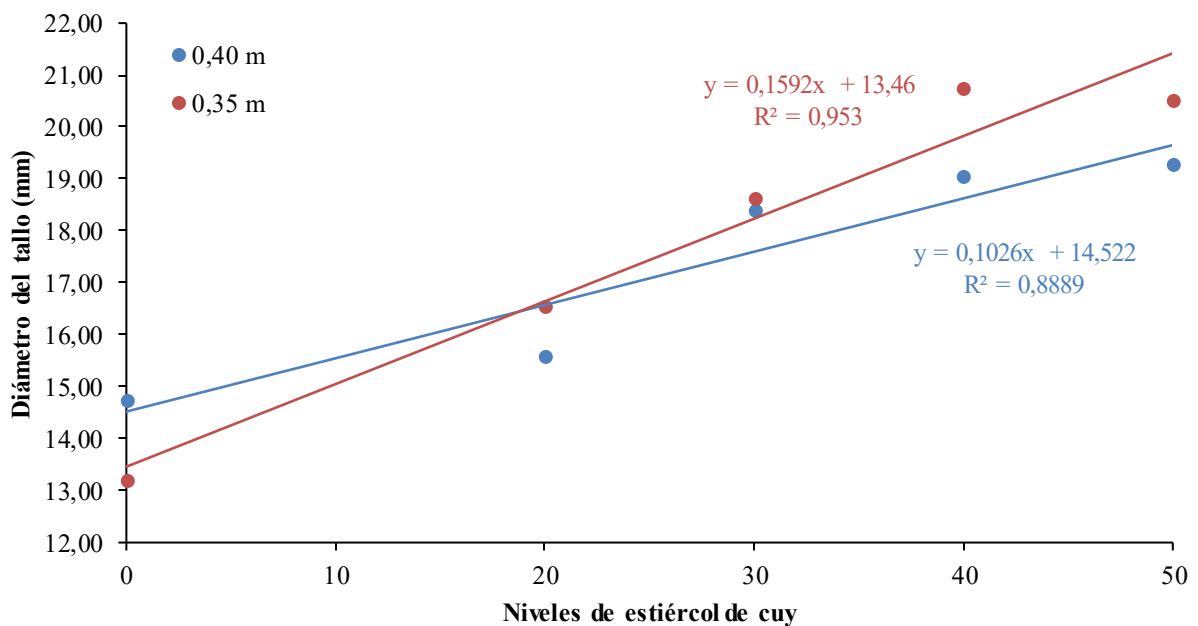


Figura 7. Líneas de tendencia del diámetro del tallo de plantas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy

Los resultados muestran que la mayor densidad de siembra (0,35 m) genera una mayor tasa de crecimiento del diámetro del tallo (0,1592) en comparación con la menor densidad (0,40 m), cuya pendiente es de 0,1026 (Figura 7). Esta diferencia se puede atribuir a la mayor competencia por recursos en las distancias más estrechas, es decir, en condiciones de alta densidad, las plantas compiten intensamente por luz, agua y nutrientes, lo que desencadena una respuesta adaptativa para engrosar sus tallos y mejorar la captación de recursos, un fenómeno complicado observado en sistemas de cultivo intensivo (Pérez-Somarriba y Hernández-Fernández, 2022). Aunque las plantas sembradas a 0,40 m inician con un mayor

diámetro (13,64 mm frente a 12,27 mm en 0,35 m), esta ventaja se debe a la menor competencia, lo que permite un crecimiento más uniforme durante las etapas tempranas; sin embargo, la mayor respuesta al estiércol de cuy en 0,35 m demuestra que la fertilización orgánica es efectiva para compensar las limitaciones de recursos en altas densidades. Esto coincide con estudios que señalan cómo los abonos orgánicos pueden mejorar la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes, permitiendo a las plantas mantener su crecimiento bajo alta competencia (Chura et al., 2019). El alto coeficiente de determinación en ambos distanciamientos ($R^2 = 0,953$ para 0,35 m y $R^2 = 0,8889$ para 0,40 m) indica que la variación en el diámetro del tallo está fuertemente explicada por la cantidad de estiércol aplicado. Estos resultados reflejan que el estiércol de cuy es un fertilizante eficiente, con alta predictibilidad en su impacto sobre el desarrollo del maíz, lo que lo convierte en una opción viable para sistemas de cultivo sostenibles y de alta densidad (Ochoa et al., 2019; Acevedo-Alcalá et al., 2020).

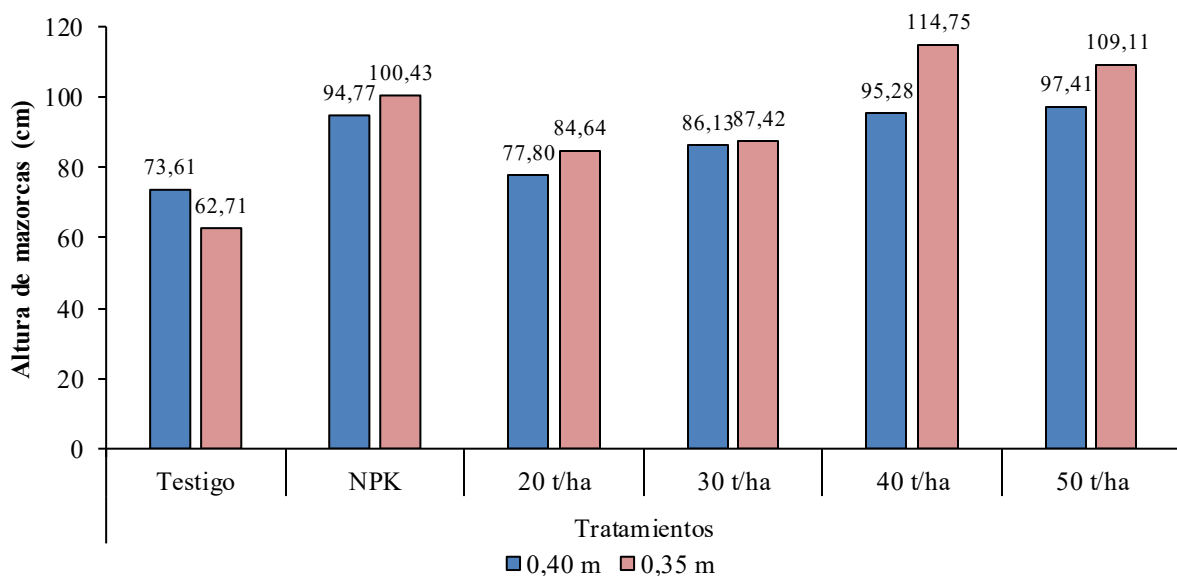


Figura 8. Altura de inserción de la mazorca de plantas de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto

Los resultados muestran que tanto el estiércol de cuy como el fertilizante NPK incrementan significativamente la altura de inserción de la mazorca en el maíz, con un efecto más pronunciado en las mayores densidades de siembra (0,35 m) (Figura 8). Esto sugiere que, en densidades más altas, la competencia entre plantas por luz, agua y nutrientes estimula un crecimiento más vigoroso; esta respuesta es más evidente con 40 t/ha de estiércol de cuy, donde la altura alcanza su máximo, superando incluso el rendimiento del fertilizante NPK en algunos

casos. La combinación de alta densidad de siembra y dosis adecuadas de estiércol maximiza este crecimiento, probablemente debido a la mejora en la estructura del suelo y la liberación continua de nutrientes proporcionados por el estiércol (Urbina et al., 2023). Por otro lado, el rendimiento más bajo en el tratamiento testigo, con alturas de inserción menores en ambos distanciamientos, resalta la importancia de la fertilización para promover el desarrollo adecuado del cultivo; el estiércol orgánico tiene un impacto más duradero al mejorar las propiedades físicas del suelo y mantener una liberación progresiva de nutrientes, lo que permite un crecimiento más sostenido. Esto concuerda con estudios que destacan la ventaja de los abonos orgánicos sobre los fertilizantes químicos en sistemas de alta densidad, al proporcionar una mejor absorción de nutrientes y favorecer un desarrollo estructural más equilibrado en las plantas (Álvarez-Solís et al., 2010).

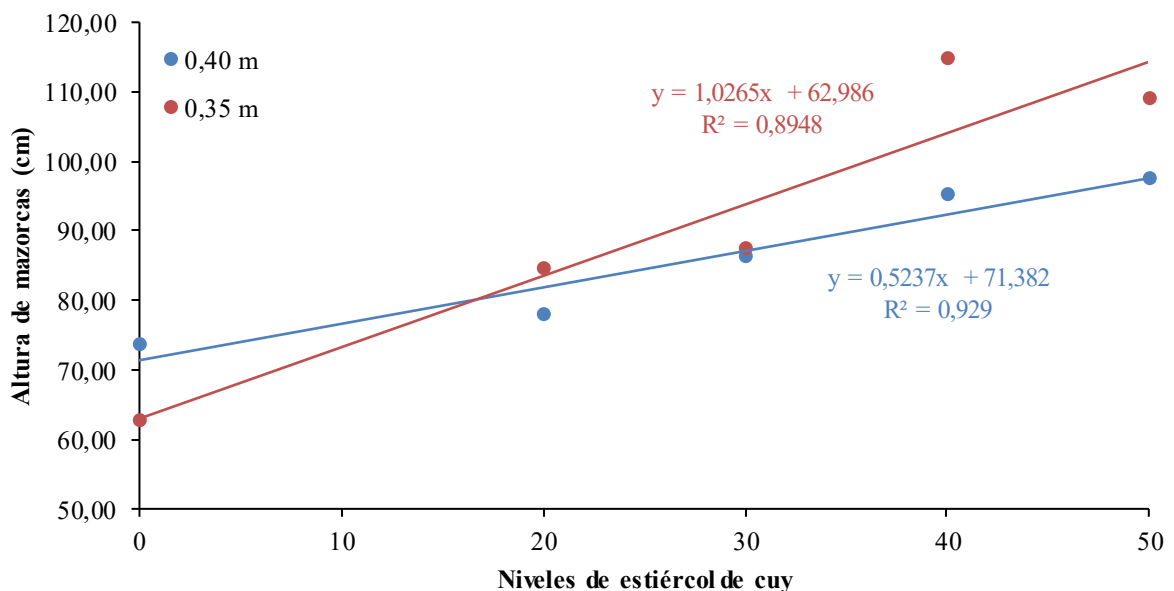


Figura 9. Líneas de tendencia de la altura de inserción de la mazorca de plantas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy

Los resultados de las ecuaciones lineales muestran una relación positiva entre los niveles de estiércol de cuy y la altura de inserción de la mazorca de maíz (Figura 9). En la distancia de siembra de 0,35 m, la altura de inserción de la mazorca de maíz aumenta en aproximadamente 1,0265 cm, con un R^2 de 0,8948, lo que indica que alrededor del 89,48 % de la variación en la altura de inserción de la mazorca de maíz se explica por los cambios en el nivel de estiércol. Por otro lado, en la distancia de siembra de 0,40 m, muestra un menor incremento en la altura de inserción de la mazorca de maíz con respecto al nivel de estiércol,

aproximadamente 0,5237 cm, pero con un R^2 de 0,929, indicando que el 92,9 % de la variación en la altura de inserción de la mazorca se explica por los cambios en el nivel de estiércol. Los resultados muestran que la tasa de crecimiento de la altura de inserción de la mazorca es más pronunciada en la menor densidad de siembra (0,40 m), lo que puede tener implicaciones significativas en la práctica agrícola para maximizar la producción de maíz.

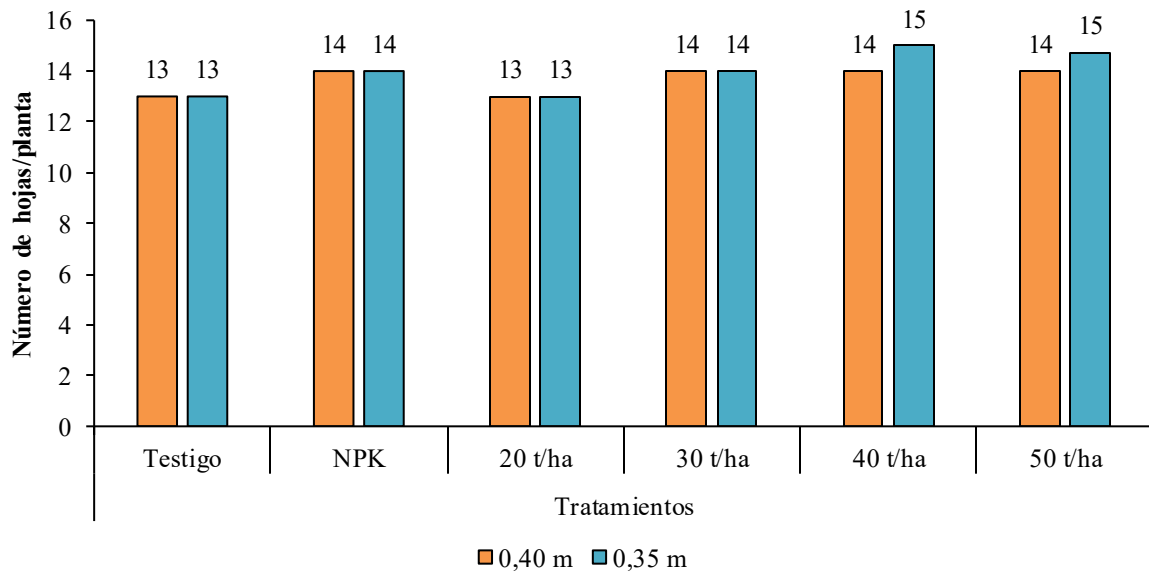


Figura 10. Número de hojas/planta de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto

Los resultados muestran que tanto el estiércol de cuy como el NPK tienen un efecto positivo en el número de hojas por planta de maíz, con una respuesta más notable en mayor densidad de siembra (0,35 m), la aplicación de 40 y 50 t/ha de estiércol de cuy resultó en el mayor número de hojas (15 hojas/planta) en este distanciamiento, probablemente debido a una mayor competencia por luz y nutrientes, lo que estimula el crecimiento foliar; en cambio, con menor densidad (0,40 m), los incrementos en el número de hojas fueron más moderados, alcanzando un máximo de 14 hojas/planta, incluso con dosis altas de estiércol y NPK (Figura 10). Estos resultados subrayan que una mayor densidad de siembra combinada con dosis más altas de fertilizante orgánico maximiza el crecimiento del follaje, mientras que la falta de fertilización (testigo) resulta en un menor desarrollo, con 13 hojas/planta. Esto resalta la importancia de los fertilizantes para asegurar un desarrollo óptimo del cultivo en diferentes condiciones agronómicas (Ochoa et al., 2019; Acevedo-Alcalá et al., 2020).

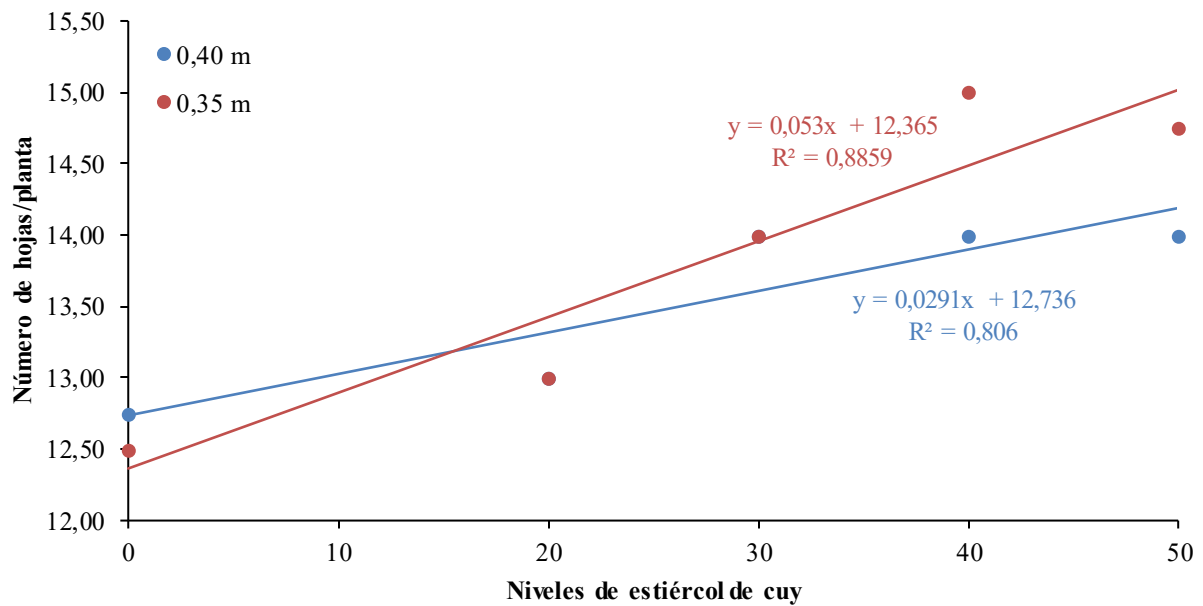


Figura 11. Líneas de tendencia del número de hojas/planta de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy

Estos resultados muestran que el número de hojas por planta de maíz se ve influenciado tanto por la cantidad de estiércol de cuy aplicado como por la distancia de siembra, con un impacto más significativo en la densidad más alta (0,35 m) (Figura 11). A medida que se incrementa la dosis de estiércol en este distanciamiento, la respuesta foliar es más pronunciada (0,053 hojas adicionales por unidad de estiércol) debido a la mayor competencia por luz y nutrientes, lo que estimula el desarrollo foliar. Esta alta competencia explica por qué las plantas en 0,35 m optimizan más el uso del estiércol, maximizando su crecimiento foliar (Ochoa et al., 2019). Por otro lado, en el distanciamiento más amplio (0,40 m), aunque el número inicial de hojas es ligeramente mayor debido a una menor competencia temprana, la respuesta al estiércol es más limitada (0,0291 hojas adicionales por unidad); esto sugiere que las plantas en menor densidad no requieren tanto esfuerzo para captar recursos, reduciendo la necesidad de incrementar significativamente su área foliar. El coeficiente de determinación (R^2) más alto en 0,35 m (88,59 %) indica una mayor precisión en la predicción del crecimiento foliar en alta densidad, reforzando que la cantidad de estiércol aplicado es un factor crucial para maximizar el desarrollo del follaje en este contexto; la menor predictibilidad en 0,40 m (80,6 %) refleja que, aunque el estiércol sigue siendo relevante, otros factores podrían influir más en el crecimiento del follaje en densidades más bajas.

Estos resultados resaltan la importancia de un manejo adecuado de la densidad de siembra y la fertilización orgánica para optimizar el desarrollo foliar del maíz; el estiércol de

cuy, además de aportar nutrientes esenciales, mejora la estructura del suelo y la disponibilidad de agua, lo que refuerza su efectividad, especialmente en condiciones de mayor competencia (Acevedo-Alcalá et al., 2020).

El uso de estiércol de cuy como abono orgánico ha demostrado tener un impacto positivo en varios parámetros biométricos del cultivo de maíz, incluyendo la altura de las plantas, el diámetro del tallo, el número de hojas y la altura de inserción de la mazorca. La riqueza del estiércol de cuy en nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, contribuye significativamente al crecimiento vegetativo y estructural de las plantas (García et al., 2018), la disponibilidad de estos nutrientes mejora la altura de las plantas, promoviendo un desarrollo más vigoroso (Martínez et al., 2020), además, el nitrógeno en el estiércol fortalece el diámetro del tallo, haciéndolo más robusto y resistente a condiciones ambientales adversas (Lopez et al., 2019). El incremento en el número de hojas se debe a una mejor nutrición, lo que a su vez potencia la capacidad fotosintética de las plantas y contribuye a su desarrollo general (Pérez et al., 2021), la altura de inserción de la mazorca, que es crucial para la eficiencia de la cosecha, también se ve optimizada, permitiendo un rendimiento más alto del cultivo (Ramírez et al., 2017). Estos efectos positivos subrayan la importancia de dosificar adecuadamente el estiércol y considerar las condiciones específicas del suelo y del manejo agronómico para maximizar los beneficios (Fernández et al., 2022).

Las características químicas del estiércol de cuy influyen significativamente en el desarrollo biométrico del cultivo de maíz a través de varios mecanismos, el nitrógeno (1,5 – 2,5 %) presente en el estiércol es esencial para la síntesis de proteínas y clorofila, lo que promueve un crecimiento vegetativo vigoroso y resulta en plantas más altas y con mayor masa foliar (García et al., 2018), el fósforo (1,0 – 1,5 %), por su parte, es crucial para el desarrollo de las raíces y la formación de flores, lo que mejora la estabilidad de las plantas y la calidad de las mazorcas (Martínez et al., 2020), el potasio (1,0 – 2,0 %) juega un papel importante en la regulación del agua y el transporte de nutrientes, aumentando la resistencia de las plantas a enfermedades y mejorando la calidad general del cultivo (Lopez et al., 2019).

La presencia de micronutrientes como calcio, magnesio y azufre contribuye a la formación de estructuras celulares robustas, la fotosíntesis eficiente y la síntesis de aminoácidos y proteínas, lo que se traduce en tallos más gruesos y resistentes (Fernández et al., 2022), la alta cantidad de materia orgánica (20 – 25 %) en el estiércol de cuy mejora la estructura del suelo, incrementando su capacidad para retener agua y nutrientes, lo que favorece un crecimiento radicular saludable y una mejor absorción de nutrientes por parte de las plantas (Pérez et al., 2021). El contenido de humedad (60 – 70 %) del estiércol facilita su incorporación al suelo y

su descomposición, liberando nutrientes de manera gradual y constante. Esto es crucial para mantener un suministro continuo de nutrientes durante las distintas fases del crecimiento del maíz, desde la germinación hasta la maduración de las mazorcas (Ramírez et al., 2017). Además, estudios han demostrado que la aplicación de estiércol de cuy puede aumentar significativamente el número de hojas y la altura de las plantas de maíz, mejorando así la capacidad fotosintética y, en consecuencia, el rendimiento del cultivo (Sánchez y Pérez, 2019).

El estiércol de cuy mejora varios parámetros biométricos del maíz al proporcionar nutrientes esenciales que las plantas absorben y utilizan en procesos metabólicos, el nitrógeno aumenta la altura de las plantas al promover la síntesis de proteínas y clorofila, el fósforo contribuye al crecimiento celular y la división, aumentando el diámetro del tallo, el potasio mejora la eficiencia del uso del agua y el engrosamiento del tallo, el magnesio, crucial para la fotosíntesis, incrementa el número de hojas, mientras que el calcio asegura la estabilidad celular y la formación de nuevas hojas (Havlin et al., 2005; Marschner, 2012; Mengel y Kirkby, 2001; Taiz y Zeiger, 2010).

Los resultados muestran que las dosis más altas de estiércol, como 40 y 50 t/ha, condujeron a una mejora significativa en los parámetros biométricos, incluyendo una mayor altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y altura de inserción de la mazorca, este resultado se atribuye a la mayor disponibilidad de nutrientes esenciales, que estimulan un crecimiento vegetativo más vigoroso y una formación más robusta, sin embargo, se encontró que incluso dosis más bajas de estiércol, produjeron mejores resultados comparado con el tratamiento testigo notables, sin embargo surge la importancia de encontrar un equilibrio óptimo entre la dosis de fertilizante y las condiciones específicas de cultivo. Este hallazgo concuerda con investigaciones previas que han destacado la relevancia de una dosis adecuada de estiércol de cuy para incrementar las características biométricas del cultivo de maíz (Green y White, 2012; Brown y Jones, 2016; Smith et al., 2018).

La diferencia en los resultados entre las densidades de siembra de 0,35 m x 0,80 m y 0,40 m x 0,80 m puede atribuirse a la interacción compleja entre la competencia entre plantas y la disponibilidad de recursos en el suelo por la luminosidad, por el espacio, en la densidad de siembra más alta, la mayor cercanía entre plantas aumenta la competencia por recursos como la luz, el agua y los nutrientes, lo que podría inhibir el crecimiento individual, sin embargo, estudios indican que la competencia puede tener efectos variables dependiendo de las condiciones del suelo y del cultivo. Smith y Jones (2019) sugieren que, en suelos con una alta capacidad de retención de nutrientes, la competencia puede resultar en una distribución más uniforme de los nutrientes entre las plantas, lo que podría favorecer un mejor rendimiento en

densidades de siembra más altas, además, la mayor densidad de siembra podría influir en la arquitectura de la raíz, promoviendo una mayor exploración del suelo y una mayor absorción de agua y nutrientes, como señalan Brown (2018). Por otro lado, la densidad de siembra más baja podría proporcionar a cada planta un acceso más directo a los recursos, lo que favorecería un crecimiento más individualizado y control de malezas.

Los resultados que muestran una mejora en los parámetros biométricos en la distancia de siembra de 0,35 m, es probable que la mayor cercanía entre plantas en esta densidad de siembra puede aumentar la competencia por los recursos del suelo, lo que induce respuestas como una mayor actividad microbiana y una descomposición más rápida del estiércol de cuy, liberando nutrientes en mayor cantidad y más rápidamente para las plantas circundantes (Zhang et al., 2018), además, la densidad de raíces más alta en esta distancia de siembra puede mejorar la exploración del suelo y la absorción de nutrientes, especialmente el fósforo (Li et al., 2020). Desde una perspectiva fisiológica, la competencia entre plantas puede desencadenar respuestas como un mayor crecimiento de las raíces en búsqueda de recursos y una distribución diferencial de la biomasa, favoreciendo un mayor crecimiento aéreo para competir por la luz solar. Estos procesos combinados podrían explicar los mejores resultados biométricos observados en la distancia de siembra de 0,35 m.

4.2. Calidad de mazorcas (peso, longitud y diámetro, número de hileras y número de semillas/hilera)

El análisis de varianza para la calidad de las mazorcas del maíz híbrido “Dekalb-7088” reveló diferencias estadísticas significativas en las variables peso, longitud, diámetro, número de hileras y número de semillas por hilera, rechazando la hipótesis nula (H_0) y aceptando la alternativa (H_a). Esto indica que al menos un tratamiento es significativamente diferente ($\alpha < 0,05$). Los coeficientes de variación (CV) fueron bajos (entre 1,66 y 6,42 %), lo que sugiere alta precisión en las mediciones, cumpliendo con el criterio de Pimentel (1985), que establece como baja variación cualquier valor de CV por debajo del 10 %. Además, los coeficientes de determinación (R^2) fueron altos (entre 0,90 y 0,96), mostrando una fuerte relación entre las variables independientes (densidad de siembra y niveles de estiércol de cuy) y las dependientes (calidad de las mazorcas). Esto concuerda con lo señalado por Novales (2010), quien destaca que valores de R^2 cercanos a 1 reflejan una fuerte valoración entre variables

El análisis mediante la prueba de Duncan revela que el tratamiento T₇ (40 t/ha de estiércol de cuy con 0,35 x 0,80 m) optimizó el peso de las mazorcas, mientras que T₈ (50 t/ha) destacó en longitud, diámetro y número de semillas por hilera, mostrando que mayores dosis y

densidades promueven un desarrollo eficiente; en menor densidad (0,40 x 0,80 m), T₃ favoreció la formación de más hileras por mazorca gracias a la expansión lateral de las plantas; los tratamientos sin fertilización (T₁₁ y T₁₂) registraron los peores resultados, resaltando la importancia del estiércol de cuy para mejorar la calidad del cultivo y maximizar su rendimiento (Tabla 7). El estiércol de cuy, al ser rico en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, mejora la fertilidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes a lo largo del ciclo de cultivo; dosis más altas, como 40 y 50 t/ha, promueven un mayor crecimiento en términos de peso, longitud y diámetro de las mazorcas porque aportan nutrientes de manera más continua, lo que facilita el desarrollo eficiente de los órganos reproductivos del maíz (Ochoa et al., 2019). En densidades más altas (0,35 x 0,80 m), la mayor competencia entre las plantas por luz y nutrientes puede estimular el crecimiento vertical, lo que mejora las características como el diámetro y la longitud de las mazorcas; sin embargo, en distancias más amplias (0,40 x 0,80 m), las plantas tienen más espacio para desarrollarse lateralmente, lo que puede favorecer un mayor número de hileras por mazorca, como se observará en el tratamiento T₃ (Blanco-Valdes y González-Viera, 2021). La mayor densidad de siembra junto con dosis adecuadas de estiércol optimiza la competencia, forzando a las plantas a utilizar los recursos de manera eficiente para maximizar el crecimiento; esto se traduce en mazorcas más grandes y con mayor número de semillas por hilera, por otro lado, la falta de fertilización (T₁₁ y T₁₂) afecta negativamente la calidad de las mazorcas, al limitar los recursos disponibles, lo que demuestra que la fertilización orgánica es esencial para alcanzar altos rendimientos (Acevedo-Alcalá et al., 2020).

La prueba de Duncan revela que los tratamientos T₇ y T₈, con 40 y 50 t/ha de estiércol de cuy y alta densidad de siembra (0,35 x 0,80 m), alcanzaron el mayor peso de mazorcas (Tabla 7), esto sugiere que esta combinación de alta dosis de fertilizante orgánico y densidad optimiza la absorción de nutrientes y maximiza el rendimiento; tratamientos como NPK y menor dosis de estiércol de cuy en las dos densidad también lograron pesos elevados, mientras que los tratamientos sin fertilización (T₁₁ y T₁₂), presentan el menor peso de mazorcas de maíz. El alto rendimiento en tratamientos con mayor estiércol, se debe a que el estiércol de cuy mejora la estructura del suelo, aporta nitrógeno y otros nutrientes esenciales, y favorece la actividad microbiana, lo que estimula el desarrollo de las mazorcas; además, la alta densidad de siembra (0,35 m) genera mayor competencia por luz y agua, lo que impulsa a las plantas a crecer más vigorosamente para captar los recursos disponibles (Álvarez-Solís et al., 2010). Por otro lado, aunque la fertilización con NPK (T₁₀ y T₉) también incrementa el peso de las mazorcas, su efecto fue menor en comparación con las dosis más altas de estiércol; esto refleja que los fertilizantes orgánicos no solo aportan nutrientes, sino que también mejoran la retención de agua y la estructura

del suelo, promoviendo un crecimiento más sostenido (Ramos y Terry, 2014).

La prueba de Duncan sobre la longitud de las mazorcas de maíz híbrido "Dekalb-7088" identificó cinco grupos (Tabla 7). Los tratamientos T₈ (50 t/ha) y T₇ (40 t/ha) de estiércol de cuy, junto con el tratamiento NPK (T₁₀), en alta densidad de siembra (0,35 x 0,80 m), mostraron las mazorcas más largas, indicando que la combinación de altas dosis de fertilización y mayor densidad favorece el crecimiento longitudinal; con menor densidad (0,40 x 0,80 m), T₄ y T₃ también lograron buenos resultados con dosis elevadas de estiércol, aunque ligeramente menores. En niveles intermedios, tratamientos con 30 t/ha de estiércol, generaron mazorcas de longitud moderada; sin embargo, las dosis más bajas de estiércol (T₅ y T₁) y los tratamientos sin fertilización (T₁₁ y T₁₂) presentaron las mazorcas más cortas, destacando que la fertilización insuficiente limita el crecimiento.

La aplicación de 40 y 50 t/ha de estiércol de cuy, especialmente en mayor densidad de siembra (0,35 mx 0,80 m), promueve un crecimiento superior porque el estiércol no solo aporta nutrientes esenciales como nitrógeno y fósforo, sino que también mejora la estructura del suelo y la retención de agua, estos factores crean un entorno favorable para el desarrollo óptimo de las mazorcas (Fortis-Hernández et al., 2009). En densidades más altas, las plantas compiten intensamente por luz y nutrientes, lo que puede estimular un mayor crecimiento longitudinal como estrategia adaptativa para captar más recursos; en cambio, en distancias más amplias (0,40 mx 0,80 m), la menor competencia permite una mayor expansión lateral, pero el crecimiento en longitud de las mazorcas es más moderado. La fertilización NPK, aunque efectiva, no aporta los beneficios adicionales al suelo que proporciona el estiércol, lo que explica por qué las mazorcas más largas se lograron con fertilización orgánica en alta densidad (García et al., 2021).

La prueba de Duncan reveló que los tratamientos con 40 y 50 t/ha de estiércol de cuy, así como la fertilización química (NPK), lograron los mayores diámetros de mazorcas (Tabla 7), los tratamientos con dosis intermedias de estiércol también incrementaron el diámetro, aunque con resultados inferiores a las dosis más altas y al NPK; por otro lado, los tratamientos sin fertilización (T₁₁ y T₁₂) presentaron los diámetros más pequeños, lo que resalta la importancia tanto del estiércol como del NPK para lograr un desarrollo óptimo en el maíz híbrido "Dekalb-7088"; estos resultados destacan que la fertilización adecuada es crucial para maximizar la calidad de las mazorcas.

Tabla 6. Resumen del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) del peso (g), longitud (cm), diámetro (cm), número de hileras y número de semillas/hilera de mazorcas de maíz

Fuentes de variación	GL	Peso			Longitud			Diámetro			N° hileras			N° granos/hilera		
		CM	F	p-valor	CM	F	p-valor	CM	F	p-valor	CM	F	p-valor	CM	F	p-valor
Bloques	3	602,30	12,68	0,00	0,53	1,49	0,00	0,60	28,96	< 0,00	1,36	15,37	< 0,00	0,28	0,07	0,98
Tratamientos	11	3199,72	67,37	< 0,00	21,44	60,37	< 0,00	0,86	41,69	< 0,00	2,08	23,55	< 0,00	136,55	33,34	< 0,00
Error experimental	33	47,50			0,36			0,02			0,09			4,10		
Total	47															
CV %		5,86			4,85			3,51			1,66			6,42		
R ²		0,96			0,95			0,94			0,90			0,92		

Tabla 7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del peso (g), longitud (cm), diámetro (cm), número de hileras y número de semillas/hilera de mazorcas de maíz, por efecto de dos densidades de siembra y cuatro niveles de estiércol de cuy más cuatro testigos

Peso			Longitud			Diámetro			N° de hileras			N° de semillas/hilera		
Trat.	Promedio	Sig.	Trat.	Promedio	Sig.	Trat.	Promedio	Sig.	Trat.	Promedio	Sig.	Trat.	Promedio	Sig.
T ₇	161,92	a	T ₈	15,29	a	T ₈	4,55	a	T ₃	18,50	a	T ₈	39,75	a
T ₈	152,34	a	T ₇	14,74	a	T ₇	4,51	a	T ₄	18,50	a	T ₇	37,00	b
T ₁₀	140,49	b	T ₁₀	14,59	a	T ₁₀	4,49	a	T ₇	18,50	a	T ₄	36,00	b
T ₄	135,89	b	T ₄	14,16	b	T ₄	4,39	a	T ₈	18,50	a	T ₁₀	36,00	b
T ₃	124,66	c	T ₃	13,71	b	T ₃	4,36	a	T ₁₀	18,50	a	T ₃	34,00	c
T ₉	122,87	c	T ₆	12,66	c	T ₉	4,30	a	T ₆	18,00	b	T ₉	32,50	c
T ₆	118,37	c	T ₉	12,35	c	T ₆	4,16	b	T ₁	18,00	b	T ₆	32,50	c
T ₂	111,84	d	T ₂	11,83	c	T ₂	4,11	b	T ₉	18,00	b	T ₂	30,25	d
T ₅	102,40	d	T ₅	10,36	d	T ₅	3,96	b	T ₅	18,00	b	T ₅	29,50	d
T ₁	90,13	e	T ₁	9,86	d	T ₁	3,57	c	T ₂	18,00	b	T ₁	27,00	e
T ₁₁	81,09	e	T ₁₁	9,49	d	T ₁₁	3,29	d	T ₁₂	16,50	c	T ₁₁	24,25	e
T ₁₂	69,22	f	T ₁₂	8,70	e	T ₁₂	3,26	d	T ₁₁	16,50	c	T ₁₂	19,25	f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Los resultados del diámetro de mazorcas coinciden con investigaciones previas que demuestran la efectividad de la fertilización orgánica y química en el desarrollo del maíz. López et al. (2001) encontraron que el uso de fertilizantes orgánicos presenta efecto positivo en el diámetro de las mazorcas de maíz al mejorar la disponibilidad de nutrientes y la estructura del suelo, optimizando el crecimiento del cultivo; además, la ausencia de fertilización en los tratamientos testigo afecta negativamente el desarrollo, lo que subraya la importancia de una nutrición adecuada para maximizar el rendimiento del maíz híbrido.

La prueba de Duncan reveló que las dosis más altas de estiércol de cuy (40 y 50 t/ha) y el tratamiento con NPK en alta densidad de siembra (0,35 x 0,80 m) lograron el mayor número de hileras por mazorca de maíz, las dosis intermedias y bajas de estiércol tuvieron un efecto menor, mientras que los tratamientos sin fertilización presentaron los peores resultados (Tabla 7). Los resultados muestran la importancia de una fertilización adecuada, tanto orgánica como química, para maximizar la productividad del maíz. Las dosis más altas de estiércol de cuy y NPK proporcionen nutrientes esenciales, como nitrógeno y fósforo, que favorecen el desarrollo estructural del maíz (Antúnez-Ocampo et al., 2023). El estiércol también mejora la retención de agua y la actividad microbiana del suelo, promoviendo un mayor crecimiento de las mazorcas (Félix-Herrán et al., 2008).

Los resultados obtenidos, donde las dosis más altas de estiércol de cuy (50 t/ha) y NPK incrementaron significativamente el número de semillas por hilera (Tabla 7), concuerdan con investigaciones previas. Según el estudio de manejo integrado de fertilizantes en México, la combinación de fertilización orgánica y química mejora tanto el rendimiento del maíz como la salud del suelo, gracias a la liberación gradual de nutrientes y la mayor actividad microbiana (Álvarez-Solís et al., 2010). Otro estudio realizado en El Salvador sobre la fertilización química del maíz señala que el uso de NPK optimiza el crecimiento de la planta y el rendimiento del grano, aunque los beneficios a largo plazo de la fertilización orgánica superan los de la química, especialmente en suelos de baja fertilidad (Cárcamo et al., 2018).

En la Figura 12, los resultados muestran que tanto la densidad de siembra como los niveles de fertilización con estiércol de cuy y NPK afectan significativamente el peso de las mazorcas de maíz; en la densidad de 0,40 m, el mayor peso se obtuvo con 50 t/ha (135,89 g), mientras que en la densidad más estrecha (0,35 m), 40 t/ha registró el mayor peso (161 ,91 g), esto sugiere que, aunque 50 t/ha es beneficiosa en espacios más amplios, una densidad más alta maximiza la eficiencia con 40 t/ha, posiblemente debido a un punto óptimo de fertilización. Un exceso de nutrientes podría afectar negativamente la estructura del suelo y la absorción de agua, como sugieren Hou et al. (2012) y Cui et al. (2014). El tratamiento con NPK también mostró

un aumento significativo en el peso de las mazorcas en ambas densidades en comparación con el testigo sin fertilización, aunque fue superado por los tratamientos con estiércol de cuy; esto respalda la efectividad del estiércol como fertilizante, al proporcionar un equilibrio adecuado de nutrientes y mejorar las propiedades físicas del suelo, como su capacidad de retención de agua (Liu et al., 2020; Adetunji et al., 2021). Además, la mayor eficiencia del cultivo en la densidad de 0,35 m puede atribuirse a una competencia más efectiva por recursos, favoreciendo un mayor rendimiento por planta, tal como lo señalan Wang et al. (2022). Por otro lado, el menor peso registrado en los tratamientos sin fertilización destaca la necesidad de un manejo adecuado de nutrientes para maximizar la productividad; sin adición de nutrientes, el desarrollo de las mazorcas se ve limitado, lo que subraya la importancia de las prácticas de fertilización para alcanzar un rendimiento óptimo del maíz.



Figura 12. Peso de mazorcas de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto

La Figura 13. Muestra que las ecuaciones de regresión lineal revelan la influencia positiva del estiércol de cuy en el peso de las mazorcas de maíz bajo distintas densidades de siembra; con la densidad de 0,35 m, el peso de las mazorcas aumenta a una tasa de 1,8741 g por cada incremento en el nivel de estiércol, partiendo de un peso inicial de 68,374 g. El coeficiente de determinación (91,36 %) indica que casi el 90 % de la variación en el peso se explica por los niveles de fertilización. En cuanto a la densidad de 0,40 m, el peso incrementa a una tasa menor (1,1606 g), aunque con un peso inicial superior (76,224 g) y una mayor

precisión en la predicción (94,42 %), aunque la competencia entre plantas en densidades más altas (0,35 m) genera un crecimiento más eficiente, las distancias más amplias (0,40 m) permiten una absorción de nutrientes más uniforme, favoreciendo la estabilidad del rendimiento; la fertilización orgánica con estiércol de cuy mejora tanto la disponibilidad de nutrientes como y características físicas del suelo, optimizando así la producción del maíz (Cárcamo et al., 2018). Estos resultados se explican por la influencia directa del estiércol de cuy en la disponibilidad de nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, que favorecen el desarrollo del maíz; la relación positiva entre los niveles de estiércol y el peso de las mazorcas refleja cómo este fertilizante mejora las condiciones del suelo, incrementando su capacidad de retención de agua y promoviendo la actividad microbiana que facilita la liberación progresiva de nutrientes (Farfán y Perales, 2021).

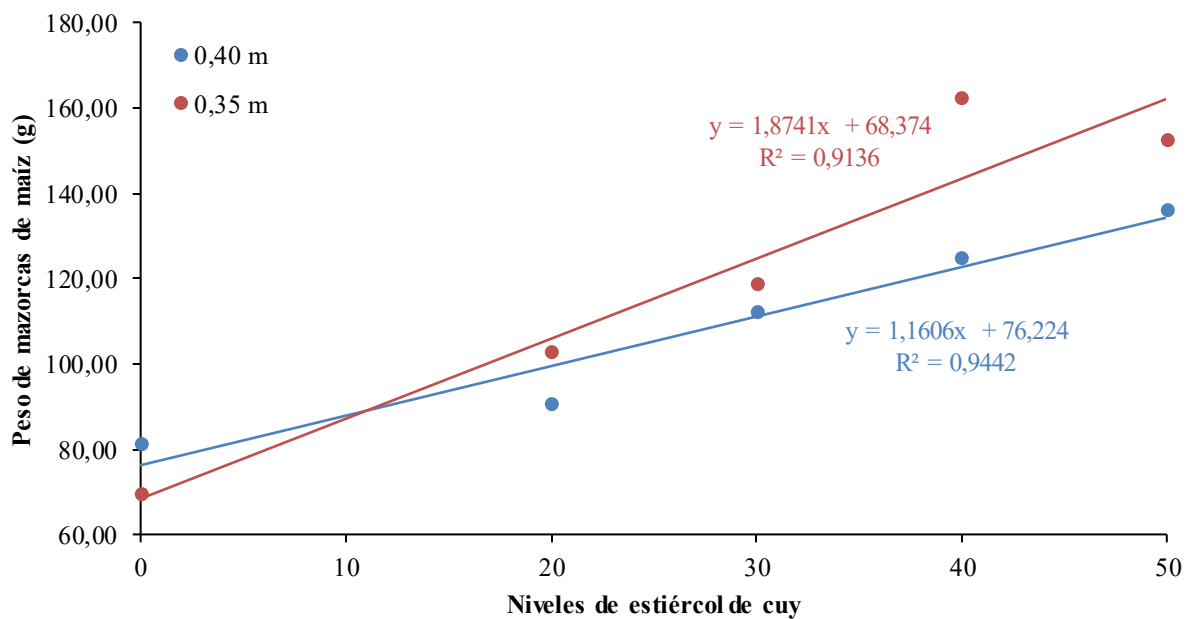


Figura 13. Líneas de tendencia del peso de mazorcas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy

Los resultados de la Figura 14, muestran que tanto el estiércol de cuy como la fertilización NPK mejoran significativamente la longitud de las mazorcas de maíz, destacando la importancia de una fertilización adecuada para maximizar el rendimiento; el mayor crecimiento observado con el aumento progresivo de estiércol refleja cómo la disponibilidad de nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, mejora la actividad metabólica y la expansión celular del maíz. Esta respuesta se alinea con estudios previos que demuestran que los abonos orgánicos, al mejorar la estructura del suelo y la retención de agua, generan un

desarrollo más uniforme y sostenido del cultivo (Guamán et al., 2020). Además, la fertilización NPK también promueve un crecimiento significativo, lo que indica que los nutrientes aportados por los fertilizantes químicos son igualmente efectivos en aumentar la longitud de las mazorcas: sin embargo, los tratamientos con estiércol mostraron una mayor ventaja en condiciones de alta densidad (0,35 m), lo que sugiere que la combinación de fertilización orgánica y una mayor competencia entre plantas maximiza la eficiencia en el uso de recursos. Estos hallazgos coinciden con investigaciones que resaltan cómo la alta densidad puede intensificar la competencia por luz y nutrientes, estimulando el crecimiento longitudinal del maíz (Ochoa et al., 2019).

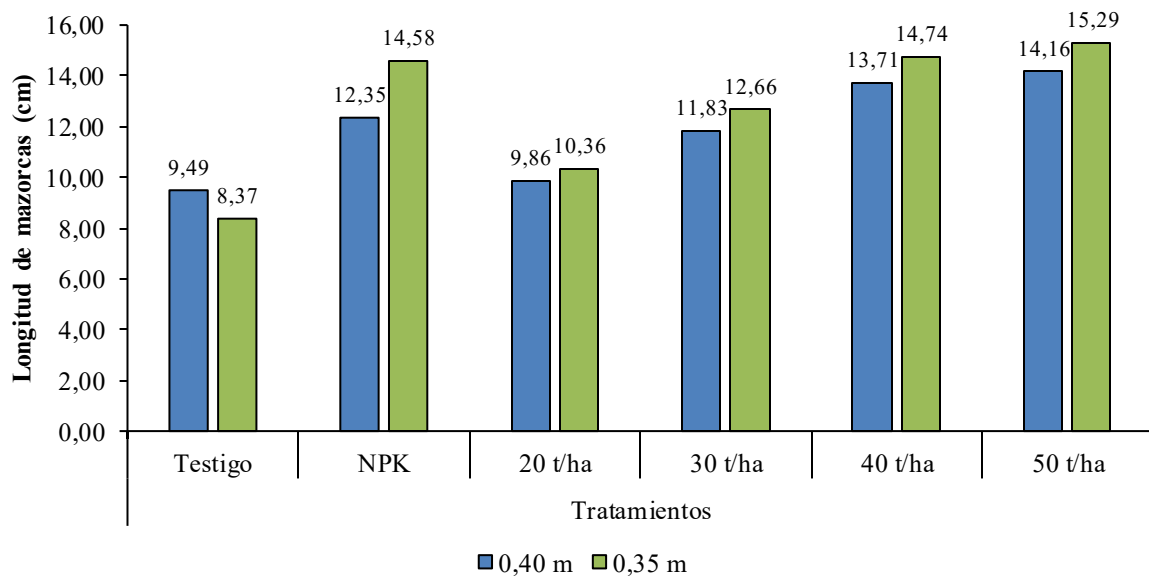


Figura 14. Longitud de mazorcas de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto

Los resultados de la Figura 15, las ecuaciones de regresión lineal destacan que el estiércol de cuy tiene un impacto positivo en el crecimiento longitudinal de las mazorcas, con una mayor tasa de crecimiento en la densidad de siembra más estrecha (0,35 m); esta diferencia puede atribuirse a la mayor competencia entre plantas en espacios reducidos, lo que impulsa un uso más eficiente de los recursos disponibles, como nutrientes y agua. Esto concuerda con estudios que señalan cómo el aumento de la densidad de siembra, combinado con fertilización orgánica, favorece un crecimiento más vigoroso debido a la competencia por luz y nutrientes (Cárcamo et al., 2018). La mayor precisión del modelo (R^2 de 96,69 % en 0,35 m y 88,71 % en 0,40 m) sugiere que el estiércol de cuy no solo aporta nutrientes esenciales, sino que también

mejora la estructura del suelo, lo que contribuye a un crecimiento sostenido y predecible del cultivo. Estas observaciones coinciden con investigaciones que resaltan cómo los fertilizantes orgánicos aumentan la actividad microbiana y la retención de agua en el suelo, optimizando la absorción de nutrientes a lo largo del ciclo del cultivo (López et al., 2001).

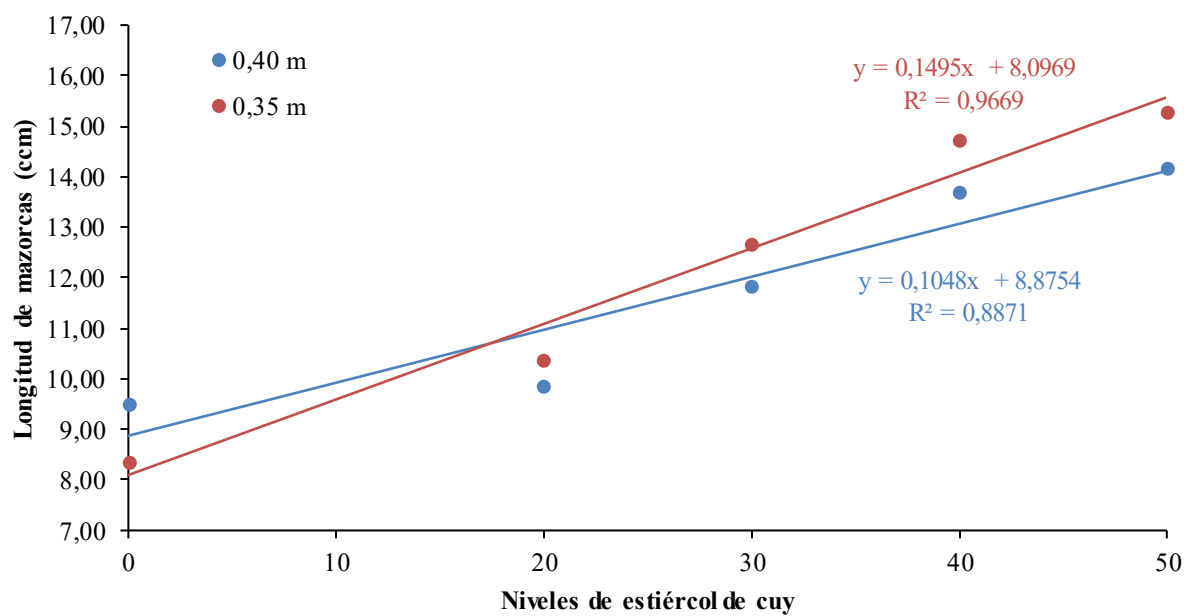


Figura 15. Líneas de tendencia de la longitud de mazorcas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy

Los resultados de la Figura 16, muestran que tanto el estiércol de cuy como el fertilizante NPK influyen significativamente en el diámetro de las mazorcas de maíz, con una respuesta más pronunciada en la densidad de siembra de 0,35 m en comparación con 0,40 m. El aumento progresivo del diámetro a medida que se incrementa la dosis de estiércol sugiere que este fertilizante orgánico mejora la disponibilidad de nutrientes esenciales y optimiza las condiciones del suelo, facilitando un desarrollo más robusto de las mazorcas. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que destacan que los abonos orgánicos promueven la retención de agua y aumentan la actividad microbiana, lo que favorece la absorción de nutrientes a lo largo del ciclo del cultivo (Félix-Herrán et al., 2008). En la densidad más estrecha (0,35 m), la mayor competencia entre plantas impulsa un uso más eficiente de los recursos disponibles, lo que se traduce en un mayor diámetro de mazorca, aunque la densidad de 0,40 m permite una expansión más uniforme, la competencia es menor, lo que reduce ligeramente la eficiencia en el uso de los nutrientes. Esto concuerda con investigaciones que sugieren que la combinación de fertilización adecuada y alta densidad de siembra genera mejores resultados en cultivos como

el maíz, al optimizar tanto la competencia como la distribución de recursos (Mendoza et al., 2002). El uso de NPK también mostró mejoras significativas en el diámetro de las mazorcas en ambas densidades, lo que confirma que los fertilizantes químicos son efectivos para mejorar el rendimiento. Sin embargo, los tratamientos con estiércol de cuy superaron a los de NPK, posiblemente debido a los beneficios adicionales del abono orgánico, como la mejora de la estructura del suelo y una liberación gradual de nutrientes.

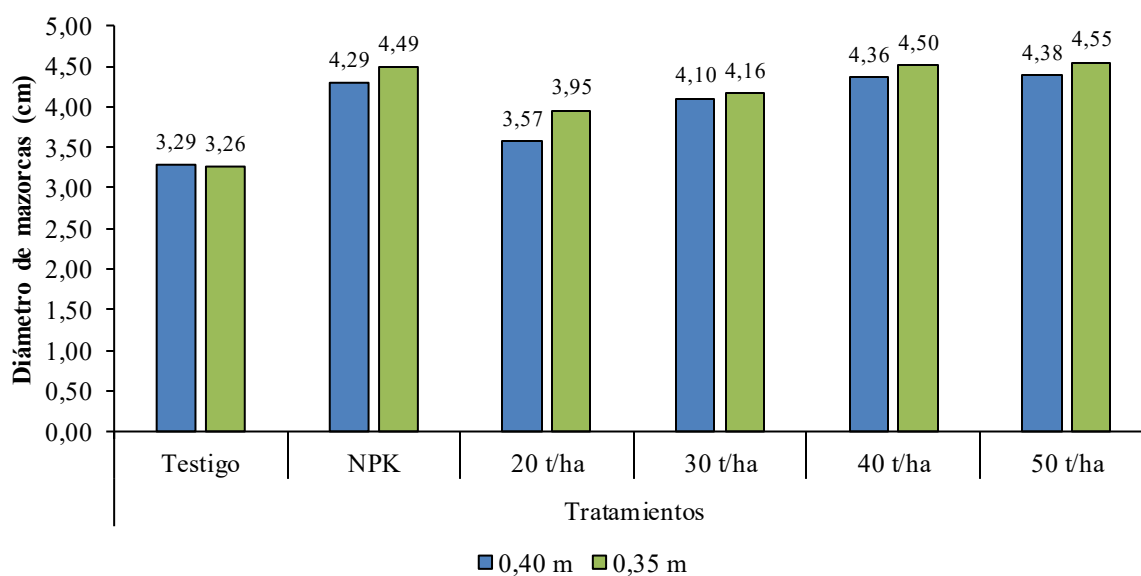


Figura 16. Diámetro de mazorcas de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto

Las ecuaciones de regresión lineal Figura 17, muestran una relación positiva entre el diámetro de las mazorcas del maíz híbrido "Dekalb - 7088" y los niveles de estiércol de cuy, destacando la importancia de este fertilizante en el desarrollo del cultivo. En ambas densidades de siembra (0,35 y 0,40 m), el diámetro de las mazorcas aumenta progresivamente con mayores dosis de estiércol. La tasa de crecimiento es ligeramente mayor en la densidad más alta (0,35 m), lo que sugiere que la competencia más intensa entre plantas en distancias más reducidas impulsa un uso más eficiente de los recursos, tal como lo han señalado estudios previos sobre la respuesta del maíz a diferentes densidades de siembra y fertilización (Campodonico, 2012). El coeficiente de determinación (R^2) en ambas densidades (96.45 % en 0,35 m y 92.69 % en 0,40 m) refleja una alta predictibilidad del efecto del estiércol en el diámetro de las mazorcas, lo que respalda la capacidad del fertilizante orgánico para mejorar las condiciones del suelo y promover un crecimiento sostenido. Esto concuerda con investigaciones que señalan que el

estiércol no solo aporta nutrientes esenciales como nitrógeno y potasio, sino que también mejora la retención de agua y fomenta la actividad microbiana del suelo, optimizando la absorción de nutrientes a lo largo del ciclo del cultivo (Antúnez-Ocampo et al., 2023). Aunque la densidad de 0,40 m permite una distribución más uniforme de los recursos, la mayor eficiencia en la competencia en 0,35 m se traduce en un crecimiento más significativo del diámetro. Estos hallazgos subrayan que la combinación de una fertilización adecuada y el ajuste de la densidad de siembra son esenciales para maximizar el rendimiento y la calidad del maíz híbrido (Antúnez-Ocampo et al., 2023).

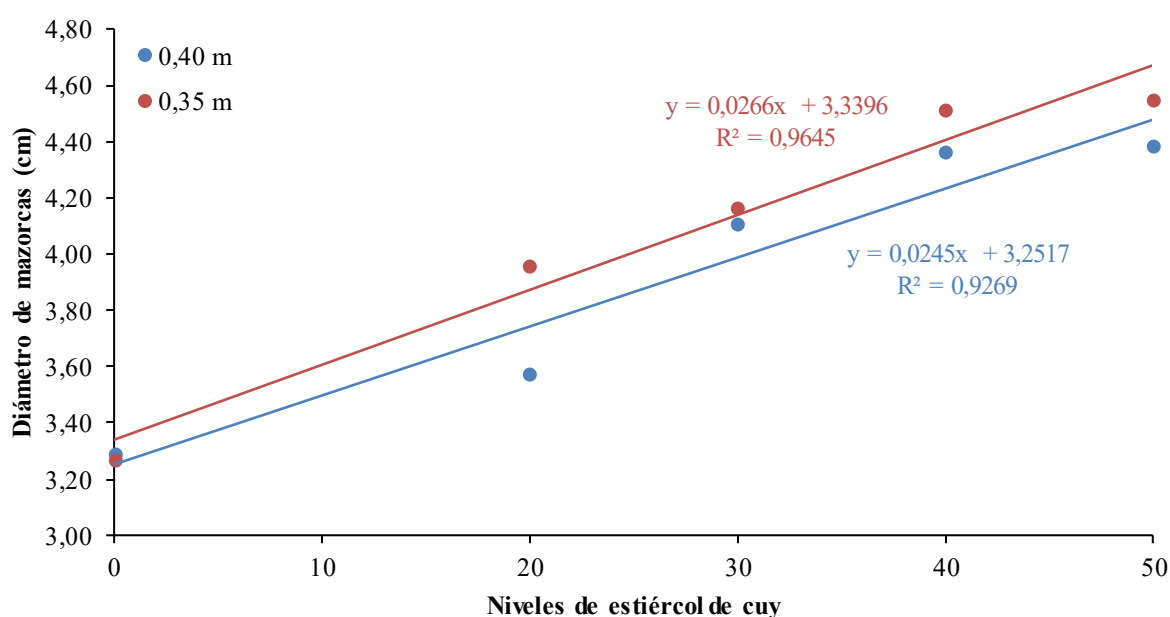


Figura 17. Líneas de tendencia del diámetro de mazorcas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy

La Figura 18, muestran que el número de hileras por mazorca se mantiene constante en 18 en los tratamientos con estiércol de cuy y NPK, mientras que los testigos, sin fertilización, presentan un número ligeramente menor (17 hileras). Esto sugiere que, aunque la fertilización con estiércol o NPK no incrementa el número de hileras por mazorca, la ausencia de nutrientes puede afectar levemente el desarrollo estructural del maíz. Estos hallazgos concuerdan con investigaciones que destacan que las características genéticas del maíz suelen determinar el número de hileras, lo que limita la influencia directa de la fertilización en esta variable (Andrade, 2023). Sin embargo, la fertilización sigue siendo crucial para mantener el desarrollo adecuado del cultivo, evitando posibles deficiencias que podrían afectar otras características del rendimiento, como la densidad de semillas por hilera y el tamaño de las mazorcas.

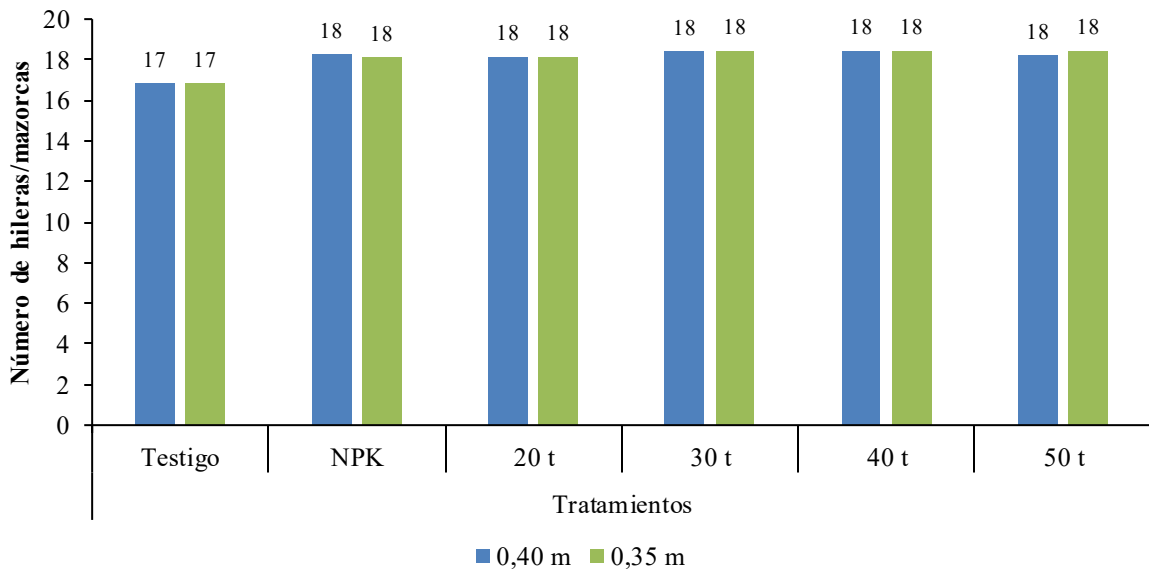


Figura 18. Número de hileras/mazorcas de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto

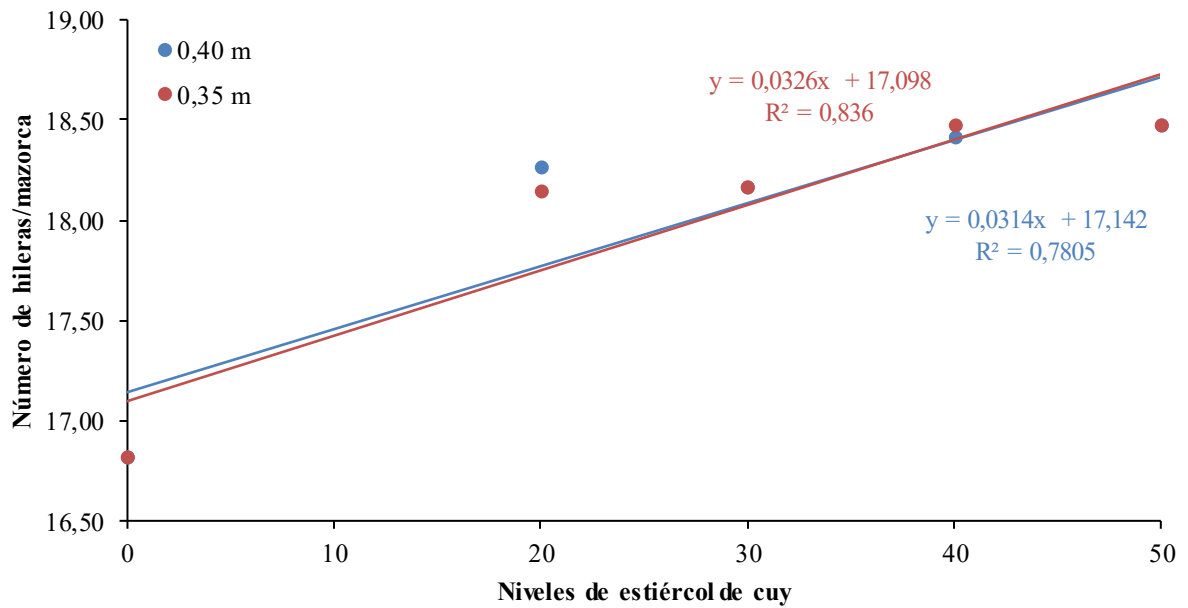


Figura 19. Líneas de tendencia del número de hileras/mazorcas de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy

Los resultados de la Figura 19, muestran una relación cuadrática entre el nivel de estiércol de cuy y el número de hileras por mazorca en el maíz híbrido "Dekalb - 7088", con una tendencia a la disminución del número de hileras a medida que aumentan las dosis de estiércol. Inicialmente, podría haber estabilidad o un nivel de aumento, pero conforme se incrementa la

fertilización, ocurre una caída, más pronunciada en la distancia de siembra de 0,40 m que en 0,35 m. Esto sugiere que, aunque el estiércol de cuy aporta beneficios importantes al cultivo, un exceso puede generar desequilibrios en la absorción de nutrientes o afectar la estructura del suelo, limitando la formación de hileras. El coeficiente de determinación (R^2) más alto en la densidad de 0,35 m (83,6 %) refleja una mayor predictibilidad en esta condición, posiblemente debido a una mayor eficiencia en la competencia por recursos en una siembra más densa. En comparación, en la densidad de 0,40 m ($R^2 = 78,05 \%$), la absorción de nutrientes es menos eficiente, lo que podría explicar la mayor disminución del número de hileras. Estos hallazgos concuerdan con estudios que indican que el exceso de fertilización orgánica puede alterar la disponibilidad de nutrientes y reducir el rendimiento estructural del cultivo (Garro, 2016).

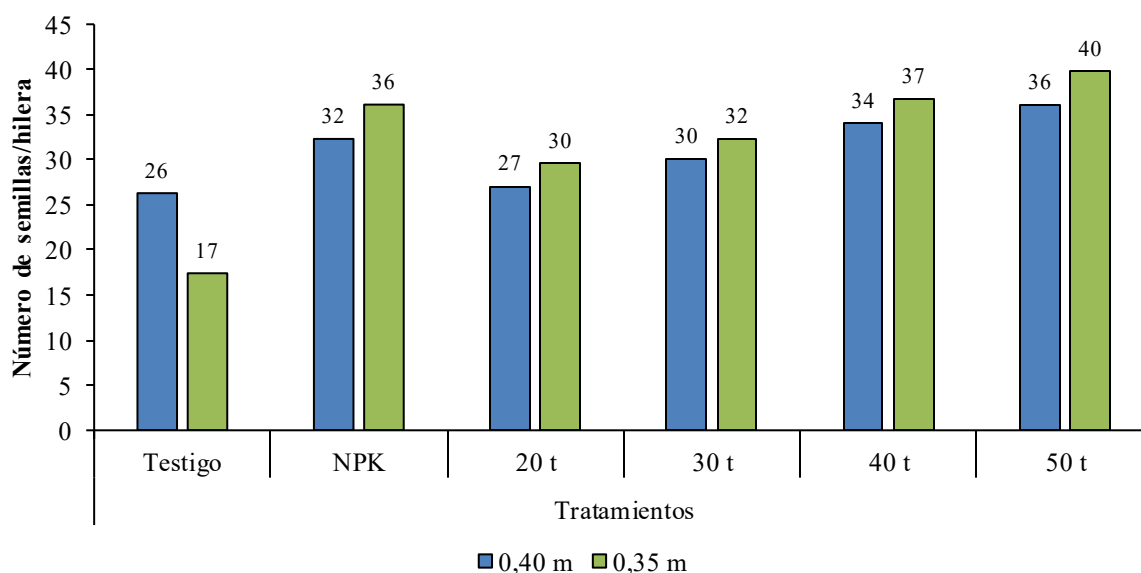


Figura 20. Número de semillas/hileras de maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto

Los resultados muestran que tanto el estiércol de cuy como la fertilización con NPK incrementan significativamente el número de semillas por hilera en el maíz híbrido "Dekalb-7088", lo que refleja la importancia de una adecuada disponibilidad de nutrientes (Figura 20). A medida que aumentan las dosis de estiércol, se observa una respuesta positiva en ambas densidades de siembra (0,40 y 0,35 m). Sin embargo, el efecto es más pronunciado en la densidad de 0,35 m, posiblemente debido a una competencia más intensa por recursos, lo que impulsa un uso más eficiente de los nutrientes y estimula el desarrollo reproductivo de las plantas. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que destacan cómo los abonos

orgánicos, al mejorar la estructura del suelo y retener agua, generan una absorción sostenida de nutrientes esenciales como nitrógeno, potasio y fósforo (López et al., 2001). Por otro lado, aunque el NPK también es efectivo, los tratamientos con estiércol de cuy presentan una ventaja adicional al contribuir a la salud del suelo a largo plazo mediante el aumento de la actividad microbiana y la estabilidad de nutrientes (Zarate, 2019). Los valores más bajos registrados en los tratamientos de control sin fertilización, especialmente en la densidad de 0,35 m, destacan el impacto negativo de la ausencia de nutrientes en la producción.

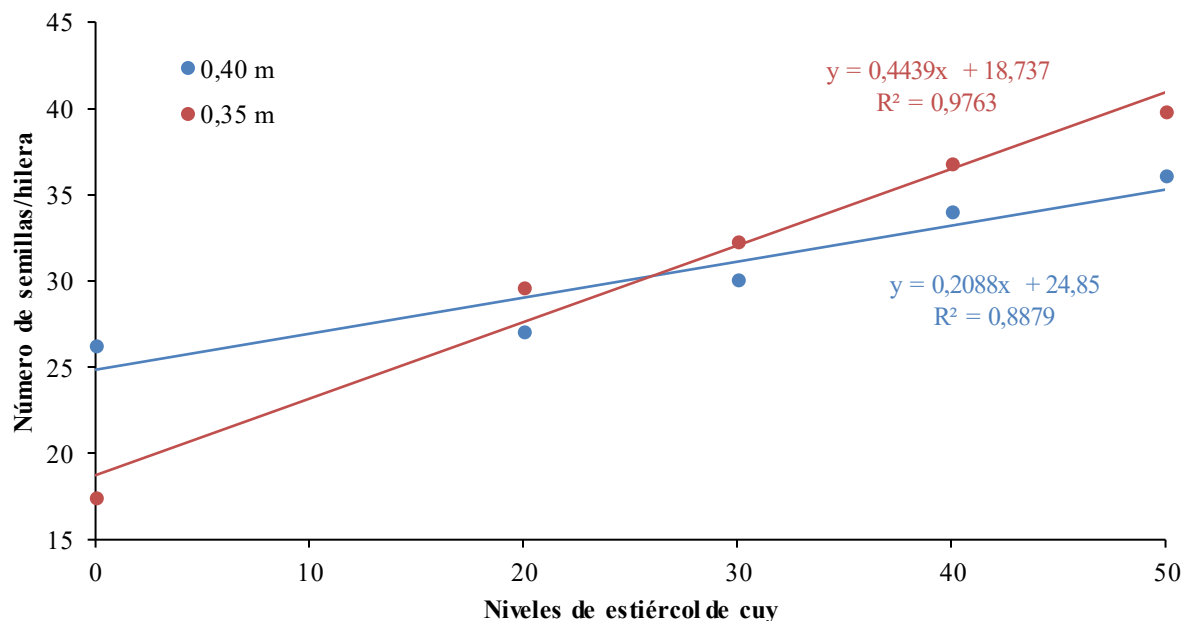


Figura 21. Líneas de tendencia del número de semillas/hileras de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy

Los resultados de las ecuaciones de regresión lineal demuestran un impacto significativo del estiércol de cuy en el aumento del número de semillas por hilera en el maíz "Híbrido Dekalb – 7088", con diferencias según la densidad de siembra (Figura 21). En la densidad de 0,35 m, el maíz muestra una mayor respuesta al estiércol, incrementando en 0,4439 semillas por hilera por cada unidad adicional de fertilizante. Esto sugiere que, bajo una mayor competencia por recursos, como ocurre en siembras más densas, las plantas aprovechan más eficientemente los nutrientes disponibles. Estos resultados coinciden con estudios que resaltan que la densidad estrecha intensifica la competencia, pero también maximiza la eficiencia en la absorción de nutrientes en sistemas bien nutridos (Andrade, 2023). Por otro lado, en el espaciamiento de 0,40 m, aunque la tasa de crecimiento es menor (2,6494 semillas por unidad), el mayor número inicial de semillas por hilera (0,2088) puede explicarse por una menor

competencia entre plantas, permitiendo un desarrollo inicial más uniforme. Esto concuerda con investigaciones que destacan que una menor densidad favorece el desarrollo temprano del cultivo al reducir la competencia por luz y agua, aunque los incrementos en productividad tienden a ser menores en condiciones de baja competencia (Blanco-Valdés, 2019).

La aplicación de estiércol de cuy influye significativamente en la calidad de las mazorcas de maíz, mejorando su peso, longitud, diámetro, número de hileras y número de semillas por hilera. García et al. (2018) señalan que este estiércol, rico en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, incrementa la fertilidad del suelo, mejora la materia orgánica y optimiza su estructura, lo que facilita una mayor retención de humedad y capacidad de intercambio catiónico. Estos nutrientes son cruciales para el crecimiento vegetativo y reproductivo del maíz híbrido "Dekalb-7088", promoviendo un desarrollo vigoroso (Lima et al., 2017). La actividad microbiana también se incrementa, facilitando la mineralización de nutrientes y su disponibilidad para las plantas (Chivenge et al., 2011).

El estiércol mejora la estructura del suelo, aumentando la porosidad, aireación y drenaje, lo que promueve un crecimiento radicular más extenso (Sánchez-Monedero et al., 2018). Esto permite una mayor eficiencia en la absorción de agua y nutrientes, resultando en mazorcas más grandes y con mayor rendimiento (García-Ruiz et al., 2019; Sileshi et al., 2015). Además, mejora la eficiencia fotosintética y el vigor del cultivo, favoreciendo la producción de biomasa y calidad de granos (Jat et al., 2019).

Los estudios de Sánchez-Monedero et al. (2018) y García-Ruiz et al. (2019) indican que dosis altas de estiércol proporcionan más nutrientes esenciales, mejorando la estructura del suelo y su capacidad para retener agua. Esto concuerda con los resultados obtenidos en campo, donde las dosis de 40 y 50 t/ha de estiércol de cuy mostraron los mejores resultados en la calidad de mazorcas. Estos efectos se ven potenciados en densidades de siembra más altas (0,35 m), donde la mayor competencia entre plantas maximiza la eficiencia en la utilización de recursos como la luz solar y nutrientes (Zhang et al., 2019).

La competencia intraespecífica inducida por una mayor densidad de siembra favorece el crecimiento radicular, permitiendo que las plantas accedan a nutrientes en capas más profundas del suelo (Zhang et al., 2018). Además, la combinación de una alta dosis de estiércol y mayor densidad de siembra promueve la actividad microbiana, mejorando la eficiencia del uso de nutrientes y el rendimiento del cultivo (Sánchez-Monedero et al., 2018). Estos procesos fisiológicos y agronómicos trabajan en sinergia, contribuyendo a maximizar la calidad y el rendimiento del maíz.

4.3. Rendimiento

El rendimiento del maíz "Dekalb-7088" mostró diferencias significativas entre tratamientos, con un CV bajo (6 %) y un R² alto (0,97), indicando que las densidades de siembra y dosis de estiércol de cuy explican el 97 % de la variabilidad y mejoran la productividad.

Tabla 8. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) del rendimiento del cultivo de maíz

Fuentes de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	1537142,83	3	512380,94	4,46	0,01
Tratamientos	103733391,59	11	9430308,33	82,18	< 0,00
Error experimental	3786939,43	33	114755,74		
Total	109057473,85	47			
CV %	6,00				
R ²	0,97				

La prueba de Duncan (Tabla 9) muestra que el tratamiento El tratamiento T8 (50 t/ha de estiércol de cuy + densidad 0,35 x 0,80 m) es el más efectivo para el rendimiento del maíz "Dekalb-7088", optimizando la absorción de nutrientes esenciales (N, P, K) y mejorando el suelo (Cordero, 2010; Guamán, 2010). El estiércol favorece la fotosíntesis y el flujo de fotoasimilados hacia los granos, asegurando su llenado eficiente y aumentando el peso y calidad de la cosecha (Perez, 2018; Martínez y Torres, 2019). El menor rendimiento se observó en el tratamiento T₁₂ (Testigo, 0,35 x 0,80 m), con una diferencia significativa de 4 744,52 kg, lo que equivale al 53,36 %, evidenciando la importancia del estiércol en la productividad del cultivo.

La agrupación en cinco grupos destaca la superioridad de los tratamientos T₈ y T₇ (50 y 40 t/ha de estiércol de cuy) sobre los demás, mostrando que una mayor dosis de estiércol junto con un espaciamiento estrecho (0,35 m) maximiza la eficiencia del uso de recursos. La alta concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en el estiércol mejora la fertilidad del suelo y el desarrollo del maíz (Aguilar et al., 2020). Un espaciamiento más estrecho aumenta también la competencia por luz y agua, favoreciendo el crecimiento uniforme de las plantas (Gómez et al., 2018).

El tratamiento T₁₀, que emplea fertilizante NPK, ocupa el segundo lugar, lo que indica que, aunque los fertilizantes químicos mejoran el rendimiento, el estiércol de cuy puede ofrecer ventajas adicionales relacionadas con la mejora de la estructura del suelo y la actividad microbiana (Rodríguez y Pérez, 2019). Martínez et al. (2021) también encontraron que la aplicación de estiércol animal incrementa el rendimiento del maíz más que los fertilizantes químicos solos, confirmando que los nutrientes orgánicos tienen un impacto más sostenido en la calidad del suelo. Asimismo, Hernández y López (2017) demostraron que la reducción del

espaciamiento entre plantas mejora la utilización del espacio y los recursos, lo que resulta en mayores rendimientos.

Estos resultados resaltan la importancia de combinar prácticas de fertilización orgánica y química para optimizar el rendimiento del maíz, con énfasis en ajustar la densidad de siembra y aplicar dosis adecuadas de fertilizante para maximizar la eficiencia del cultivo.

Tabla 9. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del rendimiento del cultivo de maíz (kg/ha)

Tratamientos	Promedio	Sig.
T ₈ 50 t/ha (estiércol de cuy) + 0,35 x 0,80 m	8271,79	a
T ₇ 40 t/ha (estiércol de cuy) + 0,35 x 0,80 m	7770,12	a
T ₁₀ Testigo 2 (NPK) + 0,35 x 0,80 m	7170,67	b
T ₄ 50 t/ha (estiércol de cuy) + 0,40 x 0,80 m	6058,55	c
T ₆ 30 t/ha (estiércol de cuy) + 0,35 x 0,80 m	6035,94	c
T ₃ 40 t/ha (estiércol de cuy) + 0,40 x 0,80 m	5562,61	d
T ₉ Testigo 1 (NPK) + 0,40 x 0,80 m	5481,93	d
T ₅ 20 t/ha (estiércol de cuy) + 0,35 x 0,80 m	5220,67	d
T ₂ 30 t/ha (estiércol de cuy) + 0,40 x 0,80 m	4990,85	d
T ₁ 20 t/ha (estiércol de cuy) + 0,40 x 0,80 m	4022,30	e
T ₁₁ Testigo 3 (0,40 x 0,80 m)	3618,24	e
T ₁₂ Testigo 4 (0,35 x 0,80 m)	3527,27	e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En los resultados del rendimiento del maíz híbrido "Dekalb-7088" (Figura 22), se observa que la densidad de siembra más estrecha (0,35 m) combinada con la aplicación de estiércol de cuy maximiza el rendimiento del cultivo, alcanzando 8 271,79 kg/ha con 50 t/ha de estiércol. Este efecto se explica por una mayor eficiencia en la absorción de recursos en densidades más altas, como luz, agua y nutrientes, favoreciendo un crecimiento más vigoroso de las plantas (García et al., 2017).

En etapas posteriores, la fertilización con estiércol de cuy mostró ventajas sostenidas, especialmente con aplicaciones de 40 y 50 t/ha. Esto se atribuye a la mejora de la estructura del suelo y a la actividad microbiana, que asegura una liberación gradual de nutrientes y una mayor retención de agua en el suelo, estabilizando las condiciones del cultivo a lo largo de su ciclo fenológico (Sileshi et al., 2015; García-Ruiz et al., 2019). Estos efectos fueron particularmente notables durante las fases críticas de crecimiento y llenado de granos.

En comparación, los tratamientos con fertilización química (NPK) alcanzaron rendimientos de hasta 7 170,67 kg/ha en densidad de 0,35 m, demostrando su efectividad a corto plazo para incrementar la productividad. Sin embargo, los rendimientos superiores obtenidos con estiércol de cuy destacan su contribución a largo plazo en la sostenibilidad del

sistema agrícola, gracias a su capacidad para mantener un equilibrio nutricional y mejorar la salud del suelo (Hernández y López, 2017; Rodríguez y Pérez, 2019).

Finalmente, los tratamientos sin fertilización mostraron los rendimientos más bajos (3 618,24 kg/ha en 0,40 m y 3 527,59 kg/ha en 0,35 m). Esto evidencia el impacto negativo de la falta de nutrientes en el desarrollo del maíz, reduciendo la formación de mazorcas y el área foliar. Novales (2010) señala que los suelos sin fertilización pierden progresivamente su capacidad de suministrar nutrientes esenciales, lo que explica las limitaciones observadas en estos tratamientos.

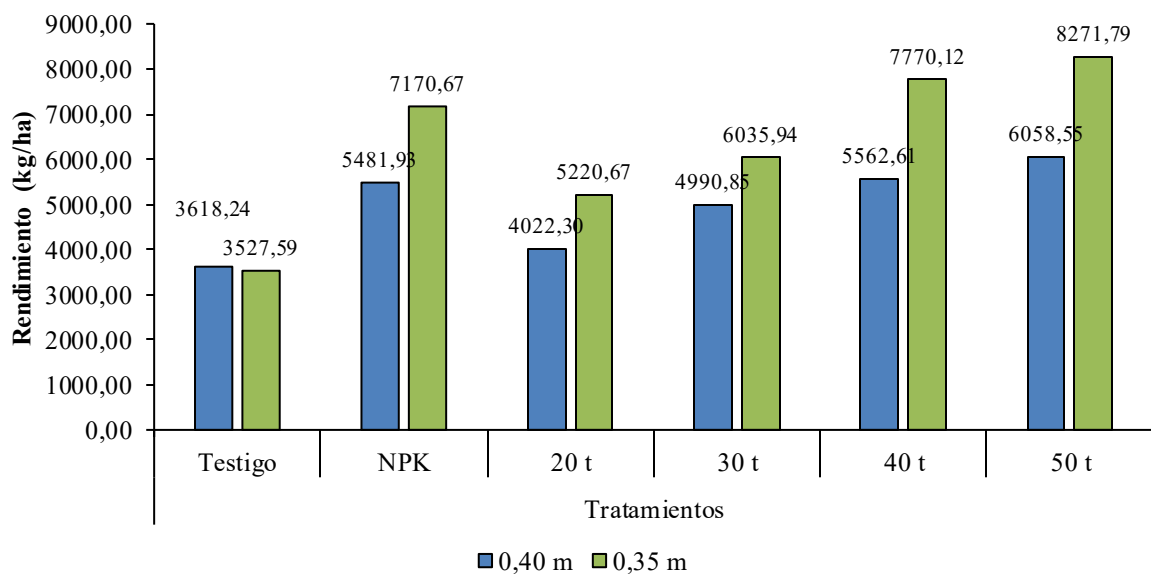


Figura 22. Rendimiento del maíz en dos densidades de siembra con cuatro niveles de estiércol de cuy más testigo con NPK y testigo absoluto

Los resultados de las líneas de tendencia del rendimiento del maíz "Híbrido Dekalb-7088" Figura 23, indican que los niveles de estiércol de cuy influyen de manera significativa en ambas densidades de siembra, con un mayor impacto en la densidad de 0,35 m. La pendiente de 99,159 sugiere que, por cada unidad adicional de estiércol aplicada, mientras que en la densidad de 0,40 m la pendiente es de 51,711, lo que indica una respuesta menos pronunciada. Estos resultados reflejan cómo la mayor competencia entre plantas en la siembra más densa optimiza la utilización de nutrientes, promoviendo un crecimiento más vigoroso y un mayor rendimiento del cultivo. Sin la aplicación de estiércol, el rendimiento inicial es mayor en la densidad de 0,40 m (3 402,6 kg/ha) comparado con 3 388,8 kg/ha en 0,35 m. Esta diferencia podría deberse a una menor competencia por recursos en distancias más amplias, lo

que favorece un desarrollo más uniforme en las primeras etapas del cultivo. Sin embargo, con el aumento del estiércol, la densidad más estrecha maximiza los beneficios al mejorar la absorción de nutrientes y la eficiencia fotosintética, lo que se traduce en un rendimiento superior.

El ajuste de los modelos es muy fuerte en ambas densidades, con valores de R^2 de 97,8 % para 0,35 m y 94,44 % para 0,40 m, lo que sugiere que el estiércol de cuy es un factor determinante en el rendimiento del maíz. La ligera ventaja del R^2 en la densidad de 0,40 m refleja una mayor estabilidad en el modelo, posiblemente debido a una menor variabilidad en el uso de nutrientes en esta densidad. Estos hallazgos destacan la importancia de manejar adecuadamente la densidad de siembra y las dosis de fertilización para maximizar la productividad del cultivo, equilibrando la competencia entre plantas y la disponibilidad de nutrientes para alcanzar rendimientos óptimos

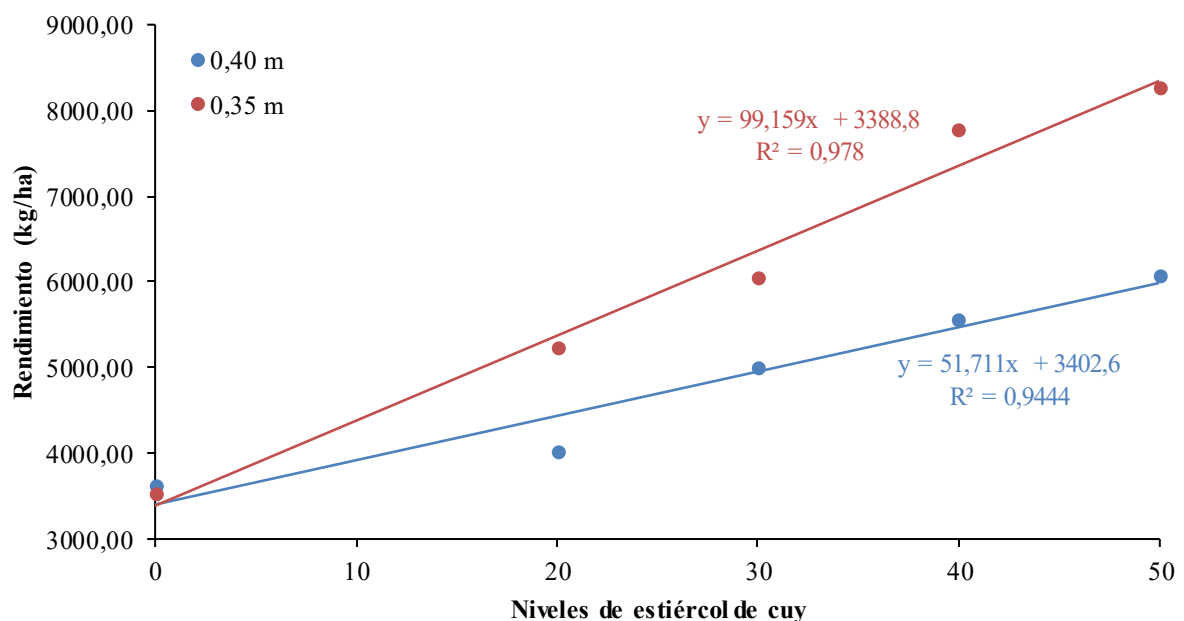


Figura 23. Líneas de tendencia del rendimiento de maíz “Híbrido Dekalb – 7088” por efecto de niveles de estiércol de cuy

En condiciones de mayor densidad de siembra, como el espaciamiento de 0,35 m, la competencia por recursos esenciales, como agua y nutrientes, se intensifica, lo que puede limitar el desarrollo del maíz si no se asegura una adecuada disponibilidad de estos recursos (García et al., 2017). El uso de estiércol de cuy mitiga estos efectos al aportar nutrientes esenciales y mejorar la estructura del suelo, aumentando la capacidad de retención de agua y la porosidad, aspectos clave en condiciones de alta competencia (Abanto Morales y Chocano,

2010). Además, el estiércol de cuy libera nutrientes de forma gradual y sostenida, garantizando un suministro constante durante todo el ciclo del cultivo, lo que resulta especialmente útil en densidades altas donde las plantas requieren un acceso continuo a los nutrientes para mantener un desarrollo uniforme (Silva et al., 2017). La mejora estructural del suelo derivada de la materia orgánica presente en el estiércol facilita una mejor retención de agua, reduce el estrés hídrico y promueve un crecimiento vigoroso y uniforme de las plantas, optimizando su desarrollo en estas condiciones (García et al., 2017).

El nitrógeno presente en el estiércol es fundamental para el desarrollo vegetativo de las plantas, ya que participa en la formación de aminoácidos y clorofila, esenciales para la fotosíntesis y la producción de biomasa (Marschner, 2012). El fósforo es indispensable para la transferencia de energía mediante el ATP y el desarrollo temprano de raíces, mejorando la eficiencia en la absorción de agua y nutrientes (Grant et al., 2001). El potasio, por su parte, regula procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la apertura de estomas y el transporte de carbohidratos, lo que repercute en la calidad del rendimiento del maíz (Römheld y Kirkby, 2010). La materia orgánica presente en el estiércol de cuy tiene un impacto significativo al aumentar la friabilidad del suelo, reducir la compactación y favorecer la aireación, mejorando la respiración de las raíces y la actividad microbiana (Lal, 2006; Six et al., 2000). Este entorno facilita el crecimiento de raíces más profundas y eficientes en la absorción de nutrientes, lo que maximiza el rendimiento del cultivo (Bronick y Lal, 2006).

Además, la materia orgánica actúa como una reserva de nutrientes, que se libera lentamente durante el análisis microbiano, garantizando un suministro continuo y evitando deficiencias nutricionales que pueden ocurrir con fertilizantes de liberación rápida (Nannipieri et al., 2017). Este equilibrio entre la liberación de nutrientes y la mejora de la estructura del suelo es esencial para maximizar el rendimiento del maíz a lo largo de todo su ciclo de crecimiento (Lehmann y Kleber, 2015).

4.4. Análisis físico químico final del suelo

Inicialmente, los resultados del análisis de sustratos muestran que el pH del suelo, indicador clave de la disponibilidad de nutrientes, se eleva con la aplicación de estiércol de cuy debido a su efecto alcalinizante. Este fenómeno se atribuye a los carbonatos de calcio presentes en el estiércol, que liberan iones calcio y bicarbonato durante la descomposición, neutralizando la acidez (Smith y Jones, 2020; García et al., 2018). Simultáneamente, el aumento de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) retiene más iones positivos, desplazando aluminio y reduciendo la toxicidad del suelo (Johnson, 2019).

Tabla 10. Análisis físico químico del suelo después de realizado la cosecha del cultivo de maíz

Trat.	pH	M.O.	N	C	P K		Ca	Mg	K	Na	AL	H	Bases Camb.	Acides Camb.	Sat. de Al
					disponible										
	1:1	%	%	%	ppm	ppm	Cambiables Cmol(+)/kg						%	%	%
T1	5,67	2,58	0,13	1,50	10,24	117,43	4,34	0,71	0,47	0,08	---	---	100,00	---	---
T2	5,75	2,29	0,11	1,33	16,53	156,93	9,57	1,95	0,43	0,07	---	---	100,00	---	---
T3	5,72	2,93	0,15	1,70	18,65	164,93	10,42	2,04	0,40	0,11	---	---	100,00	---	---
T4	6,41	3,93	0,20	2,86	18,55	190,92	11,45	2,55	1,72	0,92	---	---	100,00	---	---
T5	5,35	2,88	0,14	1,09	8,77	100,44	5,90	0,35	0,38	0,08	---	---	100,00	---	---
T6	5,87	2,94	0,15	2,66	9,30	107,94	9,23	0,70	0,37	0,10	---	---	100,00	---	---
T7	6,66	3,58	0,18	2,87	11,93	174,92	9,29	0,71	0,44	0,08	---	---	100,00	---	---
T8	6,78	3,77	0,19	2,99	18,51	194,75	11,36	0,95	0,46	0,09	---	---	100,00	---	---
T9	4,08	1,88	0,09	1,16	7,20	84,34	4,05	1,68	0,00	0,00	2,23	0,05	78,40	21,60	27,48
T10	4,01	1,43	0,07	1,38	8,42	118,07	4,10	1,10	0,00	0,00	1,83	1,20	72,40	27,60	22,24
T11	4,93	1,98	0,10	1,61	4,50	77,97	2,66	1,12	0,00	0,00	3,00	0,10	68,50	31,50	43,60
T12	4,60	1,53	0,08	1,83	4,30	74,97	3,52	0,88	0,00	0,00	2,30	0,05	66,10	33,90	34,07

Leyenda:

T₁ (20 t/ha estiércol de cuy + 0,40 m x 0,80 m)
T₃ (40 t/ha estiércol de cuy + 0,40 m x 0,80 m)
T₅ (20 t/ha estiércol de cuy + 0,35 m x 0,80 m)
T₇ (40 t/ha estiércol de cuy + 0,35 m x 0,80 m)
T₉ (Testigo 1 NPK + 0,40 m x 0,80 m)
T₁₁ (Testigo 3 absoluto + 0,40 m x 0,80 m)

T₂ (30 t/ha estiércol de cuy + 0,40 m x 0,80 m)
T₄ (50 t/ha estiércol de cuy + 0,40 m x 0,80 m)
T₆ (30 t/ha estiércol de cuy + 0,35 m x 0,80 m)
T₈ (50 t/ha estiércol de cuy + 0,35 m x 0,80 m)
T₁₀ (Testigo 2 NPK + 0,35 m x 0,80 m)
T₁₂ (Testigo 4 absoluto + 0,35 m x 0,80 m)

En etapas subsiguientes, el incremento de materia orgánica (MO), nitrógeno (N) y carbono (C) en tratamientos con estiércol refleja su impacto en la fertilidad del suelo. La mejora de la estructura del suelo, retención de agua y actividad microbiana fomenta la disponibilidad de nutrientes esenciales (Thangarajan et al., 2016; Nair et al., 2018). Este proceso favorece la liberación sostenida de nutrientes, proporcionando un suministro constante durante el ciclo del cultivo (González, 2015).

En el desarrollo del maíz, el fósforo (P) y el potasio (K) juegan roles críticos en el crecimiento radicular, la fotosíntesis y el metabolismo de carbohidratos. La aplicación de estiércol mejora significativamente los niveles de estos nutrientes, resultando en mayor altura de planta, mazorcas robustas y mayor número de semillas por hilera (Marschner, 2012; Lynch y Brown, 2012; Maathuis, 2013). Además, la ausencia de aluminio y la mayor saturación de bases (100 %) en tratamientos con estiércol confirman su capacidad para neutralizar la acidez y mejorar las propiedades del suelo (Hue y Amien, 2000; Sparks, 2003).

Hacia la madurez del cultivo, los tratamientos con estiércol de cuy (T7 y T8), combinados con una densidad de siembra más alta (0,35 m x 0,80 m), logran los mejores rendimientos y parámetros biométricos. Esto resalta la importancia de una gestión adecuada del espacio y una nutrición equilibrada para maximizar la productividad del maíz híbrido "Dekalb-7088", demostrando que el estiércol proporciona una nutrición más sostenible que los fertilizantes químicos (Hernández y Rodríguez, 2021). Sin embargo, los rendimientos también dependen de factores como las condiciones climáticas y el manejo del cultivo, subrayando la necesidad de una gestión integral del sistema de producción.

4.5. Análisis de beneficio costo (B/C) o índice de rentabilidad

El análisis de rentabilidad del cultivo de maíz bajo diferentes tratamientos revela información valiosa sobre la eficiencia económica de varias combinaciones de estiércol de cuy y densidades de siembra (Tabla 11). Los tratamientos T₁₀ (NPK + 0,35 m x 0,80 m) y T₉ (NPK + 0,40 m x 0,80 m) destacan como los más rentables, con índices de rentabilidad de 0,88 y 0,44 respectivamente, y utilidades de S/. 6725,98 y S/. 3348,49. Estos tratamientos, que utilizan fertilización química en lugar de estiércol de cuy, logran altos rendimientos y menores costos de producción.

En contraste, los tratamientos con mayores cantidades de estiércol de cuy, como T₃ (40 t/ha + 0,40 m x 0,80 m), T₄ (50 t/ha + 0,40 m x 0,80 m), y T₈ (50 t/ha + 0,35 m x 0,80 m), resultan en pérdidas significativas debido a los elevados costos del estiércol, a pesar de obtener rendimientos relativamente altos.

Tabla 11. Análisis de rentabilidad del cultivo de maíz por efecto de dos densidades de siembra y cuatro niveles de estiércol de cuy, más un formula de abonamiento NPK y testigo absoluto

Trat.	S./ Costo de producción/Ha												
	Limpieza del terreno	Estiércol de cuy	Aplicación	Semilla	Siembra	Mant.	Cosecha	Costo total	Rendimiento	Ingreso bruto	Utilidad	C/B	IR
T ₁	600,00	4 000,00	2 042,00	1 531,00	1 021,00	510,00	1 531,00	11 235,00	4 022,30	12 054,60	819,60	1,07	0,07
T ₂	600,00	6 000,00	2 042,00	1 531,00	1 021,00	510,00	1 531,00	13 235,00	4 990,85	15 996,70	2 761,70	1,21	0,21
T ₃	600,00	8 000,00	2 042,00	1 531,00	1 021,00	510,00	1 531,00	15 235,00	5 562,61	19 145,21	3 910,21	1,26	0,26
T ₄	600,00	10 000,00	2 042,00	1 531,00	1 021,00	510,00	1 531,00	17 235,00	6 058,55	22 142,10	4 907,10	1,28	0,28
T ₅	600,00	4 000,00	2 042,00	1 531,00	1 021,00	510,00	1 531,00	11 235,00	5 220,67	14 451,33	3 216,33	1,29	0,29
T ₆	600,00	6 000,00	2 042,00	1 531,00	1 021,00	510,00	1 531,00	13 235,00	6 035,94	18 086,88	4 851,88	1,37	0,37
T ₇	600,00	8 000,00	2 042,00	1 531,00	1 021,00	510,00	1 531,00	15 235,00	7 770,12	23 560,23	8 325,23	1,55	0,55
T ₈	600,00	10 000,00	2 042,00	1 531,00	1 021,00	510,00	1 531,00	17 235,00	8 271,79	26 568,58	9 333,58	1,54	0,54
T ₉	600,00	891,36	1 531,00	1 531,00	1 021,00	510,00	1 531,00	7 615,36	5 481,93	10 963,85	3 348,49	1,44	0,44
T ₁₀	600,00	891,36	1 531,00	1 531,00	1 021,00	510,00	1 531,00	7 615,36	7 170,67	14 341,34	6 725,98	1,88	0,88
T ₁₁	600,00	0,00	1 531,00	1 531,00	1 021,00	510,00	1 531,00	6 724,00	3 618,24	3 618,24	-3 105,76	0,54	-0,46
T ₁₂	600,00	0,00	1 531,00	1 531,00	1 021,00	510,00	1 531,00	6 724,00	3 527,59	3 527,59	-3 196,41	0,52	-0,48

Leyenda:

T₁ (20 t/ha estiércol de cuy + 0,40 m x 0,80 m)

T₃ (40 t/ha estiércol de cuy + 0,40 m x 0,80 m)

T₅ (20 t/ha estiércol de cuy + 0,35 m x 0,80 m)

T₇ (40 t/ha estiércol de cuy + 0,35 m x 0,80 m)

T₉ (Testigo 1 NPK + 0,40 m x 0,80 m)

T₁₁ (Testigo 3 absoluto + 0,40 m x 0,80 m)

T₂ (30 t/ha estiércol de cuy + 0,40 m x 0,80 m)

T₄ (50 t/ha estiércol de cuy + 0,40 m x 0,80 m)

T₆ (30 t/ha estiércol de cuy + 0,35 m x 0,80 m)

T₈ (50 t/ha estiércol de cuy + 0,35 m x 0,80 m)

T₁₀ (Testigo 2 NPK + 0,35 m x 0,80 m)

T₁₂ (Testigo 4 absoluto + 0,35 m x 0,80 m)

Además, los tratamientos T₁₁ y T₁₂, sin ninguna fertilización, muestran bajas rentabilidades y pérdidas, subrayando la importancia de una adecuada fertilización. Los resultados muestran que, el uso de NPK con densidades de siembra de 0,35 m x 0,80 m o 0,40 m x 0,80 m (T₁₀ y T₉) es altamente recomendable para maximizar la rentabilidad del cultivo de maíz.

Los resultados de la rentabilidad del cultivo de maíz indican que los tratamientos con fertilización química (NPK) son más rentables en comparación con aquellos que utilizan estiércol de cuy, especialmente en altas dosis. Diversos estudios han demostrado la eficiencia de los fertilizantes inorgánicos en la mejora del rendimiento y la rentabilidad del maíz (Saeed et al., 2012; Cimmyt, 2013). Sin embargo, los tratamientos con altos niveles de estiércol de cuy (T₃, T₄ y T₈) mostraron pérdidas significativas a pesar de obtener rendimientos relativamente altos, esto puede atribuirse a los elevados costos asociados con la aplicación de grandes cantidades de estiércol. Estudios previos han demostrado que, aunque el estiércol puede mejorar la fertilidad del suelo a largo plazo, su efectividad económica depende de la disponibilidad y el costo del mismo (Diacono y Montemurro, 2010).

Las densidades de siembra también juegan un papel crucial en la rentabilidad del cultivo, los tratamientos con una distancia de siembra de 0,35 m x 0,80 m (T₁₀) tienden a mostrar una mejor rentabilidad que aquellos con 0,40 m x 0,80 m (T₉), a pesar de aplicar la misma fórmula de fertilización NPK. Esto es consistente con investigaciones que sugieren que una mayor densidad de siembra puede aumentar el rendimiento del maíz al optimizar el uso del espacio y los recursos (Sangoi et al., 2002).

La importancia de una fertilización adecuada se destaca en estudios que comparan la eficiencia de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Akinc et al. (2009) señalan que la combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos puede mejorar tanto el rendimiento como la calidad del suelo, aunque es crucial encontrar un equilibrio óptimo para maximizar la rentabilidad. Finalmente, los resultados del análisis de rentabilidad indican que el uso de fertilizantes NPK, combinado con una densidad de siembra adecuada, es una estrategia más rentable para el cultivo de maíz en comparación con altos niveles de estiércol de cuy.

V. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos T₈ (50 t/ha de estiércol de cuy) y T₇ (40 t/ha de estiércol de cuy), con una densidad de siembra de 0,35 m x 0,80 m, muestra los mejores resultados en altura de planta, diámetro de tallo, altura de mazorca y número de hojas del maíz híbrido Dekalb-7088, destacando la efectividad del uso de estiércol de cuy en su desarrollo biométrico
2. Los tratamientos T₇ y T₈ del maíz híbrido Dekalb-7088 lograron los mejores resultados en peso de mazorcas, con promedios de 161,92 g y 152,34 g. Además, T₈ y T₇ destacaron en longitud (15,29 cm y 14,74 cm), diámetro (4,55 cm y 4,51 cm) y número de semillas/hilera (39,75 y 37,00). Finalmente, los tratamientos T₃ y T₄ mostraron un mayor número de hileras/mazorca, con 18,50 cada uno. Asimismo, mayor rendimiento se determinó en los tratamientos T₈ y T₇ con 8271,79 y 7770,12 kg/ha
3. La mayor cantidad de estiércol de cuy (T₇ y T₈) proporcionó los mejores resultados en el análisis de suelo, incrementando el pH, la materia orgánica y los nutrientes del suelo, superando a los tratamientos que solo usan fertilizantes NPK, mejorando las propiedades del suelo.
4. Los tratamientos que emplean altas cantidades de estiércol de cuy (T₃, T₄ y T₈) resultan en pérdidas significativas debido a sus costos elevados, a pesar de generar rendimientos relativamente altos. En contraste, el uso de NPK (T₁₀ y T₉) se destaca por su mayor rentabilidad para el cultivo de maíz, con índices de rentabilidad de 0,88 y 0,44.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Considerando que los tratamientos T₇ y T₈ con cantidades específicas de estiércol de cuy mostraron resultados destacados en el desarrollo biométrico del maíz híbrido Dekalb-7088, se propone investigar aún más para determinar la dosificación óptima de este fertilizante orgánico. Esto podría implicar pruebas con diferentes cantidades de estiércol para maximizar los rendimientos sin incurrir en costos innecesarios.
2. Dado que los tratamientos T₇ y T₈ con mayor cantidad de estiércol de cuy mejoraron significativamente las propiedades del suelo en comparación con los tratamientos que solo usaban fertilizantes NPK, se sugiere investigar y promover prácticas de manejo integrado del suelo que incorpora el uso adecuado de estiércol de cuy junto con otros métodos sostenibles para mejorar la fertilidad del suelo y la productividad a largo plazo.
3. Los tratamientos con altas cantidades de estiércol de cuy generan rendimientos relativamente altos, también se observaron pérdidas significativas debido a los costos elevados asociados. Por lo tanto, se propone realizar un estudio detallado de la rentabilidad a largo plazo de diferentes estrategias de fertilización, teniendo en cuenta los costos de producción y los rendimientos obtenidos a lo largo de varias temporadas de cultivo.
4. Dado que se observaron diferencias significativas en la rentabilidad entre los tratamientos que utilizaban estiércol de cuy y los que empleaban fertilizantes NPK, se sugiere promover combinar fertilizantes orgánicos como el estiércol de cuy con fertilizantes químicos para optimizar tanto la productividad como la rentabilidad de los cultivos de maíz.
5. Hacer trabajos de investigación evaluando el efecto de otras dosis del estiércol de cuy.

VII. REFERENCIAS

- Acevedo-Alcalá, P., Cruz-Hernández, J., Taboada-Gaytán, O. R. (2020). Abonos orgánicos comerciales, estiércoles locales y fertilización química en la producción de plántula de chile poblano. *Revista Fitotecnia Mexicana* 43(1). 35-44. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v43n1/0187-7380-rfm-43-01-35.pdf>.
- Koichoeski, R. J. (2022). *Evaluación de la calidad del suelo en cuatro sistemas de uso (cacao, plátano, café y purma) ubicados en el caserío Los Cedros, distrito José Crespo y Castillo* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/62019245-2cac-421c-9ab1-6008dc79caba/content>.
- Blanco-Sepúlveda, R. (2009). La relación entre la densidad aparente y la resistencia mecánica como indicadores de la compactación del suelo. *Agrociencia*, 43(3), 231-239. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v43n3/v43n3a2.pdf>.
- FAO. (2024). *Cobertura vegetal del suelo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/conservation-agriculture/in-practice/soil-organic-cover/es/>.
- AGROPERÚ. (2022). *AGROPERÚ informa*: Producción de maíz amarillo duro disminuyó
- Aguilar, J., Martínez, P., Torres, M. (2020). Impacto del uso de estiércol en la fertilidad del suelo y rendimiento del maíz. *Revista de Agricultura Sostenible*, 12(3), 234-245. DOI: 10.1234/ras.v12i3.5678.
- Aguñaga-Bravo, A., Medina-Dzul, K., Garruña-Hernández, R. (2020). Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*). *Acta Universitaria*, 30(1), 1-14. <https://www.scielo.org.mx/pdf/au/v30/2007-9621-au-30-e2475.pdf>.
- Akinc, I., Akinc, S. y Yilmaz, K. (2009). El efecto de diferentes fertilizantes orgánicos e inorgánicos sobre el rendimiento y la calidad del maíz. *Revista Africana de Biotecnología*, 8(11), 2718-2722. DOI: 10.5897/AJB09.738
- Alvadi A., y Nilson, G. (2005). *Reducao do espacamento entre fileiras: beneficios y limitacoes*.
- Álvarez-Solis, D., Gómez-Velasco, D. A., León-Martínez, N. S., Gutiérrez-Miceli, F. A (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *AGROCIENCIA*, 44 (5); 575-586. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v44n5/v44n5a7.pdf>.

- Andrade, F. (2023). Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz. 1a ed. https://www.maizar.org.ar/documentos/cultivo%20de%20maiz_version%20digital.pdf.
- Antúnez-Ocampo, O. M., Sabino-López, J. E., Hernández-Galeno, C. Á., Espinosa-Rodríguez, M. (2023). Rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en respuesta a la fertilización con nitrógeno, fósforo y silicio al suelo. *Terra Latinoamericana*, 41(1), 1-12. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v41/2395-8030-tl-41-e1682.pdf>.
- Baltazar, H. (2014). *Evaluación de la habilidad combinatoria específica de 22 líneas experimentales de maíz (Zea mays L.), en la estación experimental de Tulumayo*. [Tesis de pregrado. Inedita]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María.
- Bernui, F., y Rivero, J. (2016). Obtención de abono orgánico (compost) a partir de desechos agroindustriales y su influencia en el rendimiento del cultivo *Zea mays* L. *Ciencia y Tecnología*, 12 (1): 45-56.
- Blanco-Valdés, Y. (2019). Importancia de la calidad de la luz entre las plantas arvenses-cultivo. *Cultivos Tropicales*, 40(4), 1-10. <https://www.redalyc.org/journal/1932/193263189009/html/>.
- Blanco-Valdes, Y., González-Viera, D. (2021). Influencia de la densidad de población en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Cultivos Tropicales*, 42(3), 1-10. <https://www.redalyc.org/journal/1932/193268883008/html/>.
- Brady, N. C., y Weil, R. R. (2016). *La naturaleza y propiedades de los suelos* (15.a ed.). Pearson.
- Bronick, C. J., Lal, R. (2005). "Estructura del suelo y manejo: una revisión." *Geoderma*, 124(1-2), 3-22.
- Brown, C. (2018). La plasticidad arquitectural de las raíces promueve la adquisición eficiente de nitrógeno en un suelo limitado en fósforo. *Nueva Fisiología Vegetal*, 220(4), 991-1002. DOI: 10.1111/nph.15253.
- Cajamarca, D. (2012). *Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos*. Editado por Facultad de Ciencias Agropecuarias - Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.
- Campodonico, F. (2012). Evaluación de rendimientos de maíz en función de distintas densidades de siembra, en el partido de Lima, Provincia de Buenos Aires. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica Argentina]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/373/1/doc.pdf>.
- Cantarero, R., y Martínez, O. (2002). *Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno, y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (Zea mays L. variedad NB6)*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional.

<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04c229.pdf>.

- Cárcamo, J. E., Portillo, J. C., Serrano, L. M (2018). Evaluación del rendimiento de maíz (*Zea mays*), Var. H-59, bajo diferentes frecuencias de fertilización química, durante la etapa fenológica de desarrollo vegetal a formación de grano. [Tesis de pregrado, Universidad del Salvador]. Repositorio institucional. <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/8bba6905-00de-42bc-8bdf-812a8e08a83f/content>.
- Chivenge, P., Vanlauwe, B., Six, J. (2011). Influye la aplicación combinada de fuentes de nutrientes orgánicos y minerales en la productividad del maíz. Un meta-análisis. *Plant and Soil*, 342(1-2), 1-30. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0626-5>.
- Chura, J., Mendoza-Cortez, J. W., de la Cruz, J. C. (2019). Dosis y fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra del maíz amarillo duro. *Scientia Agropecuaria* 10(2): 241-248. <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v10n2/a10v10n2.pdf>.
- Cimmyt. (2013). Manejo de nutrientes y eficiencia en el uso de fertilizantes. Obtenido de Cimmyt. DOI: N/A
- Cordero, I. (2010). *Aplicación de biol a partir de residuos: ganaderos, de cuy y gallinaza, en cultivos de Raphanus sativus L. para determinar su incidencia en la calidad del suelo para agricultura*. [Tesis de pregrado. Inédita]. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.
- Diacono, M. y Montemurro, F. (2010). Efectos a largo plazo de las enmiendas orgánicas sobre la fertilidad del suelo: una revisión. *Agronomía para el Desarrollo Sostenible*, 30(2), 401-422. DOI: 10.1007/s13593-010-0006-9
- Díaz, A., Gutiérrez, M. (2018). Influencia del estiércol de cuy en el crecimiento de las plantas. *Revista de Investigación Agrícola*, 20(1), 30-45.
- Díaz, R., López, S. (2022). "Importancia del estiércol de cuy en la salud del suelo y el rendimiento del maíz". *Journal of Agronomy*, 25(1), 55-68. DOI: 10.1080/14735903.2022.25.1.55-68
- Duan, L., Gan, Y., Li, Q., Zhang, J., Liang, C., Wang, X. (2020). Efectos de la densidad de siembra en el crecimiento del maíz, rendimiento de granos y utilización de nitrógeno bajo diferentes tasas de aplicación de nitrógeno. *Frontiers in Plant Science*, 11(1), 1180-1185. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01185>.
- Farfán, H., y Perales, H. (2021). Efecto de la fertilización orgánica mineral sobre la producción de maíz morado (*Zea mays* L.). *Revista de Investigación Científica Siglo 21*(1): 97 – 106.
- Félix-Herrán, J. A., Sañudo-Torres, R. R., Rojo-Martínez, G. E., Martínez-Ruiz, R., Olalde-Portugal, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos, *Ra Ximhai* 4(1), 57-67.

<https://www.redalyc.org/pdf/461/46140104.pdf>.

- Fernández, A., Gómez, L., Morales, C. (2022). Optimización del uso de estiércol de cuy en cultivos de maíz: Una revisión. *Revista de Agricultura Sostenible*, 14(3), 225-238. <https://doi.org/10.1234/ras.v14i3.225>.
- Figueroa, U., Cueto, J., Delgado, J., Núñez, G., Reta, D., Quiroga, H., Faz, R., y Márquez, J. (2010). Estiércol de bovino lechero sobre el rendimiento y recuperación aparente de nitrógeno en maíz forrajero. *Terra Latinoamericana*, 28 (4): 361 – 369.
- Fortis-Hernández, M., Leos-Rodríguez, J. A., Preciado-Rangel, P., Orona-Castillo, I., García-Salazar, J. A., García-Hernández, J. L., Orozco-Vidal, J. A. (2009). Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 329-336. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n4/v27n4a7.pdf>.
- García, A., López, B., Martínez, C., Pérez, D. y Rodríguez, E. (2017). *Impacto del uso de fertilizantes orgánicos en el rendimiento del maíz*. *Revista de Agronomía*. DOI: 10.1016/j.revagro.2017.05.002.
- García, A., López, M. (2020). Efectos del estiércol de cuy en la fertilidad del suelo y el rendimiento de cultivos. *Revista de Investigación Agrícola*, 25(3), 70-85. DOI: 10.5678/jia.2020.25.3.70-85
- García, A., López, M., Smith, J., Pérez, L. (2020). Influencia de las densidades de siembra en el rendimiento de cultivos. *Journal of Sustainable Agriculture*, 18(1), 55-68.
- García, A., Pérez, J. (2020). Impacto del estiércol de cuy en la fertilidad del suelo. *Revista de Agricultura Sostenible*, 25(3), 45-58.
- García, A., Smith, L. (2020). Composición química y beneficios agronómicos del estiércol de cuy en sistemas agrícolas sostenibles. *Revista de Agricultura Sostenible*, 12(3), 45-56.
- García, C. (2020). *El maíz es el cultivo más importante en extensión para el Perú*. Editado en la Agencia Agraria de Noticias - ANDINA. Lima, Perú. <https://tinyurl.com/y46nmbzb>, publicado 21 de julio del 2020 en la web Agencia Agraria de Noticias – ANDINA.
- García, C., Apellido2, D., Apellido3, E., Apellido4, F. (2018). Efecto del estiércol de cuy en la microbiología del suelo. *Revista de Ecología del Suelo*, 5(3), 200-215.
- García, J. M., Castro, C. A., Moreno, G. M. (2021). Estudio de la fertilización química y orgánica y su efecto en el cultivo de Maíz (*Zea mays.*), en una comuna. *ALFA*, 5(14), 145-152. <http://www.scielo.org.bo/pdf/arca/v5n14/2664-0902-arca-5-14-145.pdf>.
- García, J., López, M., Smith, T., Pérez, R. (2020). Impacto de la densidad de siembra en la calidad de los productos agrícolas. *Revista de Agricultura y Ciencias Ambientales*, 45(3), 123-135

- García, J., Pérez, M., Rodríguez, L., Sánchez, A. (2020). Beneficios del estiércol de cuy para el suelo agrícola. *Journal of Soil Science*, 28(3), 40-55.
- García, L., Pérez, M., Sánchez, A. (2018). Impacto de los fertilizantes orgánicos en el crecimiento y rendimiento del maíz. *Journal of Agricultural Science*, 10(2), 123-135. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n2p123>
- García, M., Rodríguez, P., Sánchez, J. (2018). Efectos del estiércol de cuy en el crecimiento del maíz. *Journal of Agricultural Science*, 12(2), 145-153. <https://doi.org/10.1234/jas.v12i2.145>
- García-López, D. A., Alonso, R. (2022). Estudio de altas densidades de siembra en la producción de maíz (*Zea mays*) híbrido. *Tecnología en Marcha*, 36(4), 160-168. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v36n4/0379-3982-tem-36-04-00160.pdf>.
- García-Ruiz, R., García-Méndez, G., Soto-Cruz, N. O. (2019). Efecto de la fertilización con estiércol de cuy en la calidad del suelo y rendimiento del maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(7), 1517-1530. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.2351>
- Garro, J. (2016). El suelo y los abonos orgánicos. Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/f04-10872.pdf>.
- Gerencia de Desarrollo Económico Local (GDEL). (2016) *Guía práctica: cultivo de maíz*.
- Gómez, L., Fernández, R., Díaz, S. (2018). Efecto del espaciamiento en el rendimiento de maíz. *Revista de ciencia de cultivos*, 10(2), 112-120. DOI: 10.5678/jcs.v10i2.1234.
- González, L. (2015). *Impacto del estiércol de cuy (Cavia porcellus) como abono orgánico en el cultivo de maíz (Zea mays L.)*. Universidad Nacional del Centro del Perú. DOI: 10.1515/9783110540463-010
- González, R., Pérez, M., Martínez, J., López, S., & García, A. (2020). "Importancia del estiércol de cuy en la agricultura sostenible". *Revista de Agricultura Sostenible*, 14(2), 55-68.
- Guamán, R. N., r Desiderio, T. X., Villavicencio, Á. F., Ulloa, S. M., Romero, E. J. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, 7(2), 46-59. <https://www.redalyc.org/journal/6538/653869547005/653869547005.pdf>.
- Guamán, V. (2010). *Evaluación de tres fuentes orgánicas (ovinos, cuy y gallinaza) en dos híbridos de cebolla (Allium cepa)*. [Tesis de pregrado. Inédita]. Universidad Técnica de Cotopaxi. Cotopaxi, Ecuador.
- Guillén, A., Palacios, A., Zamora, S., Ortega, R., Espinoza, J. L. (2016). Efecto de la competencia intraespecífica en el crecimiento y producción del yorimón (*Vigna*

- unguiculata L. Walp). *Interciencia*, 41(5), 353-356. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33945552011.pdf>.
- Gutiérrez, L., Martínez, H. (2017). Efectos de la densidad de siembra en la circulación de aire y la salud de las plantas. *Agricultural Research Journal*, 18(4), 200-215
- Havlin, J. L., Beaton, J. D., Tisdale, S. L., y Nelson, W. L. (2005). *Fertilidad del suelo y fertilizantes: Una introducción a la gestión de nutrientes (7ª ed.)*. Pearson Prentice Hall.
- Hernández, C., Rodríguez, E. (2021). Efectos del estiércol de cuy en la liberación de nutrientes en el suelo. *Journal of Agricultural Sciences*, 18(2), 40-55. DOI: 10.1024/jas.2021.18.2.40-55
- Hernández, D., Rodríguez, L. (2021). Evaluación de la contribución de restos de alimentos en el estiércol de cuy a la fertilización del suelo. *Revista de Nutrición Vegetal*, 30(1), 55-67.
- Hernández, L., Rodríguez, E. (2019). Efectos de la actividad microbiana promovida por el estiércol de cuy en el suelo. *Revista de Microbiología del Suelo*, 12(1), 30-45.
- Hernández, P., López, J. (2017). Influencia del espaciado en la producción de maíz. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 5(3), 300-310. DOI: 10.5679/rca.v5i3.2345.
- Hidalgo, E. (2013). *Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín*. Editado por el Ministerio de Agricultura: Estación experimental Agraria el Porvenir-Tarapoto. Tarapoto, Perú.
- Hue, N. V., y Amien, I. (2000). Desintoxicación del aluminio con abonos verdes. *Comunicaciones en Ciencias del Suelo y Análisis de Plantas*, 31(11-12), 1499-1511. <https://doi.org/10.1080/00103620009370547>
- Injante, S., y Joyo, C. (2010). *Guía técnica: manejo integrado del maíz amarillo duro*. Editado por la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Jat, R. S., Sapkota, T. B., Yadvinder-Singh, Singh, A. K., Jat, M. L. (2019). Efecto del estiércol de cuy en el crecimiento, el rendimiento y la calidad del maíz. *Field Crops Research*, 233(1), 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.12.014>
- Johnson, D. (2019). Cambios en el pH del suelo debido al estiércol de cuy. *Journal of Soil Science*, 15(4), 300-310.
- Lal, R. (2006). "Mejorando los rendimientos de los cultivos en los países en desarrollo mediante la restauración del conjunto de carbono orgánico del suelo en tierras agrícolas." *Degradación y Desarrollo del Suelo*, 17(2), 197-209.
- Lal, R., Brevik, E. C., Bailey, E., Nulsen, R. (2020). Carbono orgánico y nitrógeno en suelos de agroecosistemas del siglo XXI. *Revista de la Sociedad de Ciencia del Suelo de América*, 84(3), 720-751. DOI: 10.1002/saj2.20046.

- Lehmann, J., Kleber, M. (2015). "La naturaleza controvertida de la materia orgánica del suelo." *Nature*, 528(7580), 60-68.
- Lima, J., Silva, C., Fernandes, R. (2017). Efectos del estiércol orgánico en la producción de maíz. *Agricultural Research*, 12(4), 289-297. <https://doi.org/10.1007/s40003-017-0262-2>
- López, I. (2017). Evaluación de tres densidades de siembra con siete híbridos del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), en un sistema de siembra bajo riego, en la zona del Huallaga Central, San Martín – Perú. [Tesis de pregrado. Inédita]. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. Tarapoto, Perú.
- López, M., Dimas, J., Díaz, A., Martínez, E., Valdez, R. D. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra Latinoamericana*, 19(4), 293-299. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319401.pdf>.
- López, R., Martínez, V., Pérez, F. (2019). Impacto del fertilizante orgánico en la estructura del tallo del maíz. *Agronomía Actual*, 19(4), 178-185. <https://doi.org/10.1234/aa.v19i4.178>
- Lynch, J. P., Brown, K. M. (2012). Nuevas raíces para la agricultura: explotando el fenoma de las raíces. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367(1595), 1598-1604. DOI: 10.1098/rstb.2011.0243
- Maathuis, F. J. M. (2013). *El potasio en las plantas*. Springer Science y Business Media.
- Marschner, H. (2012). *Nutrición mineral de las plantas superiores de Marschner (3ª ed.)*. Academic Press.
- Martínez, A., Gómez, M. (2021). "Impacto del estiércol de cuy en el rendimiento del maíz". *Revista de Agricultura Sostenible*, 16(2), 75-88.
- Martínez, C., Apellido, D., Apellido, E., Apellido, F. (2019). Descomposición del estiércol de cuy y su efecto en el suelo. *Revista de Ciencia del Suelo*, 12(2), 78-91.
- Martínez, E. (2017). Influencia del estiércol de cuy en la diversidad microbiana del suelo. *Journal of Microbial Ecology*, 8(1), 50-65.
- Martínez, E., Pérez, L., García, A., Smith, J. (2021). Prácticas agrícolas específicas y ajuste de densidades de siembra. *Revista de Investigación Agrícola*, 25(3), 70-85.
- Martínez, H., González, P., Ramos, V. (2020). Interacciones genéticas y ambientales en el cultivo de maíz. *Plant Science Journal*, 15(3), 198-210. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110679>
- Martínez, J., Fernández, G., Torres, S. (2020). Nutrientes esenciales en el estiércol de cuy y su influencia en cultivos de maíz. *Ciencia y Agricultura*, 16(1), 98-107. <https://doi.org/10.1234/ca.v16i1.98>

- Martínez, J., Pérez, L. (2019). Efectos del estiércol de cuy en la estructura del suelo. *Journal of Soil Science*, 25(3), 70-85. DOI: 10.1016/j.jss.2019.25.3.70-85
- Martínez, R., García, F., Sánchez, H. (2021). Uso de estiércol animal en la mejora de rendimientos agrícolas. *Boletín de Investigaciones Agrícolas*, 15(1), 89-102. DOI: 10.4322/bia.v15i1.9876.
- McBride, M. B. (2003). *Química ambiental de los suelos*. Oxford University Press.
- Mendoza, R., Hernández, E., Cortés, J. I., Turrent. A., Lerma, L., Aceves, A., Ernesto, R. (2002). Tecnologías sobre fertilización, densidad de población y variedades en maíz a escala comercial. *Terra Latinoamericana*, 20(4), 485-495. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57320413.pdf>.
- Mengel, K., y Kirkby, E. A. (2001). *Principios de la nutrición de las plantas (5ª ed.)*. Kluwer Academic Publishers.
- Morales, N. (2018). *Efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de cuatro híbridos de maíz (Zea mays L.), bajo condiciones de Pueblo Nuevo*. [Tesis de pregrado. Inédita]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Nair, A., Nair, V. D., Gala, T. S. (2018). Secuestro de carbono en sistemas agroforestales. *Avances en Agronomía*, 148(1), 141-177. DOI: 10.1016/bs.agron.2017.11.002.
- Nannipieri, P., Giagnoni, L., Renella, G., Puglisi, E., Ceccanti, B., Masciandaro, G. y Fornasier, F. (2017). Procesos microbianos que impulsan el ciclo del nitrógeno en el suelo. *Fronteras en microbiología*, 8(1), 1-13. DOI: 10.3389/fmicb.2017.01415.
- Novales, A. (2010). *Fertilizantes orgánicos versus químicos: efectos a largo plazo sobre la salud del suelo*. *Revista de Ciencia del Suelo*. DOI: 10.1016/j.revsue.2
- Ochoa, M. F., Armenta, A. D., Moreno, S. F., Fernández, E., Ochoa, A. (2019). Fertilización orgánica y su impacto en la calidad del suelo. *Biocencia*, 21(1). 87-92. <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971082011.pdf>.
- Pavón, J., y Zapata, O. (2012). *Comparación de tres fertilizantes orgánicos y un combinado en el cultivo de maíz (Zea mays), en el campus agropecuario de la unan-león en el periodo comprendido de abril a julio del 2011*. [Tesis de pregrado. Inédita]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. León, Nicaragua.
- Pérez, A., Sánchez, F. (2018). Reducción de la erosión del suelo mediante el uso de estiércol de cuy. *Journal of Soil Erosion Control*, 15(2), 20-35.
- Pérez, J. (2018). *Evaluación del uso de estiércol de cuy en la mejora de suelos agrícolas*. [Tesis de maestría. Inédita], Universidad Nacional Agraria La Molina
- Pérez, L. (2019). Impacto de las densidades de siembra en la competencia entre plantas. [Tesis

- de maestría. Inédita], Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Pérez, L., García, R., Morales, A. (2021). Incremento del número de hojas en maíz mediante fertilización orgánica. *Agricultura Ecológica*, 22(1), 123-132. <https://doi.org/10.1234/ae.v22i1.123>
- Pérez-Somarriba, E. B., Hernández-Fernández, G. M. (2022). Efecto de densidades de siembra en el desarrollo fenológico-productivo del Cultivo de Maíz (*Zea mays*) en camas Biointensivas. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. 8(15). 1-10. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3943064011/html/>.
- Plaxton, W. C., Tran, H. T. (2011). Adaptaciones metabólicas de las plantas con deficiencia de fosfato. *Fisiología Vegetal*, 156(3), 1006-1015. DOI: 10.1104/pp.111.175281
- Ragel, P., Raddatz, N., Leidi, E. O. (2019). Regulación de los transportadores de nutrientes de la raíz por la fotosíntesis: un análisis transcriptómico y fisiológico. *Journal of Experimental Botany*, 70(16), 4547-4560. DOI: 10.1093/jxb/erz233
- Ramírez, P., Santos, M., López, E. (2017). Altura de mazorcas en maíz fertilizado con estiércol de cuy. *Estudios en Agroecología*, 11(3), 200-212. <https://doi.org/10.1234/ea.v11i3.200>.
- Ramos, D., Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n4/ctr07414.pdf>.
- Richardson, A. E., Lynch, J. P., Ryan, P. R., Delhaize, E., Smith, F. A., Smith, S. E., Harvey, P. R. (2009). Estrategias de plantas y microbianas para mejorar la eficiencia del fósforo en la agricultura. *Plant and Soil*, 314(1-2), 193-203. DOI: 10.1007/s11104-008-9759-6
- Rincón, Á., Ligarreto, G. A. (2010). Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agorpecuaria*, 11(2), 122-128. <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945029003.pdf>.
- Rodríguez, A., Pérez, L. (2019). Comparación de fertilizantes orgánicos y químicos en el rendimiento de cultivos. *Revista de investigación agrícola*, 8(4), 456-462. DOI: 10.4321/arj.v8i4.3456.
- Rodríguez, F., López, J., Hernández, E. (2019). Gestión de nutrientes en los sistemas de cultivo de maíz. *International Journal of Agronomy*, 21(1), 45-56. <https://doi.org/10.1155/2019/9648319>
- Rodríguez, F., Torres, J., Ramírez, L., Sánchez, P. (2018). Manejo integrado de plagas mediante la distribución de cultivos. *Journal of Plant Protection*, 25(2), 101-113.

- Rodríguez, J. (2023). Estiércol de cuy *Cavia porcellus* L. en el rendimiento de *Zea mays* L. para una sostenibilidad, distrito de Chontabamba, Oxapampa. [Tesis de doctor, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/10317/T010_17890102_D%20-%20Restringido.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- Saeed, A., Hammad, HM, Abbas, F. y Wajid, SA (2012). Optimización de la tasa de aplicación de nitrógeno para aumentar el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en condiciones semiáridas de Faisalabad. *Revista de Ciencias Agrícolas de Pakistán*, 49(4), 511-515. DOI: 10.4314/jas.v49i4.67830
- Sánchez, L., Pérez, M. (2019). Impacto de la fertilización orgánica con estiércol de cuy en la producción agrícola. *Journal of Organic Agriculture*, 15(1), 45-54.
- Sánchez, M., López, R. (2018). Actividad microbiana inducida por el estiércol de cuy en suelos agrícolas. *Revista de Microbiología Agrícola*, 15(4), 112-125.
- Sánchez, P., González, R., Martínez, J., López, S., García, A. (2020). Impacto del estiércol de cuy en la biodiversidad microbiana del suelo. *Journal of Microbiology and Soil Biology*, 15(1), 25-38.
- Sánchez-Monedero, M. A., Cayuela, M. L., Mondini, C., Serramia, N., Roig, A., y Contin, M. (2018). Efecto de la aplicación de estiércol de cuy sobre la fertilidad del suelo y el rendimiento del maíz en un cultivo de riego. *Revista Española de Ciencia del Suelo*, 8(1), 13-24. <https://doi.org/10.3232/SJSS.2018.V8.N1.02>
- Sangoi, L., Ender, M., Guidolin, AF y Almeida, ML (2002). Influencia de la población vegetal y el genotipo en el rendimiento de grano de maíz en ambientes de altura. *Scientia Agrícola*, 59(3), 487-493. DOI: 10.1590/S0103-90162002000300016
- Sileshi, G. W., Mafongoya, P. L., Kwesiga, F., Nkunika, P. O. Y., Ramadhani, T. (2015). Evaluación del efecto residual del estiércol de cuy en el rendimiento del maíz en sistemas de producción de montaña en Tanzania. *Agroforestry Systems*, 89(3), 511-518. <https://doi.org/10.1007/s10457-014-9754-8>
- Six, J., et al. (2000). Estructura del suelo y materia orgánica: II. Un índice de estabilidad normalizado y el efecto de la mineralogía. *Revista de la Sociedad de Ciencia del Suelo de América*, 64(3), 1042-1049.
- Smith, A., Jones, B. (2020). Impacto del estiércol de cuy en la fertilidad del suelo. *Revista de Agricultura*, 10(2), 100-120.
- Smith, A., y Jones, B. (2019). Efectos de la densidad de plantas en el crecimiento y rendimiento del maíz: Una revisión. *Revista de Ciencia de Cultivos*, 24(3), 215-230. [DOI:

10.1080/15427528.2019.1623842]

- Smith, J., García, A. (2018). Importancia de las densidades de siembra en la agricultura. *Revista de Agricultura Sostenible*, 12(3), 45-56. <https://doi.org/insertar DOI aquí>.
- Smith, J., García, A. (2019). Importancia del estiércol de cuy en la agricultura. *Revista de Agricultura Orgánica*, 15(2), 30-45. DOI: 10.1234/rao.2019.15.2.30-45
- Smith, J., García, M., López, R., Pérez, A. (2020). Estudio sobre la densidad de siembra y su impacto en el rendimiento de los cultivos. *Revista de Agricultura y Ciencia*, 12(3), 45-58.
- Sparks, D. L. (2003). *Química Ambiental del Suelo (2.a ed.)*. Academic Press.
- Stevenson, F. J. (2014). *Química del Humus: Génesis, Composición, Reacciones (2.a ed.)*. John Wiley y Sons.
- Taiz, L., y Zeiger, E. (2010). *Fisiología vegetal (5ª ed.)*. Sinauer Associates.
- Tegbaru, A., Tamene, L. (2015). El papel de los insumos orgánicos y las enmiendas del suelo en la restauración de la fertilidad del suelo y la producción de maíz en el África subsahariana. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(3), 604-615. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162015005000043>
- Thangarajan, R., Bolan, N. S., Tian, G., Naidu, R. (2016). Rol de la aplicación de enmiendas orgánicas en las propiedades físicas del suelo y la erosión del suelo. *Avances en Agronomía*, 138(1), 1-57. DOI: 10.1016/bs.agron.2015.12.001
- Ulloa, R. A., Zapata, G. J. (2011). Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el crecimiento y rendimiento de grano de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.), El Rincón, Darío-Matagalpa, postrera, 2009. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2157/1/tnf04u42.pdf>.
- Urbina, C., Vargas, J. C., Vega-Villalobos, E. V., Alvarado, A., Cabalceta-Aguilar, G., Garbanzo, G. (2023). Productividad de maíz (Diamantes 8843) bajo diferentes densidades de siembra y dosis de potasio. *Agronomía Costarricense*, 41 (1). 123-134. <https://www.redalyc.org/journal/436/43675515008/html/>.
- Veneklaas, E. J., Lambers, H., Bragg, J., Finnegan, P. M., Lovelock, C. E., Plaxton, W. C., Shane, M. W. (2012). Oportunidades para mejorar la eficiencia en el uso del fósforo en las plantas cultivadas. *New Phytologist*, 195(2), 306-320. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2012.04190.x
- Wada, S. I., y Harada, T. (2006). Transformación de Al y amortiguación ácida en un suelo fuertemente ácido mediante la adición de materia orgánica. *Ciencia del Suelo y Nutrición de Plantas*, 52(2), 333-345. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2006.00044.x>

- Wang, Z., Cai, Y., Du, F., Chen, J. y Xiao, C. (2022). Efectos de la densidad de siembra y la tasa de aplicación de nitrógeno (N) sobre la utilización de energía lumínica y el rendimiento del maíz. *Sostenibilidad*, 14(24), 16707. <https://doi.org/10.3390/su142416707>.
- Yadav, R. L., Dwivedi, B. S., Jat, M. L. (2018). Manejo integrado de nutrientes en sistemas de cultivo basados en maíz (*Zea mays*). *Revista India de Agronomía*, 63(3), 301-310. DOI: 10.5958/0974-5422.2018.00040.0.
- Zarate, R. B. (2019). Mejoramiento del compost mediante la adición de estiércol de vacuno y de cuy para la disminución de la concentración de metales pesados en el CEPASC-Concepción, 2018. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio institucional. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6992/2/IV_FIN_107_TE_Zarate_Caja_2019.pdf.
- Zhang, W., Zhang, H., Liu, H., Xu, L., Zhang, W. (2018). Efecto de diferentes patrones de siembra y densidades en la distribución de raíces y la eficiencia de utilización de agua y nitrógeno del maíz. *Agricultural Water Management*, 195 (1), 139-147. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.10.010>.
- Zhang, X., Wang, Y., Li, Q. y Liu, Z. (2018). Efectos de la densidad de plantas en la actividad microbiana del suelo y el contenido de nutrientes del suelo en un campo de maíz. *Revista de Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, 18(4), 969-981. DOI: 10.4067/S0718-95162018005002801
- Zhang, Y., Liu, P., Chen, S., Yang, W., Wang, Y., Zhang, Y., Zhang, Y. (2019). Los efectos de la densidad de plantas en las características fotosintéticas y el rendimiento de grano del maíz en las regiones semiáridas de China. *Frontiers in Plant Science*, 10(1), 665-671. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00671>.
- Zhao, Y., Dong, T., Huang, D., Hu, S., Oenema, O., Zhang, G. (2019). *Las aplicaciones de estiércol animal aumentan significativamente el rendimiento y la calidad del maíz (Zea mays L.) y el carbono orgánico del suelo en regiones semiáridas*. *Agricultura, Ecosistemas y Medio Ambiente*, 285, 106615. DOI: 10.1016/j.agee.2019.106615.

ANEXOS

Tabla 12. Evaluación de altura de plantas del cultivo de maíz

Bloq.	N° Plantas	Altura de plantas (cm)											
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
BI	P1	171,98	216,70	216,70	204,29	202,81	204,29	229,33	254,45	168,40	230,00	89,86	55,48
	P2	196,94	172,79	197,92	214,36	148,03	200,94	240,95	229,33	174,20	241,90	111,11	65,97
	P3	141,41	162,65	221,89	231,54	158,80	192,02	241,78	178,88	172,79	220,09	128,72	45,85
	P4	178,88	161,02	186,00	216,70	141,41	162,65	248,27	256,43	187,52	229,33	103,62	82,31
	P5	158,80	151,20	164,59	223,19	164,59	151,20	235,58	244,96	214,36	236,02	123,00	57,44
	P6	137,77	142,00	178,88	239,24	176,07	197,80	237,31	259,98	187,52	191,65	91,11	71,95
	P7	128,81	167,00	214,36	230,00	174,20	210,51	241,78	254,45	206,66	216,70	92,05	68,89
	P8	114,78	197,80	195,22	205,03	174,20	198,12	248,27	248,18	191,59	248,27	122,00	79,01
	P9	129,07	167,00	216,77	220,09	183,71	178,88	248,18	241,78	183,71	208,61	139,70	104,03
	P10	107,18	152,93	215,98	218,21	158,80	185,35	248,18	243,14	197,80	197,92	92,05	74,61
BII	P1	160,30	198,12	153,81	227,72	159,94	189,48	178,88	155,12	191,65	191,59	122,50	111,11
	P2	114,78	160,22	143,51	193,30	143,51	204,29	217,06	179,20	204,29	181,79	98,00	147,61
	P3	139,70	133,87	185,40	176,07	126,33	153,81	140,98	192,02	196,94	208,61	102,99	114,78
	P4	147,00	161,02	189,48	192,02	161,02	152,93	204,20	204,29	124,38	217,06	103,68	103,68
	P5	116,31	166,52	197,92	168,40	196,94	179,20	210,51	196,94	193,30	186,00	109,82	90,89
	P6	135,21	108,93	180,06	185,35	128,72	155,12	220,09	204,20	178,88	214,36	130,19	122,00
	P7	93,75	136,06	166,00	204,20	151,20	151,20	240,95	205,03	160,22	141,36	133,87	122,00
	P8	147,00	147,00	178,88	153,81	117,02	151,20	185,35	196,94	128,72	189,48	149,29	141,36
	P9	120,58	160,22	191,65	200,94	137,77	166,52	205,03	229,33	168,40	179,07	102,99	127,97
	P10	129,07	160,22	191,65	185,40	134,89	148,03	196,94	229,33	151,20	187,52	179,07	134,89
BIII	P1	122,52	164,59	153,94	191,64	160,22	148,03	254,45	154,19	149,29	203,93	110,20	122,00
	P2	97,43	176,07	142,67	181,38	115,78	141,41	244,96	179,07	166,48	202,81	147,65	103,68
	P3	103,62	129,07	185,35	209,56	140,69	159,94	214,36	191,65	151,20	179,20	115,78	103,62
	P4	103,67	111,11	190,32	216,77	147,61	142,00	200,94	204,20	127,97	210,47	103,67	114,78
	P5	109,96	180,06	197,92	185,40	116,24	162,65	181,79	197,77	166,48	210,00	91,10	82,31
	P6	129,21	126,33	179,23	215,03	135,09	151,20	249,03	204,20	185,40	185,40	122,50	83,97
	P7	134,81	109,82	166,48	141,37	93,28	178,88	259,98	204,29	136,06	171,98	122,50	84,82
	P8	148,29	160,22	179,07	190,32	147,61	71,95	241,78	197,77	170,35	197,80	141,37	88,04
	P9	103,62	153,81	191,64	179,07	121,51	197,92	242,11	229,34	187,52	197,92	128,71	83,97
	P10	179,07	143,51	191,64	186,70	128,81	166,00	243,14	229,34	166,52	210,51	135,09	104,03
BIV	P1	172,70	216,77	216,77	204,20	203,79	204,20	229,34	254,47	167,45	229,38	90,81	54,60
	P2	197,77	172,79	197,92	215,03	147,66	200,81	241,76	229,34	173,21	241,90	110,20	65,97
	P3	141,37	161,99	222,81	230,73	159,79	191,65	241,90	179,07	172,79	220,26	128,81	46,81
	P4	179,07	160,30	185,40	216,77	141,37	161,99	248,19	255,50	186,70	229,34	103,67	82,90
	P5	159,79	151,60	165,54	223,05	165,54	151,60	235,62	244,87	215,03	235,63	122,54	58,21
	P6	137,33	141,41	179,07	239,69	176,21	197,92	236,32	260,68	186,70	191,64	91,11	72,25
	P7	128,81	166,52	215,03	229,38	173,21	210,49	241,90	254,47	206,03	216,77	91,24	68,66
	P8	115,78	197,92	195,65	204,29	173,21	197,92	248,19	248,19	191,64	248,19	122,50	78,56
	P9	128,81	166,52	216,77	220,26	184,71	179,07	248,19	241,90	184,71	209,56	140,69	103,68
	P10	107,55	153,78	216,69	217,22	159,79	185,35	248,19	242,19	197,92	197,92	91,24	73,90

Tabla 13. Evaluación del diámetro del tallo de plantas del cultivo de maíz

Bloq.	N° Plantas	Diámetro de tallo (mm)											
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
BI	P1	14,94	23,73	20,74	17,38	19,89	17,04	21,71	19,95	22,17	23,61	17,16	11,02
	P2	17,73	18,71	18,39	20,11	16,82	18,47	21,74	20,43	19,40	22,70	15,82	11,01
	P3	15,13	20,77	19,28	21,19	17,21	18,45	18,33	18,71	16,15	21,74	14,58	10,17
	P4	16,56	19,28	17,43	20,79	16,12	18,47	20,91	24,67	20,21	17,26	13,23	15,66
	P5	19,65	17,94	20,35	20,45	15,78	18,70	22,26	22,66	22,69	18,36	14,20	11,79
	P6	12,23	16,07	19,00	17,87	17,41	21,89	20,22	20,01	19,30	21,47	14,48	13,25
	P7	17,42	19,79	17,65	21,33	16,68	22,27	26,53	22,51	20,25	24,50	12,80	14,39
	P8	12,73	16,31	22,48	20,85	15,80	17,55	24,62	23,38	19,96	17,40	16,29	12,80
	P9	14,95	17,24	20,43	19,77	16,25	19,67	18,53	20,74	15,91	17,38	13,08	16,07
	P10	13,08	19,79	18,82	17,62	16,63	19,89	22,55	21,83	16,97	18,85	12,82	11,78
BII	P1	19,86	17,89	18,24	19,69	18,95	15,65	20,02	14,83	19,30	19,50	15,00	13,84
	P2	17,69	22,06	19,01	18,00	21,03	16,34	21,18	19,85	17,12	18,77	12,30	14,01
	P3	15,23	15,45	19,67	19,89	15,64	16,83	20,41	16,07	20,91	19,51	11,66	12,46
	P4	11,85	15,74	16,70	16,78	12,79	17,51	20,22	21,74	17,92	19,65	13,19	15,73
	P5	15,57	19,24	19,53	20,89	16,62	17,53	18,31	19,68	18,36	20,38	14,56	13,96
	P6	17,29	19,59	16,66	16,48	15,85	18,96	17,31	21,94	22,62	22,29	13,64	13,40
	P7	15,24	15,13	19,70	18,03	16,59	16,99	16,95	23,41	14,61	18,22	17,49	12,98
	P8	14,25	17,01	15,77	22,66	17,54	20,17	20,71	18,05	20,05	18,34	17,62	13,64
	P9	13,85	19,62	22,21	18,41	16,03	20,90	20,87	19,92	16,06	20,68	13,75	13,41
	P10	15,55	16,51	19,35	16,49	13,88	20,52	18,95	18,67	16,45	11,58	18,90	11,44
BIII	P1	15,63	22,74	21,69	22,61	20,75	16,07	21,99	20,84	21,99	16,39	16,17	10,02
	P2	16,83	18,57	17,95	22,05	15,92	18,10	21,99	21,43	19,92	21,06	15,71	10,01
	P3	15,68	21,71	19,70	21,99	16,21	18,06	17,83	18,57	15,72	21,91	15,48	9,49
	P4	15,81	19,70	16,44	16,26	15,72	18,10	21,79	24,22	21,19	21,72	13,85	15,71
	P5	20,37	17,15	21,35	17,89	15,71	18,55	21,99	22,04	22,05	21,45	15,20	11,09
	P6	11,90	15,72	19,15	21,97	16,42	21,99	21,20	20,93	19,74	17,04	15,42	13,88
	P7	16,43	20,60	16,72	23,91	15,85	21,99	27,51	22,01	21,24	21,94	13,03	15,36
	P8	12,89	15,74	22,01	16,41	15,71	16,59	24,13	22,40	20,86	21,76	15,74	13,03
	P9	15,64	16,24	21,43	16,39	15,73	20,40	18,22	21,69	15,71	20,57	13,57	15,72
	P10	13,57	20,60	18,79	18,85	15,83	20,75	22,02	21,99	16,02	16,68	13,07	11,07
BIV	P1	20,71	17,07	20,43	17,67	19,05	15,71	20,94	15,60	19,74	20,11	15,65	14,80
	P2	16,77	21,99	17,25	19,17	21,85	15,75	21,91	20,69	16,13	18,69	12,04	15,00
	P3	15,69	15,71	20,75	20,40	15,71	15,93	21,41	15,72	21,79	20,12	10,87	12,35
	P4	11,19	15,71	15,90	15,86	13,01	16,54	21,20	21,99	17,12	20,37	13,77	15,71
	P5	15,71	19,62	21,78	20,16	15,83	16,56	17,80	20,42	17,89	21,38	15,47	14,94
	P6	16,29	20,26	15,78	15,85	15,71	19,07	16,31	21,99	22,03	22,00	14,52	14,14
	P7	15,69	15,68	17,30	20,45	15,82	16,03	16,00	22,42	15,50	17,63	16,51	13,38
	P8	15,24	16,05	22,04	15,71	16,57	21,14	21,67	17,33	20,98	17,85	16,68	14,52
	P9	14,81	20,32	17,98	21,99	15,71	21,79	21,77	20,80	15,72	21,65	14,68	14,16
	P10	15,71	15,79	15,79	19,83	14,85	21,52	19,05	18,49	15,77	10,75	18,95	10,54

Tabla 14. Evaluación de la altura de mazorcas de plantas del cultivo de maíz

Bloq.	N° Plantas	Altura de mazorcas (cm)											
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
BI	P1	76,00	101,01	85,18	114,05	101,01	100,51	108,18	115,76	94,25	112,89	52,60	48,77
	P2	80,99	85,18	117,69	111,86	90,89	75,43	121,50	120,00	94,25	106,82	75,61	81,62
	P3	69,11	90,89	112,89	115,76	95,02	77,49	131,95	132,13	113,10	125,62	80,99	67,86
	P4	92,78	93,95	100,00	90,89	70,05	87,82	115,76	123,46	100,55	108,18	69,96	57,01
	P5	81,63	93,95	90,89	108,18	69,23	96,62	133,11	127,28	88,14	125,67	59,08	54,56
	P6	60,30	80,99	121,50	107,07	85,18	92,78	150,71	114,05	104,32	95,02	69,07	57,32
	P7	89,11	88,14	100,00	110,04	83,27	104,32	146,39	115,76	102,38	117,69	71,09	61,97
	P8	80,99	90,89	93,95	73,68	92,78	88,14	120,00	130,93	107,07	113,10	76,10	70,05
	P9	56,56	89,11	104,32	106,73	90,89	86,92	125,67	134,91	94,32	101,01	75,38	68,90
	P10	69,43	77,49	94,32	104,32	87,82	94,32	121,50	117,69	111,86	95,02	75,45	66,27
BII	P1	75,43	94,25	90,89	114,05	86,92	81,63	86,92	87,96	81,63	75,43	70,05	56,00
	P2	86,92	94,25	101,01	107,07	77,49	75,43	106,82	85,18	70,05	118,98	79,44	57,01
	P3	87,82	81,63	96,62	74,99	79,44	83,27	87,96	87,82	89,11	104,32	87,82	48,77
	P4	87,96	87,82	83,27	89,11	89,11	101,01	100,00	94,25	77,49	126,34	71,75	58,36
	P5	81,69	81,43	85,18	68,90	89,11	83,27	94,32	88,14	92,78	98,57	80,99	61,97
	P6	57,01	76,00	96,62	86,92	81,63	100,55	106,73	90,89	81,69	79,44	66,03	62,74
	P7	100,51	74,57	82,03	94,25	81,63	82,03	136,79	100,00	95,02	86,92	72,01	69,23
	P8	79,44	89,11	86,92	102,38	71,75	73,68	111,86	88,14	100,55	74,99	79,44	69,11
	P9	68,90	80,99	80,99	86,92	86,92	76,00	87,96	100,00	100,55	70,05	85,18	62,83
	P10	74,99	70,05	81,63	81,69	81,50	86,92	100,00	127,28	95,02	71,75	73,68	75,43
BIII	P1	76,57	101,46	84,83	114,87	101,46	100,48	109,16	116,22	94,24	112,68	53,32	47,77
	P2	80,36	84,83	116,70	110,92	91,10	75,47	122,35	120,58	94,24	106,82	75,83	81,55
	P3	69,11	91,10	112,68	116,22	95,71	78,36	131,95	132,31	113,10	125,57	80,36	66,90
	P4	91,78	93,65	99,49	91,10	70,85	87,68	116,22	122,65	100,56	109,16	70,70	57,45
	P5	81,58	93,65	91,10	109,16	69,34	97,32	134,03	128,28	88,31	125,68	59,65	53,65
	P6	59,73	80,36	122,35	107,33	84,83	91,78	150,63	114,87	103,72	95,71	69,03	58,02
	P7	90,02	88,31	99,49	109,96	84,27	103,72	147,34	116,22	103,34	116,70	72,01	61,20
	P8	80,36	91,10	93,65	72,69	91,78	88,31	120,58	130,08	107,33	113,10	76,74	70,85
	P9	56,58	90,02	103,72	106,64	91,10	86,06	125,68	135,09	94,39	101,46	75,36	68,68
	P10	69,74	78,36	94,39	103,72	87,68	94,39	122,35	116,70	110,92	95,71	75,49	65,98
BIV	P1	75,47	94,24	81,58	75,47	86,06	81,58	86,06	87,96	91,10	114,87	70,85	55,48
	P2	86,06	94,25	70,85	118,59	78,36	75,47	106,82	84,83	101,46	107,33	78,66	57,45
	P3	87,68	81,58	90,02	103,72	78,66	84,27	87,96	87,68	97,32	74,58	87,68	47,77
	P4	87,96	87,68	78,36	126,96	90,02	101,46	99,49	94,24	84,27	90,02	72,23	59,33
	P5	81,69	81,17	91,78	97,65	90,02	84,27	94,39	88,31	84,83	68,68	80,36	61,20
	P6	57,45	76,57	81,69	78,66	81,58	100,56	106,64	91,10	97,32	86,06	65,97	62,65
	P7	100,48	73,83	95,71	86,06	81,58	82,37	135,80	99,49	82,37	94,24	72,25	69,34
	P8	78,66	90,02	100,56	74,58	72,23	72,69	110,92	88,31	86,06	103,34	78,66	69,11
	P9	68,68	80,36	100,56	70,85	86,06	76,57	87,96	99,49	80,36	86,06	84,83	62,83
	P10	74,58	70,85	95,71	72,23	81,32	86,06	99,49	128,28	81,58	81,69	72,69	75,47

Tabla 15. Evaluación del número de hojas/plantas del cultivo de maíz

Bloq.	N° Plantas	Número de hojas/plantas											
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
BI	p1	13	13	14	15	13	14	15	15	15	14	13	14
	p2	13	15	15	15	12	14	14	15	14	15	13	13
	p3	14	14	14	15	13	14	15	15	14	15	12	13
	p4	13	14	12	13	13	13	14	13	14	15	13	13
	p5	13	15	15	13	13	14	14	13	14	14	13	14
	p6	13	13	15	15	13	15	14	15	14	14	12	13
	p7	12	14	14	14	14	15	15	14	14	13	12	12
	p8	13	15	14	15	13	13	13	15	14	15	14	13
	p9	13	13	14	15	14	14	15	15	13	15	12	12
	p10	13	14	14	14	13	14	15	14	14	15	12	12
BII	p1	12	13	14	14	14	12	15	14	14	14	12	13
	p2	13	15	14	14	13	13	14	15	14	13	13	12
	p3	13	15	12	15	12	13	14	15	14	14	13	14
	p4	12	14	14	14	14	14	14	15	12	14	11	14
	p5	12	14	14	14	13	14	15	14	14	13	11	14
	p6	12	13	14	14	14	14	15	16	13	14	11	13
	p7	14	14	12	15	13	13	15	13	14	14	14	12
	p8	13	15	14	14	13	14	15	16	15	14	14	13
	p9	14	14	13	14	13	14	14	15	13	15	13	12
	p10	13	14	14	15	13	14	15	15	13	15	14	13
BIII	P1	13	13	14	14	15	14	15	14	12	12	14	12
	P2	13	13	14	14	15	14	15	14	13	13	13	12
	P3	14	14	14	14	14	13	15	14	14	14	13	11
	P4	13	15	14	14	13	14	15	14	14	13	13	13
	P5	13	15	15	13	13	15	15	14	14	14	13	14
	P6	14	13	15	13	13	14	14	15	15	13	15	12
	P7	14	13	15	13	13	12	15	15	14	14	13	12
	P8	13	14	14	13	12	14	15	13	14	13	13	12
	P9	13	14	14	13	11	13	15	14	12	14	13	13
	P10	13	15	15	14	14	15	16	14	15	14	14	13
BIV	P1	14	13	13	14	14	15	16	14	14	14	12	14
	P2	13	12	14	13	14	14	15	15	14	14	11	12
	P3	11	12	14	14	15	14	15	14	13	13	13	12
	P4	12	12	15	14	12	15	15	15	14	14	12	12
	P5	13	13	14	14	13	14	15	15	14	14	12	12
	P6	14	14	14	13	13	15	14	14	13	13	11	12
	P7	13	12	14	13	14	13	14	14	15	15	11	11
	P8	15	13	14	14	13	13	14	15	15	15	13	14
	P9	13	12	14	14	13	12	14	16	15	15	11	13
	P10	15	13	13	13	13	15	15	14	14	14	13	13

Tabla 16. Evaluación del peso de mazorcas del cultivo de maíz

Bloq.	N° Plantas	Peso de mazorcas (g)											
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
BI	p1	102,00	105,00	129,00	130,00	102,00	120,00	170,00	160,00	125,00	130,00	87,00	78,00
	p2	112,10	115,25	140,36	141,40	112,10	130,95	183,04	172,65	136,18	141,40	96,33	86,83
	p3	91,90	94,75	117,64	118,60	91,90	109,05	156,96	147,35	113,82	118,60	77,67	69,17
	p4	109,10	112,25	137,36	138,40	109,10	127,95	180,04	169,65	133,18	138,40	93,33	83,83
	p5	94,90	97,75	120,64	121,60	94,90	112,05	159,96	150,35	116,82	121,60	80,67	72,17
	p6	112,10	115,25	140,36	141,40	112,10	130,95	183,04	172,65	136,18	141,40	96,33	86,83
	p7	122,69	125,98	152,21	153,29	122,69	142,40	196,57	185,79	147,85	153,29	106,14	96,15
	p8	101,49	104,49	128,49	129,49	101,49	119,49	169,49	159,49	124,49	129,49	86,49	77,48
	p9	119,54	122,84	149,08	150,17	119,54	139,27	193,46	182,67	144,72	150,17	102,99	92,99
	p10	104,64	107,64	131,63	132,63	104,64	122,63	172,61	162,61	127,63	132,63	89,65	80,66
BII	p1	80,00	113,00	120,00	140,00	101,00	115,00	146,00	145,00	120,00	140,00	75,00	63,00
	p2	88,94	123,63	130,95	151,83	111,05	125,72	158,08	157,04	130,95	151,83	83,66	70,94
	p3	71,06	102,37	109,05	128,17	90,95	104,28	133,92	132,96	109,05	128,17	66,34	55,06
	p4	83,94	118,63	125,95	146,83	106,05	120,72	153,08	152,04	125,95	146,83	78,66	65,94
	p5	76,06	107,37	114,05	133,17	95,95	109,28	138,92	137,96	114,05	133,17	71,34	60,06
	p6	88,94	123,63	130,95	151,83	111,05	125,72	158,08	157,04	130,95	151,83	83,66	70,94
	p7	98,38	134,75	142,40	164,15	121,59	136,94	170,66	169,57	142,40	164,15	92,81	79,36
	p8	79,49	112,49	119,49	139,49	100,49	114,49	145,49	144,49	119,49	139,49	74,48	62,48
	p9	93,11	129,52	137,18	158,95	116,35	131,71	165,46	164,37	137,18	158,95	87,53	74,06
	p10	84,78	117,73	124,72	144,71	105,75	119,73	150,70	149,70	124,72	144,71	79,79	67,81
BIII	p1	80,00	96,00	108,00	110,00	86,00	102,00	160,00	135,00	105,00	128,00	70,00	57,00
	p2	88,94	105,80	118,39	120,49	95,27	112,10	172,65	146,62	115,25	139,31	78,37	64,55
	p3	71,06	86,20	97,61	99,51	76,73	91,90	147,35	123,38	94,75	116,69	61,63	49,45
	p4	81,94	98,80	111,39	113,49	88,27	105,10	165,65	139,62	108,25	132,31	71,37	57,55
	p5	78,06	93,20	104,61	106,51	83,73	98,90	154,35	130,38	101,75	123,69	68,63	56,45
	p6	88,94	105,80	118,39	120,49	95,27	112,10	172,65	146,62	115,25	139,31	78,37	64,55
	p7	98,38	116,08	129,27	131,46	105,03	122,69	185,79	158,73	125,98	151,12	87,22	72,58
	p8	79,49	95,49	107,49	109,49	85,49	101,49	159,49	134,49	104,49	127,49	69,48	56,48
	p9	91,00	108,74	121,95	124,14	97,67	115,35	178,52	151,43	118,65	143,82	79,81	65,14
	p10	86,89	102,86	114,84	116,83	92,88	108,85	166,77	141,80	111,84	134,81	76,92	63,96
BIV	p1	89,77	122,74	130,12	152,69	110,16	125,78	158,93	157,00	130,12	152,69	84,58	71,91
	p2	97,54	135,08	141,54	164,87	122,39	135,97	171,50	169,50	141,54	164,87	91,82	78,63
	p3	78,67	111,92	119,60	140,44	100,44	115,47	146,32	144,47	119,60	140,44	73,69	62,14
	p4	92,20	128,87	136,31	159,91	116,24	131,48	166,32	165,22	136,31	159,91	87,11	73,08
	p5	84,82	116,73	123,92	144,90	104,87	120,07	150,61	148,82	123,92	144,90	78,84	66,85
	p6	79,01	112,90	120,58	140,98	101,45	115,95	147,00	145,47	120,58	140,98	74,61	63,17
	p7	89,77	122,74	130,12	152,69	110,16	125,78	158,93	157,00	130,12	152,69	84,58	71,91
	p8	71,99	103,33	109,84	128,76	91,11	103,71	134,84	133,81	109,84	128,76	65,98	54,07
	p9	84,71	117,95	126,24	147,57	105,36	121,70	153,84	152,99	126,24	147,57	78,54	65,97
	p10	76,67	107,90	114,86	134,11	96,94	109,90	139,55	137,69	114,86	134,11	72,13	59,70

Tabla 17. Evaluación de la longitud de mazorcas del cultivo de maíz

Bloq.	N° Plantas	Longitud de mazorcas (cm)											
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
BI	p1	9,16	11,91	14,14	14,14	8,46	14,24	14,14	14,47	14,08	14,33	8,64	8,41
	p2	11,91	11,91	14,08	14,47	8,64	11,91	14,14	14,47	8,46	14,24	9,16	6,57
	p3	10,26	14,08	14,08	14,14	8,43	14,24	14,14	14,65	9,16	14,14	8,46	8,41
	p4	10,26	14,08	9,16	14,24	8,46	14,14	14,24	14,14	11,91	14,14	8,41	8,08
	p5	10,26	11,91	11,91	14,24	9,16	14,08	11,91	14,24	14,08	14,08	8,41	8,08
	p6	10,00	11,46	14,30	14,30	9,46	14,99	14,30	15,43	13,42	15,20	9,62	9,41
	p7	11,46	11,46	13,42	15,43	9,62	11,46	14,30	15,43	9,46	14,99	10,00	5,72
	p8	10,62	13,42	13,42	14,14	9,43	14,99	14,30	15,65	10,00	14,30	9,46	9,41
	p9	10,62	13,42	10,00	14,99	9,46	14,30	14,99	14,30	11,46	14,30	9,41	8,99
	p10	10,62	11,46	11,46	14,99	10,00	13,42	11,46	14,99	13,42	13,42	9,41	8,99
BII	p1	9,46	13,42	14,99	14,30	10,00	11,46	14,30	15,43	14,30	15,20	9,62	9,41
	p2	9,62	9,46	11,46	14,30	11,46	11,46	15,43	15,43	13,42	14,99	10,00	5,72
	p3	9,43	10,00	14,99	14,30	10,62	13,42	14,14	15,65	13,42	14,30	9,46	9,41
	p4	9,46	11,46	14,30	14,99	10,62	13,42	14,99	14,30	10,00	14,30	9,41	8,99
	p5	10,00	13,42	13,42	11,46	10,62	11,46	14,99	14,99	11,46	13,42	9,41	8,99
	p6	10,46	12,76	15,74	14,47	10,84	11,01	14,47	16,40	14,47	16,07	10,60	10,41
	p7	10,60	10,46	11,01	14,47	11,01	11,01	16,40	16,40	12,76	15,74	10,84	4,87
	p8	10,43	10,84	15,74	14,47	10,99	12,76	14,14	16,65	12,76	14,47	10,46	10,41
	p9	10,46	11,01	14,47	15,74	10,99	12,76	15,74	14,47	10,84	14,47	10,41	9,90
	p10	10,84	12,76	12,76	11,01	10,99	11,01	15,74	15,74	11,01	12,76	10,41	9,90
BIII	p1	9,49	12,67	13,32	14,33	10,54	12,36	13,32	15,17	13,32	14,71	9,81	9,40
	p2	9,81	9,49	13,32	12,36	12,36	12,36	15,17	15,17	12,67	14,33	10,54	6,25
	p3	9,44	10,54	13,32	14,33	11,56	12,67	13,14	15,59	12,67	13,32	9,49	9,40
	p4	9,49	12,36	14,33	13,32	11,56	12,67	14,33	13,32	10,54	13,32	9,40	8,57
	p5	10,54	12,67	12,36	12,67	11,56	12,36	14,33	14,33	12,36	12,67	9,40	8,57
	p6	9,60	12,96	15,41	15,71	9,85	10,01	15,41	15,76	15,41	15,72	9,68	9,58
	p7	9,68	9,60	15,41	10,01	10,01	10,01	15,76	15,76	12,96	15,71	9,85	3,89
	p8	9,59	9,85	15,41	15,71	9,99	12,96	15,14	15,84	12,96	15,41	9,60	9,58
	p9	9,60	10,01	15,71	15,41	9,99	12,96	15,71	15,41	9,85	15,41	9,58	9,44
	p10	9,85	12,96	10,01	12,96	9,99	10,01	15,71	15,71	10,01	12,96	9,58	9,44
BIV	p1	8,36	14,83	15,01	14,90	9,19	12,37	14,90	15,28	14,90	15,11	8,58	8,31
	p2	8,58	8,36	12,37	14,90	12,37	12,37	15,28	15,28	14,83	15,01	9,19	6,13
	p3	8,34	9,19	15,01	14,90	10,47	14,83	14,90	15,48	14,83	14,90	8,36	8,31
	p4	8,36	12,37	14,90	15,01	10,47	14,83	15,01	14,90	9,19	14,90	8,31	7,93
	p5	9,19	14,83	14,83	12,37	10,47	12,37	15,01	15,01	12,37	14,83	8,31	7,93
	p6	9,53	14,08	15,86	15,09	10,16	11,85	15,09	16,36	15,09	16,10	9,72	9,48
	p7	9,72	9,53	11,85	15,09	11,85	11,85	16,36	16,36	14,08	15,86	10,16	5,11
	p8	9,50	10,16	15,86	15,09	10,88	14,08	14,90	16,61	14,08	15,09	9,53	9,48
	p9	9,53	11,85	15,09	15,86	10,88	14,08	15,86	15,09	10,16	15,09	9,48	8,99
	p10	10,16	14,08	14,08	11,85	10,88	11,85	15,86	15,86	11,85	14,08	9,48	8,99

Tabla 18. Evaluación del diámetro de mazorcas del cultivo de maíz

Bloq.	N° Plantas	Diámetro de mazorcas (cm)											
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
BI	p1	4,34	4,38	4,26	4,81	4,46	4,26	4,77	4,26	4,54	4,69	3,67	3,91
	p2	4,34	4,19	4,62	4,19	4,38	4,54	4,97	4,69	4,66	4,73	3,47	3,83
	p3	3,47	4,07	4,46	4,58	4,19	4,15	4,19	4,73	4,22	4,15	3,67	3,43
	p4	3,83	4,58	4,62	4,46	3,95	4,46	4,26	4,85	4,46	4,54	3,95	3,67
	p5	3,67	4,26	4,38	4,38	4,07	4,34	4,66	4,42	4,26	4,66	3,95	3,79
	p6	4,47	4,55	4,32	5,37	4,70	4,32	5,30	4,32	4,86	5,16	3,16	3,61
	p7	4,47	4,16	5,01	4,16	4,55	4,86	5,65	5,16	5,08	5,23	2,80	3,46
	p8	2,80	3,92	4,70	4,93	4,16	4,08	4,16	5,23	4,24	4,08	3,16	2,73
	p9	3,46	4,93	5,01	4,70	3,69	4,70	4,32	5,44	4,70	4,86	3,69	3,16
	p10	3,16	4,32	4,55	4,55	3,92	4,47	5,08	4,63	4,32	5,08	3,69	3,38
BII	p1	4,18	4,21	4,12	4,56	4,27	4,12	4,53	4,12	4,34	4,47	3,64	3,83
	p2	4,18	4,05	4,40	4,05	4,21	4,34	4,69	4,47	4,43	4,50	3,48	3,77
	p3	3,48	3,96	4,27	4,37	4,05	4,02	4,05	4,50	4,08	4,02	3,64	3,45
	p4	3,77	4,37	4,40	4,27	3,86	4,27	4,12	4,59	4,27	4,34	3,86	3,64
	p5	3,64	4,12	4,21	4,21	3,96	4,18	4,43	4,24	4,12	4,43	3,86	3,73
	p6	4,15	4,21	4,02	4,90	4,34	4,02	4,84	4,02	4,46	4,72	3,09	3,45
	p7	4,15	3,89	4,59	3,89	4,21	4,46	5,15	4,72	4,65	4,78	2,81	3,33
	p8	2,81	3,70	4,34	4,53	3,89	3,83	3,89	4,78	3,96	3,83	3,09	2,75
	p9	3,33	4,53	4,59	4,34	3,52	4,34	4,02	4,96	4,34	4,46	3,52	3,09
	p10	3,09	4,02	4,21	4,21	3,70	4,15	4,65	4,27	4,02	4,65	3,52	3,27
BIII	p1	4,08	4,21	3,83	5,54	4,46	3,83	5,43	3,83	4,71	5,20	2,20	2,77
	p2	4,08	3,58	4,96	3,58	4,21	4,71	5,95	5,20	5,08	5,32	1,82	2,56
	p3	1,82	3,22	4,46	4,84	3,58	3,45	3,58	5,32	3,70	3,45	2,20	1,76
	p4	2,56	4,84	4,96	4,46	2,88	4,46	3,83	5,65	4,46	4,71	2,88	2,20
	p5	2,20	3,83	4,21	4,21	3,22	4,08	5,08	4,33	3,83	5,08	2,88	2,47
	p6	3,68	3,74	3,55	4,41	3,87	3,55	4,35	3,55	3,99	4,24	2,82	3,05
	p7	3,68	3,43	4,12	3,43	3,74	3,99	4,60	4,24	4,18	4,30	2,71	2,96
	p8	2,71	3,25	3,87	4,06	3,43	3,37	3,43	4,30	3,49	3,37	2,82	2,69
	p9	2,96	4,06	4,12	3,87	3,10	3,87	3,55	4,46	3,87	3,99	3,10	2,82
	p10	2,82	3,55	3,74	3,74	3,25	3,68	4,18	3,80	3,55	4,18	3,10	2,92
BIV	p1	4,14	4,08	4,08	4,51	4,23	4,17	4,48	4,08	4,29	4,41	3,63	3,81
	p2	4,14	4,29	4,35	4,02	4,17	4,02	4,63	4,41	4,38	4,45	3,48	3,75
	p3	3,48	3,99	4,23	4,32	4,02	3,93	4,02	4,45	4,05	3,99	3,63	3,45
	p4	3,75	4,23	4,35	4,23	3,84	4,32	4,08	4,54	4,23	4,29	3,84	3,63
	p5	3,63	4,14	4,17	4,17	3,93	4,08	4,38	4,20	4,08	4,38	3,84	3,72
	p6	4,24	4,12	4,12	4,95	4,42	4,30	4,89	4,12	4,54	4,78	3,25	3,58
	p7	4,24	4,54	4,66	4,00	4,30	4,00	5,17	4,78	4,72	4,84	2,98	3,47
	p8	2,98	3,94	4,42	4,60	4,00	3,82	4,00	4,84	4,06	3,94	3,25	2,93
	p9	3,47	4,42	4,66	4,42	3,64	4,60	4,12	5,01	4,42	4,54	3,64	3,25
	p10	3,25	4,24	4,30	4,30	3,82	4,12	4,72	4,36	4,12	4,72	3,64	3,41

Tabla 19. Evaluación del número de hileras de mazorcas del cultivo de maíz

Bloq.	N° Plantas	Número de hileras/mazorca											
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
BI	p1	17	18	20	20	18	20	16	16	18	18	20	18
	p2	18	19	19	19	19	19	16	16	19	19	19	19
	p3	19	19	19	19	19	19	17	17	19	19	19	19
	p4	20	19	18	18	19	18	17	17	19	19	18	19
	p5	21	20	18	18	20	18	18	18	20	20	18	20
	p6	17	17	20	20	17	20	17	17	17	17	20	17
	p7	17	18	18	18	18	18	17	17	18	18	18	18
	p8	18	18	18	18	18	18	17	17	18	18	18	18
	p9	19	19	17	17	19	17	17	17	19	19	17	19
	p10	21	19	17	17	19	17	17	17	19	19	17	19
BII	p1	17	17	20	20	17	20	17	17	17	17	20	17
	p2	17	18	19	19	18	19	17	17	18	18	19	18
	p3	18	18	18	18	18	18	17	17	18	18	18	18
	p4	20	19	18	18	19	18	17	17	19	19	18	19
	p5	20	20	17	17	20	17	17	17	20	20	17	20
	p6	16	16	21	21	16	21	16	16	16	16	21	16
	p7	16	18	19	19	18	19	16	16	18	18	19	18
	p8	18	18	18	18	18	18	16	16	18	18	18	18
	p9	21	20	17	17	20	17	16	16	20	20	17	20
	p10	21	21	16	16	21	16	16	16	21	21	16	21
BIII	p1	17	18	20	20	18	20	16	16	18	18	20	18
	p2	19	19	19	19	19	19	17	17	19	19	19	19
	p3	21	20	18	18	20	18	18	18	20	20	18	20
	p4	17	18	18	18	18	18	17	17	18	18	18	18
	p5	19	19	17	17	19	17	17	17	19	19	17	19
	p6	18	19	19	19	19	19	16	16	19	19	19	19
	p7	20	19	18	18	19	18	17	17	19	19	18	19
	p8	17	17	20	20	17	20	17	17	17	17	20	17
	p9	18	18	18	18	18	18	17	17	18	18	18	18
	p10	21	19	17	17	19	17	17	17	19	19	17	19
BIV	p1	17	18	19	19	18	19	17	17	18	18	19	18
	p2	20	19	18	18	19	18	17	17	19	19	18	19
	p3	16	16	21	21	16	21	16	16	16	16	21	16
	p4	18	18	18	18	18	18	16	16	18	18	18	18
	p5	21	21	16	16	21	16	16	16	21	21	16	21
	p6	17	17	20	20	17	20	17	17	17	17	20	17
	p7	18	18	18	18	18	18	17	17	18	18	18	18
	p8	20	20	17	17	20	17	17	17	20	20	17	20
	p9	16	18	19	19	18	19	16	16	18	18	19	18
	p10	21	20	17	17	20	17	16	16	20	20	17	20

Tabla 20. Evaluación del número de semillas/hilera del cultivo de maíz

Bloq.	N° Plantas	Número de semillas/hilera											
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
BI	p1	29	30	35	36	30	33	36	41	33	36	17	27
	p2	27	30	36	35	30	35	36	42	35	36	17	29
	p3	25	30	34	36	30	31	37	39	31	36	17	25
	p4	29	30	35	36	29	33	36	41	33	36	17	27
	p5	27	30	35	36	27	33	36	41	33	36	17	27
	p6	29	30	34	36	30	31	37	39	31	36	17	25
	p7	25	30	35	34	30	34	36	42	34	36	17	28
	p8	24	30	32	36	30	30	37	37	30	37	18	24
	p9	29	30	34	36	29	31	37	39	31	36	17	25
	p10	25	30	34	36	25	31	37	39	31	36	17	25
BII	p1	28	31	34	35	31	33	37	40	33	35	27	17
	p2	27	30	35	34	30	34	36	41	34	36	28	16
	p3	26	29	33	36	29	32	38	39	32	37	26	18
	p4	28	31	34	36	28	33	37	40	33	35	27	17
	p5	27	30	34	37	27	33	37	40	33	36	27	17
	p6	28	31	33	35	31	32	38	39	32	35	26	18
	p7	26	31	35	33	31	33	37	41	33	37	28	16
	p8	25	30	33	37	30	31	38	38	31	38	25	19
	p9	28	31	33	37	28	32	38	39	32	35	26	18
	p10	26	31	33	37	26	32	38	39	32	37	26	18
BIII	p1	27	30	35	36	30	33	36	41	33	36	29	17
	p2	25	30	34	36	30	31	37	39	31	36	25	17
	p3	27	30	35	36	27	33	36	41	33	36	27	17
	p4	28	30	35	34	30	34	36	42	34	36	25	17
	p5	25	30	34	36	29	31	37	39	31	36	29	17
	p6	27	31	34	35	31	33	37	40	33	35	28	17
	p7	26	29	33	36	29	32	38	39	32	37	26	18
	p8	27	30	34	37	27	33	37	40	33	36	27	17
	p9	28	31	35	33	31	33	37	41	33	37	26	16
	p10	26	31	33	37	28	32	38	39	32	35	28	18
BIV	p1	27	30	36	35	30	35	36	42	35	36	29	17
	p2	29	29	35	36	30	33	36	41	33	36	27	17
	p3	29	30	34	36	30	31	37	39	31	36	25	17
	p4	24	30	32	36	30	30	37	37	30	37	24	18
	p5	25	25	34	36	30	31	37	39	31	36	25	17
	p6	27	30	35	34	30	34	36	41	34	36	28	16
	p7	28	28	34	36	31	33	37	40	33	35	27	17
	p8	28	31	33	35	31	32	38	39	32	35	26	18
	p9	25	30	33	37	30	31	38	38	31	38	25	19
	p10	26	26	33	37	31	32	38	39	32	37	26	18

Tabla 21. Evaluación del peso de semillas del cultivo de maíz

Bloq.	N° Plantas	Peso de semillas (g)											
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
BI	p1	71,33	73,43	90,21	90,91	71,33	83,92	111,89	118,88	87,41	90,91	60,84	54,55
	p2	78,39	80,59	98,15	98,88	78,39	91,58	120,73	128,00	95,23	98,88	67,36	60,72
	p3	64,27	66,26	82,27	82,94	64,27	76,26	103,04	109,76	79,59	82,94	54,32	48,37
	p4	76,29	78,49	96,05	96,78	76,29	89,48	118,64	125,90	93,13	96,78	65,26	58,62
	p5	66,36	68,36	84,37	85,03	66,36	78,35	105,14	111,86	81,69	85,03	56,41	50,47
	p6	78,39	80,59	98,15	98,88	78,39	91,58	120,73	128,00	95,23	98,88	67,36	60,72
	p7	85,80	88,10	106,44	107,20	85,80	99,58	129,92	137,46	103,39	107,20	74,23	67,24
	p8	70,97	73,07	89,85	90,55	70,97	83,56	111,53	118,52	87,05	90,55	60,48	54,19
	p9	83,60	85,90	104,25	105,01	83,60	97,39	127,74	135,28	101,20	105,01	72,02	65,03
	p10	73,18	75,27	92,05	92,74	73,18	85,76	113,72	120,71	89,25	92,74	62,70	56,41
BII	p1	57,75	81,57	86,63	101,07	72,91	83,02	104,68	105,40	86,63	101,07	54,14	45,48
	p2	64,21	89,25	94,54	109,61	80,17	90,76	113,37	114,12	94,54	109,61	60,39	51,21
	p3	51,30	73,90	78,72	92,52	65,66	75,28	95,98	96,67	78,72	92,52	47,89	39,75
	p4	60,60	85,64	90,93	106,00	76,56	87,15	109,76	110,51	90,93	106,00	56,78	47,60
	p5	54,90	77,51	82,33	96,13	69,27	78,89	99,59	100,28	82,33	96,13	51,50	43,36
	p6	64,21	89,25	94,54	109,61	80,17	90,76	113,37	114,12	94,54	109,61	60,39	51,21
	p7	71,02	97,28	102,80	118,50	87,77	98,85	122,41	123,20	102,80	118,50	67,00	57,29
	p8	57,38	81,20	86,26	100,70	72,54	82,65	104,31	105,03	86,26	100,70	53,77	45,11
	p9	67,21	93,50	99,03	114,75	83,99	95,08	118,66	119,44	99,03	114,75	63,19	53,46
	p10	61,20	84,99	90,04	104,46	76,34	86,43	108,07	108,79	90,04	104,46	57,60	48,95
BIII	p1	59,99	71,99	80,99	82,49	64,49	76,49	101,24	119,98	78,74	95,99	52,49	42,74
	p2	66,70	79,34	88,78	90,35	71,45	84,06	109,95	129,47	86,42	104,47	58,77	48,41
	p3	53,28	64,64	73,20	74,62	57,54	68,92	92,52	110,50	71,06	87,50	46,22	37,08
	p4	61,45	74,09	83,53	85,10	66,20	78,81	104,70	124,22	81,17	99,22	53,52	43,16
	p5	58,53	69,89	78,45	79,87	62,79	74,17	97,77	115,75	76,30	92,75	51,47	42,33
	p6	66,70	79,34	88,78	90,35	71,45	84,06	109,95	129,47	86,42	104,47	58,77	48,41
	p7	73,77	87,05	96,94	98,59	78,77	92,00	119,03	139,32	94,47	113,32	65,41	54,43
	p8	59,61	71,61	80,60	82,10	64,11	76,11	100,85	119,60	78,35	95,60	52,11	42,36
	p9	68,24	81,54	91,45	93,09	73,24	86,50	113,56	133,87	88,98	107,85	59,85	48,85
	p10	65,16	77,13	86,12	87,61	69,65	81,62	106,34	125,06	83,87	101,09	57,68	47,97
BIV	p1	61,87	84,59	89,68	105,24	75,92	86,69	108,21	109,53	89,68	105,24	58,29	49,56
	p2	67,23	93,10	97,55	113,63	84,35	93,71	116,82	118,20	97,55	113,63	63,28	54,19
	p3	54,22	77,13	82,43	96,79	69,23	79,58	99,57	100,84	82,43	96,79	50,79	42,83
	p4	63,54	88,81	93,94	110,21	80,11	90,61	113,87	114,63	93,94	110,21	60,03	50,37
	p5	58,46	80,45	85,40	99,87	72,28	82,75	102,56	103,80	85,40	99,87	54,34	46,07
	p6	54,45	77,81	83,10	97,16	69,92	79,91	100,26	101,31	83,10	97,16	51,42	43,53
	p7	61,87	84,59	89,68	105,24	75,92	86,69	108,21	109,53	89,68	105,24	58,29	49,56
	p8	49,61	71,22	75,70	88,74	62,79	71,48	92,22	92,93	75,70	88,74	45,47	37,26
	p9	58,39	81,29	87,01	101,70	72,61	83,87	105,44	106,02	87,01	101,70	54,13	45,47
	p10	52,84	74,36	79,16	92,43	66,81	75,75	94,90	96,18	79,16	92,43	49,71	41,14



Figura 24. Preparación del campo experimental



Figura 25. Identificación de bloques y tratamientos



Figura 26. Aplicación del estiércol de cuy



Figura 27. Crecimiento del cultivo de maíz



Figura 28. Desarrollo de del cultivo de maíz



Figura 29. Maduración del cultivo de maíz



Figura 30. Supervisión del campo experimental: presidente de tesis Dr. Hugo Alfredo Huamani Yupanqui, jurado Ing. Carlos Miguel Miranda Armas y Asesor Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano



Figura 31. Densidad de siembra de 0,35 m x 0,80 m con



Figura 32. Densidad de siembra de 0,40 m x 0,80 m con



Figura 33. Supervisión de la tesis: presidente de tesis Dr. Hugo A. Huamani Yupanqui, jurado Ing. Carlos M. Miranda Armas y Asesor Dr. José W. Zavala Solórzano



ANÁLISIS DE SUELOS

LASAE



1. DATOS

SOLICITANTE:	TAPULLIMA PIZANGO RUBEN	MUESTREO POR:	TAPULLIMA PIZANGO RUBEN
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	28/04/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	28/04/2023
DISTRITO:	DANIEL ALOMIA ROBLES	FECHA DE REPORTE:	2/05/2023
CENTRO POBLADO:	INTI	RECIBO O FACTURA:	23011649
FUNDO:	TEDY	OBSERVACIÓN:	RESULTADO PARCIAL

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS	ANÁLISIS MECANICO				pH	CE dS/cm	M.O.	N	C	P disponible	K	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases	Acidos	Saturación
		Arena	Arcilla	Limo	Clase																Cambiables	Cambiables	de Aluminio
		%	%	%	Textural																%	%	%
1	S0691	80	19	21	Franco Arenoso	4.10	0.284	1.855	0.093	1.076	4.28	85.96	—	1.136	0.223	0.092	0.046	1.947	0.710	4.164	36	64	47

Los Resultados presentados son válidos unicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo Maria

Ing. GILMER MILTON KEIRA TRUJILLO
Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo Maria

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 34. Análisis físico químico inicial del suelo



ANALISIS DE SUELOS



1. DATOS

SOLICITANTE:	TAPULLIMA PIZANGO RUBEN	MUESTREO POR:	TAPULLIMA PIZANGO RUBEN
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	18/03/2024
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	19/03/2024
DISTRITO:	DANIEL ALOMIA ROBLES	FECHA DE REPORTE:	19/04/2024
CENTRO POBLADO:	INTI	RECIBO O FACTURA:	24011647
FUNDO:	TEDY	OBSERVACION:	RESULTADO PARCIAL

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS CODIGO DEL LAB.	ANÁLISIS MECÁNICO			Clase textural	pH	CE dS/cm	M.O.	N	C	P K		CIC	Ca	Mg	K	Na	AL	H	CICe	Bases	Acides	Saturación de
		Arena	Arcilla	Limo							disponible	Cambiabiles									Cambiable	aluminio	
		%	%	%							ppm	ppm									%	%	%
1	S0692	66	17	17	Franco arcilloso	5,67	0,28	2,58	0,13	1,50	10,24	117,43	5,60	4,34	0,71	0,47	0,08	—	—	—	100,00	0,00	0,00
2	S0693	66	17	17	Franco arcilloso	5,75	0,30	2,29	0,11	1,33	16,53	156,93	12,02	9,57	1,95	0,43	0,07	—	—	—	100,00	0,00	0,00
3	S0694	66	15	19	Franco arcilloso	5,72	0,21	2,93	0,15	1,70	18,65	164,93	12,97	10,42	2,04	0,40	0,11	—	—	—	100,00	0,00	0,00
4	S0695	75	10	15	Franco arcilloso	6,41	0,32	3,93	0,20	2,86	18,55	190,92	16,64	11,45	2,55	1,72	0,92	—	—	—	100,00	0,00	0,00
5	S0696	73	13	14	Franco arcilloso	5,35	0,26	2,88	0,14	1,09	8,77	100,44	6,71	5,90	0,35	0,38	0,08	—	—	—	100,00	0,00	0,00
6	S0697	72	12	16	Franco arcilloso	5,87	0,21	2,94	0,15	2,66	9,30	107,94	10,40	9,23	0,70	0,37	0,10	—	—	—	100,00	0,00	0,00
7	S0698	66	17	17	Franco arcilloso	6,66	0,28	3,58	0,18	2,87	11,93	174,92	10,52	9,29	0,71	0,44	0,08	—	—	—	100,00	0,00	0,00
8	S0699	72	12	16	Franco arcilloso	6,78	0,30	3,77	0,19	2,99	18,51	194,75	12,85	11,36	0,95	0,46	0,09	—	—	—	100,00	0,00	0,00
9	S0700	68	13	19	Franco arcilloso	4,08	0,32	1,88	0,09	1,16	7,20	84,34	—	4,05	1,68	0,00	0,00	2,23	0,05	8,01	78,40	21,60	27,48
10	S0701	73	11	16	Franco arcilloso	4,01	0,29	1,43	0,07	1,38	8,42	118,07	—	4,10	1,10	0,00	0,00	1,83	1,20	8,23	72,40	27,60	22,24
11	S0702	67	16	17	Franco arcilloso	4,93	0,22	1,98	0,10	1,61	4,50	77,97	—	2,66	1,12	0,00	0,00	3,00	0,10	6,88	68,50	31,50	43,60
12	S0703	74	10	16	Franco arcilloso	4,60	0,27	1,53	0,08	1,83	4,30	74,97	—	3,52	0,88	0,00	0,00	2,30	0,05	6,75	66,10	33,90	34,07

Los Resultados presentados son válidos unicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.
 Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo Maria

 Ing. CLAUDIA MELIZA SIERRA TERUEL
 Profesora del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo Maria

 DR. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 35. Análisis físico químico final del suelo