

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

Efecto de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en la producción del híbrido DK7508 de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), en Trujillo - La Libertad

Área de Investigación:
Nutrición edáfica

Autor:
Velásquez Cortez, José Eduardo

Jurado Evaluador:
Presidente: Valdivia Vega, Sergio Adrián
Secretario: Barandiarán Gamarra, Miguel Ángel
Vocal: Morales Skrabonja, César Guillermo

Asesor:
Huanes Mariños, Milton Américo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9681-6706>

TRUJILLO - PERÚ
2024

Fecha de sustentación: 2023/12/20

Tesis Jose Eduardo Velasquez Cortez.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upao.edu.pe	10%
	Fuente de Internet	
2	dspace.utb.edu.ec	3%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.ug.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
4	cunori.edu.gt	1%
	Fuente de Internet	
5	5dok.net	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.unp.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.lamolina.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad Nacional Mayor de San Marcos	1%
	Trabajo del estudiante	

Excluir coincidencias < 1%

Excluir citas Apagado

Excluir bibliografía Apagado

Declaración de originalidad

Yo, Milton Américo Huanes Mariños, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Agrónoma de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor del trabajo de investigación titulado “Efecto de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en la producción del híbrido DK7508 de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), en Trujillo - La Libertad”, autor José Eduardo Velásquez Cortez; dejo constancia de los siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 17%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el 18.04.2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la universidad.

Trujillo, 18 de abril de 2024

Asesor: Milton Américo Huanes Mariños

DNI: 18154024

ORCID: 0000-001-9681-6706

Autor: José Eduardo Velásquez Cortéz

DNI: 72898662

Firma:



Firma del autor

Aprobación por el jurado de Tesis

La presente Tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado




Ing. Mg. Sergio Valdivia Vega
Presidente



Ing. Dr. Miguel Barandiaran Gamarra
Secretario



Ing. Mg. Cesar Morales Skrabonja
Vocal



Ing. Dr. Milton Americo Huanes Mariño
Asesor

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por iluminar mi camino en cada momento de mi vida, dándome la fortaleza para conseguir todos mis sueños trazados y no rendirme.

A mis padres, JOSE y BETTY por darme la vida y apoyarme desde el principio, en cada proyecto en los que me he enrumbado siendo incondicionales conmigo.

A mis abuelos Eladio y Teresa por siempre creer en mí, apoyarme con sus consejos y enseñanzas.

A mis abuelos paternos Apolinar y Paula, este logro va dedicado para ellos allá en el cielo.

A mi hermano Cesar por ser parte de mi vida universitaria y compartir vivencias.

AGRADECIMIENTO

- Al Dr. Milton Américo, Huanes Mariños, mi asesor de tesis, por soportarme en este proceso de redacción y enseñarme que rendirse no es una opción y siempre darme palabras de apoyo, por animarme a concluir este enorme trabajo.
- Para mis padres Apolinar José Velásquez Valera y Betty Yolanda Cortez Rodríguez, este logro no sería nada sin su apoyo incondicional, sobre todo las palabras de aliento, sus constantes ánimos y estar conmigo en los momentos más difíciles, les debo mucho y este título va dedicado para ustedes.
- Al Ing. Rubén Walter Cortez Rodríguez, mi mentor, por hacerme ver que el mundo de la agronomía es mucho más grande y que el punto de vista de un ingeniero es demasiado amplio como para limitarse a una sola cosa, puedes llegar tan lejos como te lo imaginas
- Al Ing. Jorge Wilson Cortez Rodríguez, por todos sus consejos y guiarme en este largo camino que es el mundo agronómico, hacerme ver que la investigación y evolución del conocimiento es constante y siempre ahí algo nuevo que aprender.
- Al Dr. Juan Carlos Cabrera la Rosa, por brindarme su amistad, por apoyarme en cada gestión administrativa y compartir conmigo sus enseñanzas en las aulas universitarias.
- A la empresa Agroindustrial UPAO S.A.C. por darme la oportunidad de hacer mis prácticas profesionales como a la vez conceder mi primer trabajo oficial, además de haber realizado este experimento en sus instalaciones y brindarme todas las herramientas necesarias para su culminación.
- Mi pareja, Ingrid Ruiz Navarro describir lo agradecido que estoy por tenerte en mi vida es imposible, por todo su cariño y apoyo incondicional durante este proceso, estuviste en cada momento a mi lado, jamás podré pagar eso, siendo mi fortaleza frente a cada adversidad, mi futuro pinta bien siempre que estés a mi lado.
- A mis grandes amigos Heber Henry Gutiérrez Salazar, Darwin Luna Vásquez, Franz Antonio Serrano Gamarra y Renzo Irvin Martin Ramírez Nunja por compartir el aula de clases conmigo y por tantas experiencias vividas dentro y fuera de la universidad, siempre estuvieron en todos los momentos de este camino universitario.
- A la Universidad Privada Antenor Orrego que durante los cinco años de mi carrera profesional me acogió en sus aulas, brindándome una educación de calidad, haciendo de mí una mejor persona y un ser humano con todos los verdaderos principios y valores.
- A todos mis profesores de Ingeniería Agrónoma por sus sabios consejos y todos los conocimientos brindados para afrontar este nuevo camino.

ÍNDICE

	Pág.
CARÁTULA	1
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE CUADRO.....	8
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Lugar experimental.....	16
3.2 Materiales	18
3.2.1 Biológico... ..	18
3.2.2 Fertilizantes y agroquímicos.....	18
3.2.3 Instrumentos y equipos	18
3.2.4 Servicios	19
3.2.5 Materiales de oficina	19
3.3 Análisis físico – químico del suelo experimental.....	19
3.4 Datos Meteorológicos	20
3.5 Croquis del experimento.....	21

3.6 Tratamientos estudiados	22
3.7 Características de las unidades experimentales... ..	22
3.8 Parámetros a evaluar	23
3.8.1 Altura de planta	23
3.8.2 Peso de mazorca y tusa.....	24
3.8.3 Rendimiento por hectarea	25
3.9 Diseño experimental	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	26
4.1 Altura de planta semana 4.....	26
4.2 Altura de planta semana 6.....	27
4.3 Altura de planta semana 8.....	29
4.4 Altura de planta semana 10.....	31
4.5 Altura de planta semana 12.....	32
4.6 Peso de mazorca.....	34
4.7 Peso de tusa	36
4.8 Peso de grano.....	38
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES	41
VIII. BIBLIOGRAFÍA	42
IX. ANEXOS	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del terreno agrícola donde se realizó el experimento de investigación estudiado	17
Figura 2. Campo de cultivo preparado y regado donde se realizó el experimento	18
Figura 3. Marcado de la Unidad Experimental	19
Figura 4. Croquis del experimento instalado en Agroindustrial UPAO SAC	22
Figura 5. Mediciones de altura de planta del cultivo de maíz.....	25
Figura 6. Evaluación de mazorca de maíz para cosecha	25
Figura 7. Peso de mazorcas de maíz por tratamiento	26
Figura 8. Altura de planta semana 4 (cm) de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023.....	27
Figura 9. Altura de planta semana 6 (cm) de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023	29
Figura 10. Altura de planta semana 8 (cm) de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023	31
Figura 11. Altura de planta semana 10 (cm) de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023.....	32
Figura 12. Altura de planta semana 12 (cm) de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023.....	34
Figura 13. Rendimiento de la mazorca por hectárea de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023.....	36
Figura 14. Rendimiento de tusa por hectárea de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023.....	37
Figura 15. Rendimiento de grano por hectárea de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023.....	39

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Cuadro de fertilización nitrogenada para el tratamiento A	47
Anexo 2. Cuadro de fertilización nitrogenada para el tratamiento B	47
Anexo 3. Cuadro de fertilización nitrogenada para el tratamiento C	48
Anexo 4. Cuadro de fertilización nitrogenada para el tratamiento D	48
Anexo 5. Análisis de varianza peso de mazorca	49
Anexo 6. Análisis de varianza peso de tusa	49
Anexo 7. Análisis de varianza peso de grano	50
Anexo 8. Análisis de varianza altura de planta semana 4	50
Anexo 9. Análisis de varianza altura de planta semana 6	51
Anexo 10. Análisis de varianza altura de planta semana 8	51
Anexo 11. Análisis de varianza altura de planta semana 10	52
Anexo 12. Análisis de varianza altura de planta semana 12	52

CUADROS

Cuadro 1. Análisis Físicoquímico del suelo experimental Fuente: Yara, 2022	20
Cuadro 2. Datos meteorológicos durante la realización del experimento Estación Meteorológica de Agroindustrial UPAO SAC, 2022	21

RESUMEN

Se realizó una investigación experimental en la zona de Alto Salaverry, Moche, La Libertad; para el cultivo de maíz amarillo duro, híbrido Dekalb 7508, con el objetivo de encontrar la dosis de fertilización nitrogenada adecuada para este cultivo. Se instalaron cuatro tratamientos experimentales y se evaluó la altura de planta y rendimiento esperado con las dosis de fertilización estudiadas para el cultivo de maíz. La investigación buscó determinar la eficiencia de cuatro niveles de fertilización nitrogenada, como estrategia para mejorar los rendimientos en maíz amarillo duro, utilizando para este trabajo el híbrido Dekalb 7508. Para el experimento se usó el diseño experimental de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, los cuales fueron divididos en parcelas de cuatro hileras de acuerdo a las variables que se evaluaron. Se usó la prueba de Duncan para poder determinar las diferencias significativas entre los tratamientos. Se encontró que el tratamiento C (260 Kg N (ha) es el que mejor respuesta presenta en altura de planta de 227.4 cm y rendimiento de 12645.24 kg/ha, frente al resto de tratamientos ensayados. Los buenos resultados de este tratamiento nos indican que la dosis de fertilización empleada para el cultivo de maíz fue la más adecuada para las condiciones de clima, suelo y lugar donde se realizó el ensayo. Se encontró que el cultivo de maíz amarillo duro expresa su mejor potencial de rendimiento utilizando las dosis adecuadas de fertilización nitrogenada, lográndose óptima producción del cultivo.

Palabras clave: Maíz, cultivo, tratamientos.

ABSTRACT

An experimental investigation was carried out in the area of Alto Salaverry, Moche, La Libertad; for the cultivation of hard yellow corn, Dekalb 7508 hybrid, with the aim of finding the appropriate nitrogen fertilization dose for this crop. Four experimental treatments were installed and the plant height and expected yield were evaluated with the fertilization doses studied for the corn crop. The research sought to determine the efficiency of four levels of nitrogen fertilization, as a strategy to improve yields in hard yellow corn, using for this work the hybrid Dekalb 7508. For the experiment, the experimental design of completely randomized blocks was used, with four treatments and four repetitions, which were divided into four-row plots according to the variables that were evaluated. Duncan's test was used to determine significant differences between treatments. It was found that treatment C (260 Kg N (ha) is the one with the best response in plant height of 227.4 cm and yield of 12645.24 kg/ha, compared to the rest of the treatments tested. The good results of this treatment indicate that the fertilization dose used for the corn crop was the most appropriate for the climate, soil and place conditions where the trial was carried out. It was found that the hard yellow corn crop expresses its best yield potential using the appropriate fertilization doses, nitrogenous, achieving optimal crop production.

Keywords: Corn, cultivation, treatments.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los principales productos destinados al consumo interno en nuestro país. En el año 2021 alcanzó una producción 114,754 TM en la región La Libertad y 1,272,604.6 TM en todo el Perú (SIEA, 2021).

El maíz es un producto de primera calidad el cual contiene varios beneficios óptimos para el consume humano aportando propiedades como el almidón, fibras, vitaminas como la A, B y E, y es usado para combatir cierto tipo de tumores de mama o próstata, cumpliendo la función de inhibir radicales libres. También es usado como insumo para la alimentación de ganado y avícolas, que sería forraje y grano. (Singh and Jain, 1981).

Desde tiempos de la prehistoria, el maíz se había difundido por centro y norte de América, por eso es considerado como uno de los cultivos más antiguos. Actualmente ocupa un área considerable de producción en nuestro país y en el mundo, ubicándose en tercer lugar después del trigo y el arroz, debido a su buena adaptabilidad a las diferentes condiciones de suelo y clima y también al gran mercado existente para este producto (Cirilo, 2004).

El maíz amarillo duro es considerado como el vínculo entre la cadena agroalimentaria en el país, por consiguiente, se da inicio al proceso de cultivar con el propósito de obtener el rendimiento y culmine en su comercialización hacia centros apícolas o granjas. Siendo uno de los principales contratiempos la venta, en lo cual nos podemos percatar de la inapropiada relación entre los proletarios y los compradores, de modo que el campesino, acaba siendo más perjudicado de toda la cadena, limitando así la incursión de otros productores en este negocio, y debido a esto las

compañías avícolas del país, optan por realizar el importe de maíz amarillo llevándose a cabo desde 1994, logrando alcanzar más de 100 millones de dólares anuales para este rubro, generando una elevada suma en las divisas por su compra (MINAGRI, 2006).

El nitrógeno es un nutriente esencial para la formación de las proteínas y vitaminas en los cultivos, por ser parte de los procesos cuando se realiza la fotosíntesis. Las bajas concentraciones de este nutriente en el suelo limitan el desarrollo del cultivo, así mismo baja los rendimientos del maíz. (I.N.T.A., 2020).

Actualmente en la región La Libertad, la falta de conocimiento de nuevas tecnologías para cultivar maíz, como es el manejo del suelo, uso de semilla certificada y de pesticidas adecuados para el control de plagas, buen manejo de riego y fertilización y otras labores propias del cultivo, son causales para que no se pueda incrementar el rendimiento del maíz amarillo duro, como es la utilización inadecuada de fertilizantes. Una alternativa de solución está basada principalmente en la utilización de fertilizantes nitrogenados aplicados oportunamente durante el desarrollo del cultivo. Tomando en cuenta los momentos óptimos de la fertilización y poder adecuar e implementar nuevas tecnologías para obtener una mayor productividad y sea favorable para el productor. Por eso se propone utilizar cuatro niveles de fertilización nitrogenada para aumentar los rendimientos en el cultivo de maíz amarillo duro y poder disminuir nuestras importaciones las cuales actualmente representan más del 75% de la demanda nacional.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

El resultado del cruzamiento entre dos líneas de alta endogamia es un híbrido. Los programas de mejoramiento están dirigidos a la producción de muchos modelos de híbridos. En el caso de la mejora del maíz el término híbrido implica la explotación del vigor que se produce entre dos o más poblaciones que presentan heterosis entre ellas. Un híbrido debe de mostrar un moderado o alto grado de vigor para que el cultivo y su producción puedan ser factibles (Rodríguez, 2013).

El mayor beneficio de los fertilizantes nitrogenados aprovechables se alcanza utilizando dosis menores en su estudio, dando la evidencia que, empleando dosis muy elevadas, significan una pérdida de recursos (Almaguer, 2013).

El nitrógeno es el principal componente de la atmósfera de nuestro planeta. Se encuentra también como parte estructural de todos los seres vivos. También podemos encontrarlo en forma de compuestos simples, como mineral que son específicamente particulares al ser fácilmente solubles, según las diferentes condiciones (Ramón, 2014).

Desde el inicio de crecimiento hasta el aporque, la asimilación e incorporación de componentes nutritivos en las diversas partes de la planta, es poco elevada, siendo las hojas las que forman la mayoría de biomasa, teniendo 85 % de materia seca y tan solo 15 % en el tallo. Durante el periodo comprendido entre el aporque y la etapa de floración, la planta llega a presentar un ritmo eficiente de asimilación y acumulación de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio y junto con otros nutrientes llegan a alcanzar el 50 % de materia seca (44 % en tallo y el 6 % en la panoja). En esta etapa, la asimilación de N, P, K, Ca y Mg de la solución

edáfica es tan intensivo y sus fallas van directamente a perjudicar en la producción. En el tiempo que comprende entre la floración y la etapa de la madurez, la asimilación de los minerales del suelo baja considerablemente y comienza la translocación de los compuestos orgánicos acumulados como son almidones, aceites, proteínas, vitaminas hacia la mazorca del maíz (Manrique, 1987).

Las condiciones fundamentales para la producción del cultivo de maíz son el manejo del cultivo (variedad, densidad, periodo vegetativo, plagas y enfermedades), su clima, particularidades fisiológicas de la planta y el suelo (Manrique, 1988).

El cultivo del maíz es uno de los cereales que se encuentra mayormente distribuido por todo el Perú, ya que cuenta con una buena adaptabilidad a cualquier tipo de factores agroclimáticos, teniendo la posibilidad de cultivarse en nuestra Costa, Sierra y Selva. Asimismo, menciona que la temperatura más baja para que germine el maíz se encuentra entre los 9 °C y 32 °C, y temperaturas mayores a 42 °C provocan alteraciones en este proceso (Morales, 1970).

La producción de maíz está orientada, en un principio, por la cantidad de granos obtenidos por metro cuadrado, según la evolución del cultivo en lo referente a la formación de órganos reproductivos. De tal modo, para lograr elevados beneficios, el maíz debe alcanzar una buena floración, una cobertura total del suelo aprovechando eficientemente la radiación solar. Con una adecuada disponibilidad de nutrientes se logra la formación de un promedio de 5 a 6 hojas, asegurando un buen desarrollo foliar debido a la eficiencia en la captación de la radiación (García, 2003).

Las altas necesidades de nitrógeno que necesita el maíz y el gran efecto que dicho nutriente requiere para alcanzar la productividad, hacen indispensables un diagnóstico proporcionado acorde a la disponibilidad en el perfil edáfico. La determinación de la dosis y el momento oportuno de la fertilización, nos debe llevar a una elevada rentabilidad, como realizando inversiones de menor costo como realizar un análisis de suelo (Melgar, 2005).

Si un análisis de suelo llegara a indicar un contenido bajo de nitrógeno, se tendría que aplicar este nutriente como urea y sulfato de amonio. Al mismo tiempo, si el análisis manifiesta algunas deficiencias en fósforo y potasio, estos podrían conllevar a tener que incorporar elementos en forma de superfosfato y cloruro de potasio. Considerando, una forma específica de asimilación de los nutrientes N, P y K, sería recomendable que el fertilizante portador del contenido de nitrógeno debería aplicarse de manera fraccionada (50 % al momento de la siembra y la otra parte entre los 35 a 45 días después de la primera aplicación). Los fertilizantes con nutrientes a base de fósforo y potasio se pueden incorporar al suelo antes de realizarse la siembra (Orozco, 2010).

La fertirrigación tiene un costo un poco más elevado que el abonamiento de sólidos directo al suelo; sin embargo, mediante este método de fertilización se permite hacer un ajuste en las dosis de fertilizantes de acuerdo a los requerimientos del cultivo y así poder disminuir las pérdidas de nutrientes (Cavero, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar Experimental

El trabajo de investigación, se realizó en terreno agrícola de Agroindustrial UPAO S.A.C., Turno IV-A, Lote 51, distrito de Salaverry, provincia de Trujillo, región La Libertad, de febrero a agosto del 2022.

Se encuentra ubicada geográficamente a $8^{\circ}11'52.74''$ de latitud sur y $78^{\circ}58'23.54''$ de latitud oeste. El distrito de Salaverry tiene como límites geográficos: por el norte, con el distrito de Moche; por el sur, con la provincia de Virú; por el este, con el distrito de Laredo y por el oeste, con el Océano Pacífico (Figura 1).



Figura 1. Ubicación geográfica del terreno agrícola, donde se realizó el experimento de investigación estudiado (Fuente: Google Earth Pro, 2022).

La preparación del terreno se inició con la utilización del arado de discos, que es una labor primaria que permitió voltear el suelo a una profundidad

de 30 cm para la obtención de una mejor aireación. Seguidamente se utilizó la grada en dos pasadas de forma cruzada a una profundidad de 30 cm para producir una mejor preparación del terreno gracias al efecto de los bordes de los discos y del desplazamiento lateral que provocaran en el suelo. Finalmente se usó el lampón que se encargó de planchar la capa superior del suelo, dejando una cubierta plana lista para el hacer el tendido de mangueras (Figura 2).



Figura 2. Campo de cultivo preparado y regado donde se realizó el experimento

El experimento se realizó bajo riego tecnificado. Se utilizó campos donde anteriormente ya se había cultivado maíz para chala. El distanciamiento fue de 0.7 m entre surcos o laterales, 0.50 m entre emisores, con un caudal de 2.2 Litros/hora. Después de la preparación del terreno y la colocación de los laterales de riego se realizó un marcado de la unidad experimental, considerando tratamientos, bloques y calles, según diseño de campo experimental. Se realizó un riego pesado para humedecer el suelo,

quedando a capacidad de campo, realizándose después la siembra, para lo cual se utilizo el hibrido Dekalb 7508 de maíz amarillo duro (Figura 3).



Figura 3. Marcado de las Unidades Experimentales

3.2 Materiales

3.2.1 Biológico

Plantas de maíz, DK7508

3.2.2 Fertilizantes y agroquímicos

Fertilizantes utilizados: Urea, fosfato mono amónico soluble y cloruro de potasio blanco.

Agroquímicos utilizados: Clorantriliprole, Alfacypermetrina, Atrazina, Lufenurón.

3.2.3 Instrumentos y equipos

Estacas, Clavos, Rafia, Cal, Carteles Palana

Cinta métrica o wincha

Balanza electrónica

3.2.4 Servicios

Uso de maquinaria agrícola en terreno asignado por Agroindustrial UPAO S.A.C. y sistema de riego tecnificado.

3.2.5 Materiales de oficina

Lapicero

Hojas bond

Cuaderno de apuntes

Calculadora científica

Cámara digital

Laptop

3.3 Análisis físico-químico del suelo experimental

Para análisis físico - químico del suelo experimental donde se realizó el experimento se tomó una muestra de 30 cm de profundidad, y los resultados obtenidos se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis Físicoquímico del suelo experimental

pH	C.E.	M.O.	P	K	Arena	Limo	Arcilla	Clase
	(mS/cm)	(%)	(ppm)	(ppm)	(%)	(%)	(%)	Textural
7.38	1.5	0.32	54.96	279.3	90	5	5	Arenosa

Fuente: Yara, 2022

Según los resultados obtenidos el suelo experimental tiene un pH ligeramente alcalino sin problemas de sales, con bajo contenido de materia orgánica (M.O.) y altos contenidos de fósforo y potasio disponibles. En relación al análisis granulométrico, el suelo presenta una textura arenosa.

3.4 Datos meteorológicos

En el Cuadro 2, se detallan los datos meteorológicos comprendidos entre los meses de marzo a julio del 2022.

Durante el periodo experimental del cultivo de espárrago, la °T (máx.) registra en el mes de marzo (24.80 °C) y una °T (mín.) en el mes de julio (20.32 °C).

La velocidad del viento, osciló entre 1.55 (marzo) y 1.90 (mayo) km/h y las precipitaciones pluviales fueron prácticamente nulas, durante la realización del experimento.

Cuadro 2. Datos meteorológicos durante la realización del experimento

MES	TEMPERATURA (°C)			VELOCIDAD VIENTO (Km/h)	PRECIPITACION PLUVIAL (mm)
	MAXIMA	MINIMA	MEDIA		
Febrero	25.8	24.4	24.6	1.6	0.0
Marzo	24.6	24.2	24.4	1.7	0.0
Abril	21.9	21.6	21.7	1.9	0.0
Mayo	20.8	20.6	20.7	1.9	0.0
Junio	20.5	20.3	20.4	1.8	0.0
Julio	20.1	19.7	19.8	1.8	0.0
Agosto	19.2	18.5	18.6	1.8	0.0

Fuente: Estación Meteorológica de Agroindustrial UPAO SAC, 2022

3.5 Croquis del experimento

En la figura 4 se detalla el croquis del experimento.

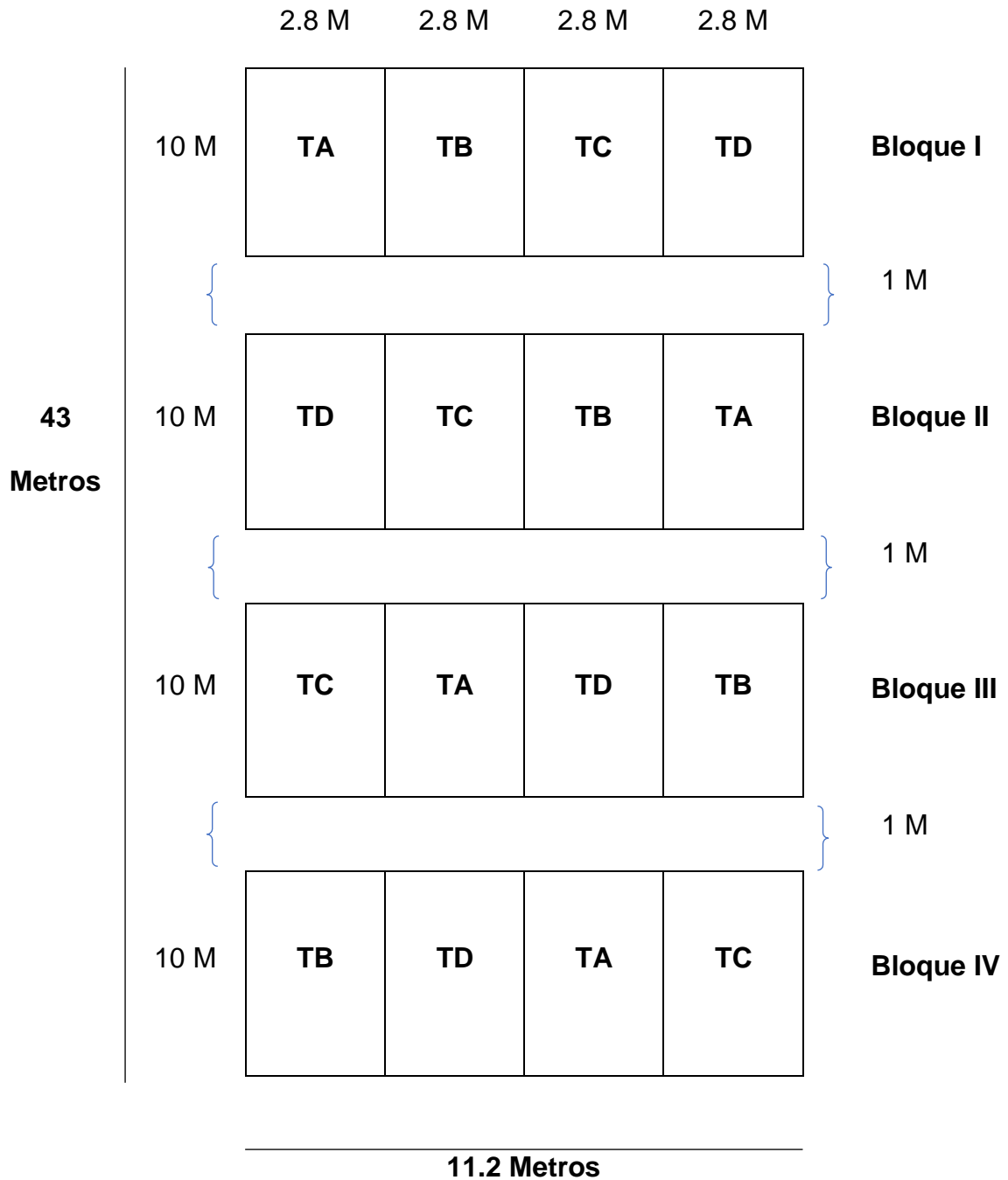


Figura 4. Croquis del experimento instalado en Agroindustrial UPAO SAC

La unidad experimental comprendió un área de 28 m² y estuvo formada por 4 surcos de 10 m de largo y 0.7 m de ancho.

La siembra se realizó manualmente el 15 de febrero del 2022, colocando 2 semillas por golpe distanciados a 18 cm entre ellos. El desahije se realizó entre los estadios V2 y V3, dejando solo una planta por golpe para poder lograr una población de 79365 plantas por ha. A los 6 días después de la siembra, se efectuó una resiembra de los golpes donde la semilla no logro emerger o fue dañada por el gusano.

La cosecha se realizó el 27 de julio de 2022, las evaluaciones y la cosecha se realizó en los dos surcos centrales. Los tratamientos en estudio fueron 3 más un testigo.

3.6 Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

TA = 180 Kg de Nitrógeno/ha

TB = 220 Kg de Nitrógeno/ha

TC = 260 Kg de Nitrógeno/ha

TD = 240 Kg de Nitrógeno/ha (Testigo)

3.7 Características de las unidades experimentales

Número de tratamientos : 4 (A, B, C, D)

Número de repeticiones : 4 (I, II, III, IV)

Parcela

Ancho de parcela : 2.8 m

Largo de parcela : 10.0 m

Superficie	:	28 m ²
N° de surcos por parcela	:	4
Distancia entre surcos	:	0.7 m
Distancia entre plantas	:	0.18 m
Superficie con valor estadístico:		14 m ²
N° de surcos en evaluación	:	2 (surcos centrales)
Bloques		
N° de bloques	:	4
Ancho de bloque	:	11.2 m
Largo de bloque	:	10 m
Superficie	:	112 m ²
N° de parcelas/bloque	:	4
Experimento total		
Ancho	:	11.2 m
Largo	:	43 m
Área total	:	481.6 m ²

3.8 Parámetros evaluados

3.8.1 Altura de planta

Las mediciones se realizaron en 5 plantas tomadas al azar por tratamiento. Se usó una cinta métrica para poder realizar las mediciones desde la primera semana después de la instalación del cultivo y cada quince días hasta el inicio de floración. Se registraron

mediciones en la planta desde la superficie del suelo hasta el último nudo (Figura 5).



Figura 5. Mediciones de altura de planta en el cultivo de maíz

3.8.2 Peso de mazorcas y tusa

A la cosecha se tomará 5 muestras al azar en cada tratamiento, tomando todas las plantas de un metro lineal, de las cuales se obtendrán las mazorcas maduras y se pesarán, obteniéndose los pesos de las mazorcas, tusa y grano limpio (Figura 6).



Figura 6. Evaluación de mazorca de maíz para cosecha

3.8.3 Rendimiento por hectárea

Se evaluaron los pesos del grano limpio obtenido para ver el rendimiento en toneladas por hectárea (Figura 7).



Figura 7. Peso de mazorcas de maíz por tratamiento

3.9 Diseño Experimental

Para este trabajo de investigación se utilizó el Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (Little y Hills, 1978), con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Luego del análisis de Variancia, se utilizó la prueba de significación de Tukey 5%, para determinar las diferencias estadísticas entre tratamientos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de planta Semana 4

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para altura de planta en la semana 4. La prueba de Duncan al 0.05% mostró que la dosis de fertilización nitrogenada del Tratamiento C (260 kg N/ha), fue el que mayor altura de planta alcanzó, con 107.8 cm en promedio, siendo diferente estadísticamente a los demás tratamientos (Figura 8). Los otros valores de altura de planta fueron para el Tratamiento D (240 kg N/ha) 100.3 cm, Tratamiento B (220 kg N/ha) 90.8 cm y Tratamiento A (180 kg N/ha) 78.8 cm respectivamente. El coeficiente de variabilidad fue 1.51 %

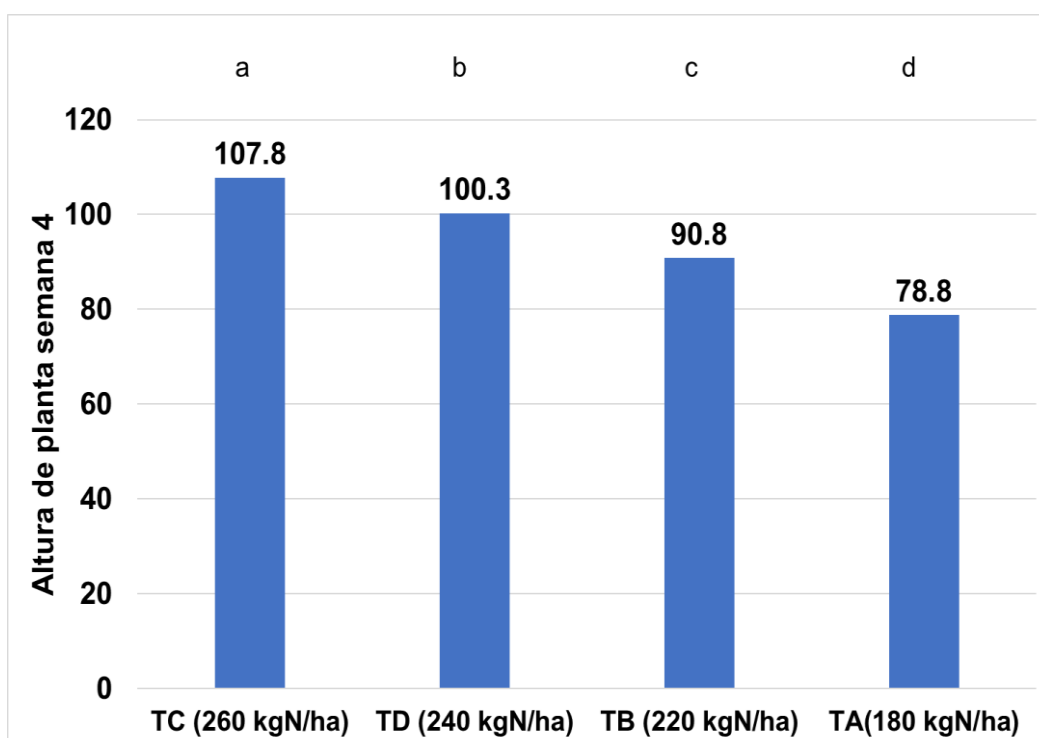


Figura 8. Altura de planta semana 4 (cm) de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023

En la Figura 8, podemos observar que en la altura promedio de las plantas de maíz a la cuarta semana de la siembra, el Tratamiento C (260 kg N/Ha) alcanzo la mayor altura con 107.8 cm posiblemente a que tuvo mayor disposición de Nitrógeno en las cuatro primeras semanas de cultivo, como podemos observar: Tratamiento A (40 kg N/ha), Tratamiento B (50 Kg N/ha) y Tratamiento C (65 kg N/Ha) y Tratamiento D (60 Kg N/ha). Esto corrobora lo dicho por Manrique (1987) el cual menciona, para el cultivo de maíz, que, desde el inicio del crecimiento hasta el aporque, la asimilación e incorporación de componentes nutritivos, como el nitrógeno, para la planta es un poco elevada, siendo las hojas quienes forman la mayoría de biomasa.

4.2 Altura de planta Semana 6

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para la altura de planta en la semana 6. La prueba de Duncan al 0.05% mostro que la dosis de fertilización nitrogenada del Tratamiento C (260 kg N/ha), fue el que mayor altura de planta alcanzo con 131.1 cm en promedio, siendo diferente estadísticamente a los demás tratamientos (Figura 9). Los otros valores de altura de planta fueron: tratamiento D (240 kg N/ha) 125.2 cm, Tratamiento B (220 kg N/ha) 121.5 cm y el Tratamiento A (180 kg N/ha) tuvo 112.2 cm de altura respectivamente. El coeficiente de variabilidad fue 1.92 %

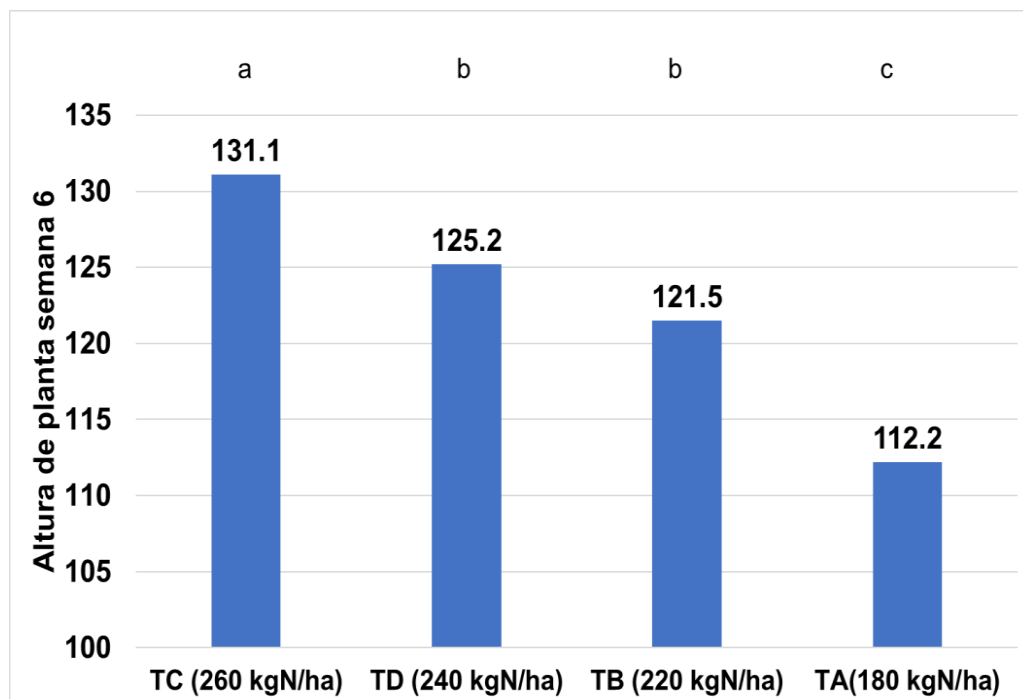


Figura 9. Altura de planta semana 6 (cm) de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023

En la Figura 9, observamos que en la altura promedio de las plantas de maíz a la sexta semana de la siembra, el Tratamiento C (260 kg N/ha) alcanzó la mayor altura con 131.1 cm, Esto podría haber ocurrido debido a que se aplicó una mayor cantidad de fertilizante nitrogenado en este tratamiento, entre la quinta y sexta semana de cultivo, teniendo la planta una mayor disposición de nitrógeno en las semanas de crecimiento rápido. Las aplicaciones de nitrógeno en estas dos semanas fueron: Tratamiento A (40 kg N/ha), Tratamiento B (50 Kg N/ha) y Tratamiento C (65 kg N/ha) y Tratamiento D (60 Kg N/ha). Esto todavía confirma lo mencionado por Manrique (1987), para el cultivo de maíz, en las primeras semanas la planta necesita una incorporación de elevados niveles de componentes nutritivos como el nitrógeno, por tener una alta necesidad y asimilación en esta etapa del cultivo, y también lo

mencionado por I.N.T.A. (2020), que el nitrógeno es un nutriente esencial para la formación de las proteínas y vitaminas en los cultivos, por ser parte de los procesos cuando se realiza la fotosíntesis y las bajas concentraciones de este nutriente en el suelo limitan el desarrollo del cultivo de maíz.

4.3 Altura de planta semana 8

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para la altura de planta en la semana 8. La prueba de Duncan al 0.05% mostro que la dosis de fertilización nitrogenada del Tratamiento C (260 kg N/ha), fue el que mayor altura de planta alcanzo con 166.2 cm en promedio, siendo diferente estadísticamente a los demás tratamientos (Figura 10). Los otros valores de altura de planta fueron para el Tratamiento D (240 kg N/ha) 162.1 cm, Tratamiento B (220 kg N/ha) 155.7 cm y Tratamiento A (180 kg N/ha) 150.1 cm respectivamente. El coeficiente de variabilidad fue 1.11 %

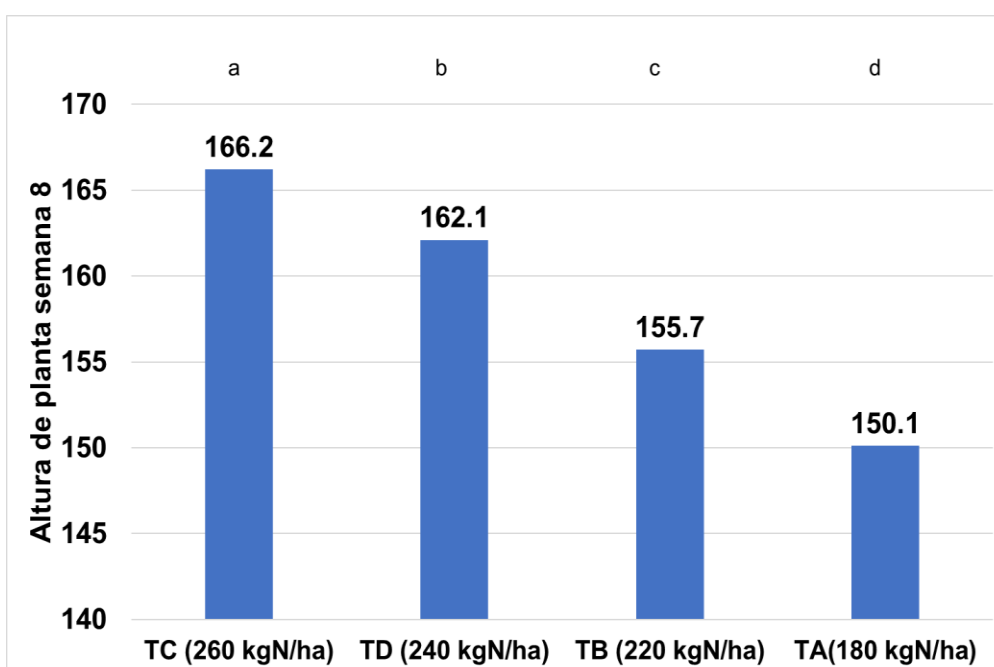


Figura 10. Altura de planta semana 8 (cm) de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023

En la Figura 10, observamos que en la altura promedio de las plantas de maíz a la octava semana de la siembra, el Tratamiento C (260 kg N/ha) alcanzó la mayor altura con 166.2 cm, esto también posiblemente se deba a las altas dosis de fertilizante nitrogenado que este tratamiento viene recibiendo desde la primera semana del cultivo hasta la octava semana. Las dosis de nitrógeno aplicadas entre la séptima y octava semana fueron las siguientes: Tratamiento A (44 kg N/ha), Tratamiento B (50 Kg N/ha) y Tratamiento C (65 kg N/ha) y Tratamiento D (60 Kg N/ha). Esto corrobora lo dicho por Caveró (2012), quien menciona que usando el método de fertirrigación nos va a permitir ajustar las dosis de fertilización de acuerdo al requerimiento de la planta, debido a que en estas semanas la planta necesita tener una buena fertilización nitrogenada ya que se encuentra en su máximo crecimiento.

4.4 Altura de planta semana 10

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para la altura de planta en la semana 10. La prueba de Duncan al 0.05% mostro que la dosis de fertilización nitrogenada del tratamiento C (260 kg N/ha), fue el que mayor altura de planta, alcanzó con 191.5 cm en promedio, siendo diferente estadísticamente a los demás tratamientos (Figura 11). En los otros valores de altura de planta se encontró para el Tratamiento D (240 kg N/ha) tuvo 187.6, Tratamiento B (220 kg N/ha) 174.4 cm y el Tratamiento A

(180 kg N/ha) 172.3 cm de altura respectivamente. El coeficiente de variabilidad fue 0.67 %

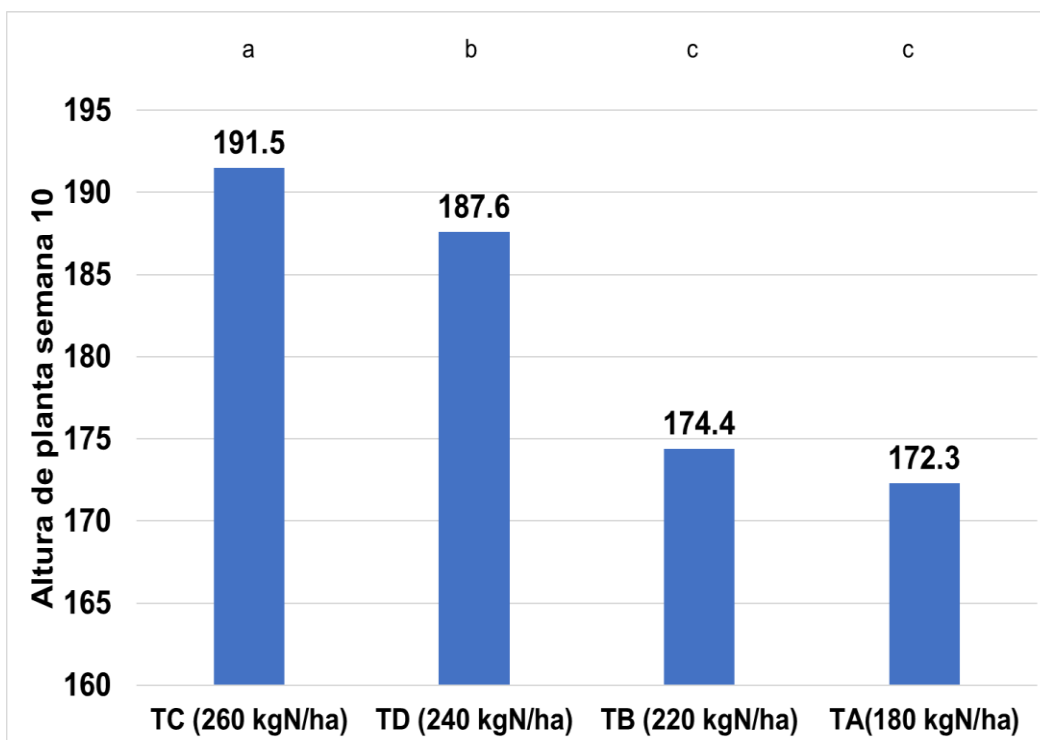


Figura 11. Altura de planta semana 10 (cm) de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023

En la Figura 11, observamos que en la altura promedio de las plantas de maíz a la décima semana de la siembra, el Tratamiento C (260 kg N/ha) alcanzó la mayor altura con 191.5 cm, Esto ocurrió debido a que este tratamiento continúa recibiendo más nitrógeno que los otros tratamientos hasta la semana 10, observándose una mayor asimilación y respuesta por parte de la planta. Las aplicaciones de nitrógeno por tratamiento hasta la décima semana fueron: Tratamiento A (166 kg N/ha), Tratamiento B (195 Kg N/ha) y Tratamiento C (245 kg N/ha) y Tratamiento D (225 Kg N/ha). Según Manrique (1987), menciona que

durante el periodo comprendido entre el aporque y la etapa de floración (inicio de panojamiento), la planta llega a presentar un ritmo eficiente de asimilación y acumulación de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio y junto con otros nutrientes llegan a alcanzar el 50 % de materia seca 44 % en tallo y el 6 % en la panoja. En esta etapa, la asimilación de N, P, K, Ca y Mg de la solución edáfica es tan intensivo y sus fallas van directamente a perjudicar en la producción. Por eso las aplicaciones de nitrógeno y los otros fertilizantes en el experimento realizado fueron las más adecuadas, según los programas de fertirriego elaborados y ejecutados.

4.5 Altura de planta semana 12

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para la altura de planta en la semana 12. La prueba de Duncan al 0.05% mostro que la dosis de fertilización nitrogenada del tratamiento C (260 kg N/ha), fue el que mayor altura de planta, alcanzo con 227.4 cm en promedio (Figura 12). En valores de altura de planta entre el Tratamiento C (260 kg N/ha) 227.4 cm y el Tratamiento D (240 kg N/ha) 223.2 cm, no se encontraron diferencias significativas. El Tratamiento B (220 kg N/ha) tuvo 198.2 cm y el Tratamiento A (180 kg N/ha) tuvo 190.1 cm de altura respectivamente tuvieron diferencias altamente significativas en comparación con los tratamientos C y D. El coeficiente de variabilidad fue 1.21 %

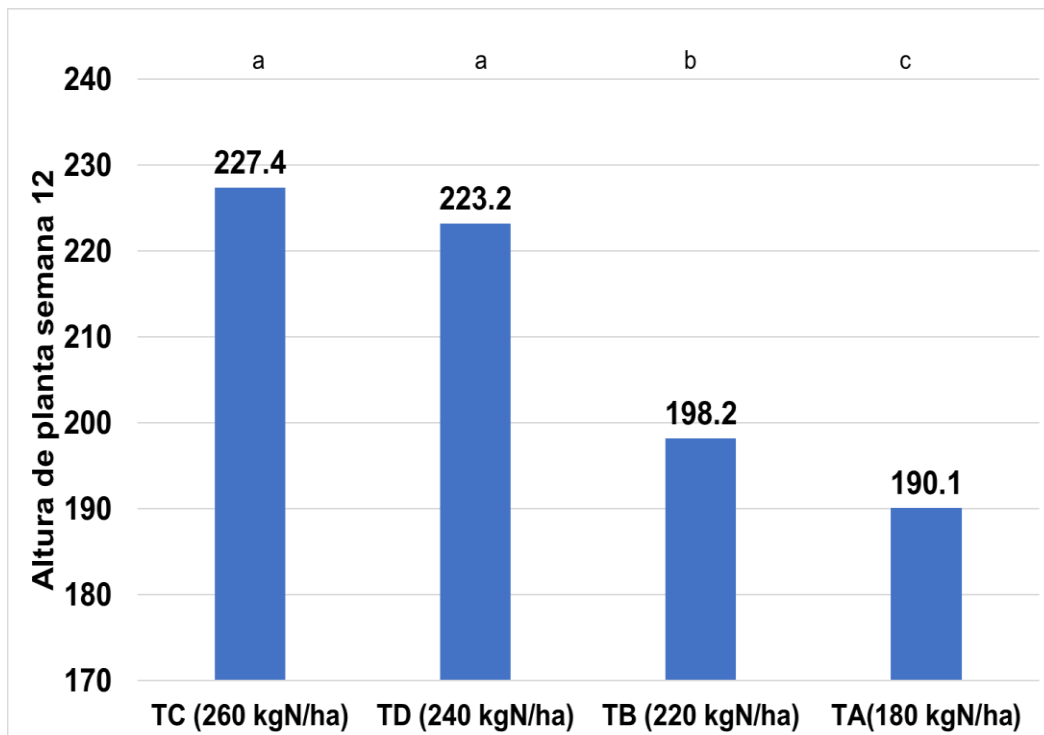


Figura 12. Altura de planta semana 12 (cm) de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023.

En la Figura 12, observamos que en la altura promedio de las plantas de maíz a la doceava semana de la siembra, Los Tratamientos C (260 kg N/ha) 227.4 cm y D (240 kg N/ha) 223.2 cm alcanzaron las mayores alturas de planta respectivamente, debido a que estos tratamientos tuvieron la mayor dosis de fertilizante nitrogenado aplicado a la fecha. En esta semana se terminó de realizar la aplicación de fertilizante nitrogenado según programa de fertilización propuesto y ejecutado. Las dosis finales de nitrógeno aplicado para los tratamientos al finalizar la doceava semana fueron: Tratamiento A (180 kg N/ha), Tratamiento B(210 Kg N/ha) y Tratamiento C (260 kg N/ha) y Tratamiento D (240 Kg N/ha). Según los enunciados por Manrique (1987), el tiempo que comprende entre la floración y la etapa de la madurez, la asimilación de los

minerales del suelo baja considerablemente y comienza la translocación de los compuestos orgánicos acumulados como son almidones, aceites, proteínas, vitaminas hacia la mazorca del maíz. Por esta razón entre la onceava y doceava semana se realizó una baja fertilización nitrogenada completando solamente la dosis recomendada por tratamiento. Hasta esta semana ya la plantación está totalmente formada y nos preparamos para la formación de la mazorca.

4.6 Peso de mazorca (kg/ha)

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para el peso de mazorca. Al aplicar la prueba de Duncan al 0.05% mostro que la dosis de fertilización nitrogenada del Tratamiento C (260 kg N/ha), fue el que alcanzo el mayor rendimiento con 16,778.57 kg/ha (Figura 13). Los otros valores de rendimiento de muestra fueron para el tratamiento D (240 kg N/ha), 15,745.24 kg/ha, Tratamiento B (220 kg N/ha) 11,676.19 kg/ha y tratamiento A (180 kg N/ha) 9,092.86 kg/ha. El coeficiente de variabilidad fue 0.75 %

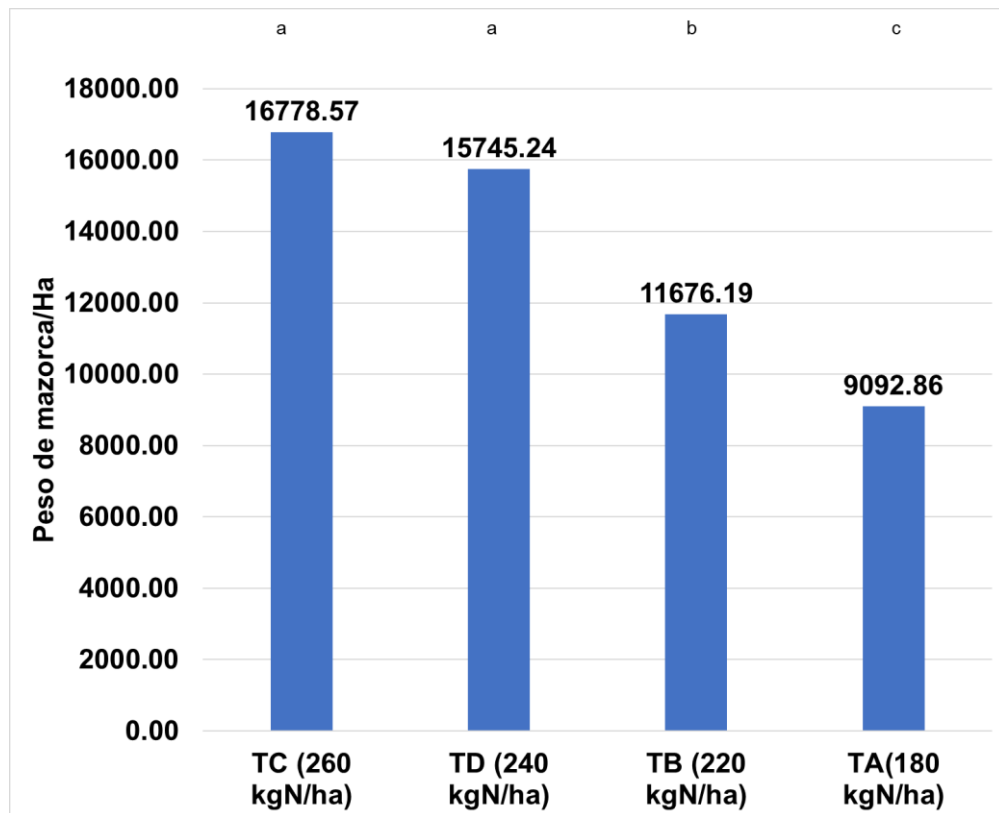


Figura 13. Rendimiento de la mazorca por hectárea de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023

En la Figura 13, podemos observar que, en la evaluación de peso de mazorca por Ha, el Tratamiento C (260 kg N/ha) alcanzó el mayor peso con 16,778.57 kg/ha. En comparación con los demás tratamientos, considerando que el tratamiento D (240 kg N/ha) con un peso de 15,745.24 kg/ha tuvo un rendimiento muy cercano al tratamiento C. Esto posiblemente se deba a que estos mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos que tuvieron una mayor dosis de fertilizante nitrogenado.

4.7 Peso de tusa (kg)

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para el peso de grano. Al aplicar la prueba de Duncan al 0.05% mostro que la dosis de fertilización nitrogenada del Tratamiento C (260 kg N/ha), fue el que alcanzo el mayor rendimiento con 4,133.33kg/Ha (Figura 14). Los otros valores de rendimiento de tusa fueron para el tratamiento D (240 kg N/ha), 3,902.38 kg/ha, Tratamiento B (220 kg N/ha) 2,880.95 kg/ha y tratamiento A (180 kg N/ha) 2,257.14 kg/ha. El coeficiente de variabilidad fue 1.14 %

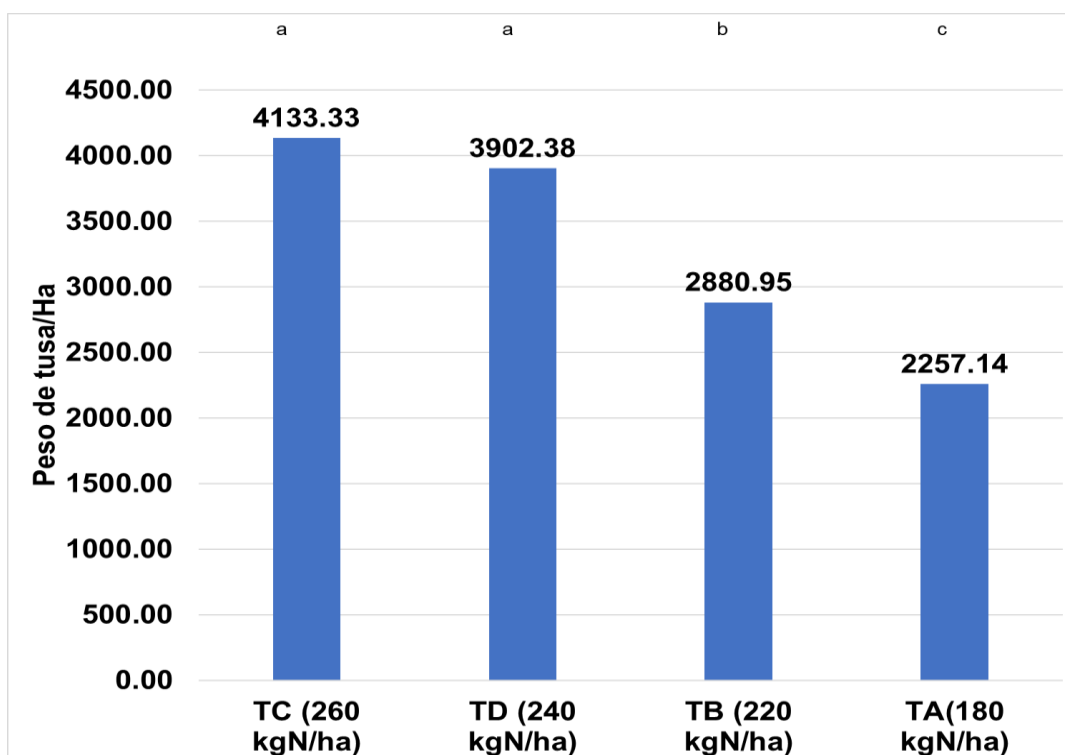


Figura14. Rendimiento de tusa por hectárea de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023

En la Figura 13, podemos observar que, en la evaluación de peso de tusa por hectárea, el Tratamiento C (260 kg N/ha) alcanzo el mayor peso de tusa con 4,133.33 kg/ha. En comparación con los demás tratamientos que

alcanzaron valores más bajos, Esto se debió a que, en la evaluación de peso de mazorca, el tratamiento C fue superior a los demás tratamientos.

4.8 Peso de grano (kg)

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para el peso de grano ajustado a una humedad de 14%. Al aplicar la prueba de Duncan al 0.05% mostró que la dosis de fertilización nitrogenada del Tratamiento C (260 kg N/ha), fue el que alcanzo el mayor rendimiento con 12,645.24 kg/Ha (Figura 15). Los otros valores de rendimiento de grano fueron para el Tratamiento D (240 kg N/ha), 11842.86 kg/ha, Tratamiento B (220 kg N/ha) 8795.24 kg/ha y Tratamiento A (180 kg N/ha) 6835.71 kg/ha. El coeficiente de variabilidad fue 0.74 %

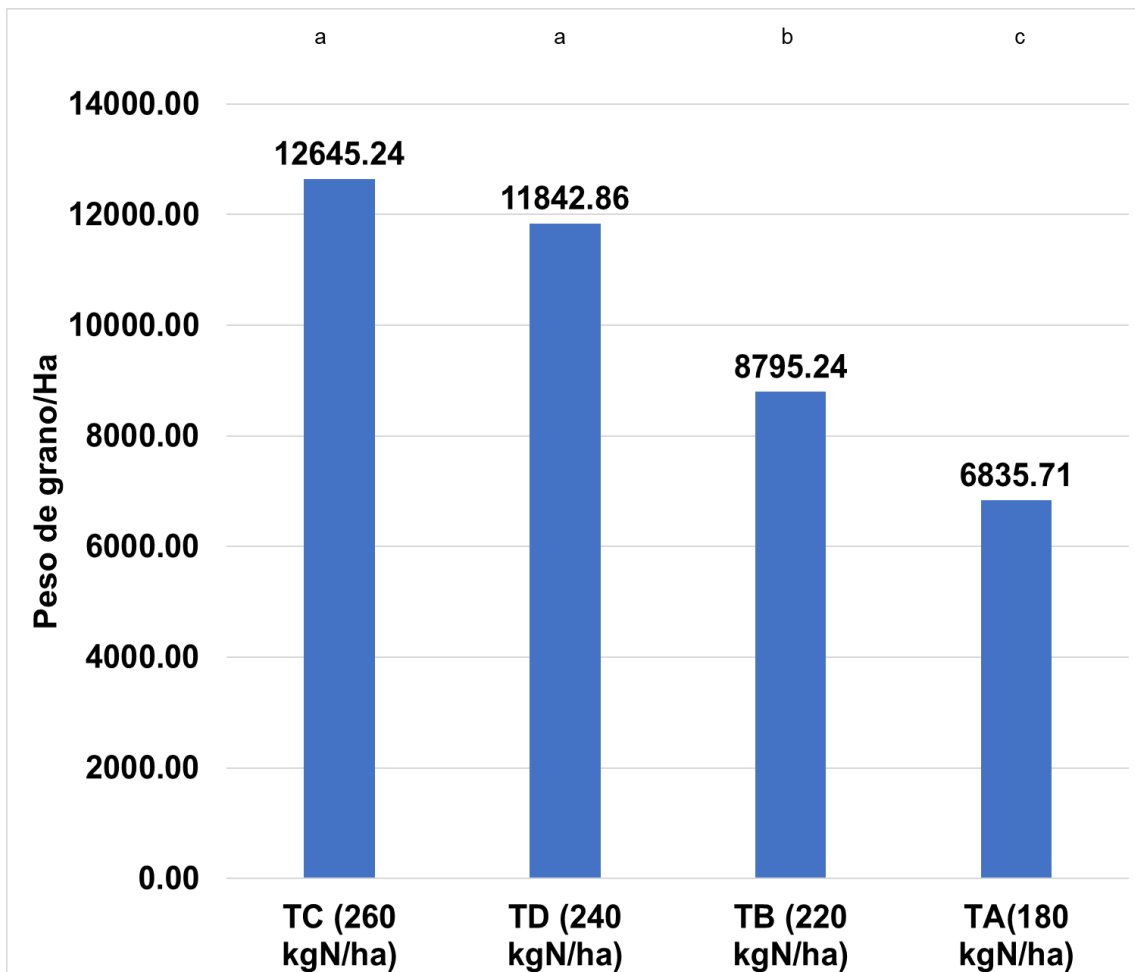


Figura 15. Rendimiento de grano por hectárea de 4 tratamientos de fertilización nitrogenada de maíz amarillo duro. Trujillo, 2023

En la Figura 15, podemos observar que, en la evaluación de rendimiento de grano por ha, el Tratamiento C (260 kg N/ha) alcanzo el mayor peso con 12,645.24 kg/ha. Posiblemente se debió a que los mayores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos que tuvieron una alta dosisde fertilización nitrogenada. Esto corrobora lo dicho por Melgar (2005), el cual menciona que las altas necesidades de nitrógeno que requiere el cultivo de maíz son necesarias para alcanzar una buena productividad, esto complementado con una buena dosis y el momento oportuno de la fertilización, nos lleva a una elevada rentabilidad.

V. CONCLUSIONES

Para las variables evaluadas de altura de planta, peso de grano y producción, el mejor resultado se obtuvo con el Tratamiento C, el cual tuvo la mayor dosis de fertilización nitrogenada (260 kg N/ha), lo que nos indica el efecto positivo de la aplicación de altas dosis de nitrógeno en el cultivo de maíz para lograr una buena eficiencia en la producción.

En los resultados de altura de planta después de finalizar la aplicación de nitrógeno recomendada (semana 12), el Tratamiento C (260 kg N/ha) logro la mayor altura de planta con 227.4 cm, en comparación con los demás tratamientos: Tratamiento D (240 kg N/ha) con 223,2 cm, Tratamiento B (220 kg N/ha) con 198.2 cm y el Tratamiento A (180 kg N/ha) con 190.1 cm respectivamente.

La mayor producción de grano de maíz amarillo duro se obtuvo con el tratamiento C (260 kg N/ha), con 12,645.24 kg/ha, superando a los demás tratamientos: Tratamiento D (240 kg N/ha), con 11,842.86 kg/ha, Tratamiento B (220 kg N/ha) con 8,795.24 kg/ha y tratamiento A (180 kg N/ha) con 6,835.71 kg/ha.

El nitrógeno es un elemento esencial para el desarrollo de la planta de maíz, la determinación de la dosis adecuada y el momento oportuno de su aplicación, nos debe llevar a una elevada rentabilidad.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar ensayos con dosis mayores a 260 kg N/ha, para la producción del cultivo de maíz amarillo duro (Zea Mayz).

Realizar ensayos con dosis de nitrógeno, utilizando diferentes variedades de maíz amarillo duro.

Evaluar la aplicación de nitrógeno en interacción con dosis de fosforo y potasio para lograr una elevada producción de maíz amarillo duro.

VII. BIBLIOGRAFIA

Almaguer, J. (2013). Fertilización nitrogenada, impactos sobre los rendimientos y el medio ambiente. Revista de desarrollo local sostenible. DELOS. Universidad de Málaga. Vol 6. No. 16. 8 pp.

Cavero, J. (2012). Fertirrigación en maíz. Consejo Superior de Investigación Científica. Universidad de Zaragoza. España. Agricultura 190. 48-52 pp.

Cirilo, M. (2004). Momentos de aplicación y efecto de dos fuentes de nitrógeno en el maíz (*Zea mays* L.) (Tesis de Ingeniero Agrónomo). Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 63 pp.

García, F. (2003). Fertilización de maíz en la región Pampeana. Boletín INFOFOS/PPI/PPIC. Acassuso. Argentina. 8 pp.

I.N.T.A. (2020). Fertilización nitrogenada en maíz y lavado de nitratos. Fertilización única vs fertilización fraccionada. Argentina. 230 pp.

Manrique, A. (1988). El maíz en el Perú. Fondo del libro. Banco Agrario del Perú. Lima, Perú. 344 pp.

Melgar, R. (2005). Sacando el máximo provecho a su Inversión de Fertilizantes en maíz. Fertilizar No1. INTA. Pergamino. Argentina. 11-14 pp.

MINAGRI. (2019). El agro en cifras, Dirección general de seguimiento y evaluación de políticas, 167 pp.

Morales, M. (1970). Comparativo de N, P, K en el cultivo de maíz en el valle Chancay-Lambayeque (Tesis de Ingeniero agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 72 pp.

Orozco, J. (2010). Evaluación bioagronómica de una variedad y cinco híbridos de maíz duro (*Zea mayz* L.) en el Sector La Colombina, Cantón, Alausí (Tesis de Ingeniero agrónomo). Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. 119 pp.

Ramón, J. (2014). Estudio comparativo de cinco niveles de nitrógeno usando dos fuentes de fertilizantes nitrogenados en maíz (*Zea mayz* L.) (Tesis de Ingeniero Agrónomo). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Guayaquil. Ecuador. 102 pp.

Rodríguez, J. (2013). Comportamiento agronómico de cinco híbridos de maíz (*Zea mayz* L.) en estado de choclo cultivados a dos distancias de siembra (Tesis de grado de Ingeniero agrónomo). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Guayaquil. Ecuador. 91 pp.

Sistema Internacional de Estadística Agraria (2019). Anuario Agrícola. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-diarios?download=1639:agricola-2021>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de fertilización nitrogenada para el tratamiento A

Semana	Edad	Fenologia	Urea kg/Ha	MAP Kg/Ha	KCL Kg/Ha	N kg/Ha	P2O5 Kg/Ha	K2O Kg/Ha	
1	7	V1	0	16	0	2	10.00	0	
2	14	V2	19	16	25	11	10.00	15	
3	21	V3	21	16	25	12	10.00	15	
4	28	V4	28	16	25	15	10.00	15	
5	35	V6	40	16	25	20	10.00	15	
6	42	V8	40	16	33	20	10.00	20	Inicio de crecimiento rapido
7	49	V10	44	16	33	22	10.00	20	
8	56	V12	44	16	33	22	10.00	20	
9	63	V15	44	16	33	22	10.00	20	
10	70	VT	44		33	20		20	Inicio de panojamiento
11	77	R1	18		33	8		20	
12	84	R2	12		33	6		20	
13	91	R3			33			20	
14	98	R4							
15	105	R4							
16	112	R5							
17	119	R5							
18	126	R6							
19	133	R6							
Total			354	148	366	180.0	90	220	

Anexo 2. Cuadro de fertilización nitrogenada para el tratamiento B

Semana	Edad	Fenologia	Urea kg/Ha	MAP Kg/Ha	KCL Kg/Ha	N kg/Ha	P2O5 Kg/Ha	K2O Kg/Ha	
1	7	V1	0	16	0	2	10.00	0	
2	14	V2	23	16	25	13	10.00	15	
3	21	V3	32	16	25	17	10.00	15	
4	28	V4	35	16	25	18	10.00	15	
5	35	V6	51	16	25	25	10.00	15	
6	42	V8	51	16	33	25	10.00	20	Inicio de crecimiento rapido
7	49	V10	51	16	33	25	10.00	20	
8	56	V12	51	16	33	25	10.00	20	
9	63	V15	51	16	33	25	10.00	20	
10	70	VT	44		33	20		20	Inicio de panojamiento
11	77	R1	21		33	10		20	
12	84	R2	10		33	5		20	
13	91	R3			33			20	
14	98	R4							
15	105	R4							
16	112	R5							
17	119	R5							
18	126	R6							
19	133	R6							
Total			420	148	366	210	90	220	

Anexo 5. Análisis de varianza del peso de la mazorca

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de la muestra	16	1.00	1.00	0.75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F
Modelo	6.78	6	1.13	2
Tratamientos	6.77	3	2.26	
Bloques	3.7E-03	3	1.2E-0	
Error	4.0E-03	9	4.5	
Total	6.78	15		

(**) altamente significativa

(ns) no significativa

Test: Tukey Alfa=0.05 DM

Error: 0.0004 gl: 9

Tratamientos

TC

TD

TB

TA

Me

Anexo 6. Análisis de varianza del peso de tusa

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de tuza	16	1.00	1.00	1.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.41	6	0.07	1102.08	<0.0001
Tratamientos	0.41	3	0.14	2202.44	<0.0001 **
Bloques	3.2E-04	3	1.1E-04	1.72	0.2323 ns
Error	5.6E-04	9	6.2E-05		
Total	0.41	15			

(**) altamente significativa

(ns) no significativa

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01735

Error: 0.0001 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
TC	4133.33	4	3.9E-03	A
TD	3902.38	4	3.9E-03	B
TB	2880.95	4	3.9E-03	C
TA	2257.14	4	3.9E-03	D

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

Anexo 7. Análisis de varianza del peso de grano

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de grano	16	1.00	1.00	0.74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F
Modelo	3.86	6	0.64	26
Tratamientos	3.86	3	1.29	
Bloques	2.1E-03	3	7.0E-04	
Error	2.2E-03	9	2.4E-	
Total	3.86	15		

(**) altamente significativa

(ns) no significativa

Test: Tukey Alfa=0.05 D

Error: 0.0002 gl: 9

Tratamientos

TC

TD

TB

TA

Me

Anexo 8. Análisis de varianza altura de planta semana 4

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta	16	0.99	0.98	1.51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1982.84	6	330.47	162.79	<0.0001
Tratamientos	1882.75	3	627.58	309.15	<0.0001 **
Bloques	100.09	3	33.36	16.44	0.0005 **
Error	18.27	9	2.03		
Total	2001.11	15			

(**) altamente significativa

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.14513

Error: 2.0300 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
TC	107.80	4	0.71	A
TD	100.30	4	0.71	B
TB	90.80	4	0.71	C
TA	78.80	4	0.71	D

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

Anexo 9. Análisis de varianza altura de planta semana 6

Anexo 10. Análisis de varianza altura de planta semana 8

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta	16	0.96	0.93	1.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	676.32	6	112.72	36.14	<0.0001
Tratamientos	602.59	3	200.86	64.40	<0.0001 **
Bloques	73.73	3	24.58	7.88	0.0069 *
Error	28.07	9	3.12		
Total	704.39	15			

(**) altamente significativa

(*) significativa

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.89843

Error: 3.1189 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
TC	166.20	4	0.88	A
TD	162.10	4	0.88	B
TB	155.70	4	0.88	C
TA	150.10	4	0.88	D

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

Anexo 11. Análisis de varianza altura de planta semana 10

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta	16	0.99	0.98	0.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F
Modelo	1099.34	6	183.22	12
Tratamientos	1089.00	3	363.00	
Bloques	10.34	3	3.45	
Error	13.18	9	1.4	
Total	1112.52	15		

(**) altamente significativa

(ns) no significativa

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=

Error: 1.4644 gl: 9

Tratamientos Me

TC

TD

TB

TA

Medias

Anexo 12. Análisis de varianza altura de planta semana 12

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta	16	0.99	0.98	1.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4091.18	6	681.86	105.06	<0.0001
Tratamientos	4047.79	3	1349.26	207.90	<0.0001 **
Bloques	43.39	3	14.46	2.23	0.1542 ns
Error	58.41	9	6.49		
Total	4149.59	15			

(**) altamente significativa

(ns) no significativa

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.62357

Error: 6.4900 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
TC	227.40	4	1.27	A
TD	223.20	4	1.27	A
TB	198.20	4	1.27	B
TA	190.10	4	1.27	C

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