



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

Efecto del ortofosfato en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) híbrido Dekalb 7500 en condiciones de Vegueta

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor

Leonardo Javier Paredes Sandoval

Asesor

Dr. Marco Tulio Sánchez Calle

Huacho - Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Facultad de ingeniería Agraria, industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela profesional de Ingeniería Agrónoma

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR:		
NOMBRE Y APELLIDO	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Leonardo Javier Paredes Sandoval	73961278	21/12/2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRE Y APELLIDO	DNI	CÓDIGO ORCID
Marco Tulio Sánchez Calle	02807986	0000-0001-9687-2476
Datos de los miembros del jurado - Pregrado:		
NOMBRE Y APELLIDO	DNI	CÓDIGO ORCID
Dionicio Belisario Luis Olivas	15651224	0000-0002-5367-5285
Roberto Hugo Tirado Malaver	44565193	0000-0001-7064-3501
Cristina Karina Andrade Alvarado	40231658	0000-0003-2681-7863

Efecto del Ortofosfato en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.) híbrido Dekalb 7500 en condiciones de Vegueta

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	15%	9%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	catalogoweb.unab.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD Trabajo del estudiante	1%
3	revistas.usfq.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	revistas.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	1%
6	Submitted to unasam Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	libros.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1%

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

**Efecto del ortofosfato en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) híbrido
Dekalb 7500 en condiciones de Vegueta**

Sustentado y aprobado ante el jurado evaluador



Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas
Presidente



Dr. Roberto Hugo Tirado Malaver
Secretario



Mg. Sc. Cristina Karina Andrade Alvarado
Vocal



Dr. Marco Tulio Sánchez Calle
Asesor

Huacho - Perú

2024

DEDICATORIA

Este proyecto de tesis lo dedico principalmente a dios, nuestro señor todo poderoso, que me dio la vida y la fuerza suficiente para no rendirme y seguir adelante con mis proyectos de estudio y de vida.

A mi madre Laura Celeste Sandoval Marca. Por su gran apoyo, esfuerzo, dedicación en mis trabajos, y por buenos consejos que me enseña cada día y que me hace una gran persona, gracias madre. A mí estimado padre Javier Paredes Rojas, por los buenos conocimientos que adquirí a lo largo de los años, conjuntamente con el aprendizaje que me das cada día, en mi formación como profesional y persona, por todos los consejos y por el apoyo incondicional a lograr mis sueños en todos los aspectos, gracias padre.

De igual manera a mis hermanos, a mis tíos maternos y paternos, a mis padrinos, a toda mi familia, que de una manera me han apoyado en todos los aspectos de alcanzar y lograr los retos académicos que me planteé en la vida.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión por contribuir en mi formación académica y profesional.
- A los profesores de la escuela profesional de ingeniería agronómica que formaron parte de este logro con sus enseñanzas.
- A mi asesor Dr. Sánchez Calle, Marco Tulio por el acompañamiento y apoyo durante la ejecución de mi proyecto y durante la recopilación de datos de investigación.
- A los jurados evaluadores por sus aportes en la mejora de esta investigación.
- A mi tío, Moisés Taquire Marca por apoyarme en las labores de campo y manejo agronómicas, y ser parte de la ejecución durante el proyecto de investigación.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
CONTRA CARATULA.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE.....	viii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación de la Investigación.....	4
1.5 Delimitación del estudio.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	6
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	6
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	10
2.2 Bases teóricas.....	12
2.2.1 Origen.....	12
2.2.2 Aspectos taxonómicos.....	12
2.2.3 Morfología.....	13
2.2.4 Fenología del cultivo.....	15
2.2.5 Características climáticas.....	17
2.2.6 Características edáficas.....	18
2.2.7 Híbrido DEKALB 7500.....	18
2.2.8 Características del Fósforo en el cultivo.....	19
2.2.9 Síntomas de deficiencia del Fósforo.....	20

2.2.10 Función del Ortofosfato.....	20
2.2.11 Fertigro (8-24-0).....	21
2.2.12 Fertilización líquida.....	21
2.2.13 Rendimiento del maíz amarillo duro.....	22
2.3 Definiciones Conceptuales.....	22
2.4 Formulación de la hipótesis.....	24
2.4.1 Hipótesis General.....	24
2.4.2 Hipótesis Específicos.....	24
2.5 Operacionalización de las variables.....	25
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....	26
3.1 Diseño Metodológico.....	26
3.1.1 Ubicación.....	26
3.1.2 Características Climatológicas.....	26
3.1.3 Características edáficas.....	27
3.1.4 Materiales e insumos.....	28
3.1.5 Diseño experimental.....	29
3.1.6 Tratamientos.....	30
3.1.7 Características del área experimental.....	32
3.1.8 Variables a evaluar.....	34
3.1.9 Conducción del experimento	36
3.2 Población y muestra	37
3.2.1 Población.....	37
3.2.2 Muestra.....	37
3.3 Técnicas de recolección de datos.....	38
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información.....	38
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	39
4.1 Altura de planta (cm).....	39
4.2 Diámetro del tallo (mm).....	40
4.3 Número de mazorcas por planta.....	41
4.4 Longitud de mazorca (cm).....	42
4.5 Diámetro de mazorca (cm).....	43
4.6 Número de hileras de granos por mazorca.....	44
4.7 Número de mazorcas por tratamiento.....	45
4.8 Número de granos por mazorca.....	46

4.9	Peso de granos por mazorca (g).....	47
4.10	Peso de 100 granos (g).....	48
4.11	Rendimiento (t ha ⁻¹).....	49
4.12	Costo de Producción.....	50
CAPITULO V. DISCUSIÓN.....		53
5.1	Altura de planta (cm).....	53
5.2	Diámetro del tallo (mm).....	53
5.3	Número de mazorcas por planta.....	53
5.4	Longitud de mazorca (cm).....	54
5.5	Diámetro de mazorca (cm).....	54
5.6	Número de hileras de granos por mazorca.....	55
5.7	Número de mazorcas por tratamiento.....	55
5.8	Número de granos por mazorca.....	55
5.9	Peso de granos por mazorca (g).....	56
5.10	Peso de 100 granos (g).....	56
5.11	Rendimiento (t ha ⁻¹).....	57
5.12	Costo de Producción.....	58
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		59
6.1	Conclusiones.....	59
6.2	Recomendaciones.....	60
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....		61
ANEXOS.....		68

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables.....	25
Tabla 2 Características de las condiciones ambientales de Vegueta 2023.....	27
Tabla 3 Condiciones de Temperatura y Humedad relativa de Vegueta 2023.....	27
Tabla 4 Análisis de salinidad del suelo del Sector Colorado, Vegueta 2022.....	28
Tabla 5 Análisis de la varianza del diseño bloque completamente al azar.....	29
Tabla 6 Asignación de los tratamientos del estudio de investigación.....	30
Tabla 7 Dosis del Producto Fertigro (8-24-0) a probar en el cultivo de maíz.....	31
Tabla 8 Momentos de aplicación del producto a probar en el cultivo de maíz.....	31
Tabla 9 Análisis de variación de altura de planta (cm).....	39
Tabla 10 Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm).....	39
Tabla 11 Análisis de variación de diámetro del tallo (mm).....	40
Tabla 12 Prueba de Tukey al 5% para diámetro del tallo (mm).....	40
Tabla 13 Análisis de variación de número de mazorcas por planta.....	41
Tabla 14 Prueba de Tukey al 5% para el número de mazorcas por planta.....	41
Tabla 15 Análisis de variación de longitud de mazorca (cm).....	42
Tabla 16 Prueba de Tukey al 5% para longitud de mazorca (cm).....	42
Tabla 17 Análisis de variación de diámetro de la mazorca (cm).....	43
Tabla 18 Prueba de Tukey al 5% para diámetro de la mazorca (cm).....	43
Tabla 19 Análisis de variación de número de hileras de granos por mazorca.....	44
Tabla 20 Prueba de Tukey al 5% para el número de hileras de granos por mazorca....	44
Tabla 21 Análisis de variación de número de mazorcas por parcela.....	45
Tabla 22 Prueba de Tukey al 5% para número de mazorcas por parcela.....	45
Tabla 23 Análisis de variación de número de granos por mazorca.....	46
Tabla 24 Prueba de Tukey al 5% para el número de granos por mazorca.....	46

Tabla 25 Análisis de variación de peso de granos de la mazorca (g).....	47
Tabla 26 Prueba de Tukey al 5% para peso de granos de la mazorca (g).....	47
Tabla 27 Análisis de variación de peso de 100 granos (g).....	48
Tabla 28 Prueba de Tukey al 5% para peso de 100 granos (g).....	48
Tabla 29 Análisis de variación de rendimiento en grano (t ha ⁻¹).....	49
Tabla 30 Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento en grano (t ha ⁻¹).....	49
Tabla 31 Análisis de costo de producción ha ⁻¹ y la relación beneficio/costo (B/C).....	50
Tabla 32 Análisis económico del cultivo de maíz bajo las aplicaciones de Fertigro.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del distrito de Vegueta, Huaura, Lima, Perú.....	26
Figura 2. Análisis de suelo realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina....	69
Figura 3. Recibo de pago del análisis de suelo realizado en la UNALM.....	70
Figura 4. Ficha técnica del maíz híbrido DK 7500.....	71
Figura 5. Presentación y composición porcentual del producto Fertigro (8-24-0).....	72
Figura 6. Resultados de las variables evaluados por tratamiento y sus repeticiones.....	73
Figura 7. Análisis de la varianza para altura de planta (cm) en Infostat.....	74
Figura 8. Análisis de la varianza para diámetro del tallo (mm) en Infostat.....	74
Figura 9. Análisis de la varianza para número de mazorcas por planta en Infostat.....	75
Figura 10. Análisis de la varianza para longitud de mazorca (cm) en Infostat.....	75
Figura 11. Análisis de la varianza para diámetro de mazorca (cm) en Infostat.....	76
Figura 12. Análisis de la varianza para número de hileras por mazorca en Infostat.....	76
Figura 13. Análisis de la varianza para número de mazorca por parcela en Infostat....	77
Figura 14. Análisis de la varianza para número de granos por mazorca en Infostat....	77
Figura 15. Análisis de la varianza para peso de granos por mazorca (g) en Infostat....	78
Figura 16. Análisis de la varianza para peso de 100 granos (g) en Infostat.....	78
Figura 17. Análisis de la varianza para rendimiento (t ha-1) en Infostat.....	79
Figura 18. Preparación del terreno para instalar el proyecto experimental.....	79
Figura 19. Siembra del maíz amarillo híbrido Dekalb 7500 en campo.....	80
Figura 20. Instalación del cultivo de maíz amarillo híbrido Dekalb 7500 en campo...	80
Figura 21. Aplicación del producto Fertigro (8-24-0) al cultivo de maíz.....	81
Figura 22. Primera aplicación del producto Fertigro (8-24-0) al maíz a los 20 dds....	81
Figura 23. Segunda aplicación del producto Fertigro (8-24-0) al maíz a los 40 dds....	82
Figura 24. Tercera aplicación del producto Fertigro (8-24-0) al maíz a los 60 dds....	82

Figura 25. Fertilización del cultivo de maíz.....	83
Figura 26. Aporque del cultivo del maíz a los 60 días después de la siembra.....	83
Figura 27. Evaluación de las mazorcas por planta de maíz híbrido Dekalb 7500.....	84
Figura 28. Presentación del ensayo experimental en campo.....	84
Figura 29. Medición de altura de planta del maíz amarillo híbrido Dekalb 7500.....	85
Figura 30. Estado de madurez del cultivo en campo.....	85
Figura 31. Cosecha de mazorcas por tratamientos y bloques en campo.....	86
Figura 32. Mazorcas de maíces colocados en la era para su secado de grano.....	86
Figura 33. Desgranado del maíz por parcela bajo maquina desgranadora.....	87
Figura 34. Medición de la longitud de mazorca del maíz híbrido Dekalb 7500.....	87
Figura 35. Medición del diámetro de mazorca del maíz híbrido Dekalb 7500.....	88
Figura 36. Medición del número de granos por mazorca de maíz Dekalb 7500 88.....	88
Figura 37. Medición del peso de granos por mazorca del maíz híbrido Dekalb 7500... 89	89
Figura 38. Medición del peso de 100 granos de maíz híbrido Dekalb 7500.....	89

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto del ortofosfato en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Híbrido Dekalb 7500, bajo condiciones de Vegueta, Provincia de Huaura, Departamento de Lima. **Metodología:** El trabajo de investigación se desarrolló en el distrito de Vegueta. Se empleó el DBCA con 7 tratamientos y 3 repeticiones haciendo un total de 21 unidades experimentales. Se utilizó el producto Fertigro (8-24-0) como fuente del ortofosfato, la aplicación de los tratamientos fue dirigida a nivel de cuello de planta a los 20, 40 y 60 días después de la siembra, cuyos tratamientos fueron: T1 (5 L ha⁻¹ - 20 dds), T2 (10 L ha⁻¹ - 20 dds), T3 (5 L ha⁻¹ - 20 y 40 dds), T4 (10 L ha⁻¹ - 20 y 40 dds), T5 (5 L ha⁻¹ - 20, 40 y 60 dds), T6 (10 L ha⁻¹ - 20, 40 y 60 dds) y T0 (Testigo). Los parámetros evaluados fueron; diámetro del tallo, altura de planta, N° de mazorcas por planta, longitud y diámetro de mazorca, N° de hileras de granos por mazorca, N° de granos por mazorca, peso de la mazorca, peso de 100 granos, rendimiento y costo de producción. Las observaciones fueron procesadas mediante el programa Infostat y se realizó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5% para la comparación de medias. **Resultados:** Mostraron diferencias significativas para altura de planta ocupando el primer lugar el T6 con 252,20 cm, para diámetro de tallo ocupando el primer lugar el T6 con 33,88 mm, para longitud y diámetro de mazorca ocupó el primer lugar el T6 con 22,08 cm y 6,33 cm respectivamente, para N° granos por mazorca y peso de granos por mazorca ocupó el primer lugar el T6 con 724,07 y 314,87 g respectivamente. Para las demás variables no hubo diferencias ocupando el primer lugar el T4 con 1,43 para N° de mazorcas por planta, el T5 con 14,80 para N° de hileras por mazorca y el T5 con 41 g para peso de 100 granos. En cuanto al mayor rendimiento lo presentó el T6 con 12,15 t ha⁻¹. La mejor relación beneficio/costo lo obtuvo el T5 con 0,973. **Conclusiones:** Las aplicaciones repetidas de ortofosfato a nivel de cuello de planta en maíz amarillo duro híbrido Dekalb 7500, ocasiona un aumento en el rendimiento.

Palabras clave: Ortofosfato, maíz híbrido, Dekalb 7500, aplicaciones, rendimiento.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of orthophosphate on the yield of hard yellow maize (*Zea mays* L.) hybrid Dekalb 7500, under conditions of Vegueta, Province of Huaura, Department of Lima. **Methodology:** The research work was carried out in the district of Vegueta. The DBCA was used with 7 treatments and 3 repetitions, making a total of 21 experimental units. The Fertigro (8-24-0) product was used as a source of orthophosphate, the application of the treatments was directed at the plant neck level at 20, 40 and 60 days after sowing, whose treatments were: T1 (5 L ha⁻¹ - 20 dds), T2 (10 L ha⁻¹ - 20 dds), T3 (5 L ha⁻¹ - 20 and 40 dds), T4 (10 L ha⁻¹ - 20 and 40 dds), T5 (5 L ha⁻¹ - 20, 40 and 60 dds), T6 (10 L ha⁻¹ - 20, 40 and 60 dds), T0 (Control). The evaluated variables were plant height, stem diameter, number of ears per plant, length and diameter of the ear, number of rows of grains per ear, number of grains per ear, weight of the ear, weight of 100 grains, grain yield and cost of production. The observations were processed using the Infostat program and for the comparison of means the Tukey test was performed at a significance level of 5%. **Results:** They show significant differences for plant height with T6 occupying first place with 252.20 cm, for stem diameter T6 occupying first place with 33.88 mm, for ear length and diameter T6 ranked first with 22.08 cm and 6.33 cm respectively, for No. grains per ear and weight of grains per ear, T6 ranked first with 724.07 and 314.87 g respectively. For the other variables, there were no significant differences, with T4 occupying first place with 1.43 for No. of ears per plant, T5 with 14.80 for No. of rows per ear, and T5 with 41 g for the weight of 100 grains. As for the highest yield, I present the T6 with 12.15 t ha⁻¹. The best benefit/cost ratio was obtained by T5 with 0.973. **Conclusions:** The repeated applications of orthophosphate at the plant neck level in the cultivation of hybrid hard yellow maize DK 7500, causes an increase in yield.

Keywords: Orthophosphate, hybrid corn, Dekalb 7500, applications, yield.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El maíz (*Zea mays* L.), es considerado uno de los cultivos más importante debido a su extensa área cultivada a nivel mundial, así como también por el aporte nutricional en la alimentación de los animales (principalmente el sector ganadero y avícola), de los seres humanos y su utilización en el sector industrial. La producción de maíz, por lo general es el cultivo más común en el sector agrícola mundial, ya sea para el consumo humano y el animal. La mayor proporción de este cultivo se concentra en el continente americano con 54.49% de producción de maíz a nivel mundial, en segundo lugar, el continente asiático con un 27,34%, en el tercer lugar, el continente europeo con 11,29% y por último los continentes África y Oceanía con 6,4% (FAO, 2021).

En el continente americano, la importación de maíz es especialmente de México que consume 15 millones de toneladas al año. En el Perú, para satisfacer las necesidades de consumo alimenticio principalmente de la industria avícola, se tiene que importar 3,6 millones de toneladas en promedio, añadiéndose las cantidades para el consumo humano, necesitando una importación de 5 millones de toneladas anuales en promedio. La producción de maíz cumple una gran importancia en el sector alimenticio, tanto para el consumo humano como la alimentación animal, ya que en su composición aporta nutrientes como aminoácidos, aceites esenciales, almidón y proteínas, etc. principales componentes que cumplen un rol importante en la alimentación (Chávez, 2021).

Para el Perú, el cultivo de maíz es de suma importancia representado por el sector agrícola en términos económicos, sociales y alimentario, dependiendo mucho de la gran demanda alimenticia en la actualidad. Sin embargo, la principal problemática del cultivo es el rendimiento con un promedio de $7,85 \text{ t ha}^{-1}$, considerado como un rendimiento bajo, en todo el territorio peruano, a comparación de otros países productores como Brasil, Argentina, México y EE.UU., que superan ampliamente este rendimiento, llegando a duplicar el rendimiento por hectárea. Esto depende mucho a las condiciones de campo, el manejo fisionutricional y los agentes bióticos y abióticos que pueden perjudicar el incremento del rendimiento. En condiciones de la costa central del Perú, el promedio del rendimiento es de $10,46 \text{ t ha}^{-1}$ (Chávez, 2021).

La producción de maíz se ha incrementado debido a las nuevas tecnologías en mejoramiento genético de plantas, como el empleo de semillas certificadas que inducen a maximizar la producción resistiendo a los diversos factores bióticos y edafoclimáticas que impiden lograr una producción ideal. Sin embargo, una inadecuada fertilización inorgánica provoca problemas nutricionales en la planta (Quero, 2015).

La aplicación de fertilizantes inorgánicos continúa siendo de mayor importancia agronómica en los métodos de nutrición para el cultivo, obteniendo como función principal una elevada producción, en comparación a fuentes orgánicas. Sin embargo en el campo, los agricultores realizan aplicaciones de fertilizantes sin saber la dosis correcta y en casos llegan a incrementar la dosis, generando gastos innecesarios (Herrera, 2020).

El fósforo es uno de los nutrientes de suma importancia interactuando en diversos procesos fisiológicos, como elemento estructural de la molécula del ATP (molécula energética necesaria para los diversos procesos metabólicos). El fósforo interactúa en el desarrollo de raíces en las primeras etapas de los cultivos. Una nutrición escasa de fósforo puede ocasionar un desorden fisiológico en la planta, y como consecuencia bajar la producción (Avellán et al., 2020).

Actualmente, se ha demostrado la efectividad de la fertilización líquida aplicada en los cultivos, con el principal objetivo del uso eficiente de nutrientes y de incrementar el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, estas investigaciones inducen la manera de fertilizar y la dosificación a realizar. Los nutrientes cumplen una función importante cuando son aplicados en el momento apropiado para el crecimiento y desarrollo del cultivo (Drazic et al., 2020).

El Ortofosfato tiene una función muy importante como fuente de fósforo, interactuando en la formación y desarrollo de raíces de la planta, aplicados especialmente en los primeros 60 días después de la siembra en promedio, ya que en esta etapa es donde la asimilación de este nutriente es mayor, y es rápidamente absorbidos por las raíces de la planta. Es una molécula derivado del grupo fosfato convirtiéndose como nutriente fosforado más eficiente en la disponibilidad del nutriente y su rápida asimilación del compuesto por las raíces del cultivo (GreenForest, 2018).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Qué efecto tienen las aplicaciones de ortofosfato en el rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Híbrido Dekalb 7500 en condiciones de Vegueta?

1.2.2 Problemas específicos

¿Qué efecto tiene el ortofosfato en las características agronómicas del maíz amarillo duro Híbrido Dekalb 7500 en Vegueta?

¿Cuál es el efecto del ortofosfato en el rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro Híbrido Dekalb 7500 en Vegueta?

¿Qué efecto tiene el ortofosfato respecto al costo de producción en el cultivo de maíz amarillo duro Híbrido Dekalb 7500 en Vegueta?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del ortofosfato en el rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Híbrido Dekalb 7500 en condiciones de Vegueta, Provincia de Huaura.

1.3.2 Objetivos específicos

Evaluar la respuesta de la aplicación del ortofosfato en las características agronómicas del maíz amarillo duro Híbrido Dekalb 7500 en condiciones de Vegueta.

Evaluar la respuesta de la aplicación del ortofosfato en el rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro Híbrido Dekalb 7500 en Vegueta.

Determinar la respuesta que tiene el ortofosfato respecto al costo de producción en maíz amarillo duro Híbrido Dekalb 7500 en Vegueta.

1.4 Justificación de la Investigación

El presente trabajo de investigación consistió en buscar una alternativa para aumentar el rendimiento del maíz amarillo duro, con el enfoque de asegurar la nutrición del cultivo en su debido momento, empleando el macronutriente fósforo como nutriente principal y de mucha importancia en las primeras etapas donde la absorción del fósforo es mayor, este elemento ayuda al crecimiento, formación y desarrollo de las raíces y también forma parte de la molécula del ATP, molécula energética funcional del metabolismo que tiene la planta en su desarrollo. Utilizando el fertilizante líquido a base de Ortofosfato como fuente de fósforo, para mayor asimilación y rápida disponibilidad en las primeras etapas.

La producción de maíz tiene una gran importancia en el Perú dentro del sector alimenticio, la cual genera una gran demanda de alimento, cuyo consumidor son los humanos, el sector industrial al incrementar esta demanda, así como también el incremento de demanda para la fabricación de diversos productos balanceados para la alimentación de los animales, especialmente forraje y granos molidos (Chávez, 2021).

El cultivo con deficiencias de fósforo expone a diversas expresiones fenotípicas como, hojas pequeñas y de cantidad bajas, plantas enanas, características que influyen a una baja producción. De tal manera que la aplicación del fósforo en el momento indicado y de forma correcta puede contribuir a la nutrición de la planta, incrementando rendimientos del cultivo (Barbieri et al., 2018).

Por tal motivo que la efectividad de una fertilización líquida puede potenciar la capacidad de los genotipos ya existentes como caracteres de tolerancia al estrés hídrico y otros factores tanto bióticos como abióticos, aumentando el rendimiento de los cultivos y reduciendo gastos innecesarios, con el objetivo de incrementar del rendimiento del cultivo de maíz en condiciones de Vegueta. Por lo anteriormente descrito, la investigación propuesta se justifica plenamente.

Este trabajo de investigación consistió en probar el fertilizante líquido a base de Ortofosfato, fuente de fósforo aplicado en las primeras etapas del cultivo, teniendo en consideración la asimilación de este nutriente a través de las raíces, y la rápida disponibilidad del fósforo que tiene el fertilizante líquido a ejecutar, observando el rápido crecimiento vegetativo la planta y la obtención del rendimiento, en condiciones de costa, Valle Huaura, Distrito Vegueta, Perú.

1.5 Delimitación del estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el sector agrícola de “El Colorado”, distrito de Vegueta, Provincia de Huaura, departamento de Lima, Perú, ubicado geográficamente con coordenadas $11^{\circ}1'14.75''$ S, $77^{\circ}38'15.53''$ O de latitud, en decimales -11.020764° , -77.637648° . Conociendo la altura sobre el nivel del mar del sector donde se realizó la ejecución del proyecto, de 90 msnm, 1030.27 ft, 9850.28 in. El periodo de ejecución: durante los meses de diciembre 2022 hasta mayo 2023.

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Ramón (2022) evaluando la aplicación de fósforo en el rendimiento de maíz amarillo (*Zea mays* L.), en el Milagro. Ecuador. Los tratamientos de la investigación fueron: T1: (N-P 80kg-K), T2: (N-P 110kg-K), T3: (N-P 140kg-K) y T4: sin dosis (Testigo). Se evaluó el rendimiento del cultivo de maíz con diferentes aplicaciones de fósforo. Se utilizó el diseño (DBCA), conformados por 4 tratamientos valorados a través de 5 repeticiones. Las variables en estudio fueron: altura de planta, diámetro del tallo, peso de 100 semillas, rendimiento del cultivo y análisis beneficio costo. Los resultados manifestaron que la dosis más alta de fósforo comprendida por el tratamiento 3 (N-P 140 kg-K) alcanzó mayor promedio sobre las variables evaluadas. De altura obtuvo un promedio 210,20 cm, el diámetro del tallo de 6 cm y el peso de 100 semillas de 31,88 g. También generó un rendimiento alto con 6 549 kg ha⁻¹; lo cual generó mayor ingreso económico, establecido en \$1,68 de B/C.

Trujillo y Zambrano (2022) evaluaron la eficiencia agronómica y económica de la fertilización líquida en maíz amarillo duro bajo seco, en Manabí, Ecuador. Los tratamientos consistieron de dos genotipos (INIAP H – 601 e INIAP H – 603) y tres tecnologías de fertilización (fertilización líquida en drench, líquida inyectada y granulada). Las principales variables registradas fueron rendimiento de grano (RG), eficiencia agronómica de N (EAN) y beneficio económico neto (BEN). El RG y EAN fueron influenciados significativamente ($p < 0.05$) por los tratamientos de fertilización. El mayor RG se logró con la fertilización líquida inyectada y en drench, con 8 376,72 y 7 898,39 kg ha⁻¹ respectivamente. Así mismo la mayor EAN fue alcanzada con la fertilización líquida inyectada y en drench, con 23,61 y 20,95 kg de g kg⁻¹ de N aplicado, respectivamente. Del mismo modo, la fertilización líquida inyectada y en drench obtuvo los mayores BEN con 806 y 676 USD ha⁻¹ respectivamente. Se concluye, que bajo condiciones de seco de zonas maiceras de Portoviejo es más conveniente y rentable realizar la fertilización líquida inyectada y en drench superficial.

Ordoñez (2021) evaluando la actividad radicular mediante las aplicaciones de enraizadores en banano (*Musa acuminata* AAA), en Ecuador. Con el objetivo de examinar la zona radicular mediante la utilización de enraizadores en la planta de banano. Se utilizó en la ejecución de campo un diseño (DBCA), con 7 tratamientos y 3 repeticiones. Para precisar la respuesta fisiológica en la zona radicular frente a la aplicación de los tratamientos, se evaluaron las variables morfo agronómicas y de rendimiento. Se evidenció que el tratamiento (activa + rooting), sobresalió a comparación del resto de los tratamientos, en cuanto a mayor altura de planta circunferencial del seguro tallo, mayor número de raíces y reducción al número de días a la cosecha. Los resultados de la aplicación de (Fertigro + prohumic) representaron el mayor peso de racimo de banano, mayor número de manos por racimo y mayor radio ecuatorial. De acuerdo al análisis económico, el tratamiento que presentó mayor rentabilidad fue de (activa+ rooting) con \$1,12.

Aguayo y Cruz (2020) evaluaron la eficacia de aplicaciones combinadas de bioestimulantes con Silicio en el rendimiento de maíz amarillo duro, Ecuador. Se evaluaron 3 tipos de bioestimulantes (extracto de algas, fitohormonas, ácido húmico) en combinaciones de diferentes dosis de silicio (5 mL L^{-1} (1 L ha^{-1}), 10 mL L^{-1} (2 L ha^{-1}), 15 mL L^{-1} (3 L ha^{-1})), así como un testigo absoluto y un testigo con silicio. Se utilizó un (DBCA) con dos factores en estudio $A \times B + 2$ con 9 tratamientos, 3 réplicas y un total de 33 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron los siguientes: Altura de planta en metros, Número de hileras de grano/mazorca, Número de granos/hilera, Peso de granos/mazorca, longitud y diámetro de mazorca en centímetros, peso de mazorca en kg, y Rendimiento del maíz. Los datos obtenidos fueron establecidos al análisis de varianza y sometidos a la prueba de Tukey al 5% para la comparación de medias. Los resultados para altura de planta, longitud y diámetro de mazorca no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p > 0.05$). El análisis de contraste ortogonal realizado entre tratamientos vs el testigo fue estadísticamente significativo ($p > 0.05$), el número de hileras por mazorca fue 14 para tratamientos y 12 para el testigo. Por otro lado, el rendimiento para tratamientos fue $8\ 013,55 \text{ kg ha}^{-1}$ y $7\ 422,78 \text{ kg ha}^{-1}$ para el testigo, lo cual indica que tanto el silicio como los demás bioestimulantes pueden ser utilizados de manera aislada y producirían los mismos efectos sobre el rendimiento.

Barrera (2020) evaluando los niveles de dosis de fertilización empleando bioestimulantes inductores del crecimiento radicular en el cultivo de arroz Variedad Inta Dorado, realizado en el Centro Experimental TAINIC, en Nicaragua. Con el objetivo de lograr una generación constante de raíces nuevas. Se utilizó un experimento unifactorial con DBCA, se empleó 3 bloques y 3 tratamientos consistentes en: (T1) sin aplicación inicial, (T2) DAP a razón de 233,09 kg ha⁻¹ y el (T3) Fertigro + Rootex a razón de 7 150 cc ha⁻¹ y 1,43 kg ha⁻¹ respectivamente; los tratamientos fueron aplicados a los 8 días después transcurrida la siembra. Los parámetros evaluados fueron peso de la raíz (g), longitud de la raíz en cm, altura de planta en cm y rendimiento (kg ha⁻¹). Se utilizó la prueba Duncan para la separación de media. Entre los resultados obtenidos para el peso de raíz, se encontró diferencia estadísticamente significativa al 1%, T3 (Fertigro + Rootex) con 26,80 g, seguido del T2 (DAP) con 15,37 g y testigo con 13,20 g; para la longitud de raíz no se encontró estadísticamente diferencias. Para la altura de planta se encontró mayor tamaño en el T3 (Fertigro + Rootex) con 82,67 cm, T2 (DAP) con 72,00 cm y testigo absoluto con 60,67 cm. Los rendimientos fueron; T3 (Fertigro + Rootex) con 5 866,24 kg ha⁻¹, T2 (DAP) con 4 974,54 kg ha⁻¹ y del testigo con 4 041,81 kg ha⁻¹, La TRM (Tasa Representativa del Mercado) fue de 0,33.

Alcívar y Zambrano (2019) evaluando el efecto de varias fuentes fosfatadas colocadas a lado de la semilla en el rendimiento y rentabilidad del maíz (*Zea mays* L.), bajo las localidades de Casical y La Pitahaya del cantón Tosagua, Manabí, Ecuador. Los tratamientos evaluados fueron los fertilizantes MESZ, Fertimaíz, Ecomaíz, Yaramilla complex y 10-30-10 colocados a lado de la semilla, y 10-30- 10 colocado en banda. Además, de un tratamiento control con omisión de fósforo. Se utilizó un experimento de DBCA con 7 tratamientos, 3 repeticiones y 21 unidades experimentales. Los resultados para el rendimiento mostraron diferencias significativas al 5% entre los tratamientos de fertilización fosfatada y el tratamiento control sin P, en ambas localidades evaluadas, sin embargo, no se encontró diferencias entre los fertilizantes fosfatados probados. Para la variable longitud de la mazorca mostro 17,5 cm en promedio, diámetro de mazorca con 47,64 mm en promedio, hileras de granos por mazorca con 15,65 en promedio, granos por hilera con 40,2 g en promedio, peso de granos por mazorca con 215 g en promedio, peso de 100 granos con 33,56 g en promedio y el rendimiento con 11,25 t ha⁻¹ en promedio. Finalmente, el mayor incremento de rendimiento y beneficio económico neto fue alcanzado por el fertilizante fertimaíz en ambas localidades evaluadas.

Alcivar y López (2018) evaluando la efectividad mediante el uso de fertilizantes arrancadores fosfatados en el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), bajo la condición del valle de Río Carrizal, en Ecuador. Se asignaron 7 tratamientos: Fosfato diamónico, Fosfato mono amónico, MicroEssential SZ (MESZ), 15-15-15 y 10-30-10, todos empleados como arrancadores, se incluyó un tratamiento a base del fertilizante MESZ colocado en lado superficial a la germinación de las plántulas, y un testigo con omisión de P. Se utilizó un DBCA con 3 repeticiones, optando un total de 21 unidades experimentales. Los parámetros evaluados fueron el rendimiento en $t\ ha^{-1}$ y el beneficio económico neto. Los resultados indicaron que el tratamiento con MicroEssentials SZ colocado como arrancador a lado y debajo de la semilla mostro el mayor rendimiento con $11,63\ t\ ha^{-1}$, para la variable longitud de mazorca mostro en promedio $18,45\ cm$, para el diámetro de mazorca con $52,14\ mm$ en promedio, el número de hileras por mazorca con $15,86$ en promedio, el peso de 100 granos con $40,12\ g$ en promedio y el rendimiento con $11,15\ t\ ha^{-1}$ en promedio. Para el mayor beneficio costo neto se obtuvo del tratamiento a base de MESZ colocado como arrancador indicado $1\ 620\ USD\ ha^{-1}$, puesto que demostró optar con el mayor aumento en el rendimiento, pero un incremento menor en los costos ya que varían en la relación a los demás tratamientos asignados como arrancadores y tratamientos testigos.

Flores (2010) evaluando la respuesta fisiológica mediante la aplicación de tres fertilizantes foliares a tres diferentes dosis para incrementar el rendimiento en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en San Gabriel. Carchi. Ecuador, a una altura de $2\ 860\ msnm$. Con el objetivo de determinar la dosis ideal al aplicar los fertilizantes foliares para mejorar e incrementar el rendimiento de la arveja. Se utilizó un DBCA con 3 tratamientos. Los factores estudiados fueron: Fertilizantes foliares; f1 (Fertigro 8-24-0), f2 (Humifert) y f3 (BASF foliar algae); las dosis empleadas fueron; d1 baja ($7,5\ ml\ L^{-1}$), d2 media ($10\ ml\ L^{-1}$), d3 alta ($12,5\ ml\ L^{-1}$). Concluye que empleando la aplicación del fertilizante (Fertigro 8-24-0) a la dosis de $12,5\ ml\ L^{-1}$, incremento el rendimiento de arveja con $3,3\ t\ ha^{-1}$ a diferencia de los demás tratamientos, también incremento el número de vainas y peso de 100 semillas. Mientras que a la dosis de $7,5\ ml\ L^{-1}$, presento menor incremento en el rendimiento con $2,6\ t\ ha^{-1}$.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

García (2023) evaluando el comportamiento en el rendimiento de 5 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones ambientales del valle de Cañete. Perú. Se empleó el diseño de DBCA, con 5 tratamientos y 3 repeticiones haciendo un total de 15 unidades experimentales. Los tratamientos evaluados fueron: altura de planta, longitud y diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, rendimiento en grano, para la comparación de medias se hizo uso de la prueba Scott-Knott a un nivel de significancia del 5 %. Los resultados muestran a los híbridos DK 7088, XB 8018, SV 3243 y el XB 8016 compartiendo el 1° lugar en altura de planta (269,33, 260,33, 253,00 y 252,67 cm respectivamente), respecto a la longitud de mazorca todos los híbridos no mostraron diferencias estadísticas, en promedio 15,32 cm, los híbridos DK 7088 y SV 3243 obtuvieron mayor diámetro de mazorca (4,79 y 4,78 cm respectivamente), para el número de mazorcas por planta fue de 1,30 en promedio, el número de hileras de granos por mazorca lo expresaron los híbridos SV 3243 y DK 7088 (16,67 y 14,67 respectivamente), para el peso de 100 granos mostraron un promedio de 42 g y en cuanto al mayor rendimiento lo presentaron los híbridos SV 3243 y DK 7088 con 13,4 t ha⁻¹ y 12,67 t ha⁻¹. La mejor relación beneficio/costo lo presentaron los híbridos SV 3243 y DK 7088 con 2,95 y 2,71 respectivamente. En conclusiones los híbridos SV 3243 y DK 7088 tienen comportamientos ideales para rendimiento.

Espinoza y Gamarra (2022) evaluando el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo con dos fuentes de abonamientos aplicados en diferentes etapas fenológicas en Barranca. Se empleó 2 fuentes de abonamiento aplicado en la etapa vegetativa (V5, V10) y en la etapa de espigado (VT), sobre 2 híbridos de maíz amarillo (Dekalb 7500 y Dekalb 7508). Se empleó el DBCA, con arreglo factorial de 2x2x3, con 12 tratamientos, 3 repeticiones y 36 unidades experimentales. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza a 5% de nivel de significancia. Los resultados para el híbrido Dekalb 7500 presentó efectos significativos positivos para longitud de mazorca con 20,12 cm, peso de mazorca (g) con 550,32 g, para N° de hileras/mazorca con 17,92. Para Dekalb 7508; la longitud de mazorca fue de 18,90 cm, para peso de mazorca (g) con 531,68 g, para N° de hileras/mazorca con 16,80 hileras. Para el rendimiento, el híbrido Dekalb 7500 obtuvo 13,94 t ha⁻¹ y para Dekalb 7508 registró 13,10 t ha⁻¹. Por lo tanto, empleando fertilización líquida en diferentes etapas, el rendimiento del híbrido Dekalb 7500 incrementará.

Fernández (2019) evaluando la respuesta fisiológica de 3 fuentes de ácidos húmicos en el rendimiento de semilla del cultivo de melón tipo amarelo, cv. ME 601 (*Cucumis melo* L.), bajo condiciones del distrito La Matanza, Piura. Perú. Con el objetivo de determinar el rendimiento de semilla de melón y la eficacia de tres productos empleados a base de fuentes húmicas, para fines de exportación. Se empleó un diseño experimental DBCA con cuatro tratamientos (3 fuentes de enmiendas húmicas y un testigo) y 4 bloques. Se evaluó la variable Comportamiento agronómico del melón, en dos dimensiones (crecimiento y desarrollo y rendimiento). Se realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$ para la comparación de medias. Se concluyó que, el mayor rendimiento de semillas por planta, se registró 3,78 g en el tratamiento T2 (Growel Leonardita 20 L ha⁻¹), seguido de 3,5 g (T1 Naturvital Plus 20 L ha⁻¹), el T4 (Testigo) con 3,22 g y 2,60 g para T3 (Fertigro 20 L ha⁻¹). Además, el Comportamiento agronómico del melón *Cucumis melo* L. tipo amarelo cv. ME 601 en condiciones del distrito de La Matanza, Piura, 2019, se comportó estadísticamente igual en las tres fuentes de enmiendas húmicas y el testigo.

Girón y Llallahui (2018) evaluando el rendimiento y la absorción rápida de fósforo en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) mediante la aplicación de abonos orgánicos y microorganismos eficientes, en Ayacucho. Perú. Los tratamientos asignados fueron: T1: 1 t ha⁻¹ de Guano de islas + Microorganismos Eficientes (ME), T2: 2 t ha⁻¹ de Guano de Isla + ME, T3: 2 t ha⁻¹ de compost + ME, T4: 4 t ha⁻¹ de Compost + ME y T5: Testigo (sin aplicación). Se empleó un diseño experimental de DBCA con cuatro repeticiones optando un total de 20 unidades experimentales. Se logró un mayor peso de 1000 semillas con la aplicación de 4 000 kg ha⁻¹ de compost y 2 000 kg ha⁻¹ de guano de islas + ME, con 711,23 y 686,68 g respectivamente. De igual manera se obtuvo un mayor rendimiento de mazorca de maíz con la aplicación de 4 000 kg ha⁻¹ de Compost + ME, con 6 376,12 kg ha⁻¹, seguido el T2 de 2 000 kg ha⁻¹ de Guano de Isla + ME, con 4 770,09 kg ha⁻¹. Por último, se logró una mayor absorción de fósforo por granos de maíz con la aplicación del T4 de 4 000 kg ha⁻¹ de Compost más ME, con 0,607 % P₂O₅, seguido de T3 de 2 000 kg ha⁻¹ de Guano de Islas + ME, con 0,581% P₂O₅.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen

El maíz es un cereal generalmente nativo de América, principalmente del Perú y México, donde las culturas preincaicas lo valoraban como un cultivo sagrado. Es una gramínea de ciclo anual, de desarrollo ligero, considerado como el cereal más cultivado y de alimento primordial a nivel mundial; por encima del trigo, el sorgo y al arroz. Tiene su origen en Mesoamericana y ha sido cultivada por los pre incas antes de ser descubierto por el viejo mundo. A nivel mundial existen alrededor de 350 especies de maíz y el 90% de estas especies están repartidas en América, encontrándose en el segundo puesto después del trigo como alimento primordial (Girón y Llallahui, 2018).

2.2.2 Aspectos taxonómicos

El maíz es una especie de gramínea, con una estructura básica perteneciente a la familia Poaceae, caracterizada por poseer un tallo considerado como seudos tallos, formado por nudos y entrenudos. El maíz es un cultivo de polinización cruzada o de sistema de reproducción alógama. La planta es monoica, es decir que sus estructuras reproductivas se encuentran en la misma planta, pero de forma separada. Genéticamente, el maíz es una especie diploide con un número de 10 cromosomas, es decir posee 20 cromosomas en las células somáticas (Caiza, 2015).

La clasificación taxonómica de Maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) según (Caiza, 2015).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Glumiflorae (Poales)

Familia: Poaceae

Género: *Zea*

Especie: *Mays*

Nombre científico: *Zea mays* L.

2.2.3. Morfología

a. Raíz

El maíz está formado por una raíz fasciculada, llegando hasta 1 metro de profundidad, donde la zona de mayor absorción de nutrientes y agua realizados por pelos absorbentes son los primeros 40 cm de profundidad, la función principal de la raíz es fijar y sostener a la planta en el terreno cultivado (Chávez, 2015).

b. Hoja

Las hojas del maíz poseen líneas paralelas de nervadura, y está constituida por un cuello, vaina, y lámina, ya que salen a partir de cada nudo, en las hojas se observan vellosidades, tornan un color característico de verde oscuro, y pueden alcanzar a medir hasta más de 1 metro de largo (Badillo, 2016).

La forma de las hojas del maíz son alargadas íntimamente arrolladas al tallo, donde posteriormente nacen las espigas o mazorcas. Generalmente el número de hojas constan de 18 a 24 por cada planta (Badillo, 2016).

c. Tallo

El tallo del maíz es considerado como pseudo tallo y está compuesto por tres capas: la primera exterior llamada epidermis, es transparente e impermeable, la segunda pared es por donde se translocan las sustancias elaboradas en especial azúcares y la última capa llamada médula blanca, que es un tejido esponjoso donde se almacenan las reservas alimenticias (Masaquiza, 2016).

El maíz posee un tallo de forma erecta y alargada con entrenudos y nudos, muchas veces el tamaño y número varían notoriamente. En la parte basal del tallo posee nudos cortos en la cual emergen las raíces primarias y los primeros brotes laterales. Los nudos superiores del tallo tienen forma cilíndrica, el tallo del maíz puede superar los 2 metros de alto en promedio y alcanzar hasta los 6 centímetros de diámetro en el tercio basal (Masaquiza, 2016).

d. Flor

La flor masculina del maíz se denomina espiga, se encuentran en la parte apical de la planta y están formadas por un eje cilíndrico y grueso. Este órgano está envuelto y formado por unas estructuras llamadas brácteas, donde se originan los granos de polen (Ubilla, 2017).

La planta de maíz es monoica con flores unisexuales, es decir tiene flores masculinas y femeninas en una misma planta, pero se encuentran separadas y bien diferenciadas. La flor masculina se manifiesta en la parte apical terminal de la planta recibiendo el nombre de panícula, espiga o panoja, y está conformada por un raquis o eje central y de ramas laterales; en el eje central de la panoja se distribuyen las espiguillas en pares de forma polística, en cada espiguilla se encuentra cubierta por dos glumas o brácteas, donde se encuentran las flores masculinas en forma apareada; en cada florecilla de la panoja se encuentran tres estambres donde se localizan los granos de polen y se desarrollan (Ubilla, 2017).

Las flores femeninas del maíz, son denominadas mazorcas, estas se encuentran localizadas en las yemas axilares; estos órganos sexuales son de forma cilíndrica que constituyen de un raquis central, donde por cada espiguilla se encuentran dos flores pistiladas una fértil y la otra abortiva son insertadas en la mazorca, estas flores se localizan en pares de hileras, generalmente son de 16 a 20 hileras por mazorca, las flores pistiladas constituyen de un único ovario con un pedicelo junto al raquis, el estilo es de forma alargada con cualidades estigmáticas donde germina el grano de polen (Ubilla, 2017).

e. Fruto

Los granos de la mazorca son considerados un fruto, de manera independiente denominado cariósipide y está ubicado en el raquis de forma cilíndrica u olote; la cantidad de grano obtenido por cada mazorca está estimada al número de grano por cada hilera de la mazorca. El fruto es una mazorca que puede medir hasta los 30 centímetros de largo y está cubierta por muchas capas de hojas. El eje de la mazorca se lo denomina rusa. En algunas Poaceas el sector donde se insertan los granos está constituido por las cúpulas dando la forma de una copa, generalmente el color de la semilla del maíz es variado de anaranjado a amarillo (Morales, 2016).

2.2.4 Fenología del cultivo

Los estados fenológicos del maíz comprenden el crecimiento vegetativo después de la emergencia de la semilla y el crecimiento reproductivo del maíz, abarcando un periodo fenológico de 160 a 180 días después de la siembra en promedio. Teniendo en consideración la expresión del crecimiento y comportamiento de la planta de maíz en función a los cambios morfológicos y fisiológicos, relacionados con las condiciones edafoclimáticas donde se desarrollan (Requis, 2012)

a. Fase vegetativa

Esta fase comienza con la etapa de la germinación de la semilla y la emergencia de la plántula de maíz. El proceso de germinación se entiende al conjunto de procesos que incluyen desde la absorción de agua hasta llegar a emerger la radícula y el proceso de emergencia se entiende cuando emerge la radícula de la semilla hasta aparecer el colmo sobre el suelo. Desde este último proceso se considera la fase vegetativa del maíz, en esta fase se desarrollan las hojas y el crecimiento de planta hasta aparecer las estructuras reproductivas, es decir, cuando se comienza a visualizar la espiga del maíz (flor masculina) (Quispe et al., 2011).

En la fase vegetativa abarca muchas etapas de acuerdo al crecimiento de la planta y al número de hojas, apareciendo desde la primera hoja hasta la décima hoja, clasificándose con la letra V, significando la fase vegetativa. A continuación, se muestra el estado vegetativo del cultivo de maíz (Cervantes, 2018).

- V: Estado vegetativos
- Ve: Emergencia
- V1: Primera hoja desarrollada
- V2: Segunda hoja desarrollada
- V3: Tercera hoja desarrollada
- V4: Cuarta hoja desarrollada
- V5: Quinta hoja desarrollada

- V6: Sexta hoja desarrollada
- V7: Séptima hoja desarrollada
- V8: Octava hoja desarrollada
- V9: Novena hoja desarrollada
- V10: Décima hoja desarrollada
- Vt: Panojamiento

b. Fase Reproductiva

La fase reproductiva del maíz inicia cuando se observa la espiga (R1) y termina hasta que se tenga la madurez fisiológica del cultivo (capa negra en el punto de inserción del grano con el elote). El R6 (madurez fisiológica) ocurre de 55 a 65 días después de la floración y alcanza cuando los granos tienen el máximo de materia seca o máximo peso (Cervantes, 2018).

La fase reproductiva del maíz comprende los siguientes estadios, representados como R (Cervantes, 2018).

- R: Estados reproductivos
- R1: Emergencia de estigma
- R2: Cuaje
- R3: Grano lechoso
- R4: Grano pastoso
- R5: Grano dentado
- R6: Madurez Fisiológica

2.2.5 Características climáticas

a. Temperatura

El promedio de la temperatura ideal del maíz es de 25°C a 30°C, el cual va variando según el estado de desarrollo del cultivo de acuerdo a su fenología, el cultivo se desarrolla muy bien en climas semicálidos y cálidos, con vientos leves, moderados y a condiciones de 65% a 85% de humedad relativa (Vera, 2019).

Para el desarrollo de la planta, la temperatura es de suma importancia para el proceso de la fotosíntesis, en la cual provee los compuestos necesarios transformados en azúcares para la formación y la función de los diversos metabolismos que la planta realiza internamente. De esta manera, la planta está directamente involucrada con la captación de la energía solar, con el objetivo de elaborar compuestos orgánicos como la glucosa a través de la fotosíntesis (Ventimiglia y Torrens, 2019).

b. Requerimiento hídrico

El recurso hídrico es un componente muy importante a tener en cuenta antes de ejecutar el cultivo de maíz. Así mismo debemos de examinar los requerimientos hídricos de este cultivo para lograr maximizar el rendimiento, el cual abarca de los 8 000 a 10 000 m³ por hectárea durante la campaña (Roca, 2019).

También es importante considerar la relación de la calidad del recurso hídrico con respecto a su conductividad eléctrica (CE), cuyos valores deben de ser menores a 0,80 ds/m. la salinidad es otro parámetro muy importante, cuyos valores extremadamente altos ocasionan quemaduras en los ápices de las hojas basales por la alta acumulación de las sales, reduciendo de esta manera el potencial de rendimiento del cultivo (Roca, 2019).

c. Luminosidad

Las condiciones ambientales óptimas para el cultivo de maíz son de climas templados a calurosos, y la luminosidad diaria para obtener su mayor rendimiento abarca entre 10 y 13 horas luz por día. El maíz también requiere bastante incidencia de luz solar. Logrando de esta manera la germinación de la semilla (SENASA, 2020).

2.2.6 Características Edáficas

El cultivo de maíz, requiere de componentes favorables para determinar el mejoramiento de la calidad y cantidad del rendimiento. El suelo es el principal sostén para el desarrollo del sistema radicular y la asimilación de nutrientes por las raíces del maíz, y las condiciones deben de ser las más convenientes para su desarrollo. La textura arcillosa y mal drenaje del suelo son los principales obstáculos para el cultivo, debido a una gran sensibilidad del cultivo a una disnea a nivel radicular (Roca, 2019).

El maíz se adecua muy bien a cualquier tipo de suelo, prefiriendo de pH de 5,8 a 7,5. También requieren suelos profundos de 50 cm, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para reducir la asfixia radicular (Roca, 2019).

2.2.7 Híbrido DEKALB 7500

El DEKALB 7500, es híbrido triple de MAD (maíz amarillo duro), de mejor seguridad con un alto valor potencial en el rendimiento, de buen comportamiento de resistencia frente al ataque del factor biótico y abiótico. Periodo vegetativo de 125 a 155 días. De muy buena emergencia y establecimiento. Tolerante a la pudrición de grano del maíz y al complejo de la mancha de asfalto. Se siembra en todo el año en la región costa. Es recomendable sembrar 76 mil semillas ha^{-1} para llegar a tener una población de 70 mil plantas ha^{-1} a la cosecha de grano, para forraje sembrar una población de 90 mil semillas ha^{-1} (Ecuaquímica, 2016).

Las características agronómicas del Híbrido DEKALB 7500 son las siguientes.

- Altura de planta: 220 - 235 cm
- Días a floración: 70 - 90
- Días a cosecha: 130 - 160
- Textura de grano: semi cristalino
- N° de hileras por mazorca: 14 -18
- Distancia entre surco: 80 cm
- Distancia entre golpes: 25 - 35 cm
- Producción: 10,50 - 14,20 t ha^{-1}

2.2.8 Características del Fósforo en el cultivo

La fertilización es uno de los puntos más críticos para alcanzar buenos rendimientos en el cultivo de maíz. En este punto, el fósforo se convierte en el macronutriente más complejo de manejar, ya que fácilmente fijado en el suelo, a diferencia del nitrógeno y potasio. Existen varios casos donde los agricultores omiten el análisis de suelo y llegan a aplicar fósforo cuando en el suelo tiene excesos de este nutriente. El fósforo tiene una función muy importante dentro de la fotosíntesis, en la respiración, en la división celular, en el almacenamiento y la transferencia de energía, entre otros procesos, formando parte de la molécula energética ATP (Castellanos, 2016).

El fósforo es uno de los macronutrientes primarios fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Tiene como importante función fisiológica de participar en los procesos de liberación y almacenamiento de energía en curso del metabolismo celular. Las plantas toman este elemento de la solución suelo, donde se encuentran en bajas concentraciones, cuyos niveles oscilan entre 5 a 30 ppm. Los bajos niveles de este macronutriente se deben a la reacción negativa que provoca con iones como el calcio, hierro o aluminio que ocasionan la precipitación o fijación del mismo, reduciendo su disponibilidad para la absorción por las plantas (Fernández, 2007).

Generalmente se considera que las plantas absorben la mayoría del fósforo en forma del ion primario H_2PO_4^- y también del ion secundario HPO_4^{2-} pero en pequeñas cantidades. Siendo el ion H_2PO_4^- diez veces más rápido que el ion HPO_4^{2-} en ser asimilado por las raíces de las plantas. El pH también tiene mucha importancia en el proceso de absorción de estos dos iones, cuando se tiene pH alcalinos y muy ácidos. Valores de pH mayores de 7 incrementa la absorción de la forma HPO_4^{2-} , mientras que valores de pH menores de 7 incrementa la absorción del ion H_2PO_4^- , pero valores debajo de pH 4,5 (Fernández, 2007).

El fósforo está presente como H_3PO_4 químicamente muy reactiva, por tal motivo que, en suelos altamente ácidos, la fijación o reversión del fosfato es bastante rápida. El rango de pH en la solución el suelo es de 6,2 a 7,1, el fósforo está presente principalmente como H_2PO_4^- , el ion HPO_4^{2-} también puede ser absorbida por las raíces de las plantas en ese rango a cantidades pequeñas (Arai y Spark, 2007).

2.2.9 Síntomas de deficiencia del Fósforo

La deficiencia del fósforo en planta de maíz, logra afectar el crecimiento de la planta, como consecuencia se obtiene plantas pequeñas, tamaño de mazorca reducido, deformidad de la mazorca. Presentan un color verde oscuro en la base de la hoja y nervadura central, mientras que en el borde y en los espacios intervenales apicales de la hoja presentan un color morado. Muchas veces ocurre la deficiencia por las condiciones del suelo, principalmente por el factor del pH mayor a 7, impidiendo la absorción del fósforo, generando deficiencia de este elemento (Fernández, 2007).

La ausencia del fósforo en el cultivo provoca un mal establecimiento de la planta, mal desarrollo inicial de la planta especialmente en la fase de crecimiento de raíces, desigualdad en la construcción del grano, retraso en el crecimiento y desarrollo del cultivo como consecuencia baja producción (Castellanos, 2016).

2.2.10 Función del Ortofosfato

Las raíces de las plantas absorben el macronutriente fósforo, principalmente en forma del ion Ortofosfato primario (H_2PO_4^-), también como Ortofosfato secundario (HPO_4^-) pero en bajas concentraciones. Este compuesto tiene la función de ser totalmente disponible para la planta y tener una rápida absorción por las raíces de los cultivos. En el caso de estos aniones, el pH influye enormemente en la proporción con la que son absorbidos por la planta. Presenta mayor movilidad del fósforo en el perfil del suelo ya que es un producto con complejos orgánicos (Fernández, 2007).

Es el segundo elemento más importante después del nitrógeno, interviniendo principalmente en el crecimiento y desarrollo de raíces de las plantas, la producción de los cultivos y su calidad, en los trópicos es uno de los nutrientes que más limita la producción agrícola. La planta absorbe el fósforo a través de sus raíces como ion Ortofosfato primario (H_2PO_4^-) en mayor cantidad, seguido en menores cantidades de absorción de la forma ion Ortofosfato secundario (HPO_4^-) y otras formas que son absorbidas con menores proporciones (Gordon et al., 2016).

2.2.11 Fertigro (8-24-0)

El producto es un fertilizante orgánico de estado líquido diseñada para aportar nitrógeno y principalmente fósforo basado con el complejo de ortofosfato primario de rápida asimilación para la planta, también contiene humina. Optando con una doble función de suministrar nitrógeno y fósforo totalmente asimilables para la planta en forma inmediata y la de proporcionar sustancias húmicas al suelo totalmente necesarias para el buen crecimiento y desarrollo de los cultivos. Aportan ácidos orgánicos que ayudan a la planta a asimilar mejor algunos nutrientes presentes en el suelo. Su aplicación puede ser foliar, pero especialmente es dirigida al suelo. Es un producto acelerador del desarrollo de las raíces en cultivos anuales y perennes. La dosis del producto es de 10 a 20 L ha⁻¹ (GreenForest, 2018).

Componentes del Producto: Fertigro (8-24-0). Contiene cantidades altas de Ortofosfatos (75 - 80%) y densidad de 1,305 g/ml.

- Nitrógeno (N) 9,5 %
- Fósforo (P₂O₅) 31,20%
- Ácido Orgánico 9,36 %
- Componentes Inertes 43,69%.

2.2.12 Fertilización líquida

La aplicación de una fertilización líquida o fertirrigación dirigida al suelo, da beneficio al flujo de agua de riego aplicado al terreno cultivado, para que de esta manera poder transportar los principales nutrientes que necesita la planta hasta el lugar donde se desarrollan las raíces. Consiguiendo así una mejor situación de buen manejo de nutrientes que lleguen hacia la zona radicular, conjuntamente el manejo del agua de riego, la energía y la reducción a la contaminación, una de las ventajas que presenta la fertilización bajo riego localizado es la alta eficiencia en la aplicación, la mejor asimilación de nutrientes y la rapidez que actúan los fertilizantes en la zona de la radicular, reduciendo las pérdidas de lixiviación y evaporación del suelo, consiguiendo un aumento en el rendimiento y mejora calidad en la cosecha (Martínez, 2020).

2.2.13 Rendimiento del maíz amarillo duro

Los factores de rendimiento para el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) están definidos con las características biométricas, las cuales son provenientes de la mazorca cuyas variables son la longitud y diámetro de mazorca, el número de hileras por mazorca y el número de granos por hileras. Así como también las variables del número total de mazorcas por planta, el peso de 100 o 1 000 granos, etc. Generalmente el número de mazorcas por planta suelen ser de 1 a 2, expresando la primera mazorca con mayor tamaño, mayor número de granos formados y el peso de dicha mazorca (Chura y Tejada, 2014).

El rendimiento es lo fundamental que persigue un fitomejorador como objetivo en la producción de un maíz híbrido que esta generalmente establecido por numerosos genes, los cuales están relacionados implícitamente con diversos procesos metabólicos como la fotosíntesis, la transpiración, la nutrición, etc. (Díaz, 2019).

2.3 Definiciones conceptuales

- **Aplicación de bioestimulantes:** Es la manera de cómo poder aplicar los productos de bioestimulantes dirigido mayormente a la planta a nivel foliar como también radicular, así poder incrementar el rendimiento del cultivo. Cuyos bioestimulantes son compuestos orgánicos y aminoácidos (Aguayo & Cruz, 2020).
- **Fertilizante:** Son compuesto de origen orgánica o inorgánica, de estado líquido o granulada que contiene nutrientes asimilables para las plantas, con el objetivo de aumentar el contenido de estos nutrientes en el suelo, mejorar la calidad nutricional y estimular el crecimiento vegetativo y productivo de las plantas (Martínez, 2020).
- **Fertilizante líquido:** Son aquellas sustancias en estado líquido que presentan una cantidad considerable de uno o varios nutrientes primarios o necesarios de forma asimilable por las plantas. Estos se aplican de forma directa o disuelta en agua, consiguiendo una rápida absorción por las plantas (Martínez, 2020).
- **Calidad:** Este término se puede definir como el conjunto de ciertas características cualitativas y algunas cuantitativas de un producto específico, para ser ofrecido al consumidor (Castellanos, 2016).

- **Deficiencia:** Es un término que menciona la baja disposición de un nutriente en los seres vivos. Los sistemas de deficiencia nutricional se presentan cuando las plantas sufren una baja disponibilidad de nutrientes y expresan características anormales visibles específicas para ese elemento (Fernández, 2007).
- **Edafoclimatología:** Es la relación que existe el suelo con la parte climática, lo que incube a las precipitaciones, temperatura, humedad ambiental, radiación, etc. Estos tienen que estar en condiciones favorables para un cultivo (Roca, 2019).
- **Eficiencia:** Es el buen manejo de nutrientes disponibles para la planta, estos visualizados en el rendimiento y calidad, La eficiencia de uso de los nutrientes o fertilizantes describe como las plantas o los sistemas de producción utilizan los nutrientes (Castellanos, 2016).
- **Híbrido:** Es el resultado de la fecundación de una planta con otra la cual genéticamente no está emparentada con la inicial, para obtener la formación de semillas híbridas, existiendo diferentes tipos de híbridos como el híbrido simple, e híbrido triple, híbrido doble e híbrido mestizo (Ecuaquímica, 2016).
- **Manejo:** Son todas las actividades agronómicas que se ejecutan en la instalación y preparación de un cultivo, cuyas labores son: riego, desmalezado, aporque, poda, trasplante, control fitosanitario, etc., en el objetivo de garantizar la calidad del producto y el incremento del rendimiento (Arai y Spark, 2007).
- **Nutrición:** Es un conjunto de procesos de los cuales las plantas absorben los nutrientes por las raíces para sintetizar sus compuestos orgánicos, estructurales o usarlos como motor de energía (Arai y Spark, 2007).
- **Ortofosfato:** Son compuestos derivados del ion fosfato, conocidos químicamente como fosfatos primarios, secundarios y terciarios, estos tienen un átomo de fósforo en común rodeado por cuatro átomos de oxígeno en forma tetraédrica, en las plantas el fosfato primario es rápidamente absorbido por las raíces (Gordon et al., 2016).
- **Rendimiento:** Es una medida cuantitativa que expresa un valor de masa de cierto producto de un cultivo, u otros productos como carne, lana, leche producida, etc., bajo una unidad de superficie territorial (Chura y Tejada, 2014).

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Ho: No existen diferencias en las aplicaciones del ortofosfato para aumentar el rendimiento del cultivo de maíz Híbrido Dekalb 7500 en condiciones de Vegueta, Provincia de Huaura, 2023.

Ha: Al menos una de las aplicaciones del ortofosfato aumenta el rendimiento del cultivo de maíz Híbrido Dekalb 7500 en condiciones de Vegueta, Provincia de Huaura, 2023.

2.4.2. Hipótesis específicas

Ha: La aplicación de ortofosfato tiene un efecto significativo en el comportamiento agronómico del maíz amarillo duro Híbrido Dekalb 7500 en condiciones de Vegueta, Provincia de Huaura, 2023.

Ha: La aplicación de ortofosfato tiene un efecto significativo en el rendimiento de maíz amarillo duro Híbrido Dekalb 7500 en condiciones de Vegueta, Provincia de Huaura, 2023.

Ha: La aplicación del ortofosfato tiene efecto significativo en el costo de producción del maíz amarillo duro Híbrido Dekalb 7500 en condiciones de Vegueta, Huaura, Provincia de Huaura, 2023.

2.5 Operacionalización de variables e indicadores

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Aplicaciones de ortofosfato en maíz amarillo duro Híbrido Dekalb 7500	Es el resultado de las dosis de la fuente de aplicación (Ortofosfato) y los momentos de aplicación en función al rendimiento del cultivo de maíz.	X1: Aplicación de ortofosfato	Aplicación de Fertigro (8-24-0) Ortofosfato (Fósforo disponible): T1: 5 L ha ⁻¹ 20 dds T2: 10 L ha ⁻¹ 20 dds T3: 5 L ha ⁻¹ 20 y 40 dds T4: 10 L ha ⁻¹ 20 y 40 dds T5: 5 L ha ⁻¹ 20, 40 y 60 dds T6: 10 L ha ⁻¹ 20, 40 y 60 dds T0: Dosis cero (testigo)
Rendimiento de maíz amarillo duro Híbrido Dekalb 7500	Es la cantidad de granos de cada mazorca de maíz cosechadas, en condiciones de Vegueta, provincia de Huaura, expresadas en toneladas por hectárea (t/ha).	Y1: Características agronómicas del cultivo Y2: Características de rendimiento Y3: Análisis Económico	Altura de planta (cm) Diámetro de tallo (mm) Número de mazorcas por planta Longitud de la mazorca (cm) Diámetro de mazorca (cm) Número de hileras por mazorca Número de granos por mazorca Número de mazorcas por parcela Peso de mazorca (g) Peso de 100 granos (g) Rendimiento en granos (t ha ⁻¹) Costo de producción

Fuente: Espinoza (2019).

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Ubicación

El presente trabajo, es una investigación experimental que se realizó en el Centro poblado Colorado, con altitud de 90 m.s.n.m., latitud de $11^{\circ}1'14.75''$ S, $77^{\circ}38'15.53''$ O, distrito de Vegueta, provincia de Huaura, departamento de Lima, Perú.



Figura 1. Ubicación geográfica del distrito de Vegueta, provincia de Huaura, departamento de Lima, Perú (GeoIPED, 2021).

3.1.2 Características climatológicas

Las características principales de las condiciones ambientales para la instalación de un cultivo son: la temperatura, la humedad relativa, la precipitación, Horas de luz y la velocidad del viento. Estos valores deben ser los óptimos para el desarrollo de la planta de maíz (Vera, 2019).

El análisis de las características de las condiciones ambientales son las siguientes.

Tabla 2

Características de las condiciones ambientales de Vegueta 2023

Parámetros ambientales	Resultado	Calificación
Temperatura °C	Max: 26 °C – Min: 16 °C	Optima
Humedad relativa	Max: 82 °C – Min: 75 °C	Optima
Precipitación	Max: 2.4 mm – Min: 0.8 mm	Normal
Horas de luz solar	Max: 12.8 h – Min: 11.8 h	Optima
Velocidad del viento	Max: 14.4 km/h – Min: 12.4 km/h	Normal

Fuente: Estación Meteorológica de SENAMHI 2023

Las condiciones ambientales de temperatura (°C) y humedad relativa (%) durante los meses de ejecución del proyecto de investigación en el Sector Colorado, Vegueta, son las siguientes:

Tabla 3

Condiciones de Temperatura y Humedad relativa de Vegueta 2023

Meses	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)
	Máxima °C	Media °C	Mínima °C	
Diciembre 2022	23	20	18	83.5
Enero 2023	23	20	19	82.4
Febrero 2023	24	21	18	78.8
Marzo 2023	25	22	19	75.4
Abril 2023	26	20	19	78.3
Mayo 2023	25	20	18	80.1

Fuente: Estación Meteorológica de SENAMHI 2023

3.1.3 Características edáficas

Los suelos de la provincia de Huaura, son básicamente de textura franco arcillosa arenosa, de pH 7.1 a 8.2, conductividad eléctrica (CE) en promedio de 2.42 ds/m, cuyos valores no muestran para un buen desarrollo del cultivo de maíz (Silva, 2020).

Según el resultado del análisis de salinidad realizado por el centro de laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), indica un nivel bajo en materia orgánica (1.49 %), el P disponible fue (10.2 ppm) rango medio y el k disponible fue (213 ppm) considerado alto.

Tabla 4

Análisis de salinidad del suelo del Sector Colorado, Vegueta 2022

Análisis	Resultado	Calificación
Textura de suelo	Arena 60 % Limo 19 % Arcilla 21 %	Franca arcillosa arenosa
pH	8.12	Ligeramente alcalino
Conductividad eléctrica (CE)	1.03 ds/m	Baja
Materia orgánica	1.49 %	Bajo
P disponible	10.2 mg Kg ⁻¹	Medio
K disponible	213 mg Kg ⁻¹	Alto
CaCO ₃	7.15 %	Alto
CIC (meq/100g)	9.60 meq/100g	Moderadamente bajo

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la UNALM 2021

3.1.4 Materiales e insumos

Los materiales e insumos utilizados son las siguientes:

a. Material vegetal

- Semillas de maíz (*Zea mays* L.), Híbrido Dekalb 7500

b. Insumos

- Producto: Fertigro (8-24-0)
- Fertilizantes: Urea, Fosfato diamonico, Sulfato de potasio y Sulfomag
- Foliars, Insecticidas, Fungicidas y Herbicidas

c. Materiales de laboratorio y campo

- Laptop, computadora
- Cámara fotográfica
- Ficha de evaluación
- Libreta de campo
- Lapiceros, lápiz, plumón
- Wincha, vernier
- Bolsas, costales
- Balanza gramera
- Letreros
- Cordel

3.1.5 Diseño experimental

Se empleó el diseño de tipo experimental de bloques completos al azar (DBCA), con tres repeticiones y siete tratamientos, además de ser comparativo y explicativo al comparar las hipótesis planteadas, para la comparación de medidas entre los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. El esquema de análisis de varianza fue el siguiente.

Tabla 5

Análisis de la varianza del diseño bloque completamente al azar

Fuente de variación	GL	SC	CM	F-cal
Bloques	$b - 1 = 2$	SC bloq	Cm bloq	Fcal B
Tratamientos	$t - 1 = 6$	SC trat	Cm trat	Fcal T
Error	$(b - 1)(t - 1) = 12$	SC err	Cm err	
Total	$bt - 1 = 20$	SC total		

Elaboración propia: C.V: % = Coeficiente de variación

Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó con el programa Infostat y para la comparación de medias se realizó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%. El modelo estadístico que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es el valor observado en el i -ésimo tratamiento y el j -ésimo bloque

μ = Es el efecto de la media general

T_i = Es el efecto del i -ésimo tratamiento (ortofosfato)

B_j = Es el efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Es el efecto del error experimental en el i -ésimo tratamiento y el j -ésimo bloque

3.1.6 Tratamientos

La asignación de los tratamientos del estudio de investigación es la siguiente.

Tabla 6

Asignación de los tratamientos del estudio de investigación

N°	Tratamientos	Dosis aplicada	N° de aplicaciones
T1	Fertigro (8-24-0)	5 L ha ⁻¹	1 (20 dds)
T2	Fertigro (8-24-0)	10 L ha ⁻¹	1 (20 dds)
T3	Fertigro (8-24-0)	5 L ha ⁻¹	2 (20 y 40 dds)
T4	Fertigro (8-24-0)	10 L ha ⁻¹	2 (20 y 40 dds)
T5	Fertigro (8-24-0)	5 L ha ⁻¹	3 (20, 40 y 60 dds)
T6	Fertigro (8-24-0)	10 L ha ⁻¹	3 (20, 40 y 60 dds)
T0	Testigo	Dosis cero	Sin aplicación

Elaboración propia: dds (días después de la siembra)

Dosificación del producto

Se aplicó el producto Fertigro (8-24-0) de la siguiente manera, que contiene Ortofosfato (Fósforo asimilable: 312 g L⁻¹).

Tabla 7

Dosis del Producto Fertigro (8-24-0) a probar en el cultivo de maíz

Dosis	Fertigro (8-24-0) (L ha⁻¹)	Ortofosfato (g L⁻¹)
d0: dosis 0	0	0
d1: dosis 1	5	1560
d2: dosis 2	10	3120

Fuente: Elaboración propia

Repetición de aplicación

Así mismo se ejecutó las aplicaciones en 3 momentos diferentes en frecuencia de 20 días, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 8

Momentos de aplicación del producto a probar en el cultivo de maíz

Niveles de tratamientos	Momentos (días después de la siembra)
m1: momento 1	20
m2: momento 2	40
m3: momento 3	60

Fuente: Elaboración propia

3.1.7 Características del campo experimentales

Dimensiones de la unidad experimental:

- N° de tratamientos: 7
- Repeticiones (r): 3
- Distanciamiento entre surco: 0.80 m
- Distanciamiento entre planta: 0.30 m
- Largo de la unidad experimental: 10 m
- Ancho de la unidad experimental: 3.2 m
- N° de plantas por golpe: 2
- N° de plantas por surco: $33 \times 2 = 66$ plantas
- N° de surco por tratamiento: 4
- N° de plantas por tratamiento: $66 \times 4 = 264$ plantas
- Área de la unidad experimental: $10 \text{ m} \times 3.2 \text{ m} = 32 \text{ m}^2$

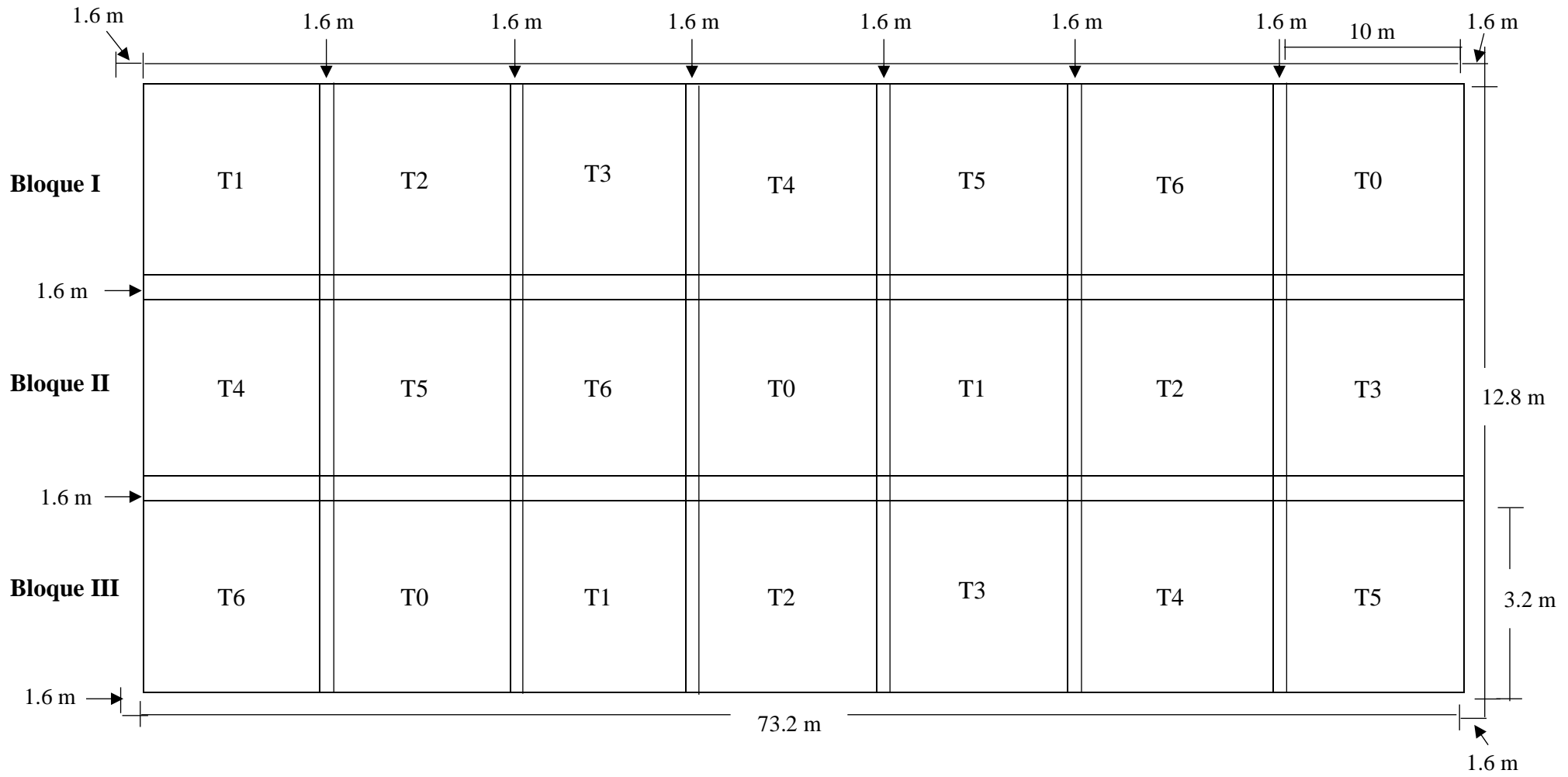
Dimensión de bloques:

- Número de bloques: 3
- N° de unidades experimentales: 21
- Área neta por bloque: $32 \text{ m}^2 \times 7 = 224 \text{ m}^2$
- Área total neta de bloques: $224 \text{ m}^2 \times 3 = 672 \text{ m}^2$

Dimensión del área experimental:

- Largo de cada calle: 1.6 m
- Longitud total del experimento: 82.8 m
- Ancho total del experimento: 16 m
- Área total del experimento: $82.8 \text{ m} \times 16 \text{ m} = 1\,324.8 \text{ m}^2$

Croquis del campo experimental



Unidad experimental: 32 m²

Área total experimental: 1 324.8 m²

3.1.8 Variables a evaluar

Para la evaluación de las variables se tomó 10 plantas al azar de cada tratamiento de los surcos centrales, donde se evaluó y registro los datos de las variables de tamaño de planta, diámetro de tallo, número de mazorcas por planta, diámetro de la mazorca, longitud de mazorca, número de hileras de granos por mazorca, número de mazorcas por parcela, número de granos por mazorca, peso de la mazorca, peso de 100 gramos, rendimiento en grano y el análisis económico.

Procedimiento: Se realizó el siguiente procedimiento.

Número de plantas

Se contabilizo el número total de plantas presentes en cada tratamiento.

Altura de planta (cm)

La altura de planta fueron medidas con una wincha desde la base del tallo hasta el ápice terminal, se tomaron 10 plantas elegidas al azar de los surcos centrales de cada unidad experimental y el resultado se expresó en centímetros.

Diámetro del tallo (mm)

El diámetro del tallo se midió con un vernier desde el tercer entrenudo de 10 plantas elegidas al azar de los surcos centrales y el resultado se expresó en milímetros.

Número de mazorcas por planta

Se contabilizo el número de mazorcas por planta cosechadas de 10 plantas escogidas al azar de los surcos centrales de cada unidad experimental.

Longitud de mazorca (cm)

Del total de mazorcas cosechadas en cada parcela, se tomaron al azar 10 mazorcas para individualmente medir la longitud de la mazorca con la ayuda de una wincha, y el resultado se expresó en centímetros.

Diámetro de mazorca (cm)

De las mismas 10 mazorcas utilizadas para tomar la longitud de la mazorca, se utilizó un vernier para medir el diámetro de la mazorca de la parte media de cada mazorca y el resultado se expresó en centímetros.

Número de hileras de granos por mazorca

Se escogieron 10 mazorcas al azar de cada unidad experimental y se contabilizaron el número de hileras de cada mazorca expresándose en unidades.

Número de mazorcas por parcela

Se contabilizo el número total de mazorcas cosechadas de cada unidad experimental, expresados en unidades.

Número de granos por mazorca

Se escogieron 5 mazorcas al azar de cada unidad experimental y se contabilizaron el número de granos de cada mazorca expresándose en unidades.

Peso de granos de la mazorca (g)

Se escogieron 10 mazorcas al azar de cada parcela para luego ser desgranados y obtener el peso de granos totales de la mazorca, utilizando una balanza gramera de precisión y el resultado se expresó en gramos

Peso de 100 granos (g)

Se seleccionaron 100 semillas de la parte media de la mazorca seleccionada al azar, utilizando una balanza gramera de precisión para obtener el valor del peso de 100 semillas. El resultado se expresó en gramos.

Rendimiento ($t\ ha^{-1}$)

Se determinó la presente variable con los granos cosechados obtenidos de cada parcela útil, una vez cosechadas y desgranadas las mazorcas, la humedad será ajustada al 14%. El resultado de esta variable fue expresado en toneladas por hectárea.

Costo de producción

Se efectuó el análisis económico, evaluándose los costos de cada tratamiento utilizado en la presente investigación, determinándose la relación beneficio-costo de cada uno de ellos.

3.1.9 Conducción del experimento

Instalación del experimento

Se instaló el experimento en un campo agrícola, previa limpieza del terreno, distribuyéndose el experimento de acuerdo al croquis establecido.

Siembra del experimento

La siembra se realizó con 3 semillas por golpe para dejar al desahijé 2 semillas o por germinación de la propia semilla 1 a 2 semillas por golpe a un distanciamiento de 30 centímetros entre planta y 80 centímetros entre surco, se trabajó con una densidad aproximada de 83 000 plantas por hectárea.

Riegos

El primer riego fue de machaco para llevar al suelo a punto de capacidad de campo y proceder con la siembra, luego los riegos se hicieron semanalmente coincidiendo con el turno de agua.

Fertilización

Se utilizó las fuentes inorgánicas Urea, Fósforo Diamonico, Sulfato de potasio y Sulpomag, empleando 6 sacos, 4 sacos, 6 sacos y 4 sacos por hectárea, respectivamente. Haciendo un total de 175 kg de N, 100 kg de P₂O₅, 200 de K₂O, 35 kg de MgO y 90 kg de S. La fertilización química se realizó en 2 momentos, 15 días después de la siembra y a los 60 días en el aporque. Utilizando en la primera fertilización todo el fósforo, la mitad del potasio y 1/3 del nitrógeno, y en la segunda fertilización se complementó con magnesio, azufre, la otra mitad de potasio y los 2/3 de nitrógeno restante.

Según la interpretación del análisis de suelos se obtiene 20 kg ha⁻¹ de N, 12 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 62 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 2).

Control de malezas

El control de malezas se realizó con aplicaciones de herbicidas (Atrazina) 2 L ha^{-1} en forma pre emergente y se complementó con una segunda aplicada en post emergente temprano en el campo de investigación.

Control fitosanitario

Con respecto al control de plagas y enfermedades, previamente se realizó evaluaciones del daño causado para proceder a controlarlos, se controló la presencia de larvas de *Spodoptera frugiperda* con metomil, clorantraniliprole, de igual manera para el control de las enfermedades como la mancha de asfalto, se utilizó azoxystrobin, difenoconazol y sulfato de cobre pentahidratado, los insumos y costos se indican en la tabla 32.

Aplicación de tratamientos

Los tratamientos se aplicaron primero a los 20 días después de la siembra con una dosis de 5 y 10 L ha^{-1} para todas las parcelas menos al testigo como se establece en la tabla 6. La segunda aplicación se ejecutó a los 40 días después de la siembra con la dosis de 5 L ha^{-1} para los T3 y T5, y la dosis de 10 L ha^{-1} para los T4 y T6. La tercera aplicación se ejecutó a los 60 días después de la siembra antes del aporque con la dosis de 5 L ha^{-1} solo para el T5 y 10 L ha^{-1} solo para el T6.

La aplicación del producto se empleó con una mochila de 20 L de capacidad, la dosis por parcela para 5 L ha^{-1} fue de 16 ml de producto por 2,2 L de agua, y la dosis de 10 L ha^{-1} fue 32 ml de producto por 2,2 L de agua de riego.

La dirección de aplicación fue dirigido a nivel de cuello de planta para todas las plantas por cada parcela.

Cosecha

La recolección se realizó en forma manual, teniendo en cuenta que la planta estuvo totalmente madura, cumpliendo con el secado de la panta hasta que no haya translocación de nutrientes de la planta hacia la semilla de maíz (observando el tegumento que este color negro o marrón).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población fue constituida de un total de área sembrada de 1 324,8 m², que corresponden a 5 500 plantas de maíz en todo el campo experimental. Repartidas en siete tratamientos con tres repeticiones, cada tratamiento consta aproximadamente de 262 plantas, en total 1 840 plantas por bloque.

3.2.2 Muestra

La población fue constituida de un total de 21 unidades experimentales, de las cuales la muestra está constituida de 70 plantas de las 7 unidades experimentales por cada bloque, es decir una muestra de 10 plantas por tratamiento.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Para los registros de información obtenidos del campo experimental se realizó a través de un equipo electrónico (laptop y computadora) y de un registro impreso para proceder a apuntar los resultados de cada variable.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos obtenidos de cada variable de estudio fueron ordenados utilizando el programa Excel y luego sometidos a un análisis estadístico de varianza (ANVA) donde se realizó con el software Infostat, para el análisis de comparaciones de medias, bajo la prueba de Tukey con un nivel de significación de 0.05 o 5 %.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Altura de planta (cm)

En la tabla 9, según el análisis de la varianza para la altura de planta se muestra que existen diferencias significativas para bloques y tratamientos. La altura promedio de planta fue de 245,85 cm, con un coeficiente de variación de 0,55 %, valores que muestran confiabilidad en los resultados (Miranda, 2011).

Tabla 9

Análisis de variación de altura de planta (cm)

F.V.	GL	SC	CM	F-cal	p-valor	Sig.
Bloques	2	18,77	9,38	5,10	0,0249	*
Tratamientos	6	244,8	40,76	22,17	0,0001	**
Error	12	22,06	1,84			
Total	20	285,41				

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo, C.V: 0.55 %, promedio: 245.85

La prueba de Tukey al 5% (tabla 10), para la variable altura de planta indica que existe diferencias significativas en todos los tratamientos evaluados para diversas dosis de Ortofosfato en diferentes momentos de aplicación, mostrando los valores más altos para el tratamiento 6 con la dosis de 10 L ha⁻¹ aplicados tres veces (20, 40 y 60 dds).

Tabla 10

Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm)

N°	Ortofosfato L ha⁻¹	Altura de planta (cm)	Sig.
T6	10 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	252,20	a
T5	5 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	248,37	a b
T4	10 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	246,77	b c
T3	5 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	246,03	b c d
T2	10 L ha ⁻¹ - 20 dds	243,33	c d e
T1	5 L ha ⁻¹ - 20 dds	242,27	d e
T0	Testigo	242,00	e

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

4.2 Diámetro del tallo (mm)

En la tabla 11, según el análisis de varianza para el diámetro del tallo se muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias significativas para los tratamientos. El diámetro promedio del tallo fue de 32,17 mm, con un coeficiente de variación de 1,34 %, valores que muestran confiabilidad en los resultados (Miranda, 2011).

Tabla 11

Análisis de variación de diámetro del tallo (mm)

F.V.	GL	SC	CM	F-cal	p-valor	Sig.
Bloques	2	0,44	0,22	1,17	0,3431	ns
Tratamientos	6	27,17	4,53	24,29	0,0001	**
Error	12	2,24	0,19			
Total	20	29,85				

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo, C.V: 1.34 %, promedio: 32.168

Según la prueba de Tukey al 5% (tabla 12), para la variable altura de planta indica que existe diferencias significativas en todos los tratamientos evaluados para diversas dosis de Ortofosfato en diferentes momentos de aplicación, mostrando al tratamiento 6 con los valores más altos, con la dosis de 10 L ha⁻¹ aplicados tres veces (20, 40 y 60 dds).

Tabla 12

Prueba de Tukey al 5% para diámetro del tallo (mm)

N°	Ortofosfato L ha⁻¹	Diámetro del tallo (mm)	Sig.
T6	10 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	33,88	a
T5	5 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	33,27	a b
T4	10 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	32,68	a b c
T3	5 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	32,24	b c d
T2	10 L ha ⁻¹ - 20 dds	31,38	c d e
T0	Testigo	31,03	d e
T1	5 L ha ⁻¹ - 20 dds	30,59	e

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

4.3 Número de mazorcas por planta

En la tabla 13, según el análisis de varianza para el número de mazorcas por planta indica que no existen diferencias significativas para tratamientos y de igual manera para bloques. El número de mazorcas promedio por planta fue de 1,405, con un coeficiente de variación de 3,91 %, valores que muestran confiabilidad en los resultados (Calzada, 1982).

Tabla 13

Análisis de variación de número de mazorcas por planta

F.V.	GL	SC	CM	F-cal	p-valor	Sig.
Bloques	2	0,004	0,0019	0,632	0,5485	ns
Tratamientos	6	0,030	0,0049	1,632	0,2214	ns
Error	12	0,036	0,0030			
Total	20	0,070				

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo, C.V: 3.91 %, promedio: 1.405

Según la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% (Tabla 14), para la variable de número de mazorcas por planta, indica que todos los tratamientos evaluados para diversas dosis de Ortofosfato en diferentes momentos de aplicación no mostraron diferencias significativas. Sin embargo, se aprecia una ligera diferencia para todos los promedios en relación al testigo, ocupando el primer lugar el tratamiento 4 con una dosis de 10 L ha⁻¹ aplicados dos veces (20 y 40 dds).

Tabla 14

Prueba de Tukey al 5% para el número de mazorcas por planta

N°	Ortofosfato L ha⁻¹	Número de mazorcas por planta	Sig.
T4	10 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	1,43	a
T5	5 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	1,43	a
T6	10 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	1,43	a
T3	5 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	1,43	a
T1	5 L ha ⁻¹ - 20 dds	1,40	a
T2	10 L ha ⁻¹ - 20 dds	1,37	a
T0	Testigo	1,33	a

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

4.4 Longitud de mazorca (cm)

En la tabla 15, según el análisis de varianza para la longitud de mazorca se muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias significativas para los tratamientos. La longitud promedio de mazorca fue de 20,075 cm, con un coeficiente de variación de 2,13 %, valores que muestran confiabilidad en los resultados (Calzada, 1982).

Tabla 15

Análisis de variación de longitud de mazorca (cm)

F.V.	GL	SC	CM	F-cal	p-valor	Sig.
Bloques	2	0,16	0,08	0,43	0,6622	ns
Tratamientos	6	59,79	9,97	54,62	0,0001	**
Error	12	2,19	0,18			
Total	20	62,14				

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo, C.V: 2.13 %, promedio: 20.075

Según la prueba de Tukey al 5% (tabla 16), para la variable longitud de mazorca indica que existe diferencias significativas en todos los tratamientos evaluados para diversas dosis de Ortofosfato en diferentes momentos de aplicación, mostrando al tratamiento 6 con los valores más altos, con la dosis de 10 L ha⁻¹ aplicados tres veces (20, 40 y 60 dds).

Tabla 16

Prueba de Tukey al 5% para longitud de mazorca (cm)

N°	Ortofosfato L ha⁻¹	Longitud de mazorca (cm)	Sig.
T6	10 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	22,08	a
T5	5 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	21,63	a b
T4	10 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	21,45	a b
T3	5 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	20,69	b
T2	10 L ha ⁻¹ - 20 dds	18,93	c
T1	5 L ha ⁻¹ - 20 dds	18,18	c d
T0	Testigo	17,56	d

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

4.5 Diámetro de mazorca (cm)

En la tabla 17, según el análisis de varianza para el diámetro de mazorca se muestra que existen diferencias significativas para bloques y tratamientos. El diámetro promedio de mazorca fue de 6,175 cm, con un coeficiente de variación de 0,63 %, valores que muestran confiabilidad en los resultados (Miranda, 2011).

Tabla 17

Análisis de variación de diámetro de la mazorca (cm)

F.V.	GL	SC	CM	F-cal	p-valor	Sig.
Bloques	2	0,02	0,012	8,30	0,0054	**
Tratamientos	6	0,29	0,050	32,78	0,0001	**
Error	12	0,02	0,015			
Total	20	0,34				

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo, C.V: 0.63 %, promedio: 6.175

Según la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% (tabla 18), para la variable diámetro de mazorca indica que existe diferencias significativas en todos los tratamientos evaluados para diversas dosis de Ortofosfato aplicados diferentes momentos, mostrando al tratamiento 6 con los valores más altos, con la dosis de 10 L ha⁻¹ aplicados tres veces (20, 40 y 60 dds).

Tabla 18

Prueba de Tukey al 5% para diámetro de la mazorca (cm)

N°	Ortofosfato L ha⁻¹	Diámetro de la mazorca (cm)	Sig.
T6	10 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	6,33	a
T5	5 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	6,29	a
T4	10 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	6,24	a
T3	5 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	6,23	a
T2	10 L ha ⁻¹ - 20 dds	6,08	b
T1	5 L ha ⁻¹ - 20 dds	6,03	b
T0	Testigo	6,01	b

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

4.6 Número de hileras de granos por mazorca

En la tabla 19, según el análisis de varianza para el número de hileras de granos por mazorca, indica que no existen diferencias significativas para tratamientos y de igual manera para bloques. El número de hileras de granos promedio por mazorca fue de 14,695, con un coeficiente de variación de 0,72 %, valores que muestran confiabilidad en los resultados (Miranda, 2011).

Tabla 19

Análisis de variación de número de hileras de granos por mazorca

F.V.	GL	SC	CM	F-cal	p-valor	Sig.
Bloques	2	0,03	0,013	1,20	0,3349	ns
Tratamientos	6	0,13	0,022	1,94	0,1542	ns
Error	12	0,13	0,011			
Total	20	0,29				

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo, C.V: 0.72 %, promedio: 14.695

Según la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% (Tabla 20), para la variable de número de hileras de granos por mazorca, indica que todos los tratamientos evaluados para diversas dosis de Ortofosfato aplicados en diferentes momentos no mostraron diferencias significativas. Sin embargo, se aprecia una ligera diferencia para todos los promedios en relación al testigo, ocupando el primer lugar el tratamiento 5 con una dosis de 5 L ha⁻¹ aplicados tres veces (20, 40 y 60 dds).

Tabla 20

Prueba de Tukey al 5% para el número de hileras de granos por mazorca

N°	Ortofosfato L ha⁻¹	Número de hileras por mazorca	Sig.
T5	5 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	14,80	a
T3	5 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	14,73	a
T2	10 L ha ⁻¹ - 20 dds	14,73	a
T6	10 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	14,73	a
T1	5 L ha ⁻¹ - 20 dds	14,67	a
T4	10 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	14,67	a
T0	Testigo	14,53	a

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

4.7 Número de mazorcas por parcela

En la tabla 21, según el análisis de varianza para el número de mazorcas por parcela, indica que no existen diferencias significativas para tratamientos y de igual manera para bloques. El número de mazorcas promedio por parcela fue de 228, con un coeficiente de variación de 4,90 %, valores que muestran confiabilidad en los resultados (Calzada, 1982).

Tabla 21

Análisis de variación de número de mazorcas por parcela

F.V.	GL	SC	CM	F-cal	p-valor	Sig.
Bloques	2	99,71	49,86	0,40	0,6796	ns
Tratamientos	6	436,67	72,78	0,58	0,7383	ns
Error	12	1499,62	124,97			
Total	20	2036,00				

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo, C.V: 4.903 %, promedio: 228

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 22), para la variable de número de mazorca por parcela, indica que todos los tratamientos evaluados para las diversas dosis de Ortofosfato aplicados en diferentes momentos no mostraron diferencias significativas. Sin embargo, se aprecia una ligera diferencia para todos los promedios en relación al testigo, ocupando el primer lugar el tratamiento 2 con una dosis de 10 L ha⁻¹ aplicados una vez (20 dds).

Tabla 22

Prueba de Tukey al 5% para número de mazorcas por parcela

N°	Ortofosfato L ha⁻¹	Número de mazorcas por parcela	Sig.
T2	10 L ha ⁻¹ - 20 dds	236,67	a
T6	10 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	230,33	a
T0	Testigo	230,00	a
T5	5 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	226,00	a
T3	5 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	226,00	a
T4	10 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	226,00	a
T1	5 L ha ⁻¹ - 20 dds	221,00	a

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

4.8 Número de granos por mazorca

En la tabla 23, según el análisis de varianza para el número de granos por mazorca se muestra que existen diferencias significativas para bloques y tratamientos. El número de granos promedio por mazorca fue de 692, con un coeficiente de variación de 1,20 %, valores que muestran confiabilidad en los resultados (Calzada, 1982).

Tabla 23

Análisis de variación de número de granos por mazorca

F.V.	GL	SC	CM	F-cal	p-valor	Sig.
Bloques	2	4086,19	2043,09	29,63	0,0001	**
Tratamientos	6	8351,60	1391,93	20,19	0,0001	**
Error	12	827,39	68,95			
Total	20	13265,17				

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo, C.V: 1.20 %, promedio: 692.04

Según la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% (tabla 24), para la variable número de granos por mazorca indica que existe diferencias significativas en todos los tratamientos evaluados para diversas dosis de Ortofosfato aplicados diferentes momentos, mostrando al tratamiento 6 con los valores más altos, con la dosis de 10 L ha⁻¹ aplicados tres veces (20, 40 y 60 dds).

Tabla 24

Prueba de Tukey al 5% para el número de granos por mazorca

N°	Ortofosfato L ha⁻¹	Número de granos por mazorca	Sig.
T6	10 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	724,07	a
T5	5 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	713,07	a
T4	10 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	703,80	a b
T3	5 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	683,53	b c
T2	10 L ha ⁻¹ - 20 dds	678,80	c
T1	5 L ha ⁻¹ - 20 dds	671,53	c
T0	Testigo	669,47	c

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

4.9 Peso de granos de la mazorca (g)

En la tabla 25, según el análisis de varianza para el peso de granos de la mazorca se muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias significativas para los tratamientos. El peso de granos promedio de la mazorca fue de 290,75 g, con un coeficiente de variación de 2,27 %, valores que muestran confiabilidad en los resultados (Miranda, 2011).

Tabla 25

Análisis de variación de peso de granos de la mazorca (g)

F.V.	GL	SC	CM	F-cal	p-valor	Sig.
Bloques	2	49,38	24,69	0,57	0,5810	ns
Tratamientos	6	4050,23	675,04	15,54	0,0001	**
Error	12	521,34	43,45			
Total	20	4620,95				

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo, C.V: 2.27 %, promedio: 290.75

Según la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% (tabla 26), para la variable de peso de granos de la mazorca, indica que existe diferencias significativas en todos los tratamientos evaluados para diversas dosis de Ortofosfato aplicados diferentes momentos, mostrando al tratamiento 6 con los valores más altos, con la dosis de 10 L ha⁻¹ aplicados tres veces (20, 40 y 60 dds).

Tabla 26

Prueba de Tukey al 5% para peso de granos de la mazorca (g)

N°	Ortofosfato L ha⁻¹	Peso de granos la mazorca (g)	Sig.
T6	10 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	314,87	a
T4	10 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	298,80	a b
T5	5 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	298,60	a b
T3	5 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	292,27	b c
T2	10 L ha ⁻¹ - 20 dds	282,80	b c d
T1	5 L ha ⁻¹ - 20 dds	276,53	c d
T0	Testigo	271,40	d

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

4.10 Peso de 100 granos (g)

En la tabla 27, según el análisis de varianza para el peso de 100 granos, indica que no existen diferencias significativas para tratamientos, pero si existe diferencias significativas para bloques. El peso de 100 granos en promedio fue de 40,34 g, con un coeficiente de variación de 1,55 %, valores que muestran confiabilidad en los resultados (Miranda, 2011).

Tabla 27

Análisis de variación de peso de 100 granos (g)

F.V.	GL	SC	CM	F-cal	p-valor	Sig.
Bloques	2	4,50	2,25	5,79	0,0174	**
Tratamientos	6	3,40	0,57	1,46	0,2715	ns
Error	12	4,67	0,39			
Total	20	12,57				

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo, C.V: 1.55 %, promedio: 40.34

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 28), para la variable de peso de 100 granos, indica que todos los tratamientos evaluados para las diversas dosis de Ortofosfato aplicados en diferentes momentos no mostraron diferencias significativas. Sin embargo, se aprecia una ligera diferencia para todos los promedios en relación al testigo, ocupando el primer lugar el tratamiento 5 con una dosis de 5 L ha⁻¹ aplicados tres veces (20, 40 y 60 dds).

Tabla 28

Prueba de Tukey al 5% para peso de 100 granos (g)

N°	Ortofosfato L ha⁻¹	Peso de 100 granos (g)	Sig.
T5	5 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	41,00	a
T6	10 L ha ⁻¹ - 20, 40 y 60 dds	40,67	a
T3	5 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	40,67	a
T2	10 L ha ⁻¹ - 20 dds	40,33	a
T1	5 L ha ⁻¹ - 20 dds	40,00	a
T4	10 L ha ⁻¹ - 20 y 40 dds	40,00	a
T0	Testigo	39,83	a

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

4.11 Rendimiento ($t\ ha^{-1}$)

En la tabla 29, según el análisis de varianza para el rendimiento en grano se muestra que existen diferencias significativas para bloques y tratamientos. El rendimiento en granos de maíz promedio fue de $11,50\ t\ ha^{-1}$, con un coeficiente de variación de 1,78 %, valores que muestran confiabilidad en los resultados (Calzada, 1982).

Tabla 29

Análisis de variación de rendimiento en grano ($t\ ha^{-1}$)

F.V.	GL	SC	CM	F-cal	p-valor	Sig.
Bloques	2	1,81	0,91	21,57	0,0001	**
Tratamientos	6	3,19	0,53	12,66	0,0001	**
Error	12	0,50	0,04			
Total	20	5,51				

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo, C.V: 1.78 %, promedio: 11.50

Según la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% (tabla 30), para la variable de rendimiento en grano de maíz, indica que existe diferencias significativas en todos los tratamientos evaluados para diversas dosis de Ortofosfato aplicados diferentes momentos, mostrando al tratamiento 6 con los valores más altos, con la dosis de $10\ L\ ha^{-1}$ aplicados tres veces (20, 40 y 60 dds).

Tabla 30

Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento en grano ($t\ ha^{-1}$)

N°	Ortofosfato $L\ ha^{-1}$	Rendimiento ($t\ ha^{-1}$)	Sig.
T6	$10\ L\ ha^{-1}$ - 20, 40 y 60 dds	12,15	a
T5	$5\ L\ ha^{-1}$ - 20, 40 y 60 dds	11,91	a
T4	$10\ L\ ha^{-1}$ - 20 y 40 dds	11,66	a b
T3	$5\ L\ ha^{-1}$ - 20 y 40 dds	11,57	b
T2	$10\ L\ ha^{-1}$ - 20 dds	11,49	b
T1	$5\ L\ ha^{-1}$ - 20 dds	11,28	b c
T0	Testigo	10,56	c

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

4.12 Costo de Producción

Según se observa en la tabla 31, referente al estudio económico de los 6 tratamientos utilizados empleando el producto Fertigro (8-24-0) y la comparación de medias con el testigo, los costos de producción fluctúan exclusivamente al precio del producto empleado. El ingreso bruto en nuevos soles se determinó multiplicando el rendimiento promedio de cada uno de los tratamientos utilizados ($t\ ha^{-1}$) por su precio de mercado actual de un kg de maíz.

El tratamiento que expreso el mayor ingreso bruto fue el T6 (s/. 15 066,00) con una dosis de $10\ L\ ha^{-1}$, seguido del T5 (s/. 14 768,40) con una dosis de $5\ L\ ha^{-1}$, ambos tratamientos aplicados 3 veces en 20, 40 y 60 dds. El menor ingreso bruto se observa en el T0 (testigo) con s/. 13 094,40. El precio asignado fue de s/. 1,24 por kilogramo de grano de maíz establecido en el mes de mayo 2023.

La mayor relación beneficio costo se obtuvo con T5 ($5\ L\ ha^{-1}$ aplicados 3 veces) con 0,973 (rentabilidad del 97,30%), esto quiere decir que por cada nuevo sol invertido se recupera la inversión más 0,973 nuevos soles. La menor relación beneficio costo se obtuvo del T0 (dosis cero) con 0,853 (85,30 % de rentabilidad). En la tabla 32 se observa el análisis económico (costos fijos y variables) del cultivo de maíz amarillo duro bajo las aplicaciones de Fertigro (8-24-0) y las repeticiones del producto (20, 40 y 60 dds).

Tabla 31

Análisis de costo de producción por hectárea y la relación beneficio/costo (B/C)

N°	Ortofosfato $L\ ha^{-1}$	Rendimiento $kg\ ha^{-1}$	Costo de Producción s/.	Ingreso Bruto s/.	Relación B/C
T1	$5\ L\ ha^{-1}$ (1 vez)	11 280	7 485,00	13 987,20	0,869
T2	$10\ L\ ha^{-1}$ (1 vez)	11 490	7 485,00	14 247,60	0,903
T3	$5\ L\ ha^{-1}$ (2 veces)	11 570	7 485,00	14 346,80	0,917
T4	$10\ L\ ha^{-1}$ (2 veces)	11 660	7 485,00	14 458,40	0,932
T5	$5\ L\ ha^{-1}$ (3 veces)	11 910	7 485,00	14 768,40	0,973
T6	$10\ L\ ha^{-1}$ (3 veces)	12 150	7 905,00	15 066,00	0,906
T0	Testigo	10 560	7 065,00	13 094,40	0,853

Elaboración propia: Tabla de ingreso bruto y relación B/C, Precio s/. 1.24 kg^{-1} del mes de mayo 2023

Tabla 32

Análisis económico del cultivo de maíz amarillo duro bajo las aplicaciones de Fertigro (8-24-0) y repeticiones del producto

Rubros	Tratamientos						T0 Testigo
	T1 5 L ha ⁻¹ (20 dds)	T2 10 L ha ⁻¹ (20 dds)	T3 5 L ha ⁻¹ (20 y 40 dds)	T4 10 L ha ⁻¹ (20 y 40 dds)	T5 5 L ha ⁻¹ (20, 40 y 60 dds)	T6 10 L ha ⁻¹ (20, 40 y 60 dds)	
Costos fijos							
Preparación y manejo del cultivo							
Preparación del suelo	220	220	220	220	220	220	220
Siembra	180	180	180	180	180	180	180
Control de malezas	150	150	150	150	150	150	150
Control de plagas y enfermedades	150	150	150	150	150	150	150
fertilizador, aplicador	150	150	150	150	150	150	150
Semilla, producto e insumos							
Semilla DEKALB 7500	650	650	650	650	650	650	650
Glifosato (2 lt)	220	220	220	220	220	220	220
Atrazina (1 kg)	240	240	240	240	240	240	240
Clorpirifos (1 lt)	150	150	150	150	150	150	150
Metomil (1 kg)	80	80	80	80	80	80	80
Clorantraniliprole (1 lt)	750	750	750	750	750	750	750
Difeconazole (1 lt)	240	240	240	240	240	240	240
Azoxystrobin (1 lt)	150	150	150	150	150	150	150
Proclaim (100 g)	60	60	60	60	60	60	60
Urea (50 kg)	720	720	720	720	720	720	720
Fosfato Diamonico (50 kg)	440	440	440	440	440	440	440
Sulfato de Potasio (50 kg)	340	340	340	340	340	340	340
Sulpomag (50 kg)	240	240	240	240	240	240	240
Phyton (1 lt)	250	250	250	250	250	250	250

Taspa (250 ml)	90	90	90	90	90	90	90
Agrostemin (1 lt)	170	170	170	170	170	170	170
Quimifol Nextra (1 lt)	90	90	90	90	90	90	90
Quimifol PK 990 Plus (1 kg)	135	135	135	135	135	135	135
Oligomix (100 g)	100	100	100	100	100	100	100
Fertigro 8-24-0 (20 lt)	420	420	420	420	420	840	0
Total costos fijos	6 385	6 385	6 385	6 385	6 385	6 805	5 965
Costos variables							
Cosecha	850	850	850	850	850	850	850
Desgrane	250	250	250	250	250	250	250
Desgranadora y transporte	200	200	200	200	200	200	200
Total costos fijos	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100
Costos totales	7 485	7 485	7 485	7 485	7 485	7 905	7 065
Ingresos							
Rendimiento kg ha⁻¹	11 280	11 490	11 570	11 660	11 910	12 150	10 560
Precio s/. kg⁻¹	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
Ingreso bruto	13 987,20	14 247,60	14 346,80	14 458,40	14 768,40	15 066,00	13 094,40
Beneficio neto	6 502,20	6 762,60	6 861,80	6 973,40	7 147,00	7 086,60	6 029,40
Relación B/C	0,869	0,903	0,917	0,932	0,973	0,906	0,853
Rentabilidad	86,87	90,30	91,67	93,16	97,30	90,60	85,30

Elaboración propia: Tabla de costos fijos y variables frente a los tratamientos con el producto Fertigro como fuente de Ortofosfato, Precio s/. kg⁻¹ del mes de mayo 2023

CAPITULO V. DISCUSIÓN

5.1 Altura de planta (cm)

Los resultados indican que la mayor altura la presentaron los tratamientos T6 (10 L ha⁻¹ aplicados a los 20, 40 y 60 dds) y T5 (5 L ha⁻¹ aplicados a los 20, 40 y 60 dds), favorecidos por las aplicaciones repetidas del ortofosfato, con 252,20 cm y 248,37 cm respectivamente. Este resultado coincide con García (2023) quien estudiando el rendimiento de 5 híbridos de maíz, concluye que el híbrido DK 7088 en Cañete obtuvo una altura de 269,33 cm, indicando que este híbrido tiene mayor altura de planta que el DK 7500.

En resultados reportados por Ramón (2022) quien estudiando las aplicaciones de fósforo en la productividad de maíz en Ecuador, indica que las dosis más altas de fósforo alcanzo una altura de 210,20 cm, siendo menor valor a los resultados del experimento. Además, Ordoñez (2021) afirma que las aplicaciones de Fertigro genera una respuesta positiva al cultivo.

5.2 Diámetro del tallo (mm)

Los resultados muestran que existió diferencias significativas entre tratamientos referente a diámetro del tallo ocupando el primer lugar, el T6 (10 L ha⁻¹ aplicados a los 20, 40 y 60 dds) y el T5 (5 L ha⁻¹ aplicados a los 20, 40 y 60 dds), favorecidos por las aplicaciones repetidas del ortofosfato, con 33,88 mm y 33,37 mm respectivamente. Este resultado es menor que Ramón (2022) quien estudiando las aplicaciones de fósforo en la productividad del cultivo de maíz en Ecuador, indica que las dosis más altas de fósforo alanzo 6 cm de diámetro del tallo, indicando que el híbrido DK 7500 tiene menor diámetro de tallo.

5.3 Número de mazorcas por planta

Para el número de mazorcas por plantas, los resultados muestran que no hubo diferencias significativas entre tratamientos y bloques, compartiendo el primer lugar los T4 (10 L ha⁻¹ aplicados a los 20 y 40 dds), T5 (5 L ha⁻¹ aplicados a los 20, 40 y 60 dds), T6 (10 L ha⁻¹ aplicados a los 20, 40 y 60 dds) y T3 (5 L ha⁻¹ aplicados a los 20 y 40 dds), con 1,43 cada uno. Los resultados de García (2023) quien estudiando el rendimiento de híbridos de maíz en Cañete, concluye que el híbrido DK 7088 obtuvo 1,30 mazorcas por planta, indicando que este híbrido tienen menor número de mazorcas por planta que el DK 7500.

5.4 Longitud de mazorca (cm)

Respecto a la longitud de mazorca se muestra que hubo diferencias significativas entre tratamientos, ocupando el primer lugar, el T6 (10 L ha⁻¹ aplicados a los 20, 40 y 60 dds) y el T5 (5 L ha⁻¹ aplicados a los 20, 40 y 60 dds), favorecidos por las aplicaciones repetidas del ortofosfato, con 22,08 mm y 21,63 mm respectivamente. Este resultado coincide con Espinoza y Gamarra (2022) quienes evaluando el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo con dos fuentes de abonamientos aplicados en diferentes etapas fenológicas en Barranca, indican que el híbrido Dekalb 7500 presentó una longitud de mazorca de 20,12 cm, siendo similares con el T6 y T5 del experimento.

En resultados reportados por García (2023) quien estudiando el rendimiento de híbridos de maíz en Cañete, concluye que el híbrido DK 7088 obtuvo una longitud de mazorca de 15,32 cm, siendo un valor menor a los resultados del experimento. De igual manera Alcívar y Zambrano (2019) quienes evaluando el efecto de varias fuentes fosfatadas colocadas a lado de la semilla sobre el rendimiento del cultivo de maíz en Ecuador, obtuvieron una longitud de mazorca de 17,50 cm en promedio, coincidiendo con el T7 (testigo).

5.5 Diámetro de mazorca (cm)

Respecto al diámetro de mazorca entre los tratamientos en la investigación se observa que los T6, T5, T4 y T3 mostrando valores altos en diámetros de 6,33, 6,29, 6,24 y 6,23 cm respectivamente, lo que difiere con lo sostenido por Alcivar y López (2018) quienes evaluando la efectividad de fertilizantes arrancadores fosfatados sobre la productividad del maíz amarillo duro en Ecuador, indica que el diámetro de mazorca mostro un promedio de 5,21 cm con la aplicación del fertilizante MESZ. Siendo un valor inferior a lo obtenido en el experimento.

En resultados reportados por Alcívar y Zambrano (2019) quienes evaluando el efecto de varias fuentes fosfatadas colocadas a lado de la semilla sobre el rendimiento del cultivo de maíz en Ecuador, obtuvieron un diámetro de mazorca de 4,76 cm en promedio. De igual manera García (2023) quien estudiando el rendimiento de híbridos de maíz en Cañete, concluye que el híbrido DK 7088 obtuvo un diámetro de mazorca de 4,80 cm, siendo en ambos casos valores inferiores a los resultados del experimento.

5.6 Número de hileras de granos por mazorca

Con respecto al número de hileras de granos por mazorca, no mostró significancia entre los tratamientos de estudio, compartiendo el primer lugar el T5, T3, T2 y T6 con 14,80, 14,73, 14,73 y 14,73 hileras de granos por mazorca respectivamente, muy similar a lo reportado por Aguayo y Cruz (2020) quienes evaluando la eficacia de bioestimulantes en el cultivo de maíz en Ecuador, los cuales indicaron un número de hileras de granos por mazorca de 14, señalando en su investigación que esta característica responde genéticamente a la variedad

De igual manera García (2023) quien estudiando el rendimiento de híbridos de maíz en Cañete, concluye que el híbrido DK 7088 obtuvo un número de hileras de granos por mazorca de 14,67, coincidiendo con el resultado de número de hileras del experimento.

En resultados reportados por Alcívar y Zambrano (2019) quienes evaluando el efecto de varias fuentes fosfatadas colocadas a lado de la semilla sobre el rendimiento del cultivo de maíz en Ecuador, obtuvieron un número de hileras de granos por mazorca de 15,65, también coincide con Alcivar y López (2018) quienes reportan un número de hileras de 15. Siendo en ambos casos un número mayor al resultado del experimento.

5.7 Número de mazorcas por tratamiento

Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas entre tratamientos referentes a número de mazorcas por tratamiento ocupando el primer lugar, el T2 (10 L ha⁻¹ aplicados a los 20 dds) con 236,67 mazorcas por tratamiento, favorecido por las condiciones ambientales y las cantidades de plantas por parcela. Este resultado va a depender mucho del número de semillas por golpe de siembra, el número total de plantas por parcela y el número de mazorcas por parcela. A sismo el área de la parcela experimental.

5.8 Número de granos por mazorca

Con respecto al número de granos por mazorca, mostró significancia entre los tratamientos de estudio, mostrando en primer lugar el T6 (10 L ha⁻¹ aplicados a los 20, 40 y 60 dds) y T5 (5 L ha⁻¹ aplicados a los 20, 40 y 60 dds) con 724,07 y 713,07 granos por mazorca respectivamente. Estos valores dependen mucho del tamaño de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca y los granos formados por mazorca, de las cuales se obtendrá el número total de granos por mazorca.

5.9 Peso de granos por mazorca (g)

Respecto al peso de granos por mazorca se muestra que hubo diferencias significativas entre tratamientos, ocupando el primer lugar el T6 (10 L ha⁻¹ aplicados a los 20, 40 y 60 dds) con 314,87 g, favorecido por las aplicaciones repetidas del ortofosfato. Este resultado difiere con Alcívar y Zambrano (2019) quienes evaluando el efecto de varias fuentes fosfatadas colocadas a lado de la semilla sobre el rendimiento del cultivo de maíz en Ecuador, obtuvieron un peso de granos por mazorca de 215 g. Siendo un menor peso que el resultado del experimento.

En resultados reportados por Ramón (2022) quien estudiando las aplicaciones de fósforo en la productividad de maíz en Ecuador, indica que la dosis más alta de fósforo alcanza un mayor peso de granos. De la misma manera, Ordoñez (2021) afirma que las aplicaciones de Fertigro genera una respuesta positiva a los cultivos.

5.10 Peso de 100 granos (g)

Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas entre tratamientos referente al peso de 100 granos, mostrando en primer lugar el T5 (5 L ha⁻¹ aplicados a los 20, 40 y 60 dds) con 41,00 g, la cual coincide con García (2023) quien estudiando el rendimiento de híbridos de maíz en Cañete, concluye que el peso de 100 granos fue de 42,00 g en promedio.

De igual manera Alcivar y López (2018) quienes evaluando la efectividad de fertilizantes arrancadores fosfatados sobre la productividad del maíz amarillo duro en Ecuador, indica que el peso de 100 granos mostro un promedio de 40,12 g con la aplicación del fertilizante fosfatado (MESZ). Coincidiendo con el valor obtenido en el experimento.

En resultados reportados por Alcívar y Zambrano (2019) quienes evaluando el efecto de varias fuentes fosfatadas colocadas a lado de la semilla sobre el rendimiento del cultivo de maíz en Ecuador, obtuvieron un peso de 100 granos de 33,56 g. Siendo un peso inferior de 100 granos con respecto al resultado del experimento.

A sí mismo, Ramón (2022) quien estudiando las aplicaciones de fósforo en la productividad de maíz en Ecuador, obtuvo un peso de 100 granos de 31.88 g. Siendo un menor peso de 100 granos con respecto al resultado del experimento.

5.11 Rendimiento ($t\ ha^{-1}$)

Respecto al rendimiento en grano se muestra que hubo diferencias significativas entre tratamientos y bloques. Los resultados muestran que el mayor rendimiento lo obtuvieron los T6 ($10\ L\ ha^{-1}$ aplicados a los 20, 40 y 60 dds), T5 ($5\ L\ ha^{-1}$ aplicados a los 20, 40 y 60 dds), T4 ($10\ L\ ha^{-1}$ aplicados a los 20 y 40 dds) y T3 ($5\ L\ ha^{-1}$ aplicados a los 20 y 40 dds) con $12,15\ t\ ha^{-1}$, $11,91\ t\ ha^{-1}$, $11,66\ t\ ha^{-1}$ $11,57\ t\ ha^{-1}$ respectivamente, favorecido por las condiciones ambientales y las aplicaciones repetidas del ortofosfato en frecuencias de 20 días. La razón de ello se deduce que estos tratamientos destacaron en las variables altura de planta, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras de grano por mazorca, número de granos por mazorca y peso de granos por mazorca, comportamientos que determinaron su elevado rendimiento.

Estos resultados coinciden con Alcivar y López (2018) quienes evaluando la efectividad de fertilizantes arrancadores fosfatados sobre la productividad del maíz amarillo duro en Ecuador, obtuvieron un rendimiento de $11,63\ t\ ha^{-1}$ con la aplicación del fertilizante fosfatado (MESZ). Cuyos valores coinciden con los resultados obtenidos en promedio del experimento, pero es menor a comparación con el resultado del T6 ($10\ L\ ha^{-1}$ aplicados a los 20, 40 y 60 dds).

Espinoza y Gamarra (2022) quienes evaluando el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo con dos fuentes de abonamientos aplicados en diferentes etapas fenológicas en Barranca, indican que el híbrido Dekalb 7500 presentó un rendimiento de $13,94\ t\ ha^{-1}$, siendo un rendimiento mayor con el resultado del experimento, superando al T6 del experimento. Por lo tanto, se puede afirmar que empleando fertilización líquida aplicados en tres etapas fenológicas (V5, V10 y VT) del cultivo de maíz híbrido Dekalb 7500, se tendrá un incremento en el rendimiento del cultivo.

En resultados reportados por Alcívar y Zambrano (2019) quienes evaluando el efecto de varias fuentes fosfatadas colocadas a lado de la semilla sobre el rendimiento del cultivo de maíz en Ecuador, obtuvieron un rendimiento de $11,23\ t\ ha^{-1}$. Siendo un rendimiento ligeramente menor con el resultado del experimento. Así mismo Ramón (2022) quien estudiando las aplicaciones de fósforo en la productividad de maíz en Ecuador, obtuvo un rendimiento de $6,55\ t\ ha^{-1}$, siendo un rendimiento menor con el resultado del experimento.

Trujillo y Zambrano (2022) quienes evaluaron la eficiencia de la fertilización líquida en maíz amarillo duro bajo seco en Ecuador, obtuvieron un rendimiento de $8,37 \text{ t ha}^{-1}$ con la inyección de fertilización líquida al suelo. Así mismo afirman que para lograr un mayor rendimiento de grano de maíz y bajar costos de producción, se debe emplear una la fertilización líquida inyectada al suelo.

En resultados reportados por Ordoñez (2021) quien evaluando la actividad radicular del cultivo de banano en Ecuador, emplearon en sus tratamientos la aplicación con Fertigro, la cual presentaron mayores resultados en las variables de peso de racimo, presento mayor número de manos por racimos y mayor radio en el banano. De igual manera Barrera (2020) quien evaluando los niveles de fertilización con productos promotores del sistema radicular en el cultivo de arroz en Nicaragua. Afirma que el tratamiento con Fertigro demostró una mayor respuesta en todas las variables, incrementando el rendimiento del cultivo.

Flores (2010) quien evaluó la respuesta del cultivo de arveja a la aplicación de fertilizantes foliares en Ecuador. Utilizo en sus tratamientos el producto Fertigro, en la cual demostró que el producto manifestó mayor rendimiento del cultivo, así mismo mayor número de vainas e incremento el peso de 100 semillas.

5.12 Costo de Producción

Con los resultados obtenidos del análisis de costo de producción de los tratamientos evaluados, la mayor relación beneficio/costo lo manifestaron los T5 (5 L ha^{-1} aplicados 3 veces) y T4 (10 L ha^{-1} aplicados 2 veces) con 0,973 (rentabilidad del 97,30%) y 0,932 (rentabilidad del 93,20%), esto quiere decir que por cada nuevo sol invertido se recupera la inversión más 0,955 y 0,932 nuevos soles respectivamente. Pudiendo estar distorsionado por el impacto en la economía de la pandemia del Covi 19 presentada durante el experimento.

Mientras que las demás dosis generaron B/C valores de 0,917, 0,906, 0,903 y 0,869 para los T3 (5 L ha^{-1} aplicados 2 veces), T6 (10 L ha^{-1} aplicados 3 veces), T2 (10 L ha^{-1} aplicados 1 vez) y T1 (5 L ha^{-1} aplicados 1 vez) respectivamente, considerados rentables para el agricultor. La menor relación B/C la obtuvo el T0 (cero dosis) con 0,853 (85,30 % de rentabilidad). Ordoñez (2021), comparten que el uso del ortofosfato como fuente de fósforo mejora la distribución de biomasa y mantiene altas reservas de este elemento en su interior. Esto contribuye abaratar costos con el uso del elemento fósforo.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los resultados del experimento conducido bajo condiciones de Vegueta, se concluye que la aplicación del ortofosfato (Fertigro) a dosis de 10 L ha⁻¹ aplicados 3 veces (20, 40 y 60 dds) a nivel de cuello de planta antes del aporque en el cultivo de maíz amarillo duro híbrido DK 7500, se observaron diferencias significativas en las variables estudiadas a acepción de las variables; número de mazorcas por planta, número de hileras por mazorca, número de mazorcas por tratamiento y peso de 100 granos.

De acuerdo a los resultados de rendimiento de maíz, se observaron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, ocupando el primer lugar el T6 (10 L ha⁻¹ aplicados 3 veces) con 12,15 t ha⁻¹ siendo superior a los otros tratamientos incluyendo al testigo (sin aplicación) el cual fue el de menor rendimiento. Sin embargo, los tratamientos T5, T4, T3, T2 y T1 tienen aumento en el rendimiento, debido a las aplicaciones repetidas del ortofosfato en frecuencias de 20 días según tratamiento, hasta el aporque. Se concluye que las aplicaciones repetidas de ortofosfato a nivel de cuello de planta en el cultivo de maíz amarillo duro híbrido DK 7500, ocasiona un aumento en el rendimiento del cultivo de maíz.

De acuerdo al análisis de costo de producción de los tratamientos evaluados, la mayor relación beneficio/costo lo manifestaron los T5 (5L ha⁻¹ aplicados 3 veces) y T4 (10 L ha⁻¹ aplicados 2 veces) con 0,973 y 0.932 respectivamente, que indican una rentabilidad del 97,30% y 93,32% respectivamente.

6.2 Recomendaciones

En base a los resultados y considerando el beneficio económico se recomienda emplear aplicaciones de ortofosfato a una dosis de 5 L ha⁻¹ y 10 L ha⁻¹ repetidos 3 veces (20, 40 y 60 dds) antes del aporque para el cultivo de maíz amarillo duro híbrido DK 7500, ya que bajo estos factores se obtuvo un incremento en el rendimiento y una alta rentabilidad económica.

Se recomienda evaluar el experimento en otras localidades a diferentes condiciones edafoclimatológicas para comparar su comportamiento agronómico con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación. Como también es recomendable el aumento de las repeticiones de los tratamientos.

Se recomienda evaluar el efecto del ortofosfato en otros cultivos hortícolas de importancia económica, aplicados en los momentos de mayor demanda en la zona de Huaura. Para estimar el mismo efecto de incremento en rendimiento.

CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguayo, A., y Cruz, G. (2020). Efecto del silicio y bioestimulantes sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) amarillo duro. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Calceta: ESPAMMFL. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1335/1/TTA08D.pdf>
- Alcivar, D., y López, J. (2018). Efectividad de fertilizantes arrancadores fosfatados sobre la productividad del maíz amarillo duro en el valle del Río Carrizal. Manabi. ESPAMMFL. Calceta. Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/782/1/TTAGRI2.pdf>
- Alcívar, R. y Zambrano, L. (2019). Efecto de varias fuentes fosfatadas colocadas a lado de la semilla sobre el rendimiento y rentabilidad del cultivo de maíz. ESPAMMFL. Ecuador. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1095/1/TTA13.pdf>
- Arai, Y., y Sparks, DL. (2007). *Phosphate reaction dynamics in soils and soil components: a multiscale approach*. Adv. Agron., vol (94). pag: 135-179. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(06\)94003-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(06)94003-6)
- Avellán, L., Cobeña, N., Estévez, S., Zamora, P., Vivas, J., González, I., y Sánchez, A. (2020). Exportación y eficiencia del uso de fósforo en plátano ‘barraganete’ (*Musa paradisiaca* L.). *Revista fitotecnia mexicana*, 43(1): 25-33. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802020000100025
- Badillo, A. (2016). Evaluación del aporte de gallinaza fresca en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad Iniap 122, en dosis diferentes, en la parroquia Malchinguí, cantón Pedro Moncayo, provincia Pichincha. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10735/1/INFORME%20FINAL%20DE%20TESIS%20MAIZ%20%2012-01-2016.pdf>

- Barbieri, P.A, Echeverría, H.E, y Saínez Rozas, H. R. (2018). Métodos de colocación de fósforo en trigo y maíz bajo siembra directa en el sudeste bonaerense. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 44(3), 301-308. Recuperado en 06 de julio de 2023, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142018000300007&lng=es&tlng=es
- Barrera, K. (2020). Evaluación de programa de fertilización con productos promotores de sistema radicular en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad INTA Dorado. Universidad Nacional Agraria. Boaco. Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/4197/1/tnf04b272.pdf>
- Caiza, J. (2015). Determinación del balance hídrico en el cultivo de maíz duro (*Zea mays* L.). Balzar, Guayas. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6733>
- Castellanos, J. (2016). Fertilización fosfórica en maíz. México: Fertilab. Recuperado de <https://semillastodoterreno.com/wpcontent/uploads/2014/02/Formulaci%C3%B3n-de-la-fertilizaci%C3%B3n-fosforada-en-el-ma%C3%ADz1.pdf>
- Cervantes, M. J. (2018). Manejo Agronómico para la Producción de Maíz de Alto Rendimiento. México: *Serie Cereales*, (41). Artículos Técnicos de Intagri Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/cereales/manejo-agronomicopara-la-produccion-de-maiz>
- Chávez, V. (2015). Validación de la metodología de manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Chazo, provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. ESPOCH, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4267/1/13T0811%20.pdf>
- Chávez, G. (2021). Diagnóstico de los suelos, separata del curso del cultivo de cereales, Facultad de Agronomía. UNPRG. Lambayeque, Perú.

Chura, J. y Tejada, J. (2014). Comportamiento de híbridos de maíz Amarillo duro en la localidad de la Molina, Perú. IDESIA (Arica), Chile. 32(1), pag: 113-118. <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v32n1/art14.pdf>

GeoIPED. (2021). Infraestructura de datos espaciales del Perú. Distrito de Vegueta, Provincia de Huaura, Departamento Lima. Peru. http://mapas.geoidep.gob.pe/mapasperu/?config=viewer_wms&wmsuri=http://georural.minagri.gob.pe/geoservicios/rest/services/public/PSAD56_Cartografia_Rural/MapServer&wmstitle=Cartografia%20Base%20PSAD56&t=1

Cruz, E. (2018). Alto rendimiento sustentable en el maíz, Conferencia Magistral "Alto rendimiento sustentable en el maíz " por el Ing. Ernesto Cruz González, director general de Grupo ATIDER. Chapingo, México.

Díaz, S. (2019). Comparativo de rendimiento de 3 híbridos promisorios de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) y 5 testigos comerciales en el distrito de Batangrande-Santa clara. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. Lambayeque, Perú. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4866720>

Drazic, M., Gligorevic, K., Pajic, M., Zlatanovic, I., Spalevic, V., Sestras, P., Skataric, G. y Dudic, B. (2020). The Influence of the Application Technique and Amount of Liquid Starter Fertilizer on Corn Yield. *Agriculture* 10(8): 347. Repositorio digital <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/8/347/htm>

Ecuaquímica. (2016). Características de los híbridos de maíz Dekalb. Disponible en <http://www.ecuaquimica.com.ec/producto/semilla-de-maiz-hibrido-atl-400/>

Espinoza, E. (2019). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Conrado*, 15(69), 171-180. Epub 02 de setiembre de 2019. Recuperado en 14 de marzo 2023 <http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v15n69/1990-8644-rc-15-69-171.pdf>

Espinoza, O. y Gamarra, K. (2022). Rendimiento comparativo de dos híbridos de maíz amarillo duro con dos fuentes de abonamientos aplicados en diferentes etapas fenológicas en Barranca. *Universidad Nacional de Barranca*. Perú.

<https://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12935/170/Tesis%20Omar%20Espinoza%20Bedon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FAO. (2021). Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets: Food Outlook, 1. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9509en>

Fernández, M. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, XLI (2), 51-57. [fecha de Consulta 19 de Septiembre de 2021]. ISSN: 0138-6204. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223114970009>

Fernández, B. (2019). Efecto de tres fuentes de ácidos húmicos sobre el rendimiento de semilla en el cultivo de melón tipo amarelo, cv. ME 601 (*Cucumis melo* L.), en el distrito La Matanza, Morropón, Piura. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. Perú. http://repositorio.unprg.edu.pe:8080/bitstream/handle/20.500.12893/9607/Fern%c3%a1ndez_Tarrillo_Blanca_Edy.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Flores, M. (2010). Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación complementaria de tres fertilizantes foliares a base de algas marinas a tres dosis. *Universidad Central de Ecuador*. Quito, Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4588/6/UPS-YT00053.pdf>

García, M. (2023). Evaluación del comportamiento en rendimiento de cinco híbridos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones ambientales del valle de Cañete. *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*. Huacho, Perú. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/7576/TESIS%20DE%20MARIO%20ROMULO%20GARC%c3%8da.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Girón, J. y Llallahui, C. (2018). El efecto de abonos orgánicos y microorganismos eficientes en el rendimiento y la absorción de fósforo por el cultivo de maíz. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*. Ayacucho, Perú. Obtenido de <http://revistas.unsch.edu.pe/index.php/investigacion/article/view/52/49>

- Gordon, R., Franco, J., Villarreal, J. y Jot, T. (2016). Manejo de la fertilización fosforada en el cultivo de maíz, El Ejido, Panamá 2004-2013. *Agronomía Mesoamericana*, 27(1): 95-108. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/437/43743010009.pdf>
- GreenForest. (2018). Manual Técnico Fertigro. Obtenido de <https://greenforest.com.co/producto/fertigro-8-24-0/>
- Herrera, M. (2020). Importancia del Fósforo en el incremento de la producción, en cultivos de ciclo corto. Tesis de grado, *Universidad Técnica de Babahoyo*. Los Ríos, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8194/E-UTB-FACIAGING%20AGRON-000226.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martinez, C. (2020). Fertilizantes para fertirriego. Webinar 13 COMEIL. <https://www.riego.mx/files/webinars/webinar13.pdf>
- Masaquiza, J. (2016). Valoración del rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) en relación con la aplicación de biodegradantes en el sector la isla, cantón Cumandá. UTA. *Universidad Técnica de Ambato*. Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24084>
- Miranda, F., Porras, J., Valencia, R. y Vega, E. (2011). Libro de texto del curso de Métodos Estadísticos para la investigación I. La Molina, Lima, Perú - Ed. Departamento de Estadística e Informática.
- Morales, G. (2016). Valoración del rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) en relación con la aplicación de biodegradantes en el sector la isla, cantón Cumandá. *Universidad Técnica de Cotopaxi*. Latacunga, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24084>
- Ordoñez, V. (2021). Evaluación de la actividad radicular del cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA) mediante el uso de enraizadores, El Triunfo, Guayas. *Universidad Agraria del Ecuador*. Ecuador.

Quero, E. (2015). Manejo orgánico del suelo en maíz, conferencia 1 y 2 Tercera edición Simposio Internacional "Por México Hablemos del Maíz". Profesor, investigador, científico y consultor de la empresa CYCASA. D.F. México Quero Gutiérrez Edgar. (2015).

Quispe, J., Arroyo, K., y Gorriti, A. (2011). Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.) en Arequipa-Perú. *Revista de la sociedad química del Perú*, v.77 (3). Lima. Perú.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v77n3/a06v77n3.pdf>

Requis, F. (2012). Manejo agronómico del maíz morado en los valles interandinos del Perú. Lima, Perú: INIA Recuperado de
http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/124/6/RequisManejo_agron%C3%B3mico_ma%C3%ADz_morado.pdf

Roca, C. (2019). Respuesta agronómica de tres híbridos de maíz sembrados a dos distancias en la parroquia La Esperanza del Cantón Quevedo. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. Los Ríos Ecuador. Obtenido de
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3631>

Ramón, E. (2022). Evaluación de la aplicación de fósforo en la productividad del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Universidad Agraria del Ecuador*. Milagros. Ecuador.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RAMON%20MACIAS%20ERICK%20JONATHAN.pdf>

SENAMHI. (2023). Condiciones ambientales de la provincia de Huaura, Lima, Perú.

SENASA. (2020). Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de maíz amarillo duro.
<https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPAMAIZ-AMARILLO-DURO.pdf>

Silva, R. (2020). Capacidad de retención del agua disponible en suelos agrícolas de acuerdo a la textura y al contenido de materia orgánica, transecto Huaura-Mazo. *Universidad*

<https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/837/Tesis%20-%20Silva%20Julca%2c%20Ronald%20Christian.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Trujillo, J. & Zambrano, S. (2022). Eficiencia agronómica y económica de la fertilización líquida en maíz amarillo duro bajo seco, en Portoviejo – Manabí. ESPAMMFL. Ecuador. https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1863/1/TIC_A06D.pdf

Ubilla, L. (2017). Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L) a la aplicación de abonos foliares a base de algas marinas. Tesis de grado, *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*, Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3284/1/T-UTEQ-0118.pdf>

Ventimiglia, L. & Torrens, L. (2019). Efecto de la densidad y espaciamiento entre líneas del cultivo de maíz. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_9_de_julio_maiz_densidad_y_espaciamento.pdf

Vera, F. (2019). Alternativas agroecológicas para el manejo de arvenses en competencia específica con maíz (*Zea mays* L.). *Universidad Técnica de Babahoyo*. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6023>

ANEXOS

ANÁLISIS DE SUELOS : SALINIDAD

Procedencia

Departamento : LIMA

Distrito : VEGUETA

Referencia : H.R. 78461-201S-22

Solicitante: LEONARDO JAVIER PAREDES SANDOVAL

Provincia: HUAURA

Predio : EL COLORADO

Boleta : 5509

Número de Muestra		C.E.	Análisis Mecánico				pH	CaCO ₃	M.O.	P	K	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases	
Lab.	Campo	dS/m	Arena	Limo	Arcilla	Textura						CIC	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺				Al ³⁺ + H ⁺
		1:1	%	%	%	Fr.Ar.A.	1:1	%	%	ppm	ppm	meq/100g								
16211	El Colorado	1.03	60	19	21	Fr.Ar.A.	8.12	7.15	1.49	10.2	213	9.60	7.04	2.02	0.39	0.15	0.00	9.60	9.60	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

No Muest. Lab	Saturación %	pH Pasta Sat.	C.E. Ext.St. dS/m	Cationes Solubles (meq/L)					Aniones Solubles (meq/L)					Boro Soluble ppm	Yeso Soluble %	PSI	
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SUMA	NO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻				SUMA
16211	35	7.63	5.06	19.45	7.42	0.87	20.87	48.61	0.85	0.00	10.12	7.29	31.50	49.76	1.77	0.02	1.54

La Molina, 21 de Diciembre del 2022

Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio

Figura 2. Análisis de suelo realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina



FUNDACION PARA EL DESARROLLO AGRARIO

Jr. Camilo Carrillo N° 325 - Jesús María - Lima - Lima

Punto de emisión : Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Lima

Página Web: www.fidaweb.com

RUC: 20101259014

BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA

B041 - 00005509

Fecha : 21/11/2022
Identificación: DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD
N° Identificación: 73961278
Nombre: LEONARDO JAVIER PAREDES SANDOVAL
Dirección: ---

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
ANALISIS SUELO SALINIDAD	NIJ	1.00	120.00	120.00

SON: CIENTO VEINTE Y 00/100 SOLES

TOTAL GRAVADA	TOTAL EXONERADA	TOTAL DSCTO.	VALOR VENTA	IMPUESTO	ISC	IMPORTE TOTAL
S/ 101.69	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 101.69	S/ 18.31	S/ 0.00	S/ 120.00

Autorizado mediante resolución N° 0320050000973 /SUNAT

igF5GS
+0vNKLTEWbzOo2VtbPqPM=

Puede descargar su comprobante desde el sitio: <http://consulta.fidaweb.com.pe>



Figura 3. Recibo de pago del análisis de suelo realizado en la UNALM



DEKALB-7500

- Buena sanidad de grano
- Buen color de grano
- Mazorca de 16 a 20 hileras. tusa delgada
- Doble propósito: grano y forraje



CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

Altura de planta	235 cm
Altura de mazorca	118 cm
Días a floración	70-89
Días a cosecha	120-150
Prolificidad	1
Textura de grano	Semi cristalino
Tipo de grano	Semi dentado
Cubrimiento de mazorca	Buena
Nº de hileras/mazorca	16-20

DENSIDADES

Nº de semillas a la siembra	78.000 a 81.000 / Ha
Nº de semillas por metro	6,24 a 6,5
Distancia entre surcos	80 cm
Distancia entre golpes	30,8 - 32
Nº de semillas/golpe	2
Población buscada a cosecha	72.000 - 75.000 pl/Ha

Figura 4. Ficha técnica del maíz híbrido Dekalb 7500



COMPOSICION PORCENTUAL:	Porcentaje en peso
Nitrógeno amónicoal	8.0%
Fósforo (P ₂ O ₅).....	24.0%
Ácidos orgánicos	7.2%

Figura 5. Presentación y composición porcentual del producto Fertigro (8-24-0)

N° Trat.	N° Bloques	N° de plantas / parcela	Altura de planta (cm)	Diametro del tallo (mm)	N° Mazorcas por planta	Longitud de mazorca (cm)	Diametro de mazorca (cm)	N° Hileras por mazorca	N° Granos por mazorca	N° de mazorcas por tratamiento	Peso de la mazorca (g)	Peso de 100 granos (g)	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
T1	1	210	242.700	30.550	1.400	17.880	6.055	14.600	684.000	220	274.600	41.000	11.087
T1	2	204	241.300	31.040	1.400	18.180	5.960	14.600	658.600	218	279.600	39.000	10.877
T1	3	212	242.800	30.180	1.400	18.490	6.117	14.800	672.000	225	275.400	40.000	11.876
T2	1	224	243.900	30.880	1.400	18.960	6.130	14.800	688.000	250	276.600	40.000	11.276
T2	2	208	242.400	32.050	1.400	18.210	5.975	14.600	673.200	220	287.800	41.000	11.151
T2	3	218	243.700	31.220	1.300	19.620	6.138	14.800	675.200	240	284.000	40.000	12.054
T3	1	214	248.100	32.100	1.500	20.340	6.250	14.600	692.200	218	296.400	41.000	11.382
T3	2	214	245.600	32.620	1.400	20.950	6.190	14.800	673.200	225	291.200	41.000	11.254
T3	3	220	244.400	31.990	1.400	20.770	6.249	14.800	685.200	235	289.200	40.000	12.085
T4	1	210	248.500	32.760	1.400	21.780	6.245	14.600	732.800	228	300.400	41.000	11.432
T4	2	210	246.800	32.870	1.400	21.450	6.217	14.800	688.400	218	301.000	40.000	11.294
T4	3	210	245.000	32.420	1.500	21.120	6.264	14.600	690.200	232	295.000	39.000	12.257
T5	1	212	248.500	33.320	1.400	21.910	6.296	14.800	740.200	226	304.600	41.000	11.708
T5	2	208	246.800	33.070	1.500	21.600	6.295	14.800	697.800	228	307.000	42.000	11.529
T5	3	212	249.800	33.720	1.400	21.380	6.288	14.800	701.200	224	284.200	40.000	12.168
T6	1	210	254.500	33.720	1.500	22.560	6.378	14.800	747.000	221	319.200	41.000	11.868
T6	2	212	248.700	33.780	1.400	21.630	6.298	14.600	713.000	245	310.400	41.000	12.158
T6	3	208	253.400	34.150	1.400	22.060	6.305	14.800	712.200	225	315.000	40.000	12.254
T7	1	218	242.700	30.490	1.300	17.220	6.015	14.400	695.800	213	272.600	40.500	10.844
T7	2	210	241.100	30.810	1.400	17.710	5.951	14.600	650.200	245	264.200	40.000	10.593
T7	3	210	242.200	31.790	1.300	17.750	6.060	14.600	662.400	232	277.400	39.000	10.848

Figura 6. Evaluación del rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) Hídrico Dekalb 7500 en condiciones de Vegueta 2023.

Altura de planta (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta (cm)	21	0.92	0.87	0.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	263.35	8	32.92	17.90	<0.0001
Bloques	18.77	2	9.38	5.10	0.0249
Tratamientos	244.58	6	40.76	22.17	<0.0001
Error	22.06	12	1.84		
Total	285.41	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.93366

Error: 1.8387 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
1	246.99	7	0.51	A
3	245.90	7	0.51	A B
2	244.67	7	0.51	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.87488

Error: 1.8387 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T6	252.20	3	0.78	A
T5	248.37	3	0.78	A B
T4	246.77	3	0.78	B C
T3	246.03	3	0.78	B C D
T2	243.33	3	0.78	C D E
T1	242.27	3	0.78	D E
T7	242.00	3	0.78	E

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

Figura 7. Análisis de la varianza para altura de planta (cm) en Infostat

Diametro del tallo (mm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro del tallo (mm)	21	0.93	0.88	1.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27.61	8	3.45	18.51	<0.0001
Bloques	0.44	2	0.22	1.17	0.3431
Tratamientos	27.17	6	4.53	24.29	<0.0001
Error	2.24	12	0.19		
Total	29.85	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61577

Error: 0.1865 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
2	32.32	7	0.16	A
3	32.21	7	0.16	A
1	31.97	7	0.16	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.23396

Error: 0.1865 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T6	33.88	3	0.25	A
T5	33.37	3	0.25	A B
T4	32.68	3	0.25	A B
T3	32.24	3	0.25	B C
T2	31.38	3	0.25	C D
T7	31.03	3	0.25	C D
T1	30.59	3	0.25	D

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

Figura 8. Análisis de la varianza para diámetro del tallo (mm) en Infostat

Numero de mazorcas por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de mazorcas por pla..	21	0.48	0.13	3.91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	8	4.2E-03	1.38	0.2960
Bloques	3.8E-03	2	1.9E-03	0.63	0.5485
Tratamientos	0.03	6	4.9E-03	1.63	0.2214
Error	0.04	12	3.0E-03		
Total	0.07	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07831

Error: 0.0030 gl: 12

Bloques Medias n E.E.

2	1.41	7	0.02	A
1	1.41	7	0.02	A
3	1.39	7	0.02	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15693

Error: 0.0030 gl: 12

Tratamientos Medias n E.E.

T4	1.43	3	0.03	A
T5	1.43	3	0.03	A
T6	1.43	3	0.03	A
T3	1.43	3	0.03	A
T1	1.40	3	0.03	A
T2	1.37	3	0.03	A
T7	1.33	3	0.03	A

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

Figura 9. Análisis de la varianza para número de mazorcas por planta en Infostat

Longitud de mazorca (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de mazorca (cm)	21	0.96	0.94	2.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	59.95	8	7.49	41.07	<0.0001
Bloques	0.16	2	0.08	0.43	0.6622
Tratamientos	59.79	6	9.97	54.62	<0.0001
Error	2.19	12	0.18		
Total	62.14	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.60910

Error: 0.1824 gl: 12

Bloques Medias n E.E.

3	20.17	7	0.16	A
1	20.09	7	0.16	A
2	19.96	7	0.16	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.22059

Error: 0.1824 gl: 12

Tratamientos Medias n E.E.

T6	22.08	3	0.25	A
T5	21.63	3	0.25	A B
T4	21.45	3	0.25	A B
T3	20.69	3	0.25	B
T2	18.93	3	0.25	C
T1	18.18	3	0.25	C D
T7	17.56	3	0.25	D

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

Figura 10. Análisis de la varianza para longitud de mazorca (cm) en Infostat

Diametro de mazorca (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro de mazorca (cm)	21	0.95	0.91	0.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.32	8	0.04	26.66	<0.0001
Bloques	0.02	2	0.01	8.30	0.0054
Tratamientos	0.29	6	0.05	32.78	<0.0001
Error	0.02	12	1.5E-03		
Total	0.34	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05518

Error: 0.0015 gl: 12

Bloques Medias n E.E.

3	6.20	7	0.01	A
1	6.20	7	0.01	A
2	6.13	7	0.01	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11058

Error: 0.0015 gl: 12

Tratamientos Medias n E.E.

T6	6.33	3	0.02	A
T5	6.29	3	0.02	A
T4	6.24	3	0.02	A
T3	6.23	3	0.02	A
T2	6.08	3	0.02	B
T1	6.04	3	0.02	B
T7	6.01	3	0.02	B

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

Figura 11. Análisis de la varianza para diámetro de mazorca (cm) en Infostat

N° de hileras por mazorca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° de hileras por mazorca	21	0.54	0.23	0.72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.16	8	0.02	1.76	0.1826
Bloques	0.03	2	0.01	1.20	0.3349
Tratamientos	0.13	6	0.02	1.94	0.1542
Error	0.13	12	0.01		
Total	0.29	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15032

Error: 0.0111 gl: 12

Bloques Medias n E.E.

3	14.74	7	0.04	A
2	14.69	7	0.04	A
1	14.66	7	0.04	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.30122

Error: 0.0111 gl: 12

Tratamientos Medias n E.E.

T5	14.80	3	0.06	A
T3	14.73	3	0.06	A
T2	14.73	3	0.06	A
T6	14.73	3	0.06	A
T1	14.67	3	0.06	A
T4	14.67	3	0.06	A
T7	14.53	3	0.06	A

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

Figura 12. Análisis de la varianza para número de hileras por mazorca en Infostat

N° mazorcas por tratamiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° mazorcas por tratamient..	21	0.26	0.00	4.90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	536.38	8	67.05	0.54	0.8083
Bloques	99.71	2	49.86	0.40	0.6796
Tratamientos	436.67	6	72.78	0.58	0.7383
Error	1499.62	12	124.97		
Total	2036.00	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=15.94151

Error: 124.9683 gl: 12

Bloques Medias n E.E.

3	230.43	7	4.23	A
2	228.43	7	4.23	A
1	225.14	7	4.23	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=31.94544

Error: 124.9683 gl: 12

Tratamientos Medias n E.E.

T2	236.67	3	6.45	A
T6	230.33	3	6.45	A
T7	230.00	3	6.45	A
T5	226.00	3	6.45	A
T3	226.00	3	6.45	A
T4	226.00	3	6.45	A
T1	221.00	3	6.45	A

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

Figura 13. Análisis de la varianza para número de mazorca por parcela en Infostat

N° granos por mazorca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° granos por mazorca	21	0.94	0.90	1.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12437.78	8	1554.72	22.55	<0.0001
Bloques	4086.19	2	2043.09	29.63	<0.0001
Tratamientos	8351.60	6	1391.93	20.19	<0.0001
Error	827.39	12	68.95		
Total	13265.17	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=11.84113

Error: 68.9489 gl: 12

Bloques Medias n E.E.

1	711.43	7	3.14	A
3	685.49	7	3.14	B
2	679.20	7	3.14	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=23.72863

Error: 68.9489 gl: 12

Tratamientos Medias n E.E.

T6	724.07	3	4.79	A
T5	713.07	3	4.79	A
T4	703.80	3	4.79	A B
T3	683.53	3	4.79	B C
T2	678.80	3	4.79	C
T1	671.53	3	4.79	C
T7	669.47	3	4.79	C

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

Figura 14. Análisis de la varianza para número de granos por mazorca en Infostat

Peso de granos por mazorca (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de granos por mazorca..	21	0.89	0.81	2.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4099.61	8	512.45	11.80	0.0001
Bloques	49.38	2	24.69	0.57	0.5810
Tratamientos	4050.23	6	675.04	15.54	0.0001
Error	521.34	12	43.45		
Total	4620.95	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=9.39943

Error: 43.4454 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.
1	292.06	7	2.49 A
2	291.60	7	2.49 A
3	288.60	7	2.49 A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=18.83566

Error: 43.4454 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T6	314.87	3	3.81 A
T4	298.80	3	3.81 A B
T5	298.60	3	3.81 A B
T3	292.27	3	3.81 B C
T2	282.80	3	3.81 B C D
T1	276.53	3	3.81 C D
T7	271.40	3	3.81 D

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

Figura 15. Análisis de la varianza para peso de granos por mazorca (g) en Infostat

Peso de 100 granos (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 100 granos (g)	21	0.63	0.38	1.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.90	8	0.99	2.54	0.0706
Bloques	4.50	2	2.25	5.79	0.0174
Tratamientos	3.40	6	0.57	1.46	0.2715
Error	4.67	12	0.39		
Total	12.57	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.88929

Error: 0.3889 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.
1	40.79	7	0.24 A
2	40.57	7	0.24 A B
3	39.71	7	0.24 B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.78206

Error: 0.3889 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T5	41.00	3	0.36 A
T6	40.67	3	0.36 A
T3	40.67	3	0.36 A
T2	40.33	3	0.36 A
T1	40.00	3	0.36 A
T4	40.00	3	0.36 A
T7	39.83	3	0.36 A

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

Figura 16. Análisis de la varianza para peso de 100 granos (g) en Infostat

Rendimiento (t/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (t/ha)	21	0.91	0.85	1.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.01	8	0.63	14.89	<0.0001
Bloques	1.81	2	0.91	21.57	0.0001
Tratamientos	3.19	6	0.53	12.66	0.0001
Error	0.50	12	0.04		
Total	5.51	20			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.29232

Error: 0.0420 gl: 12

Bloques Medias n E.E.

3	11.93	7	0.08	A
1	11.37	7	0.08	B
2	11.27	7	0.08	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.58579

Error: 0.0420 gl: 12

Tratamientos Medias n E.E.

T6	12.15	3	0.12	A
T5	11.91	3	0.12	A
T4	11.66	3	0.12	A B
T3	11.57	3	0.12	B
T2	11.49	3	0.12	B
T1	11.28	3	0.12	B C
T7	10.56	3	0.12	C

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

Figura 17. Análisis de la varianza para rendimiento (t ha⁻¹) en Infostat



Figura 18. Preparación del terreno para instalar el proyecto experimental

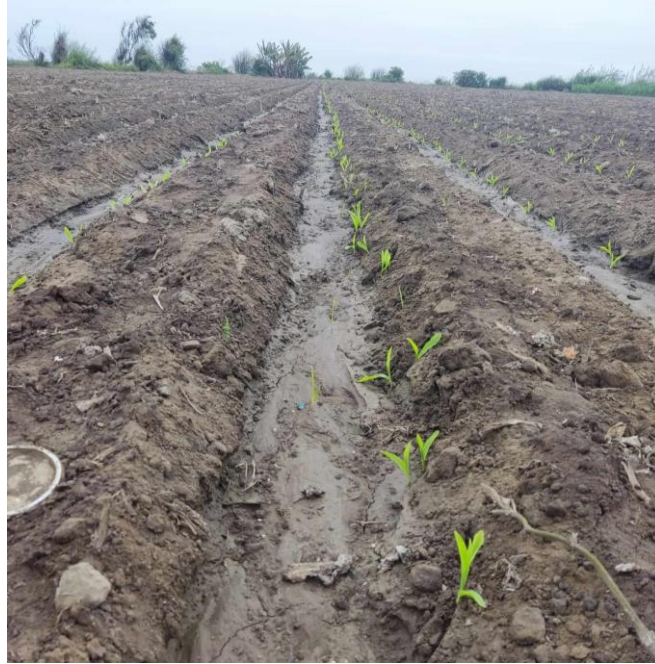


Figura 19. Siembra del maíz amarillo híbrido Dekalb 7500 en campo



Figura 20. Instalación del cultivo de maíz amarillo híbrido Dekalb 7500 en campo



Figura 21. Aplicación del producto Fertigro (8-24-0) al cultivo de maíz



Figura 22. Primera aplicación del producto Fertigro (8-24-0) al maíz a los 20 dds



Figura 23. Segunda aplicación del producto Fertigro (8-24-0) al maíz a los 40 dds



Figura 24. Tercera aplicación del producto Fertigro (8-24-0) al maíz a los 60 dds



Figura 25. Fertilización del cultivo de maíz



Figura 26. Aporque del cultivo del maíz a los 60 días después de la siembra



Figura 27. Evaluación de las mazorcas por planta de maíz híbrido Dekalb 7500



Figura 28. Presentación del ensayo experimental en campo



Figura 29. Medición de altura de planta del maíz amarillo híbrido Dekalb 7500



Figura 30. Estado de madurez del cultivo en campo



Figura 31. Cosecha de mazorcas por tratamientos y bloques en campo



Figura 32. Mazorcas de maíz colocados en la era para su secado de grano



Figura 33. Desgranado del maíz por parcela bajo maquina desgranadora



Figura 34. Medición de la longitud de mazorca del maíz hibrido Dekalb 7500



Figura 35. Medición del diámetro de mazorca del maíz híbrido Dekalb 7500



Figura 36. Medición del número de granos por mazorca de maíz híbrido Dekalb 7500

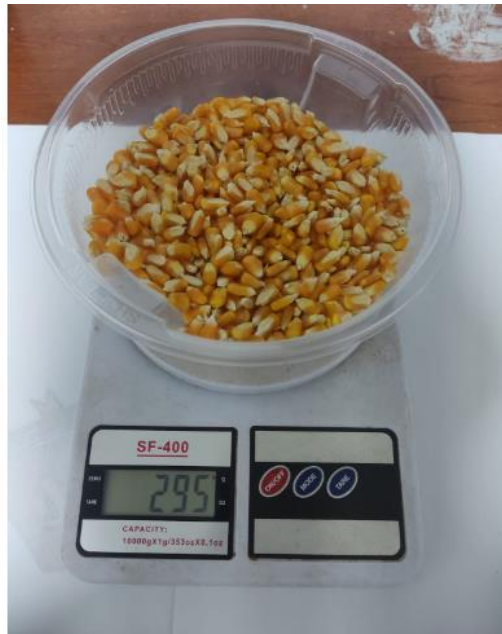


Figura 37. Medición del peso de granos por mazorca del maíz híbrido Dekalb 7500



Figura 38. Medición del peso de 100 granos de maíz híbrido Dekalb 7500