UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

RESPUESTA DE LA FERTILIZACIÓN CON NPK EN LA PRODUCTIVIDAD AGRONÓMICA DEL MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.*)* HÍBRIDO ATLAS 777 EN SUELOS DE RESTINGA DE UCAYALI

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

ISALYS OSAMBELA ABAD

Pucallpa, Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado Evaluador que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentada por **ISALYS OSAMBELA ABAD** denominada **RESPUESTA DE LA FERTILIZACIÓN CON NPK EN LA PRODUCTIVIDAD AGRONÓMICA DEL MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) HÍBRIDO ATLAS 777 EN SUELOS DE RESTINGA DE UCAYALI,** para cumplir con el requisito académico del título profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo **(16) DIECISEIS.**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apta por el Consejo Universitario y recibir el Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del Reglamento para el otorgamiento de Título Profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 11 de agosto de 2023.

Dr. Héctor Arbildo Paredes
Presidente

Ing. Edwin Poquioma Yuimachi, M.Sc.
Secretario

Ing. María Adelaida Pilco Lozano, M.Sc.
Miembro

Ing. José Antonio López Ucariegue, M.Sc.
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Dr. Héctor Arbildo Paredes ..... Presidente

Ing. Edwin Poquioma Yuimachi, M.Sc. ..... Secretario

Ing. María Adelaida Pilco Lozano, M.Sc. ..... Miembro

Ing. José Antonio Lopez Ucariegue, M. Sc. ..... Asesor

Bach. Isalys Osambela Abad ..... Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° VJ0191-2023.

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, titulado:
"RESPUESTA AGROECONÓMICA A LA FERTILIZACIÓN CON NPK DEL MAÍZ AMARILLO DURO (Zea mays L.) HÍBRIDO ATLAS 777 EN CONDICIONES DE VISTA ALEGRE, UCAYALI"

Autor(es)	:	**OSAMBELA ABAD, ISALYS**
Facultad	:	**Ciencias Agropecuarias**
Escuela	:	**Agronomia**
Asesor(a)	:	**Mg. LOPEZ UCARIEGUE, JOSE ANTONIO**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud 9%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: Si Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que Si se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia

Fecha: 31/03/2023

Mg. JOSÉ MANUEL CARDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Isalys Osambela Abad

Autor de la tesis titulada : "Respuesta de la fertilización con NPK en la productividad agronomica del maíz amarillo duro (Zea mays L.) híbrido Atlas 777 en suelos de restinga de Ucayali."

Sustentada el año 2023.

Asesor(a): Ing. José Antonio López Ucariegue M. Sc.

Facultad: Ciencias Agropecuarias.

Escuela Profesional: Agronomía.

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 11 / 08 / 2023

Email: isalisosambelaabad@gmail.com Firma:

Teléfono: 996211557 DNI: 46349481.

DEDICATORIA.

Desde el cielo a mi madre Rocío del Pilar Abad, por su permanente constancia y sacrificio que me brindó en vida y que me permitió impulsar a seguir adelante.

A mi padre Arturo Osambela, por su paciencia y enseñanza.

A mi tía Diana Abad Díaz, por su apoyo incondicional y el aprecio que me tiene.

A mi familia, por el amor que siempre me demuestra.

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad Nacional de Ucayali y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, a través de sus docentes, por los sabios consejos y la buena enseñanza en los años de mi carrera profesional.

Al proyecto FOCAM de la Universidad Nacional de Ucayali, por el apoyo financiero parcial al presente trabajo de investigación.

Al Ing. José Antonio López Ucariegue, asesor de la tesis, por su apoyo constante en la ejecución y revisión del informe de tesis.

A la empresa Cuatro Molinos SAC, en especial a la Ing. Esther Huamán e Ing. Jorge Millones, por el valioso apoyo brindado durante la ejecución de la presente tesis.

A mis compañeros de estudios, con quienes compartí alegrías y tristezas en las aulas universitarias.

ÍNDICE.

Pág.

DEDICATORIA…….. vi

AGRADECIMIENTO…… vii

ÍNDICE……..…….. viii

RESUMEN……..…… xi

ABSTRACT…… xii

LISTA DE CUADROS……..…… xiii

LISTA DE FIGURAS…….…… xiv

I. INTRODUCCIÓN…….…… 1

1.1. Objetivo General……..…….. 3

1.2. Objetivo Específico…..……. 3

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA…….…… 4

2.1. Antecedentes de la investigación……... 4

2.2. Marco Teórico……..……. 8

2.2.1. Descripción botánica.…… 8

2.2.2. Fenología del maíz amarillo duro……..…….…… 9

2.2.3. Requerimiento nutricional del maíz amarillo duro……..…… 12

2.2.4. Fertilización en maíz híbrido……. 13

2.2.5. El maíz híbrido Atlas 777…….. 14

III. MATERIALES Y MÉTODOS……... 16

3.1. Tipo de investigación…….. 16

3.2. Localización del ensayo……..…….. 16

3.3. Duración del ensayo…… 17

3.4. Condiciones ecológicas y climáticas……. 17
3.5. Análisis físico químico del suelo…… 17
3.6. Materiales e insumos……. 17
3.7. Variables estudiadas……... 18
3.8. Operacionalización de las variables……. 19
3.8.1. Rendimiento de grano por ha. ……... 20
3.8.2. Altura de planta. ……... 21
3.8.3. Altura de inserción de mazorca…….. 21
3.8.4. Longitud de mazorca…… 21
3.8.5. Diámetro de mazorca……... 21
3.8.6. Número de hileras de granos por mazorca…….. 22
3.8.7. Número de granos por hilera…….. 22
3.8.8. Peso de 100 granos……. 22
3.8.9. Relación beneficio/costo. …… 23
3.9. Conducción del ensayo……..…….. 23
3.10. Población y muestra……... 26
3.11. Diseño experimental…….. 26
3.12. Dimensiones del área experimental…… 27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN…….. 30
4.1. Rendimiento de grano……. 30
4.2. Altura de planta a la maduración y altura de inserción de mazorca…. 32
4.3. Longitud y diámetro de mazorca…… 36
4.4. Número de hileras de granos por mazorca, número de granos por hilera y peso de 100 granos…… 38
4.5. Relación beneficio/costo……. 43

V. CONCLUSIONES…… 45

VI. RECOMENDACIONES…… 46

VII. LITERATURA CONSULTADA…… 47

VIII. ANEXOS…… 51

RESUMEN.

El ensayo se ubicó en una parcela comercial de la empresa Cuatro Molinos, ubicada en el sector Vista Alegre, en el distrito de Yarinacocha, con el propósito de determinar la productividad agronómica del cultivo de maíz híbrido Atlas 777, mediante la aplicación edáfica de 4 dosis de fertilización química a base de NPK. Los tratamientos probados bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, fueron (T1) 240-160-60 kg de NPK ha^{-1}, (T2) 210-160-50 kg de NPK ha^{-1}, (T3) 260-180-60 kg de NPK ha^{-1} y un testigo convencional (T4) 210-160-60 kg de NPK ha^{-1}. Se evaluaron las variables rendimiento por unidad experimental, rendimiento de grano por ha, altura de planta y altura de inserción de mazorca, longitud y diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, número de granos por mazorca y peso de 100 granos, no encontrándose diferencias estadísticas entre ellas, por efecto de la aplicación de las dosis ensayadas, sin embargo, evaluando el rendimiento económico del ensayo, donde se aplicó la dosis 260-180-60 kg ha^{-1} de NPK, se registró la mejor relación beneficio-costo con un valor de 1.75, lo cual indica que, se puede recobrar el S/.1.00 invertido y obtener S/. 0.75 adicional.

Palabras claves: Suelo aluvial, maíz híbrido, respuesta, fertilización, NPK, rendimiento agroeconómico.

.

ABSTRACT.

The trial was located in a commercial plot of the Cuatro Molinos company, located in the Vista Alegre sector, in the district of Yarinacocha, with the purpose of determining the agronomic productivity of the Atlas 777 hybrid corn crop, through the edaphic application of 4 doses of chemical fertilization based on NPK. The treatments tested under a randomized complete block design with three repetitions were (T1) 240-160-60 kg of NPK ha-1, (T2) 210-160-50 kg NPK ha^{-1}, (T3) 260 -180-60 kg NPK ha^{-1} and a conventional control (T4) 210-160-60 kg NPK ha^{-1}. The variables yield per experimental unit, grain yield per ha, plant height and ear insertion height, ear length and diameter, number of rows per ear, number of grains per row, number of grains per ear and weight were evaluated of 100 grains, not finding statistical differences between them, due to the effect of the application of the doses tested, however, evaluating the economic performance of the trial, where the dose of 260-180-60 kg ha^{-1} of NPK was applied, it was recorded the best benefit-cost ratio with a value of 1.75, which indicates that the S/.1.00 invested can be recovered and S/. 0.75 additional.

Keywords: Alluvial soil, hybrid maize, response, fertilization, NPK, agroeconomic performance.

LISTA DE CUADROS.

En el texto: **Pág.**

Cuadro 1. Características de los tratamientos evaluados…….. 18

Cuadro 2. Cantidad de fertilizantes por aplicación fraccionada (g planta^{-1})…. 20

Cuadro 3. Análisis de varianza……. 27

Cuadro 4. Rendimiento de grano por tratamiento por unidad experimental y por ha…….. 30

Cuadro 5. Altura de planta y altura de inserción de mazorca por tratamiento. 33

Cuadro 6. Longitud y diámetro de mazorca por tratamiento…….. 36

Cuadro 7. Número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y peso de 100 granos de maíz por tratamiento…….…… 39

Cuadro 8. Costos de producción ha^{-1} y relación beneficio/costo por unidad experimental……. 43

En el anexo:

Cuadro 9A. ANVA de rendimiento de grano por ha…… 53

Cuadro 10A. ANVA de altura de planta.…… 53

Cuadro 11A. ANVA de altura de mazorca…….. 53

Cuadro 12A. ANVA de longitud de mazorca…….. 54

Cuadro 13A. ANVA de diámetro de mazorca……. 54

Cuadro 14A. ANVA de número de hileras por mazorca…….. 54

Cuadro 15A. ANVA de número de granos por hilera…… 55

Cuadro 16A. ANVA de peso de 100 granos…….. 55

LISTA DE FIGURAS.

En el texto: **Pág.**

Figura 1. Vista satelital de la ubicación del ensayo……. 16

Figura 2. Croquis de distribución del ensayo…….. 28

Figura 3. Croquis de la unidad experimental…… 29

Figura 4. Rendimiento de grano de maíz ha^{-1} por tratamiento……. 31

Figura 5. Altura de planta a la maduración por tratamiento…… 34

Figura 6. Altura de inserción de mazorca por tratamiento……. 35

Figura 7. Longitud de mazorca por tratamiento…… 37

Figura 8. Diámetro de mazorca por tratamiento…….. 38

Figura 9. Número de hileras de granos por mazorca por tratamiento…….. 40

Figura 10. Número de granos por hilera de mazorca por tratamiento…… 41

Figura 11. Peso de 100 granos por tratamiento…… 42

En el anexo:

Figura 12A. Preparación del terreno. …… 56

Figura 13A. Siembra manual de acuerdo al croquis experimental……... 56

Figura 14A. Fumigación con insecticida. …… 57

Figura 15A. Aplicación de FDA + CLK. …… 57

Figura 16A. Limpieza de malezas…….. 58

Figura 17A. Aplicación con urea……. 58

Figura 18A. Crecimiento vegetativo del maíz……... 59

Figura 19A. Maíz en fase reproductiva…….. 59

Figura 20A. Visita del jurado evaluador y asesor……... 60

Figura 21A. Cosecha total por cada unidad experimental……. 60

Figura 22A. Selección de 10 mazorcas al azar por cada unidad experimental.. 61

Figura 23A. Medida de la longitud de la mazorca, diámetro de mazorca. Conteo visual del número de hilera, conteo del número de grano presente en una hilera…… 61

Figura 24A. Embolsado de 100 granos para peso…….. 62

Figura 25A. Peso total de grano por tratamiento……. 62

I. INTRODUCCIÓN.

El maíz es una gramínea anual, cuya importancia radica en la diversidad de usos que tienen las diferentes partes de la planta, las cuales pueden ser utilizadas como fuente de alimento para los seres humanos y animales mayores y menores, reportando además que el maíz se siembra en todas las regiones del país debido a su gran evolución las cuales cerca de 56% de la superficie propagada corresponde al maíz amarillo duro.

Sin embargo, el Perú desde 1971 importa maíz amarillo duro para satisfacer la creciente y sostenida demanda de nuestro mercado interno, que en la actualidad está entre 65 a 70%. Por esta razón es que el uso de híbridos superiores de maíz constituye la mejor alternativa para lograr incrementos significativos en la producción nacional (Loyola, 2019).

La importancia de este grano es esencial aportando de manera directa e indirecta a las grandes y pequeñas empresas productoras de huevo, carne de aves y es material primordial para la transformación de productos balanceados llegando a ser uno de los eslabones cruciales con la variación del costo en las canastas de las familias peruanas. Sin embargo, el rendimiento por unidad de superficie de este cultivo en el Perú se encuentra por debajo del promedio mundial y el rendimiento en la selva aún es muy inferior al promedio alcanzado a nivel nacional (Campos, 2019).

En el caso de la región Ucayali, el INIEI (2022) reporta que, en los años 2020 y 2021, se sembraron 10600 y 5100 ha de maíz amarillo duro, con una producción de 22800 y 21400 t de grano por año, respectivamente.

Por otro lado, los agricultores dedicados al cultivo de maíz híbrido en nuestra región, realizan el plan de fertilización química, sin tomar en cuenta la fertilidad natural del suelo, y el requerimiento nutricional del maíz híbrido, lo que deviene en elevar los

costos de producción y obtener rendimientos unitarios que no satisfacen la producción obtenida de este cultivo.

Es común que, los agricultores dedicados a la siembra de maíz híbrido adopten tecnologías no adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona, por lo que se requiere investigar “in situ”, el efecto de la fertilización con NPK, con diferentes formulaciones y tomando en cuenta la fertilidad inicial del suelo y el requerimiento nutricional del cultivo manejado en forma intensiva.

Actualmente, los suelos donde se siembra el maíz amarillo duro no cuentan con una adecuada fertilidad natural, por lo que tiene que recurrirse al uso de fertilizantes, para garantizar su crecimiento y producción.

El maíz amarillo duro tiene una alta capacidad para absorber los nutrientes que son requeridos en gran proporción, y más aún si se trata de híbridos, que por su condición tienen un vigor híbrido, que debe ser compensado con una alta tasa de nutrimentos.

Con este criterio, el proyecto de investigación se sustenta porque permitirá identificar una fórmula óptima de NPK, de modo que se pueda generar información de base para generar recomendaciones de dosis de nutrientes adecuadas, considerando tipo de suelo, condiciones climáticas y respuesta genética del cultivo.

Adicionalmente, a través de este proyecto se puede recomendar planes de fertilización química, ya que el rendimiento del cultivo depende de la fertilidad y disponibilidad de los nutrientes que ofrece el suelo, lo cual adicionando adecuados niveles de NPK, va a contribuir a una mayor extracción de nutrientes y actividad fotosintética, que se manifiesta de manera positiva en la producción de la planta.

1.1. Objetivo General.

- Determinar la respuesta de la fertilización con NPK en la productividad agronómica del maíz híbrido Atlas 777 en las condiciones de suelos de restinga de Ucayali.

1.2. Objetivo Específico.

- Evaluar la relación beneficio/costo de los tratamientos en estudio del maíz híbrido Atlas 777 en las condiciones de suelos de restinga de Ucayali.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Antecedentes de la investigación.

Huamanta (2020), realizó una investigación en Rioja (San Martin) con el objetivo de determinar la influencia del compost de residuos sólidos orgánicos domiciliarios en el rendimiento del cultivo de maíz, mediante el diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, con una incorporación de (T1) 225, (T2) 300 y (T3) 375 g de compost por planta y un testigo, además, se realizó un análisis del fertilizante (compost) obteniendo como resultado, materia orgánica de 21,9%, pH de 7,47 y NPK de 1,7, 0.15 y 1.11%, cada uno. Los resultados indican que, el mayor rendimiento se obtuvo con el (T3) con una producción 4.51 t ha^{-1}, seguido por el (T2) con 4.37 t ha^{-1}. Con respecto al costo-beneficio, los tratamientos (T2) y (T3) alcanzaron una relación B/C de 1.16 y 1.07, respectivamente.

Linares (2019), por su parte, realizó una investigación en el Campo de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, con el propósito de evaluar el efecto de 5 dosis de fertilización con NPK sobre el cultivo de maíz híbrido AGRI 340 en un suelo degradado de Pucallpa, bajo un diseño BCA con 5 tratamientos y 4 repeticiones (T1) NPK 100-60-80; (T2) NPK 120-40-40; (T3) NPK 160-60- 60; (T4) NPK 200-80-80 y el (T5) NPK 240-100-100, siendo las fuentes de NPK: urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio. Se concluye que, las características agronómicas a la cosecha como altura de planta (1.84 a 1.94 m) longitud de mazorca (17.1 a 18.4 cm) diámetro de mazorca (4.2 a 4.6 cm) número de granos por mazorca (539 a 624) peso de 1000 granos (329 a 366 g) número de granos por hilera (34 a 39) y para el número de hileras por mazorca

(16) no tuvieron una influencia significativa por efecto de los tratamientos evaluados. De igual forma, las dosis 120-40-40 y 160-60-60 de NPK tuvieron un mejor rendimiento de grano con 5.4 y 4.8 t ha^{-1}, cada uno. Finalmente, la dosis más adecuada para las condiciones del suelo inceptisol y el cultivo es 120-40-40 de NPK.

Cárdenas (2016), realizó un ensayo en Honoria (Huánuco) con el propósito de determinar el efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de 4 híbridos de maíz amarillo duro: (H1) Atlas 105, (H2) Insignia 860, (H3) Agri 201 y (H4) Dekalb 7088, con las dosis (F1) NPK 200-40-160, (F2) NPK 240-100-100+22Ca-44S, y (F3) NPK 260-100-100, bajo un diseño BCA con arreglo en parcelas divididas. Como resultado, las combinaciones H1F2 sobresale en longitud de mazorca (17.1 cm), en el número de granos por hilera y en rendimiento ha^{-1}, destaca la combinación H2F2 con 38.9 granos y 12.11 t ha^{-1}.

Elías (2014), ejecutó una investigación, con el objetivo de evaluar el efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento del maíz híbrido Atlas 105 en condiciones edafoclimáticas de Venenillo-Tingo María. Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 4 tratamientos T1 (260-100-100), T2 (200-40- 160), T3 (180-90-60), T4 (sin fertilización) y 3 repeticiones. Los resultados indican que la dosis T1 presentó mayores promedios en la altura de planta y en la altura de inserción de la mazorca, mientras que la dosis 260-100-100 es la que mejor efecto produce en el rendimiento de maíz amarillo duro por lo que se recomienda su difusión.

Olazo (2014) desarrolló un ensayo en la Universidad Nacional de Ucayali, con la finalidad de evaluar el efecto de tres niveles de fertilización en el rendimiento del maíz híbrido amarillo duro, siendo los niveles: T1: 200-120-100

de NPK, y 30-20 de Ca-Mg, T2:160-90-75 de NPK y 25-15 de Ca-Mg yT3:120-60-50 de NPK y 20-10 de Ca-Mg, y un testigo sólo con agua, todos estos tratamientos aplicados al campo en un sistema de fertirriego por goteo, bajo un diseño BCA con 3 repeticiones. Se concluye que, para el largo y diámetro de mazorca, así como para el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, el tratamiento con 200-120-100 de NPK y 30-20 de Ca-Mg logró los mejores promedios, en cambio, el tratamiento con 160-90-75 de NPK y 25-15 de Ca-Mg mostró los mejores promedios para el peso de 100 granos, y finalmente, para el rendimiento por ha, los tratamientos con 160-90-75 de NPK y 25-15 de Ca-Mg y 200-120-100 de NPK y 30-20 de Ca-Mg, mostraron los mejores promedios seguidos de los tratamientos con 120-60-50 de NPK y el tratamiento solo con agua, siendo los rangos de rendimiento entre 6502.2 a 7756.1 kg ha^{-1}, en comparación al tratamiento solo con agua, el cual obtuvo un rendimiento de 5062.4 kg ha^{-1}.

Mamani (2009) efectuó un ensayo en Vista Alegre Pucallpa, con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de dos formulaciones de fertilizantes compuestos y uno con urea, el rendimiento y la rentabilidad económica del maíz amarillo duro Híbrido INTI 8480, mediante un diseño estadístico de Block Completo Randomizado (BCR) con 3 tratamientos y 3 repeticiones. Los resultados obtenidos a nivel experimental fueron de 12.25 t ha^{-1} con las dosis de 105N-80P_2O_5-80K_2O5Mg-5 S, 10.53 t ha^{-1} para la dosis 125N-90P2O5-60K 2O -5Mg-5 S y 11.85 t ha^{-1} para el testigo con urea, sin diferencias estadísticas entre los tratamientos. Desde el punto de vista técnico - económico, los tratamientos Testigo (138N-0-0-0-0), (urea); presenta mayor relación beneficio - costo, con 1.82, seguido del tratamiento con la dosis 125N-90P2O5

-60K2O - 5Mg-5S) y en último lugar, el tratamiento con la dosis 105N-80P2O5-80K2O -5Mg-5S, con 1.80 y 1.71 respectivamente, los cuales están dentro del rango de aceptación y el porcentaje de ganancia.

Salazar (2006) realizó un ensayo en maíz, en la zona de San José de Sisa (San Martin) con el propósito de evaluar tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización nitrogenada para incrementar la producción del híbrido Inter varietal Varex, bajo un diseño BCR en parcelas divididas con 3 repeticiones. Los factores en estudios fueron: densidades de 50 000, 62500 y 83333 plantas ha^{-1}, mientras que los niveles de fertilización nitrogenada fueron 0, 120, 150 y 180 kg de N ha^{-1} aplicados con una sola dosis de 80 kg de P_2O_5 y 60 kg de K_2O. De los resultados obtenidos, se determinó que con 50,000 plantas ha^{-1}, se obtuvo los mayores rendimientos (5,6 t ha^{-1}) y en cuanto a los niveles de fertilización nitrogenada con 150 y 180 kg de N ha^{-1}, se logró mayor rendimiento (4.9 t ha^{-1}), cada uno) y en cuanto a la interacción densidad por niveles de N sobresalieron los tratamientos 50,000 plantas ha^{-1} con 150 kg de N ha^{-1} y con 180 de N ha^{-1} con rendimientos de 5.9 y 5.6 t ha^{-1}, respectivamente.

Paredes (2001) instaló un ensayo en un entisol de Pucallpa, con el propósito de determinar el efecto de la fertilización nitrogenada mediante 4 niveles de N: 0, 50, 100, 150, y 200 kg ha^{-1}, en el cultivo de maíz M28T, bajo un diseño de Bloques completos al azar con 4 repeticiones. Desde el punto de vista técnico-económico se determinó que, aplicando 50 y 100 kg de N ha^{-1}, se obtuvo rendimientos similares de 6816 y 7505 kg ha^{-1}, cada uno, y una relación beneficio-costo de 1.38 y 1.41, respectivamente.

2.2. Marco Teórico.

2.2.1. Descripción botánica.

Rimachi (2006), señala que, el maíz es una planta temporal de exuberancia con tallo hueco y sencillo, sin ramas, el tallo presenta nudos y entrenudos lisos erecto hueco por dentro, con medidas de 150 cm a 230 cm de longitud, la mayoría presentan un grosor de 3 a 5 cm. Por los nódulos cercanos al suelo, nacen las raíces de anclaje para un mejor aprovechamiento de los nutrimentos y del agua y brindarle una mayor sostenibilidad y resistencia al tumbado de la planta, en todo el tallo podemos encontrar hasta 40 hojas tiene dos tipos de inflorescencias, la masculina se encuentra en el ápice superior con unos 50cm de longitud y la femenina se encuentra en la parte intermedia de la planta con una medida de hasta 35 cm de longitud. Las plantas de maíz en trópico son de una estructura más robusta y con un porte más alto con bastantes hojas un sistema radicular con bastantes raíces adventicias con un eje principal presentando una ramificación esta se convierte en una mazorca cubierta por hojas o brácteas es la inflorescencia femenina que almacena una gran cantidad de reservas en la parte superior podemos encontrar a la inflorescencia masculina quien genera una gran cantidad de polen que fecunda a la flor femenina.

Rimachi (2006), menciona que el ovario de maíz es muy diminuto y tienen como medida unos 3mm de longitud como máximo, sin embargo, a los cincuenta días de la siembra en la época de floración se presentan los pistilos con unos 20 a 40 cm de longitud con un estigma en el ápice que después de cumplir su ciclo se desecan, los maíces durante su etapa fisiológica presentan un color

blanquecino dorado amarillo y rojizo. Las floraciones unisexuales se desarrollan en partes distintas de la planta, al inicio ambas inflorescencias tienen primordios bisexuales finalmente son abortados manteniéndose solo la flor femenina conocida como mazorca y la flor masculina conocida también como espiguillas o flor masculina.

De igual forma, Campos (2019), señala que, el polen contiene un gran valor nutricional proteínas y aminoácidos es trinuclear se encuentra cubierto por los estambres estos tienes pelos o también llamados tricomas que protegen con gran eficacia el grano de polen. Al momento de la polinización no se genera problemas de protandrías ya que el gineceo madura en el mismo tiempo que los estambres cumpliéndose una eficaz polinización.

La mazorca o fruto presenta indehiscencia cada grano se designa cariópside, el pericarpio esta fusionado con la testa y la epidermis formando una capa protectora para el fruto el embrión de es un diploide y el endospermo un triploide, el pericarpio compone alrededor de 4 a 5% del total la aleurona de 2 a 3% el embrión promedio de 11 a 12% y el órgano primordial el endospermo con un 80 – 85% lo demás lo conforman la piloriza y el pedicelo (Campos, 2019).

2.2.2. Fenología del maíz amarillo duro.

Barandiarán (2020), señala las etapas fenológicas del maíz amarillo duro:

Estados vegetativos de la planta de maíz:

- **Estado V1:** Aparece la primera hoja embrionaria, que se caracteriza por tener su borde terminal redondeado. El punto de crecimiento está entre 2.5 - 3.8 cm bajo la superficie del suelo. Se le denomina punto de

crecimiento al meristemo apical, donde se está iniciando la formación de todas las partes vegetativas y reproductivas de la planta.

- **Estado V3:** El punto de crecimiento sigue bajo el suelo. La destrucción de la parte aérea de la planta no la mata y no tiene un efecto significativo en el rendimiento, ya que no afecta el punto de crecimiento de la planta. Se inicia la formación de las hojas y mazorcas que tendrá la planta. Se necesita controlar la presencia de insectos que atacan al follaje y asegurar que no haya competencia con malezas.

- **Estado V5:** El punto de crecimiento se encuentra a nivel de la superficie del suelo, se completan las hojas y mazorcas, y se inicia la formación de la panoja. La planta tiene una altura de alrededor de 20 cm. Es importante tener el campo libre de malezas.

- **Estado V6:** El punto de crecimiento con el meristemo de la panoja, se encuentra sobre la superficie del suelo. Se inicia el crecimiento rápido del tallo; por lo tanto, la demanda de nutrientes es alta. Es necesaria la aplicación de N, en suelo húmedo, hasta antes del estado V8.

- **Estado V9:** La panoja inicia un crecimiento rápido, y el tallo continúa su rápido desarrollo. Los retoños de las mazorcas inician su desarrollo en cada uno de los nudos por encima del suelo, excepto los 6 - 8 nudos debajo de la panoja. La demanda de agua y nutrientes es muy grande.

- **Estado V12:** Se está determinando el número de granos potenciales (óvulos) y el tamaño de la mazorca. El número de hileras ya está establecido, más no el número de granos por hilera, el cual se define en

el estado V17. En este estado la deficiencia de nutrientes y la falta de humedad causan la reducción del número potencial de semillas y el tamaño de la mazorca.

- **Estado V15:** Es fundamental que a partir de este estado el campo tenga suficiente humedad, por lo menos hasta después de una semana luego de ocurrido el estado R1, ya que la falta de agua puede reducir significativamente el rendimiento.

- **Estado V18:** La mazorca ya es visible y continúa su rápido desarrollo.

- **Estado VT:** La planta alcanza su tamaño máximo. Se inicia la antesis.

Estados reproductivos de la planta de maíz:

- **Estado R1:** Los estigmas están siendo polinizados. Las brácteas (pancas) alcanzan su tamaño máximo entre R1 - R2. La falta de humedad, puede afectar la polinización y producir un pobre desarrollo de los granos.

- **Estado R2 o estado ampolla:** La mazorca alcanza su máximo tamaño. Los estigmas comienzan a secarse. El embrión ya es visible. Se inicia una rápida acumulación de materia seca. Los granos tienen 85% de humedad.

- **Estado R3 o estado lechoso:** Tres semanas después de la floración. El embrión crece muy rápido, lo mismo que la acumulación de materia seca. El contenido de humedad es 80%.

- **Estado R4 o estado pastoso:** Cuatro semanas después de floración. Las hojas embrionales y las raíces seminales, ya se han formado. Continúa la acumulación de materia seca. Los granos comienzan a estrecharse dentro de las hileras de la mazorca. El contenido de humedad es 70%.

- **Estado R5 o estado dentado:** Siete semanas después de floración. Los granos empiezan a secarse a partir de la parte superior. El contenido de humedad es 75%.

- **Estado R6 o estado de madurez fisiológica:** Ocho semanas después de floración. Los granos alcanzan su total desarrollo. El contenido de humedad está entre 30 - 35%. A partir de este momento, el maíz ya está listo para su cosecha.

2.2.3. Requerimiento nutricional del maíz amarillo duro.

Campos (2019) sostiene que el N es requerido mayormente por la planta de maíz, antes de la floración hasta 25 o 30 días después de la misma, y cuando la planta no absorbe suficiente N, las hojas muestran los típicos síntomas de amarillamiento, extendiéndose esta coloración a lo largo de la nervadura central, lo que ocasiona una disminución del vigor, hojas pequeñas y mazorcas vacías de granos.

Respecto al P, Cárdenas (2016) menciona que, es requerido en pequeñas dosis, pero es imprescindible en las etapas fenológicas tempranas para impulsar el desarrollo de brotes y follaje.

Las plantas absorben cerca de 85 kg de P_2O_5 por ha, pero sus dosis dependen igualmente del tipo de suelo presente ya sea rojo, amarillo o suelos negros. El fósforo da vigor a las raíces. Su déficit afecta a la fecundación y el grano no tiene un buen llenado (Linares, 2019).

En relación a la absorción de K, el autor indica que, se produce principalmente durante el periodo de crecimiento vegetativo y el requerimiento de los granos se ha estimado en cerca del 25% del K absorbido, y de igual modo la carencia de este elemento se manifiesta visualmente con la desecación de los bordes de las hojas.

También manifiesta que el K en el maíz es requerido en altas dosis, equivalentes a las de N, ya que su absorción está próxima a los 200 kg ha^{-1}, y la mayoría se usa para la elongación del tallo y las hojas.

2.2.4. Fertilización en maíz híbrido.

Noriega (2001) señala que, en promedio seis toneladas de maíz extraen del suelo 160 kg de N, 75 de P y 130 de K; por esto el maíz es considerado como un cultivo agotante del suelo. El N es absorbido, en un inicio, en forma lenta por la planta, se acelera y adquiere gran velocidad de absorción a partir del aporque hasta la floración. El P se acumula a ritmo lento al comienzo y se acelera al mismo momento que el nitrógeno, pero a un ritmo constante; en cambio el K se absorbe en forma muy acelerada y a la floración ya culmina su absorción. Normalmente en los primeros 60 cm de profundidad se encuentra el mayor porcentaje de raíces activas al momento de floración.

Asimismo, señala que, en un plan de abonamiento se debe decidir a los nutrientes que se van a considerar, siendo imprescindible el empleo del N, por-

que es el nutriente más importante para el maíz y porque se tiene muy poca disponibilidad natural. El segundo nutriente es el P, porque en los suelos presentan niveles bajos a medios de este elemento; en cambio se tiene contenido alto a muy alto de K, por lo que se debe considerar formulas balanceadas de los tres nutrientes.

Los fertilizantes pueden aplicarse al voleo o en forma localizada; normalmente en el maíz se tiene que aplicar en forma localizada, cubriendo la mezcla de fertilizante, porque hay riesgo de pérdida de N por volatización. La aplicación al voleo puede hacerse cuando se va a utilizar una dosis muy alta de nutrientes y tenemos que fraccionar el total de fertilizantes para facilitar su aprovechamiento (Noriega, 2001).

El autor indica también que, el N se tiene que aplicar en forma fraccionada, la mitad de la dosis cuando las plantas han emergido y la segunda mitad inmediatamente antes del aporque. El P y el K tienen que aplicarse lo antes posible, por eso se recomienda aplicarlos mezclados junto con la primera dosis del N. En condiciones especiales, de suelos muy sueltos y alta permeabilidad puede fraccionarse la dosis de nitrógeno en tres partes, una a la siembra, otra al aporque y la tercera antes de la floración.

2.2.5. El maíz híbrido Atlas 777.

INTEROC (2015), empresa creadora de Atlas 777 menciona que, es un híbrido simple de génesis de los trópicos cálidos con un alto potencial en la producción agrícola elaborado principalmente para una agricultura extensiva con bajos y altos índices de tecnológicos, con una elevada adaptabilidad a todos los territorios maiceras de nuestro país.

En lo que se refiere a su morfología, es una planta con apariencia de tamaño mediano y una eficacia robusta con foliolos verde brilloso, folios anchos y semi paradas. Raíces con buen anclaje, profunda brindándole resistencia a la planta y mayor absorción de nutrimentos. Tolerancia a enfermedades Presentan un elevado potencial en sus caracteres genéticos para resistir a enfermedades del follaje como la “Mancha de asfalto”, Monographella maydis y Coniothirium phyllachorae) y “Punta loca” o “mildiu velloso” (INTEROC, 2015).

Entre sus características, INTEROC (2015), menciona a las siguientes:

Características del cultivo:

- Clase de híbrido: Simple.
- Longitud de planta: 200 – 220 cm.
- Altura de mazorca: 100 – 110 cm.
- Posición de la hoja: Semi erguidos.
- Resistente al tumbado: Excelente.
- Enfermedades: Bastante tolerante.
- Virosis: Efectivamente resistente.

Características de la mazorca:

- Grano: Rojizo.
- Arquetipo del grano: Corneo dentado.
- Cantidad de Hileras por mazorca: 15 – 18.
- Granos por hilera: 32 – 37.
- Porcentaje para desgranado: 81 – 82%.
- Eficiencia de producción: Alto.
- Densidad de siembra (pl./ha.): 72000 – 78000.
- Densidad para cosecha (pl./ha.): 65000 – 70000.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Tipo de investigación.

La investigación fue de tipo experimental, de campo, observacional, comparativa, con el propósito de comprobar la veracidad de la hipótesis planteada, mediante protocolos y método previamente establecidos.

3.2. Localización del ensayo.

El ensayo fue instalado en una parcela de maíz de la empresa Cuatro Molinos SAC, ubicada en el sector Vista Alegre distrito de Yarinacocha, cuyas coordenadas geográficas son:

- Latitud: 8°20´25´´ Sur.
- Longitud: 74°31´14´´ Oeste.
- Altitud: 147 msnm.



Figura 1. Vista satelital de la ubicación del ensayo.

3.3. Duración del ensayo.

El ensayo se desarrolló desde el mes de junio del 2022 y culminó en diciembre del mismo año, con una duración de 7 meses.

3.4. Condiciones ecológicas y climáticas.

Según el Sistema Holdridge, la zona donde se ubica la parcela experimental estuvo clasificada como “Bosque húmedo tropical” y según la clasificación de los bosques amazónicos, pertenece al ecosistema “bosque tropical semi-siempre verde estacional” (Aybar et al., 2017).

3.5. Análisis físico químico del suelo.

Antes de ejecutar el ensayo, se extrajo una muestra compuesta de 300 g de suelo de los primeros 20 cm del suelo experimental, cuyos resultados se aprecian en el Anexo 1.

Los resultados del análisis indican que se trata de un suelo con una textura arcillo limosa, con predominancia de limo (56.7%), pH ligeramente alcalino (8.12), escasa materia orgánica (1.21%), y N total (0.06%), así como de P disponible (7.36 mg kg^{-1}) y de bases cambiables, a excepción del Ca (6.53 cmol kg^{-1}). Igualmente, presenta una baja saturación alumínica (2.12%) y capacidad de intercambio catiónico CIC (9.42 cmol kg^{-1}).

3.6. Materiales e insumos.

Los insumos utilizados en la investigación fueron: Semilla de maíz híbrido Atlas 777, Activador + 777, Urea (46% N), Fosfato diamónico (46% P_2O_5 y 18%

N), Cloruro de Potasio (60% K_2O), Insecticida y Herbicida.

Los materiales empleados fueron: Palas rectas, Machetes, Cordel de hilo de 30 m, Wincha de 50 m, Banner de identificación, Bolsas ziploc, Sacos de polipropileno, Balanza tipo reloj del 10 kg, Balanza analítica, Libreta de campo, Útiles de escritorio, Calculadora científica, Laptop Intercore i7.

3.7. Variables estudiadas.

En el caso de las variables independientes, se consideró las cuatro dosis de fertilización con NPK, las tres primeras dosis fueron propuestas tomando en cuenta el análisis de caracterización del suelo de la parcela ubicada en el sector Vista Alegre Yarinacocha y al requerimiento nutricional del híbrido Atlas 777, y el cuarto tratamiento fue definido como un tratamiento convencional, en función al plan de abonamiento anual que utiliza la empresa Cuatro Molinos SAC para el cultivo de maíz híbrido.

Cuadro 1. Características de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Dosis NPK (kg ha^{-1})	Fertilizantes (kg ha^{-1})		
		Urea	FDA	ClK
T1	240 - 160 - 60	390	350	100
T2	210 - 160 - 50	320	350	80
T3	260 - 180 - 60	410	390	100
T4	210 – 160 - 60	320	350	100

Variables Dependientes:

- Rendimiento de grano.
- Altura de planta.

- Altura de inserción de mazorca.
- Longitud de mazorca.
- Diámetro de mazorca.
- Número de hileras de granos por mazorca.
- Número de granos por hilera.
- Peso de 100 granos.
- Costos de producción.

3.8. Operacionalización de las variables.

En el caso de las variables independiente, se desarrolló de la siguiente forma:

Los tratamientos probados que tenían las diferentes dosis en mezcla de NPK, se pesaron previamente, con ayuda de una balanza digital en el mismo campo experimental. Como la fertilización fue fraccionada en tres partes, la primera aplicación se llevó a cabo a los 14 días después de la siembra, con las dosis completas de P y K (a base de FDA y ClK), como se aprecia en el Cuadro 2 cuando la planta de maíz tenía entre 5 a 6 hojas. La aplicación fue directa al suelo, a 10 cm de la planta, con ayuda de un tacarpo, procediéndose luego a tapar los fertilizantes con tierra.

La segunda fracción fue efectuada a los 15 días posteriores a la primera fracción, aplicando el 70% de N (Cuadro 2). La aplicación fue directa al suelo, a 10 cm de la planta, con ayuda de un tacarpo, procediéndose luego a tapar el fertilizante con tierra.

La tercera fracción se efectuó aplicando el 30% restante de N (Cuadro 2), a los 10 días después de la segunda fracción. La aplicación fue directa al suelo,

a 10 cm de la planta, con ayuda de un tacarpo, procediéndose luego a tapar el fertilizante con tierra.

Cuadro 2. Cantidad de fertilizantes por aplicación fraccionada (g planta^{-1})

N°	Dosis NPK	1ra aplicación (P+K)	2da aplicación (70% de N)	3ra aplicación (30% de N)
1	240-160-60	7.75 g de FDA + ClK	3.85 g de urea	1.65 g de urea
2	210-160-50	7.53 g de FDA + ClK	3.64 g de urea	1.56 g de urea
3	260-180-60	7.85 g de FDA + ClK	4.55 g de urea	1.95 g de urea
4	210-160-60	6.80 g de FDA + ClK	3.60 g de urea	1.53 g de urea

Para el caso de las variables dependientes, se procedió de la siguiente manera:

3.8.1. Rendimiento de grano por ha.

Esta evaluación fue desarrollada en base al peso de granos por cada unidad experimental, para lo cual se procedió a pesar por separado, los granos del total de las mazorcas por cada tratamiento, con ayuda de una balanza tipo reloj en la misma parcela. Con el registro del peso de granos por cada unidad experimental, se aplicó la siguiente fórmula, para expresar el rendimiento de grano por ha:

Rendimiento (kg ha^{-1}) = Peso de grano (kg) por unidad experimental x número de plantas por ha/número de plantas por unidad experimental.

Los datos de rendimiento por ha fueron anotados en la libreta de campo, para su posterior tabulación.

3.8.2. Altura de planta.

Esta evaluación se realizó cuando la planta de maíz alcanzó su máximo crecimiento (90 días después de la siembra), midiendo la altura de planta a partir de la base del cuello de la planta hasta el nudo donde se inserta la hoja bandera con el tallo, con ayuda de una regla graduada de madera, evaluándose la altura a 8 plantas centrales de las dos hileras centrales de cada unidad experimental. Los datos de la evaluación fueron anotados en la libreta de campo.

3.8.3. Altura de inserción de mazorca.

Esta evaluación se realizó cuando la planta de maíz alcanzó su máximo crecimiento (100 días después de la siembra), midiéndose desde la base del tallo hasta el nudo del tallo donde se origina la mazorca superior, a las mismas 8 plantas centrales de las 2 hileras centrales que fueron tomadas para altura de planta, con la ayuda de una regla graduada de madera. Los datos de la evaluación fueron anotados en la libreta de campo.

3.8.4. Longitud de mazorca.

Para esta evaluación, se seleccionaron 8 mazorcas al azar por cada unidad experimental, y utilizando una cinta métrica que se colocó sobre una superficie plana, se ordenaron las 8 mazorcas de maíz secuencialmente y luego se procedió a medir la longitud de la mazorca desde la base hasta la punta de cada una, registrándose los datos en la libreta de campo.

3.8.5. Diámetro de mazorca.

Para esta evaluación, se seleccionaron 8 mazorcas al azar por cada

unidad experimental, y utilizando un vernier mecánico, se midió el diámetro de la parte central de cada una de las mazorcas, registrándose los datos en la libreta de campo.

3.8.6. Número de hileras de granos por mazorca.

La evaluación del número de hileras de granos por mazorca se realizó en las 8 mazorcas obtenidas por cada unidad experimental, mediante el conteo visual del número de hileras de granos de cada mazorca, y anotando el registro en la libreta de campo.

3.8.7. Número de granos por hilera.

La evaluación del número de granos por hilera se realizó en las mismas 8 mazorcas seleccionadas por cada unidad experimental, efectuándose el conteo del número de granos presentes en una hilera seleccionada al azar por cada mazorca, anotándose los datos en la libreta de campo.

3.8.8. Peso de 100 granos.

La evaluación del peso de 100 granos de maíz se realizó, primero desgranando las 8 mazorcas de cada tratamiento por separado y luego se agruparon por cinco muestras de 100 granos de maíz cada una, para pesarlas por separado en una balanza analítica en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, anotando los pesos respectivos en la libreta de campo.

3.8.9. Relación beneficio/costo.

Esta evaluación consistió en tomar en cuenta los costos fijos y los costos variables para estimar el valor de la relación B/C de cada tratamiento.

En el indicador costos fijos se ha considerado los gastos en semillas, jornales para la preparación de terreno, siembra, control manual de malezas, aplicación de insecticidas y cosecha, así como la adquisición de costales y mantas de polipropileno durante la fase de cosecha. Los costos variables fueron los fertilizantes a base de NPK.

En relación al ingreso bruto por tratamiento, se consideró el rendimiento de grano por ha de cada tratamiento por el precio actual de mercado local para grano de maíz amarillo duro, que está en S/. 5.50 por kg.

El indicador utilidad neta por ha fue establecida considerando el ingreso bruto por ha menos el costo de producción por ha (costos fijos + costos variables) y, finalmente la relación beneficio costo fue calculada, dividiendo el ingreso bruto por ha sobre el costo de producción por ha.

3.9. Conducción del ensayo.

La conducción del ensayo contempló las siguientes actividades:

El día 21 de junio del 2022 se extrajo cinco muestras simples de suelo de 200 g cada una a 20 cm de profundidad, de toda el área experimental. El procedimiento para extraer las muestras simples fue usando el método de zigzag, tomando en cuenta los 4 puntos extremos de la parcela y el punto central. Luego se mezclaron las muestras simples y se obtuvo una muestra compuesta de 500 g de peso, la cual fue secada, tamizada y llevada al Laboratorio de Suelos del INIA Pucallpa, para su análisis de caracterización. Los

resultados se observan en el Anexo 1.

El mismo día, se efectuó la preparación del terreno, mediante una pasada de rastra semi-pesada hasta dejar el terreno completamente mullido. Adicionalmente, a 8 días después, se realizó la quema de los rastrojos que quedaron como producto de la preparación del terreno.

El día 30 de junio del 2022 se realizó el alineamiento de cada unidad experimental, tomando en cuenta los tratamientos y las repeticiones, así como las medidas de cada unida experimental. El mismo día, se procedió a incorporar a las semillas, un sobre de 10 g del bio-estimulante natural $^{+}$MAZ 777, que tiene como composición: 1.05% de bioestimulantes naturales, 4.58% de N, 2.24% de B y 0.03% de Mo. El activador se impregna en la semilla y estimula la germinación uniforme, luego se incorporó 10 g del insecticida agrícola Semevin (Thiodicarb 31.5%), con la finalidad de proteger a la semilla de los insectos-plaga del suelo hasta por un periodo de 15 días después de la siembra, y, una vez incorporado los 2 componentes, se procedió a remover bien la semilla de maíz hasta uniformizar y quedar listo para la siembra.

El 01 de julio del 2022, se realizó la siembra de la semilla en forma manual de acuerdo al croquis experimental, obteniendo 4 filas de 10 plantas cada una, con la ayuda de un tacarpo, depositando 2 semillas por hoyo, luego tapando con tierra para asegurar una buena germinación, con un distanciamiento de 0.80 m entre surcos y 0.40 m entre plantas. La germinación se inició a los 5 días después de la siembra.

El 10 de julio del 2022, a los 10 días después de la siembra, se efectuó la aplicación del insecticida agrícola Rapaz (Thiamethoxam 141 g/L + Lambda-cyhalothrin 106 g/L), para control de barrenador de tallo (Diatraea sacharallis) el

cual, afecta directamente el sistema nervioso central del insecto, provocando parálisis y finalmente la muerte.

El 14 de Julio del 2022, se desarrolló la aplicación de la primera fracción de las dosis de NPK, tomando en cuenta los fertilizantes Fosfato diamónico y Cloruro de potasio.

El 21 de Julio del 2022 se realizó la fumigación con Rapaz, Insecticida agrícola, así como la limpieza manual de las malezas del área experimental.

El 10 de agosto del 2022 se desarrolló la segunda aplicación de fertilizante nitrogenado a base de urea.

El 12 de agosto del 2022 se aplicó el insecticida agrícola.

El 20 de agosto del 2022, a los 50 días después de la siembra, se realizó la tercera aplicación de fertilizante con urea.

El 25 de agosto del 2022 se inició la floración del maíz.

El 27 de agosto del 2022 se evaluó la altura de planta de las 8 plantas centrales de las 2 hileras centrales de cada unidad experimental.

El 06 de setiembre del 2022, se evaluó la altura de mazorca a las mismas 8 plantas centrales de las 2 hileras centrales, desde la base del tallo hasta el nudo del tallo donde se origina la mazorca. Para ello, se contó con la ayuda de una wincha de 3 m.

El 18 de setiembre del 2022, se realizó el control manual de las malezas en cada unidad experimental.

El 27 de setiembre del 2022, se llevó a cabo la visita de los miembros del Jurado Evaluador y Asesor de la tesis.

Los días 11 de octubre y 08 de noviembre del 2022, se efectuó los deshierbos manuales en cada unidad experimental.

El 22 de noviembre del 2022, se realizó la labor de cosecha de maíz de las 12 unidades experimentales. El mismo día se procedió a pesar las mazorcas recién salidas del campo, con ayuda de una balanza tipo reloj.

El 24 de noviembre del 2022, se efectuó la medición de las variables longitud y diámetro de mazorca, seleccionando 8 mazorcas al azar por cada unidad experimental y con ayuda de una regla graduada y un vernier mecánico. Esta labor se efectuó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

El 06 de diciembre del 2022, se llevó a cabo la evaluación del número de hileras por mazorca, número de granos por mazorca, así como el peso de 100 granos, con ayuda de una balanza analítica en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

3.10. Población y muestra.

La población estuvo representada por las 360 plantas de maíz híbrido Atlas 777, mientras que la muestra estuvo compuesta por 96 plantas, que resultan de las 8 plantas netas evaluadas por las 12 unidades experimentales, estimándose una representatividad del 27%.

3.11. Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado en el ensayo fue de Bloques completos al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones y para el caso de comparaciones entre tratamientos se usó la prueba de Duncan al 5% de significación.

El modelo matemático fue el siguiente:

$$Yuj = U + Ti + Ej + Eij$$

Donde:

Yuij = observación debida al i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

Ti = efecto del i-ésimo tratamiento.

Bj = efecto de la j-ésima repetición.

Eij = efecto del error experimental.

Cuadro 3. Análisis de varianza.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Repeticiones	3 – 1 = 2
Tratamientos	4 – 1 = 3
Error experimental	(3-1) (4-1) = 6
Total	(4) (3) – 1 = 11

3.12. Dimensiones del área experimental.

Del área total:

- Largo: 16.00 m.
- Ancho: 20.00 m.
- Área: 320.00 m^2.
- Número total de plantas: 360 plantas.

De las repeticiones:

- Número de repeticiones: 3.
- Largo: 4.00 m.
- Ancho: 16.00 m.
- Área: 64.00 m^2.

- Número de plantas por repetición: 120 plantas.
- Separación entre repeticiones: 1.00 m.

De la unidad experimental:

- Número de unidades experimentales: 12.
- Largo: 4.00 m.
- Ancho: 3.20 m.
- Área: 12.8 m^2.
- Número de hileras por unidad experimental: 4 hileras.
- Distancia entre hileras: 0.80 m.
- Distancia entre plantas: 0.40 m.
- Número de plantas por hilera: 10 plantas.
- Número de plantas por unidad experimental: 40 plantas.
- Separación entre unidades experimentales: 1.00 m.

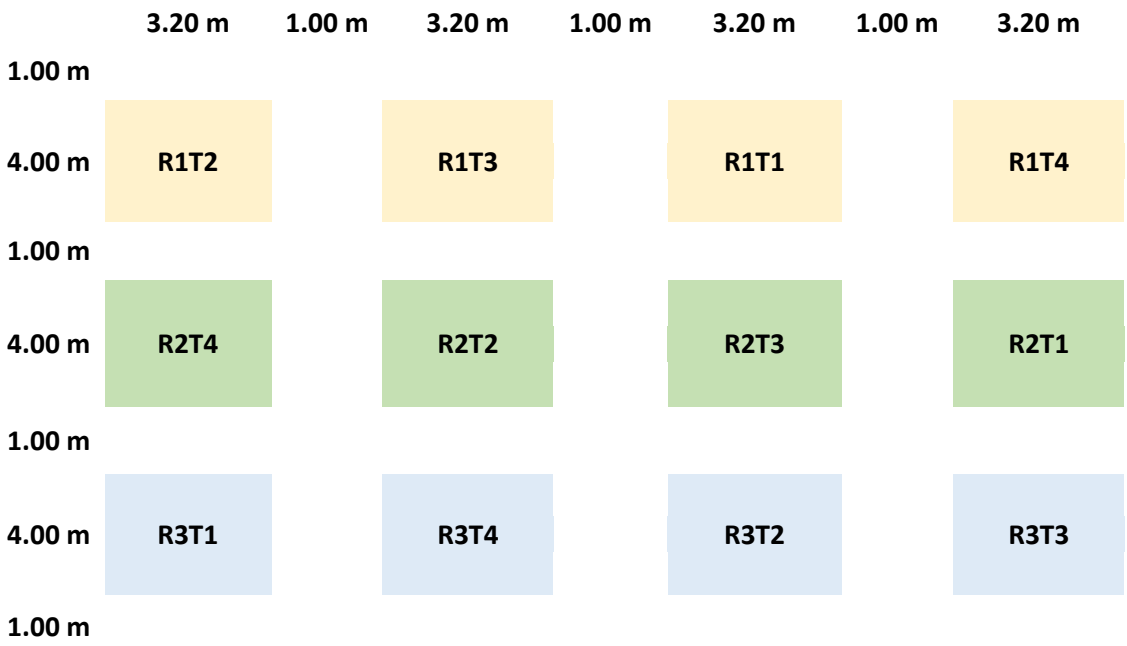


Figura 2. Croquis de distribución del ensayo.

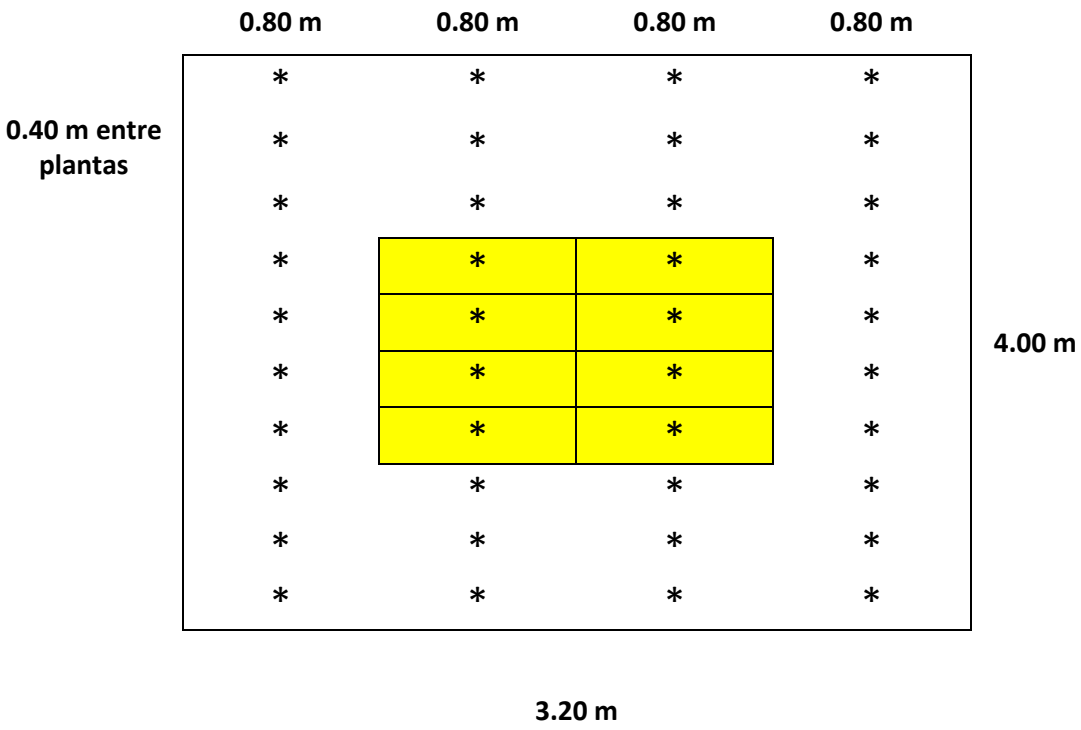


Figura 3. Croquis de la unidad experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Rendimiento de grano.

El análisis de varianza mostrado en el Cuadro 4 y Figura 4 para la variable rendimiento de grano por unidad experimental (cuya área fue de 12.8 m^2), determinó no haber diferencias significativas entre los tratamientos T1 (240-160-60 kg de NPK ha^{-1}), T2 (210-160-50 kg de NPK ha^{-1}) y T3 (260-180-60 kg de NPK ha^{-1}), frente al testigo convencional T4 (210-160-60 kg de NPK ha^{-1}), quienes registraron sucesivamente, 4.86, 4.88, 4.89 y 4.63 kg de grano por unidad experimental.

Cuadro 4. Rendimiento de grano por tratamiento, por unidad experimental y por ha.

Tratamiento.	Dosis NPK (kg ha^{-1})	Rendimiento de grano por unidad experimental (*) (kg)	Rendimiento de grano por ha (*) (kg)
T1	240 - 160 - 60	4.86 a	3796.9 a
T2	210 - 160 - 50	4.88 a	3803.2 a
T3	260 - 180 - 60	4.89 a	3819.4 a
T4	210 – 160 - 60	4.63 a	3621.6 a

(*) Letras iguales en la misma columna indica que no hay diferencias entre tratamientos.

De similar forma, la evaluación de la variable rendimiento de grano por ha, estableció que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos T1 (240-160-60 kg de NPK ha^{-1}), T2 (210-160-50 kg de NPK ha^{-1}), T3 (260-180-60 kg de NPK ha^{-1}) y T4 (210-160-60 kg de NPK ha^{-1}), los cuales alcanzaron 3696.9,

3803.2, 3819.4 y 3621.6 kg de grano ha^{-1}, respectivamente, conforme se observa en el Cuadro 4.

Al discutir los resultados del ensayo para esta variable, debemos considerar especialmente al N, como uno de los nutrientes aplicados al suelo y que más limita el rendimiento del maíz, participando en la síntesis de proteínas y su deficiencia en la planta, provoca reducciones severas en la tasa de crecimiento y expansión foliar que reduce la captación de la radiación solar y por consiguiente un menor rendimiento (Olazo, 2014).

En este sentido, la respuesta de rendimiento encontrado en el ensayo se considera que no respondió a las expectativas de la expresión de vigor híbrido que tiene el maíz Atlas 777, probablemente por causa de factores ambientales como la escasa precipitación pluvial durante la fase de crecimiento, lo cual no le permitió absorber eficientemente los nutrientes NPK aplicados y convertirlos en los fotosintatos que necesita la planta para expresar su potencial de rendimiento agrícola.

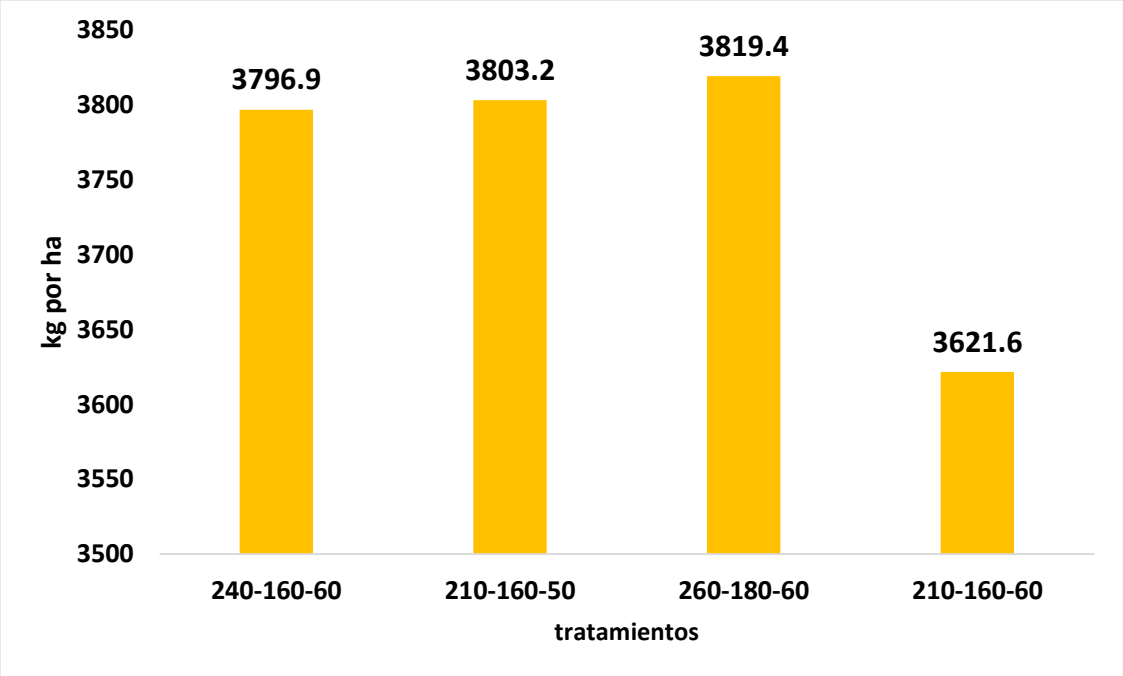


Figura 4. Rendimiento de grano de maíz ha^{-1} por tratamiento.

Al comparar nuestros resultados, observamos que, Huamanta (2020) en Rioja-San Martin, condujo un ensayo con el objetivo de determinar la influencia de 225, 300 y 375 g de compost por planta de maíz sobre el rendimiento, obteniendo un promedio mayor de 4510 kg de grano ha^{-1}, cuando aplicó la dosis de 375 g de compost por planta, mientras Linares (2019) en Pucallpa, trabajando con el hibrido Agri 340 en un suelo ácido de Pucallpa, obtuvo mayores rendimientos de 5400 y 4800 kg de grano ha^{-1}, cuando aplicó las dosis de 120-40-40 y 160-60-60 kg ha^{-1} de NPK.

Igualmente, se reporta los resultados de Cárdenas (2016) en Honoria-Huánuco, quien, probando el efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de 4 híbridos de maíz amarillo duro, obtuvo un rendimiento de grano mayor al nuestro de 12 110 kg de grano ha-^{1}, cuando combinó el híbrido Atlas 105 con la dosis de 240-100-100-22-44 kg ha^{-1} de NPK+Ca+S, mientras que, Olazo (2014) en un suelo de altura en Pucallpa, también obtuvo mayores rendimientos de grano con 6502 y 7756 kg ha^{-1}, aplicando las dosis de 160-90-75-25-15 y 200-120-100-30-20 kg ha^{-1} de NPK y Ca-Mg, respectivamente.

4.2. Altura de planta a la maduración y altura de inserción de mazorca.

La altura de planta de maíz a la maduración, no muestra diferencias significativas entre tratamientos ($P<0.05$), con un coeficiente de variación mínimo (2.00%), como se aprecia en el Anexo 2, lo que demuestra que los datos recogidos del ensayo presentan una adecuada uniformidad. Cuadro 5 y Figura 5.

Cuadro 5. Altura de planta y altura de inserción de mazorca por tratamiento.

Tratamiento	Dosis NPK (kg ha^{-1})	Altura de planta (m)	Altura de inserción de mazorca (m)
T1	240 - 160 - 60	1.72 a (*)	0.77 a
T2	210 - 160 - 50	1.71 a	0.80 a
T3	260 - 180 - 60	1.68 a	0.81 a
T4	210 – 160 - 60	1.65 a	0.66 a

(*) Letras iguales en la misma columna significan que no existen diferencias entre tratamientos.

Los resultados encontrados se atribuyen a que, conforme la planta de maíz va creciendo, extrae eficientemente los nutrientes provenientes de la aplicación de las diferentes dosis de NPK, dado que el suelo mantuvo un bajo contenido de materia orgánica (1.21%) así como de N total (0.06%), lo cual ha repercutido favorablemente en su crecimiento.

Sin embargo, en términos numéricos, la planta de maíz ha respondido ligeramente mejor en esta variable con las dosis de NPK como el T1 (240-160-60 kg de NPK ha^{-1}), T2 (210-160-50 kg de NPK ha^{-1}) y T3 (260-180-60 kg de NPK ha^{-1}) con 1.72, 1.71 y 1.68 m de altura, frente al testigo convencional T4 (210-160-60 kg de NPK ha^{-1}) quien registró un porte menor de 1.65 m. Figura 5.

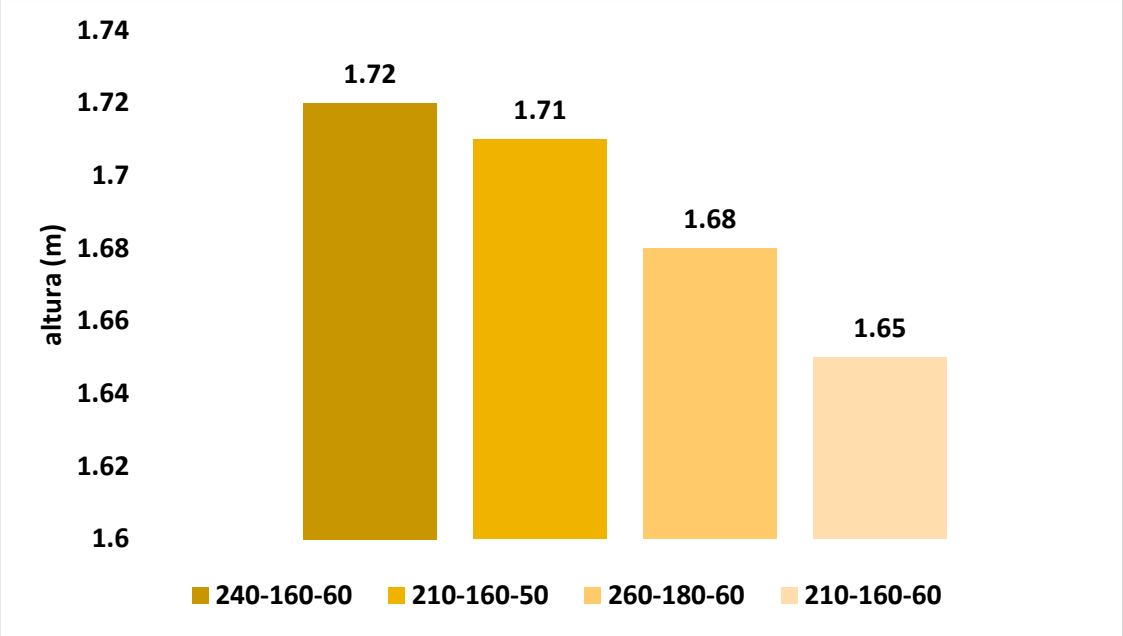


Figura 5. Altura de planta a la maduración por tratamiento.

Con relación a nuestros resultados de altura de planta, los comparamos con los que obtuvo Linares (2019) evaluando en un suelo ácido de Pucallpa, el efecto de 5 dosis de NPK en el maíz híbrido Agri 340, quien obtuvo plantas más altas que las nuestras, con 1.84 a 1.94 m, cuando aplicó las dosis de 120-40-40 y 160-60-60 kg ha^{-1} de NPK, mientras que, Olazo (2014) probando el efecto de la fertilización química en un suelo ácido de Pucallpa, demostró que, aplicando la dosis 200-120-100-30-20 kg ha^{-1} de NPK + Ca y Mg, destacó plantas de mayor porte con 1.92 m, y a la vez, Elías (2014), ensayando el efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento del maíz híbrido Atlas 105 en condiciones edafoclimáticas de Venenillo-Tingo María, destaca al tratamiento con la dosis 200-100-100 kg ha^{-1} de NPK con 1.95 m de altura de planta.

Por otro lado, al efectuar el análisis de varianza para la variable altura de inserción de mazorca, se ha demostrado que no existen diferencias significativas entre los tratamientos probados T1 (240-160-60 kg de NPK ha^{-1}), T2 (210-160-50 kg de NPK ha^{-1}), T3 (260-180-60 kg de NPK ha^{-1}) y (T4) 210-160-60 kg de

NPK ha^{-1}) quienes obtuvieron sucesivamente, promedios de altura de inserción de mazorca de 0.77, 0.80, 0.81 y 0.66 m.

Al respecto, Dávila (2016) señala que, la altura de inserción de mazorca, posiblemente se deba a la constitución genética propia de cada material genético influenciado ambientalmente por el nivel de fertilización, mientras que, Betancourt et al., (1998) manifiesta que existen diferencias de altura de plantas de maíz cuando utilizaron altas dosis de fertilizante a base de N en niveles mayores a los 80 kg ha^{-1}.

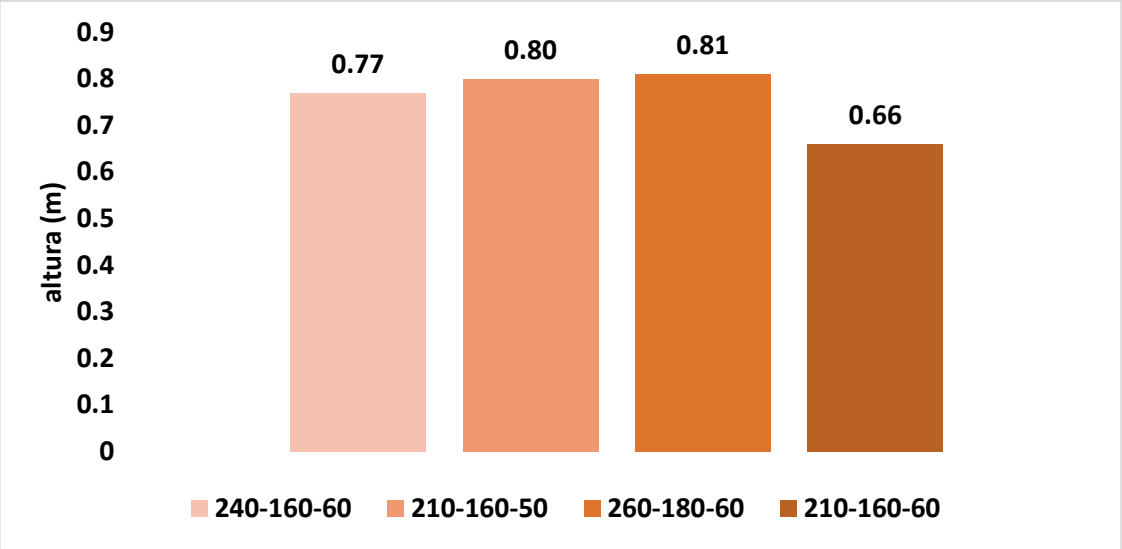


Figura 6. Altura de inserción de mazorca por tratamiento.

Comparativamente a los resultados encontrados en esta variable, Olazo (2014) probando el efecto de la fertilización química en un suelo ácido de Pucallpa, demostró que, aplicando la dosis 200-120-100-30-20 kg ha^{-1} de NPK + Ca y Mg, la altura de inserción de la mazorca llegó a 0.92 m, mientras que, Elías (2014), probando el efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento del maíz híbrido Atlas 105 en la zona de Venenillo-Tingo María, destaca al tratamiento 200-100-100 kg de NPK ha^{-1}, con 0.82 m de altura de inserción de mazorca, considerándose similar al que se obtuvo en nuestra evaluación.

4.3. Longitud y diámetro de mazorca por tratamiento.

Cuando se evaluó la longitud de mazorca a la maduración, se determinó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, correspondiendo promedios de 19.3, 18.7, 18.8 y 18.6 cm para los tratamientos (T1) 240-160-60 kg de NPK ha^{-1}, (T2) 210-160-50 kg de NPK ha^{-1}, (T3) 260-180-60 kg de NPK ha^{-1} y (T4) 210-160-60 kg de NPK ha^{-1}, respectivamente.

Cuadro 6. Longitud y diámetro de mazorca por tratamiento.

Tratamiento	Dosis NPK (kg ha^{-1})	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)
T1	240 - 160 - 60	19.3 a (*)	5.0 a
T2	210 - 160 - 50	18.7 a	5.0 a
T3	260 - 180 - 60	18.8 a	4.9 a
T4	210 – 160 - 60	18.6 a	4.8 a

(*) Letras iguales en la misma columna significan que no existen diferencias entre tratamientos.

La longitud de mazorca es mayormente una expresión genotípica del maíz amarillo duro, y cuando la planta es sometida a diferentes dosis de fertilización química, puede expresar en algunos casos, valores diferentes, conforme lo sostiene Campos (2019).

Por ello, al ser comparados con nuestros resultados, Linares (2019) evaluando en un suelo ácido de Pucallpa, el efecto de 5 dosis de NPK en el maíz híbrido Agri 340, obtuvo mazorcas con una longitud ligeramente menor de 17.1 a 18.4 cm, cuando aplicó las dosis de 120-40-40 y 160-60-60 de NPK, mientras que, Cárdenas (2016) en Honoria (Huánuco) probando el efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de 4 híbridos de maíz amarillo duro, obtuvo una

longitud de mazorca ligeramente menor de 17.1 cm, cuando aplicó la combinación Atlas 105 a la dosis de 240-100-100-22-44 de NPK+Ca+S, y Olazo (2014) en un suelo de la UNU Pucallpa, obtuvo en promedio una longitud de mazorca mucho menor de 14.67 cm con la dosis 200-120-100-30-20 de NPK + Ca y Mg.

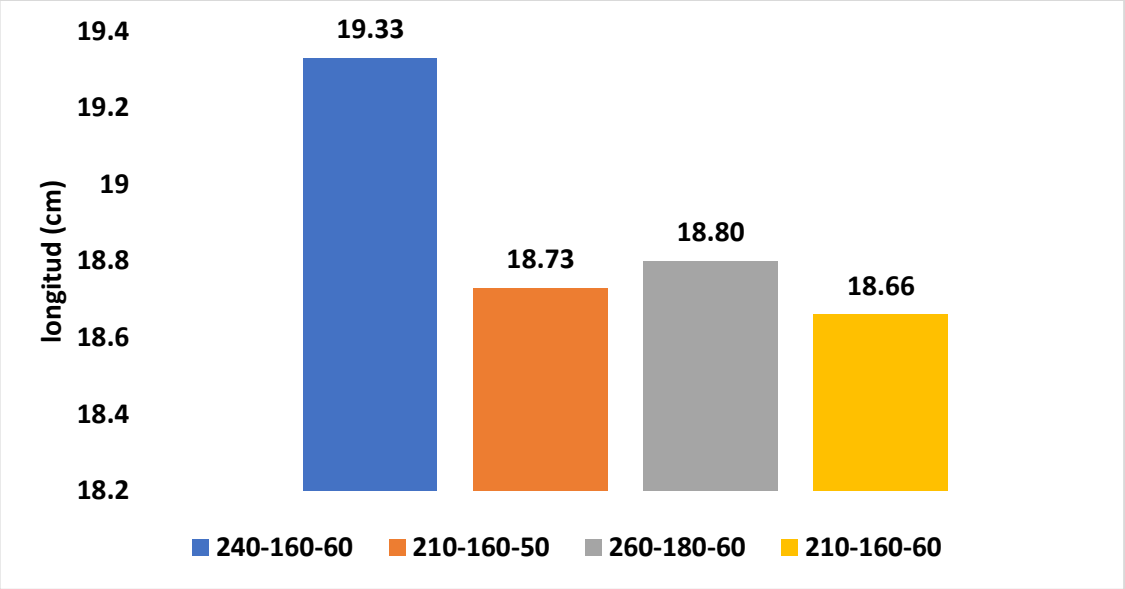


Figura 7. Longitud de mazorca por tratamiento.

Por otro lado, la evaluación de la variable diámetro de mazorca del híbrido Atlas 777, mostró que no existe diferencias significativas entre los tratamientos (T1) 240-160-60 kg de NPK ha^{-1}, (T2) 210-160-50 kg de NPK ha^{-1}, (T3) 260-180-60 kg de NPK ha^{-1} y (T4) 210-160-60 kg de NPK ha^{-1}, quienes alcanzaron 5.0, 5.0, 4.9 y 4.8 cm de diámetro, respectivamente.

La respuesta en esta variable puede ser atribuida al vigor híbrido, mediante el cual tiene la capacidad de exponer todo su potencial genético, cuando asimila eficientemente los nutrientes que le son proporcionados vía fertilización edáfica (Elías, 2014).

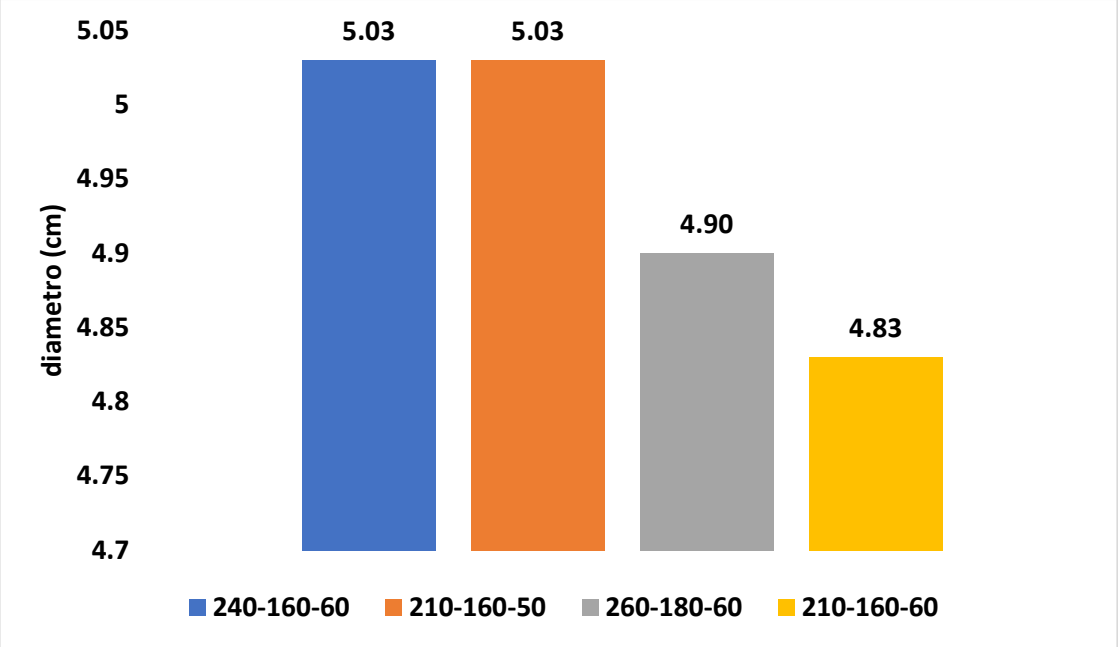


Figura 8. Diámetro de mazorca por tratamiento.

Comparando los resultados de esta variable, se reporta el ensayo en Pucallpa de Linares (2019), quien, evaluando el efecto de 5 dosis de NPK en el maíz híbrido Agri 340, obtuvo mazorcas con un diámetro menor de 4.2 a 4.6 cm, cuando aplicó las dosis de 120-40-40 y 160-60-60 kg ha^{-1} de NPK, mientras que, Olazo (2014) en un suelo de la UNU Pucallpa, obtuvo un diámetro menor de mazorca de 4.81 cm, aplicando el nivel de 200-120-100-30-20 kg ha^{-1} de NPK + Ca y Mg.

4.4. Número de hileras de granos por mazorca, número de granos por hilera y peso de 100 granos.

En primer lugar, la evaluación del número de hileras de granos por mazorca determinó que no existen diferencias entre los tratamientos probados ($P<0.05$), en este sentido, los promedios logrados por los tratamientos a base de NPK: (T1) 240-160-60 kg de NPK ha^{-1}, (T2) 210-160-50 kg de NPK ha^{-1}, (T3)

260-180-60 kg de NPK ha^{-1} y (T4) 210-160-60 kg de NPK ha^{-1} fueron de 14.9, 14.9, 151.1 y 14.8 hileras de grano por mazorca.

Cuadro 7. Número de hileras de granos por mazorca, número de granos por hilera y peso de 100 granos de maíz por tratamiento.

Tratamiento	Dosis NPK (kg ha^{-1})	Número de hileras por mazorca (*)	Número de granos por hilera	Peso de 100 granos (g)
T1	240 - 160 - 60	14.9 a	41.1 a	19.86 a
T2	210 - 160 - 50	14.9 a	39.5 a	20.68 a
T3	260 - 180 - 60	15.1 a	40.9 a	19.79 a
T4	210 – 160 - 60	14.8 a	38.9 a	20.13 a

(*) Letras iguales en la misma columna significan que no existen diferencias entre tratamientos.

Sobre el particular, Tindall (1993) citado por Vera et al., (2020) señala que, la longitud de la mazorca puede estar relacionado con el aporte de N durante la fertilización, mientras que Meneses et al., (2017) señala que, al aumentar las dosis de K dentro de la fertilización foliar en maíz superdulce variedad GSS 41243, no encontraron diferencias para el diámetro de la mazorca.

A su vez, Lemcoff y Loomis (1994), indican que, a mayor dosis de fertilización, mayor sería el número de granos por mazorca.

Al comparar nuestros resultados, se menciona a Linares (2019), quien, evaluando en Pucallpa, el efecto de 5 dosis de NPK en el maíz híbrido Agri 340, obtuvo un valor similar, entre 34 a 39 hileras por mazorca, cuando aplicó las dosis de 120-40-40 y 160-60-60 kg de NPK ha^{-1} de NPK, mientras que, Olazo

(2014) en un suelo ácido de Pucallpa, obtuvo un menor promedio de 14 hileras de grano por mazorca, aplicando el nivel de 200-120-100-30-20 de NPK + Ca y Mg.

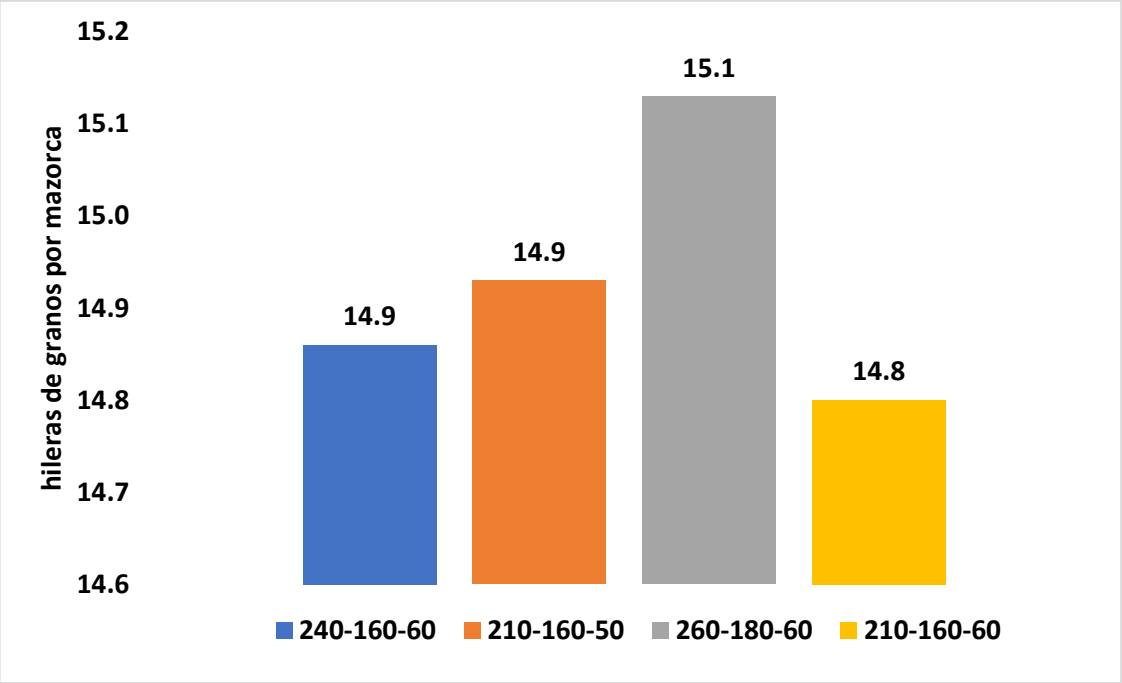


Figura 9. Número de hileras de granos por mazorca por tratamiento.

Otro factor influenciado en mayor medida por el potencial genético de la planta de maíz lo constituye el número de granos por hilera de mazorcas, y en el análisis de varianza se evidenció que no existe diferencias significativas entre tratamientos, con promedios de 41.1, 39.5, 40.9 y 38.9 granos por hilera, los que fueron alcanzados por los tratamientos evaluados (T1) 240-160-60 kg de NPK ha^{-1}, (T2) 210-160-50 kg de NPK ha^{-1}, (T3) 260-180-60 kg de NPK ha^{-1} y (T4) 210-160-60 kg de NPK ha^{-1}, respectivamente.

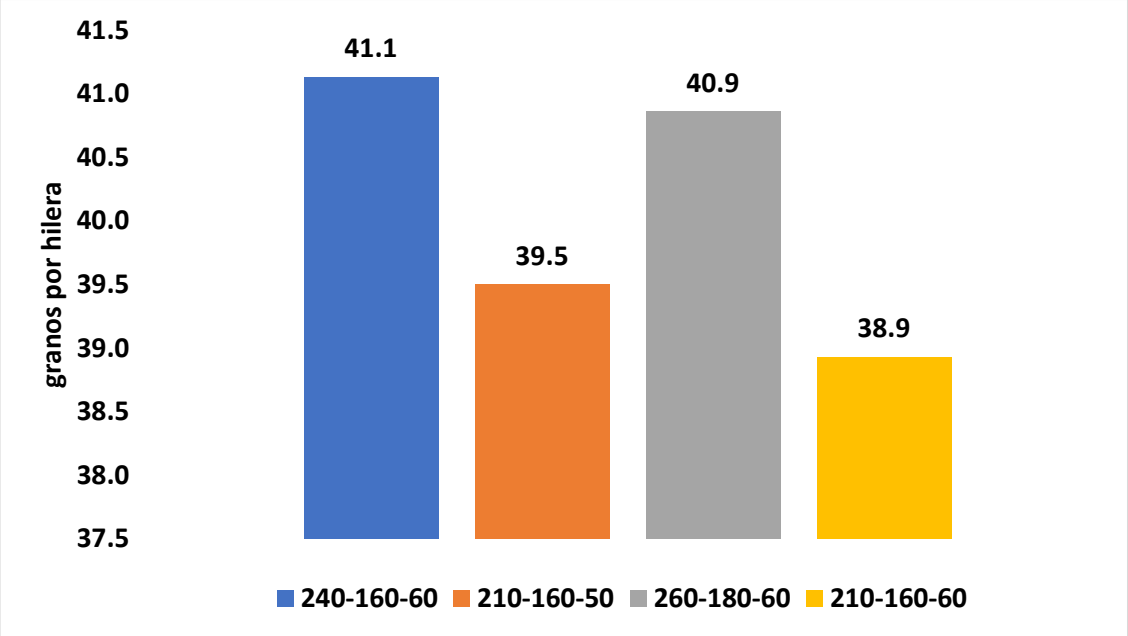


Figura 10. Número de granos por hilera de mazorca por tratamiento.

De forma similar a nuestros resultados, Cárdenas (2016) en Honoria (Huánuco) probando el efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de 4 híbridos de maíz amarillo duro, obtuvo en promedio 38.9 granos por hilera, cuando combinó el híbrido Atlas 105 a la dosis de 240-100-100-22-44 kg ha^{-1} de NPK+Ca+S, mientras que, Olazo (2014) en un suelo de la UNU Pucallpa, obtuvo un promedio menor con 30 granos de maíz por hilera, cuando aplicó la dosis 200-120-100-30-20 kg ha^{-1} de NPK + Ca y Mg.

Por otro lado, el análisis de varianza para la variable peso de 100 granos de maíz determinó que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos (T1) 240-160-60 kg ha^{-1}, (T2) 210-160-50 kg ha^{-1}, (T3) 260-180-60 kg ha^{-1} y (T4) 210-160-60 kg ha^{-1}, quienes registraron 19.86, 20.63, 19.79 y 20.13 granos por hilera, sucesivamente.

Al respecto, Virgen et al., (2010) indica que, mediante la aplicación de fertilizantes, el peso de semillas será significativamente mayor, mientras que, Medina (2010), manifiesta que el propósito de una aplicación de fertilizantes es

suministrar una cantidad razonable de nutrientes cuando lo demande el cultivo durante sus diferentes etapas de desarrollo y que la mayor o menor cantidad de granos y su peso es el resultado de la fotosíntesis y la respiración; estas son actividades que están influenciadas directa o indirectamente por el contenido de nutrientes y de esto dependerá la relación tuza-grano.

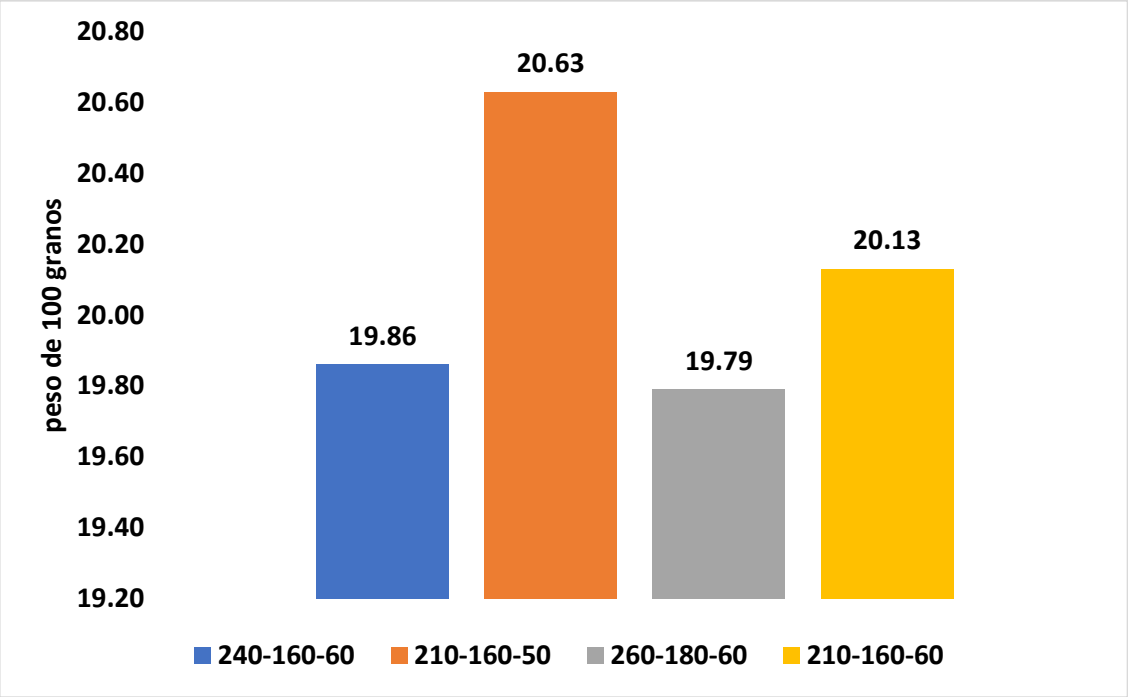


Figura 11. Peso de 100 granos por tratamiento.

Confrontando nuestros resultados, se indica que el ensayo de Olazo (2014) en un suelo degradado de Pucallpa, obtuvo un mayor valor con 38.57 g para el peso de 100 granos, aplicando la dosis 160-90-75-25-15 kg ha^{-1} de NPK y de Ca-Mg, mientras que, Linares (2019) evaluando en un inceptisol de Pucallpa, el efecto de 5 dosis de NPK en el maíz híbrido Agri 340, también registró mejores promedios, entre 32.9 y 36.6 g de peso de 100 granos de maíz, cuando aplicó las dosis de 120-40-40 y 160-60-60 de NPK, respectivamente.

4.5. Relación beneficio/costo.

El análisis de la relación beneficio-costo del ensayo se sustenta en la evaluación por unidad experimental de los siguientes indicadores: costos de producción por unidad experimental, el rendimiento de grano por unidad experimental y el ingreso total venta por unidad experimental en los 4 tratamientos estudiados.

Cuadro 8. Costos de producción y relación beneficio/costo por unidad experimental.

INDICADORES	**Unidad**	**Cant**	**Precio**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Preparación de terreno	jornal	0.5	10	5	5	5	5
Fertilización	jornal	0.3	10	3	3	3	3
Mantenimiento de campo	jornal	0.3	10	3	3	3	3
Cosecha	jornal	0.3	10	3	3	3	3
SUB-TOTAL				14	14	14	14
INSUMOS	**Unidad**	**Cant**	**Precio**	**Total**	**Total**	**Total**	**Total**
Semillas Atlas 777	kg	1	5	5	5	5	5
Urea	kg	1	5	5	4	6	4
Fosfato diamónico FDA	kg	1	5	5	5	6	5
Cloruro de potasio	kg	1	5	6	5	6	6
SUB-TOTAL				21	19	23	20
TRATAMIENTOS				**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
COSTO X UE (S/.)				35	33	37	34
RENDIMIENTO/UE (kg)				4.86	4.88	4.89	4.63
INGRESO X VENTA (S/. 1.50 por kg de grano seco)				7.29	7.32	7.33	6.94
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO				-0.20	-0.22	-0.19	-0.20

Conforme se aprecia en el Cuadro 8, no se observan diferencias respecto a las variables costos de producción, rendimiento de grano e ingreso por venta por unidad experimental, en cada uno de los tratamientos evaluados, determinándose una relación negativa del beneficio/costo con valores de 0.20, 0.22, 0.19 y 0.20 para los tratamientos (T1) 240-160-60 kg ha^{-1}, (T2) 210-160-50 kg ha^{-1}, (T3) 260-180-60 kg ha^{-1} y (T4) 210-160-60 kg ha^{-1}.

Al respecto, Sotomayor et al., (2017), en una investigación sobre el efecto de la aplicación de fuentes y dosis de N en la productividad del maíz amarillo duro bajo dos sistemas de siembra, destaca en el análisis económico que, la mejor relación beneficio-costo la obtuvo el tratamiento (T2) fertilización convencional, con un promedio de 1.908, mientras que, Huamanta (2020) obtuvo una relación B/C de 1.16 y 1.07, cuando aplicó las dosis de 300 y 375 g de compost por planta, respectivamente.

V. CONCLUSIONES.

Conforme a los objetivos planteados, se concluye:

- En la evaluación de la productividad agronómica del ensayo, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos (T1) 240-160-60 kg de NPK ha^{-1}, (T2) 210-160-50 kg de NPK ha^{-1}, (T3) 260-180-60 kg de NPK ha^{-1} y (T4) 210-160-60 kg de NPK ha^{-1}, en las variables rendimiento por unidad experimental, rendimiento de grano por ha, altura de planta y altura de inserción de mazorca, longitud y diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, número de granos por mazorca y peso de 100 granos.

- Respecto a la evaluación económica, se encontró una relación negativa del beneficio-costo del ensayo, con promedios de -0.20, -0.22, -0.19 y -0.20, para los tratamientos (T1) 240-160-60 kg ha^{-1}, (T2) 210-160-50 kg ha^{-1}, (T3) 260-180-60 kg ha^{-1} y (T4) 210-160-60 kg ha^{-1}.

VI. RECOMENDACIONES.

En base a los resultados obtenidos, se recomienda:

- Seguir probando el efecto de la fertilización química en suelos similares, con diferentes dosis de NPK, en función de la época adecuada de siembra, para evitar problemas de escasez de agua.

- Investigar la respuesta agronómica de la fertilización química con otras variedades o híbridos de maíz, cuya adaptación a nuestras condiciones edafoclimáticas ya han sido comprobadas con anterioridad.

- Incentivar la ejecución de ensayos de investigación que incluyan el aporte de la fertilización orgánica, como complemento a la fertilización convencional, para obtener mejores índices de rentabilidad.

VII. LITERATURA CONSULTADA.

Aybar, C; Lavado Casimiro, W; Sabino, E; Ramírez, S; Huerta, J; Felipe-Obando, O. 2017. Atlas de zonas de vida del Perú – Guía Explicativa. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dirección de Hidrología. Lima Perú. 35 p.

Barandiarán, M. 2020. Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima. 144 p.

Betancourt Yanez, P., González Ríos, J., Figueroa Sandoval, B., & González Cossio, F. 1998. Cobertura vegetativa y fertilización nitrogenada en la producción de maíz. Terra Latinoamericana, 16(3), 231-237. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/573/57316306.pdf

Campos, H. 2019. Rendimiento de híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en el Distrito de Coviriali – Satipo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Centro. Jauja Junín. 85 p.

Cárdenas, N. 2016. Dosis de fertilización en el rendimiento de híbridos de maíz amarillo bajo condiciones edafoclimáticas de San Antonio Honoria. Tesis Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco.

Dávila, G. 2016. Evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (Zea mays L.) en lotes comerciales en la zona de Mata de Cacao, provincia de Los Ríos. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Elías, N. 2014. Dosis de fertilización en el rendimiento del maíz híbrido Atlas 105 (*Zea mays* L.) en condiciones edafoclimáticas de Venenillo-Tingo María. Tesis Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco 89 p.

Huamanta, E. 2020. Eficiencia del compost de residuos sólidos orgánicos domiciliarios en el rendimiento de Zea mays “maíz” en el caserío Santa Rosa de

Cocayacu, distrito Rioja, departamento San Martín Tesis Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. 87 p.

Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI. 2022. Boletín de Indicadores sociales y económicos por regiones.

INTEROC. 2015. Ficha técnica del maíz híbrido ATLAS 777. Consultado en línea. [08 de abril del 2022] Disponible en: https://es.scribd.com/doc/266646506/Ficha-TecnicaSemilla-ATLAS-105-Mar13

Lemcoff, J.; Loomis, RS. 1994. Nitrogen and density influences on silk emergence, endosperm development, and grain yield in maize (Zea mays L.). Field Crops Res. 38(2):63-72.

Linares, F. 2019. Efecto de cinco dosis de fertilización de NPK sobre el crecimiento y rendimiento de maíz híbrido Agri 340 (Zea mays L.) en un inceptisol de Pucallpa. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa.

Loyola, K. 2019. Comparativo de rendimiento de grano de seis híbridos de maíz amarillo duro Zea mays L. (Poaceae) para las condiciones de la Región La Libertad. Tesis ingeniero Agrónomo. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. 56 p

Mamani, O. 2009. Efecto de la aplicación de dos formulaciones de fertilizantes compuestos (105 N-80 P_2O_5-80 K_2O-5 Mg-5 S); (125N-90P_2O_5-60 K_2O-5 Mg-5 S), y de 138 N (fuente urea) en el rendimiento del maíz híbrido INTI 8480, con un sistema de siembra mecanizada, en un entisol de Pucallpa. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa.

Medina, P. 2010. Evaluación del comportamiento agronómico del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) DK 7088. (Tesis). (Ecuador); Universidad de Guayaquil. [citado 12 de febrero 2023]. Recuperado a partir de:

https://www.monografias.com/trabajos89/comportamiento-agronomico-hibrido-maiz/comportamiento-agronomico-hibrido-maiz2.shtml

Meneses N, J. Mendoza, F. Cecilio. 2017. Fertilización potásica del maíz dulce en suelo con disponibilidad de potasio. Agrociencia Uruguay. Vol 21(2):54-58.

Noriega, V. 2001. Siembra y abonamiento del maíz amarillo duro. Folleto N° 7. INIA. Lima. Perú. 30 p.

Olazo, E. 2014. Efecto de tres niveles de fertilización en el rendimiento del maíz híbrido amarillo duro (Zea mays L.) bajo un sistema de riego por goteo en suelo ácido de Pucallpa. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa.

Paredes, M. 2001. Niveles de fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz amarillo duro (Zea mays L.) variedad Marginal 28 Tropical en un entisol. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa.

Rimachi, P. 2006. Producción de maíz amarillo duro en el Perú. Lima – Perú.

Salazar, R. 2006. Evaluación de tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización nitrogenada para el incremento de la productividad en el híbrido Varex maíz amarillo duro (Zea mays L.) en el valle de Sisa San Martin. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa.

Sotomayor Alvarez, R., Chura Chuquija, J., Calderón Mendoza, C., Sevilla Panizo, R., & Blas Sevillano, R. 2017. Fuentes y dosis de nitrógeno en la productividad del maíz amarillo duro bajo dos sistemas de siembra. *Anales Científicos*, *78*(2), 232-240. Recuperado a partir de: https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1061/pdf_61

Vera, J. W. Landin, D. Cárdenas, F. Espejo, A. Balón. 2020. Efecto de 3 formas de fertilización en cultivo de Maíz variedad DAS 3383, La Troncal-Ecuador. In Revista Colombiana de la Ciencia Animal Recia. Vol 12 (1):e750.

Virgen Vargas, J.; Arellano Vásquez, J.L.; Rojas Martínez, I.; Ávila Perches; M.A.; Gutiérrez Hernández, G. 2010. Producción de semilla de cruzas simples de híbridos de maíz en Tlaxcala, México. Rev Fitot Mex. 2010; 33(4): 107-110. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802010000500021

VIII. ANEXOS.

ANEXO 1.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO DE VISTA ALEGRE CALLERÍA.

PERÚ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego — Inia — LABSAF

INFORME DE ENSAYO
N° 07342-22/SU/PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	:	ISALIS OSAMBELA ABAD
Propietario / Productor	:	ISALIS OSAMBELA ABAD
Dirección del cliente	:	Pucallpa
Solicitado por	:	ISALIS OSAMBELA ABAD
Muestreado por	:	Cliente
Número de muestra(s)	:	1
Producto declarado	:	Suelo Agricola
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsa de plástico transparente
Referencia del muestreo	:	Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	:	Vista Alegre/Yarinacocha/Coronel Portillo
Fecha(s) de muestreo	:	2022-07-04
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2022-07-06
Lugar de ensayo	:	LABSAF Pucallpa
Fecha(s) de análisis	:	del 9-07-2022 al 18-07-2022
Cotización del servicio	:	086-22-PC
Fecha de emisión	:	2022-07-20

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	---	---	---	---	---
Código de Laboratorio			SU545-PC-22	---	---	---	---	---
Matriz Analizada			Suelo Agricola	---	---	---	---	---
Fecha de Muestreo			2022-07-04	---	---	---	---	---
Hora de Inicio de Muestreo (h)			9:00	---	---	---	---	---
Condición de la muestra			Conservada	---	---	---	---	---
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			VISTA ALEGRE	---	---	---	---	---
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**					
pH	--	--	8.12	---	---	---	---	---
Conductividad eléctrica	mS/m	--	3.32	---	---	---	---	---
Materia orgánica	%	--	1.21	---	---	---	---	---
Nitrógeno	%	--	0.06	---	---	---	---	---
Fósforo	mg/kg	--	7.36	---	---	---	---	---
Potasio	$Cmol_{(+)}/kg$	--	0.11	---	---	---	---	---
Calcio	$Cmol_{(+)}/kg$	--	6.53	---	---	---	---	---
Magnesio	$Cmol_{(+)}/kg$	--	2.58	---	---	---	---	---
Aluminio	$Cmol_{(+)}/kg$	--	0.20	---	---	---	---	---
CICE	$Cmol_{(+)}/kg$	--	9.42	---	---	---	---	---
Bases Totales	$Cmol_{(+)}/kg$	--	9.22	---	---	---	---	---
Saturación Al	%	--	2.12	---	---	---	---	---
Analisis de Textura								
Arena	%	--	2.56	---	---	---	---	---
Limo	%	--	56.70	---	---	---	---	---
Arcilla	%	--	40.74	---	---	---	---	---
Clase Textural	--	--	ArcilloLimoso	---	---	---	---	---

LABSAF Pucallpa
Dirección: Carretera Federico Basadre Km 44 - Campo Verde - Pucallpa

ANEXO 2.

CUADROS DE ANÁLISIS DE VARIANZA.

Cuadro 9A. ANVA de rendimiento de grano por ha.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	42271.51	21135.57	0.23	0.80^{ns}
Tratamientos	3	175589.47	58529.82	0.63	0.62^{ns}
Error	6	555709.49	92618.24		
Total	11	903.25			
	CV = 9.71%		R^2 = 0.28		

Cuadro 10A. ANVA de altura de planta.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.00231	0.00115	1.00	0.42^{ns}
Tratamientos	3	0.00822	0.00274	2.37	0.16^{ns}
Error	6	0.00695	0.00115		
Total	11	0.01749			
	CV = 2.00%		R^2 = 0.60		

Cuadro 11A. ANVA de altura de mazorca.

Variables	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrado medio**	**F calculado**	**Pr > F**
Repeticiones	2	0.00031	0.00015	0.03	0.97^{ns}
Tratamientos	3	0.05269	0.01756	2.84	0.12^{ns}
Error	6	0.03708	0.00618		
Total	11	0.09000			
	CV = 10.35%		R^2 = 0.58		

Cuadro 12A. ANVA de longitud de mazorca.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.4866	0.2433	0.68	0.54^{ns}
Tratamientos	3	0.8366	0.2788	0.78	0.54^{ns}
Error	6	2.1533	0.3888		
Total	11	3.4766			

CV = 3.12% R^2 = 0.38

Cuadro 13A. ANVA de diámetro de mazorca.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.3650	0.1852	14.60	0.005**
Tratamientos	3	0.0900	0.0300	2.40	0.16^{ns}
Error	6	0.0075	0.01250		
Total	11	0.5300			

CV = 2.25% R^2 = 0.85

Cuadro 14A. ANVA de número de hileras por mazorca.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.6866	0.3433	1.92	0.22^{ns}
Tratamientos	3	0.1866	0.0622	0.35	0.79^{ns}
Error	6	1.0733	0.1788		
Total	11	1.9466			

CV = 2.83% R^2 = 0.44

Cuadro 15A. ANVA de número de granos por hilera.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	1.1666	0.58333	0.55	0.60^{ns}
Tratamientos	3	10.129	3.37638	3.16	0.10^{ns}
Error	6	6.4133	1.06888		
Total	11	17.709			
	CV = 2.57%		R^2 = 0.63		

Cuadro 16A. ANVA de peso de 100 granos.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	526.10	263.05	6.88	0.02*
Tratamientos	3	147.57	49.19	1.29	0.36^{ns}
Error	6	229.57	38.26		
Total	11	903.25			
	CV = 3.07%		R^2 = 0.74		

ANEXO 3.

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS.



Figura 12A. Preparación del terreno.



Figura 13A. Siembra manual de acuerdo al croquis experimental.



Figura 14A. Fumigación con insecticida.



Figura 15A. Aplicación de FDA + CLK.



Figura 16A. Limpieza de malezas.



Figura 17A. Aplicación con urea.



Figura 18A. Crecimiento vegetativo del maíz.



Figura 19A. Maíz en fase reproductiva.



Figura 20A. Visita del jurado evaluador y asesor.



Figura 21A. Cosecha total por cada unidad experimental.



Figura 22A. Selección de 10 mazorcas al azar por cada unidad experimental.



Figura 23A. Medida de la longitud de la mazorca, diámetro de mazorca. Conteo visual del número de hilera, conteo del número de grano presente en una hilera.



Figura 24A. Embolsado de 100 granos para peso.



Figura 25A. Peso total de grano por tratamiento.