

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL DESARROLLO Y
RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES HIBRIDAS DE
MAÍZ CHALA EN CANCHÁN, 2022.**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:
AGRICULTURA, BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

TESISTA:

Salazar Cervantes, Luz Merita.

ASESORA:

Dra. Vega Jara, Liliana.

HUÁNUCO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mi madre Luz Consuelo Cervantes Vigo, a mi abuela Enriqueta Vigo Arquinigo y mi papá Nicanor Obispo Bautista, que siempre son un ejemplo de superación, integridad, amabilidad, sabiduría e incuestionable fortaleza a quienes siento una profunda admiración y respeto por el apoyo y amor incondicional que siempre me han brindado, por enseñarme a enfrentar las desventuras de la vida con entereza y fe en Dios.

A mis hermanas Rosali y Yeneli, a quienes aprecio mucho, por confiar en mí y brindarme su apoyo incondicional.

A mi familia por sus buenos deseos, por ser impulsores en mi crecimiento personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios y a mis padres por inculcarme valores, ética, responsabilidad, por ser el motor principal para lograr ser una profesional, por su resiliencia, su amor incondicional por el sacrificio y esfuerzo, por ser un ejemplo a seguir.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, al Vicerrectorado de Investigación y la Dirección de Investigación; por permitirme integrar al conjunto de proyectos especiales para grupos de investigación: fortaleciendo los Centros de Producción de la UNHEVAL en el Centro de Producción, Investigación y Experimentación Canchan – UNHEVAL, con Resolución N° 0210-2022-UNHEVAL-VRI, a los miembros del personal que trabajaron juntos para realizar la investigación, como los docentes y empleados.

A la Dra. Vega Jara Liliana, mi asesora, por su disposición para la realización de este trabajo.

ÍNDICE	
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE CUADROS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	9
SUMARY	10
INTRODUCCIÓN	12
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. Fundamentación del problema de investigación	14
1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos.	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Formulación del objetivo general y específicos.....	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Justificación	16
1.5. Limitaciones	18
1.6. Formulación de hipótesis general y específica	18
1.6.1. Hipótesis general.....	18
1.6.2. Hipótesis específicas.....	18
1.7. Variables.....	18
1.8. Definición teórica y operacionalización de variables	19
1.8.1. Definición teórica.....	19
1.8.2. Operacionalización.....	20
II. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes	21
2.1.1. Internacionales	21
2.1.2. Nacionales	22
2.2. Bases teóricas del <i>Zea mays</i>	25
2.2.1. Origen y domesticación del maíz	25
2.2.2. Importancia	25

2.2.3.	El maíz en el Perú	26
2.2.4.	El maíz	26
2.2.5.	Clasificación taxonómica	27
2.2.5.	Morfología del maíz.....	27
2.2.7.	Aspectos fisiológicos	29
2.2.8.	Fases fenológicas	29
2.2.7.	Requerimientos agroecológicos	30
2.2.8.	Manejo agronómico.....	32
2.2.9.	Híbridos.....	36
2.2.10	Fertilización	40
2.2.11.	Índice SPAD	43
III.	METODOLOGÍA	44
3.1.	Ámbito.....	44
3.2.	Población	45
3.3.	Muestra.....	45
3.4.	Nivel y tipo de estudio.....	46
3.4.1.	Nivel de investigación.....	46
3.4.2.	Tipo de investigación.....	46
3.5.	Diseño de investigación	46
3.6.	Métodos, Técnicas e instrumentos	52
3.6.1.	Métodos	52
3.6.2.	Técnicas.....	54
3.6.3.	Instrumentos	54
3.7.	Validación y confiabilidad del instrumento	55
3.8.	Procedimiento.....	55
3.8.1.	Reconocimiento del terreno y toma de muestras	55
3.8.2.	Preparación del terreno.....	55
3.8.3.	Trazado del campo experimental	56
3.8.4.	Desinfección de semillas.....	56
3.8.5.	Siembra.....	56
3.8.6.	Desahije	56
3.8.7.	Riego.....	56
3.8.8.	Fertilización	57
3.8.9.	Control de malezas	59

3.8.10. Aporque.....	59
3.8.11. Control fitosanitario	60
3.8.12. Cosecha	60
3.9. Tabulación y análisis de datos.....	60
3.9.1. Plan de tabulación.....	60
3.9.2. Análisis de datos	61
3.10. Consideraciones éticas	62
IV. RESULTADOS	63
4.1. Indicadores de desarrollo.....	63
4.1.1. Índice SPAD.....	63
4.1.2. Índice de área foliar (IAF).....	68
4.2. Indicadores de rendimiento	70
4.2.1. Altura de planta	70
4.2.2. Diámetro de tallo	72
4.2.3. Biomasa vegetal aérea fresca.....	73
4.2.4. Biomasa vegetal aérea seca	75
4.2.5. Biomasa radicular fresca.....	77
4.2.5. Biomasa radicular seca	79
4.2.6. Rendimiento por parcela	81
4.2.7. Rendimiento por hectárea	83
V. DISCUSIÓN.....	87
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
ANEXO	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos en estudio	49
Tabla 2. Promedio de índice SPAD análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.....	63
Tabla 3. Promedio de índice IAF análisis de varianza ANOVA en el software R Studio, prueba de promedios en Duncan	68
Tabla 4. Promedio de altura de planta mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio, prueba de promedios en Duncan.....	70
Tabla 5. Promedio diámetro de tallo mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio	72
Tabla 6. Promedio biomasa aérea fresca mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio	74
Tabla 7. Promedio biomasa aérea seca mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio	76
Tabla 8. Promedio biomasa radicular fresca mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio, prueba de promedios en Duncan.....	78
Tabla 9. Promedio biomasa radicular seca mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio	80
Tabla 10. Promedio de rendimiento por parcela mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.	82
Tabla 11. Promedio de rendimiento por hectárea mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de variables.....	20
Cuadro 2. Clases de raíces.....	27
Cuadro 3: Características agronómicas del SV 3243.....	39
Cuadro 4. Análisis de suelos.....	45
Cuadro 5. Fuentes y cantidad de fertilizante según el criterio de reposición en los diferentes niveles aplicados en el experimento	45
Cuadro 6. Nutriente disponible en el suelo de acuerdo al análisis de suelo	47

Cuadro 7. Cantidad aplicada a la parcela según criterio de reposición y la fuente de fertilizante.....	48
Cuadro 8. Cantidad aplicada a parcela según criterio de reposición y la fuente de fertilizante.....	48
Cuadro 9. Dosis a aplicar según el análisis de suelo	57
Cuadro 10. Rendimiento esperado, según el nivel de fertilización	58
Cuadro 11. Cantidad de N, P y K disponible en el suelo	58
Cuadro 12. Cantidad de fertilizante a aplicar según las fuentes.....	58
Cuadro 13. Aplicación por todas las parcelas	58
Cuadro 14. Aplicación por todos los surcos	59
Cuadro 15. Aplicación por todos los golpes en gramos.	59
Cuadro 16. Análisis de varianza para el DBCA.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de parcela experimental.....	51
Figura 2. Croquis del campo experimental.....	51
Figura 3. Gráfico de promedio de la relación de índice SPAD por tratamiento mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.....	65
Figura 4. Relación entre SPAD y el N del suelo y N fertilizante del suelo	66
Figura 5. Efecto de los tratamientos en el indicador altura de planta	67
Figura 6. Relación entre SPAD y el K del suelo y K fertilizante del suelo	67
Figura 7. Relación entre IAF y el N del suelo más el N del fertilizante del suelo. 69	
Figura 8. Gráfico de promedio de altura de planta mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio, prueba de promedios en Duncan 71	
Figura 9. Gráfico del promedio diámetro de tallo mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.	73
Figura 10. Gráfico de promedio biomasa fresca aérea mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio	75
Figura 11. Gráfico de promedio biomasa peso seco aéreo mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio	77
Figura 12. Gráfico de promedio biomasa radicular fresca mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio	79
Figura 13. Gráfico de promedio biomasa radicular seca mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio	81

Figura 14. Gráfico de rendimiento por parcela mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.	83
Figura 15. Gráfico de rendimiento por hectárea mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.	85
Figura 16. Análisis de Componentes principales.....	86

RESUMEN

En la investigación se evaluó el efecto de tres niveles de fertilización sobre el desarrollo y rendimiento de forraje en cultivares de maíz. El experimento se llevó a cabo en el centro de experimentación Canchán, durante los meses de julio a diciembre del 2022. Se emplearon cultivares de maíz: DK 7500, MT28, DK 7088MSV 3243 y un testigo siendo el maíz local, se aplicaron tres niveles de fertilización en dosis: alta 286-52-247, media 231-42-200 y baja 194-35-167 de acuerdo al criterio de reposición del análisis previo del suelo, esperando un rendimiento con la dosis alta de 13 t de biomasa seca y 37 t en húmedo, con la dosis media obtener 10.5 t biomasa seca y 30 t en húmedo y finalmente con la dosis baja 8.8 t de biomasa seca y 25 t húmeda. El diseño experimental empleado fue un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres repeticiones y quince tratamientos por bloque, Los resultados mostraron que el cultivar MSV 3243 presentó el mayor índice SPAD en sus tres niveles de fertilización, llegando a tener 44.88 índice SPAD, en comparación con los demás tratamientos. Además, el cultivar MT 28 con el nivel bajo obtuvo el menor índice SPAD, lo que indica que los resultados son altamente significativos por tratamiento; el cultivar que obtuvo el mayor número de índice de área foliar (IAF) fue el MT 28 con el nivel bajo, con 18922314, siendo superior a los demás tratamientos. En cuanto a la variable altura de planta, el testigo V3N3, que fue el maíz local aplicado con el nivel alto, llegó a ser altamente significativo con un promedio de 213 cm. El tratamiento V5N2, que fue el cultivar MSV3243 con el nivel medio, fue altamente significativa en biomasa fresca con un promedio de 597,00 gramos/planta, seguido de la misma variedad híbrida MSV3243 con el nivel alto con 573,77 g/p, y el cultivar MSV3243 con el nivel bajo con 570,83 g/p. De igual forma, llegaron a tener la mayor cantidad de biomasa seca, siendo altamente significativa el cultivar MSV3243 con el nivel alto, que obtuvo 195,25 g/p, el cultivar MSV3243 con el nivel medio con 175,80 g/p, el cultivar MSV3243 con el nivel bajo con 168,04 g/p. Sin embargo, el cultivar con mayor rendimiento por hectárea fue el MT28 con el nivel bajo, con 60.63 tn/ha. En conclusión, el cultivar MSV3243 presentó los mejores resultados en cuanto al índice SPAD, la biomasa fresca y seca, mientras que el cultivar

MT28 con el nivel bajo presentó el mayor rendimiento por hectárea; los resultados de este estudio indican que los tres niveles de fertilización evaluados tuvieron un efecto significativo en el desarrollo y rendimiento en los cultivares de maíz evaluado, concordando con la ley de rendimiento decreciente que también se pueden observar en los resultados.

Palabras claves: Fertilización, Rendimiento, Desarrollo vegetal.

SUMMARY

The research evaluated the effect of three fertilization levels on the development and forage yield of maize cultivars. The experiment was conducted at the Canchán Experimental Center from July to December 2022. The maize cultivars used were DK 7500, MT28, DK 7088, MSV 3243, and a local control. Three fertilization levels were applied: high (286-52-247), medium (231-42-200), and low (194-35-167) doses, based on the soil analysis replenishment criterion. The expected yields were 13 t of dry biomass and 37 t of wet biomass with the high dose, 10.5 t of dry biomass and 30 t of wet biomass with the medium dose, and 8.8 t of dry biomass and 25 t of wet biomass with the low dose. The experimental design used was a completely randomized block design (CRBD) with three replications and fifteen treatments per block. The results showed that the MSV 3243 hybrid had the highest SPAD index across all three fertilization levels, reaching a value of 44.88, compared to the other treatments. Additionally, the MT28 cultivar with the low fertilization level obtained the lowest SPAD index, indicating that the results are highly significant by treatment. The MT28 cultivar also had the highest leaf area index (LAI) with the low fertilization level, reaching 18922314, surpassing the other treatments. Regarding plant height, the V3N3 control, which was the local maize applied with the high fertilization level, reached a highly significant average height of 213 cm. The V5N2 treatment, which was the MSV3243 hybrid with the medium fertilization level, showed a highly significant fresh biomass with an average of 597.00 grams/plant, followed by the same MSV3243 hybrid variety with the high level at 573.77 g/p, and the MSV3243 hybrid with the low level at 570.83 g/p. Similarly, they also had the highest amount of dry biomass, with the MSV3243 hybrid at the high level being highly significant, obtaining

195.25 g/p, followed by the MSV3243 hybrid with the medium level at 175.80 g/p, and the MSV3243 hybrid with the low level at 168.04 g/p. However, the cultivar with the highest yield per hectare was the MT28 with the low fertilization level, at 60.63 tn/ha. In conclusion, the MSV3243 hybrid showed the best results in terms of SPAD index, fresh and dry biomass, while the MT28 cultivar with the low level exhibited the highest yield per hectare. The results of this study indicate that the three evaluated fertilization levels had a significant effect on the development and yield of the evaluated maize cultivars. agreeing with the law of diminishing returns, which can also be observed in the results.

Keywords: Fertilization, Yield, Plant Development

INTRODUCCIÓN

En países desarrollados, el maíz se utiliza como forraje para la alimentación animal, como materia prima para la industria, y, últimamente, para la fabricación de biocombustibles. En el año 2020, a nivel mundial se sembraron 201,98 millones de hectáreas (ha) con una producción de 1162,3 millones de toneladas (t), siendo Estados Unidos, China, Brasil y Argentina los mayores productores de maíz del mundo (ACI 2022)

El maíz es uno de los cultivos más importantes y antiguos del Perú. Además de ser utilizado como alimento en diversas preparaciones, el maíz también es una fuente valiosa de forraje para el sector agrícola. En particular, el maíz picado fresco (también conocido como chala) es un alimento fundamental para la alimentación de los animales de granja, como las vacas, cabras y ovejas. Además, el maíz chala es una opción económica y sostenible para los agricultores, ya que puede ser producido en la misma parcela donde se cultiva el maíz destinado para el consumo humano. En este sentido, el maíz chala es una importante fuente de alimentación para el ganado y, por ende, contribuye a la producción de leche y carne en el país.

En el Perú el maíz amarillo duro es producido en dos regiones naturales (Costa y Selva) desde el nivel del mar hasta los 2800 m de altitud. En la Costa con tecnología media a alta, bajo riego, mientras que en la Selva se produce predominantemente con tecnología tradicional, bajo temporal o dependiente de la presencia de lluvias, supeditada a las variaciones y presencia de fenómenos climáticos, que hacen que sea una agricultura de alto riesgo con baja productividad (Jara 2022)

El cultivo más rentable para el ganadero es realizar un ensilado de maíz chala, una práctica que ya se realizaba desde el antiguo Egipto, como reflejan las antiguas pinturas, cuando el maíz se convierte en ensilado aporta alrededor de 25 o 30 t de materia seca por ha, llegando a ser alimento completo y seguro para nuestro ganado durante todo el año (Sánchez y Delgado 2019)

Los animales rumiantes se alimentan del pasto y los forrajes, estos pastos no deben llegar a la madurez por su digestibilidad y valor nutritivo en materia seca son altos, durante el tiempo de verano los animales como el ganado baja su peso ya que no crece el pasto, por ellos es importante suministrar forrajes guardados en invierno. (INATEC 2016)

La erosión genética de las semillas de maíz hace que sea menos probable que se produzcan buenos resultados de una campaña a otra. El cambio climático también contribuye a este problema al impedir que los pastos crezcan debido a la falta de precipitación, debido a esta problemática se planteó utilizar semillas híbridas para poder ver su adaptación en las condiciones edafoclimáticas de Canchan.

Minag y Cimmyt, citado por León (2016) indica que el considerar la dosis de fertilizante a emplear es otro de los factores importantes en un plan de fertilización, debemos considerar el análisis del suelo, el cual nos da la información del contenido de nutrientes del suelo, el efecto residual del abonamiento anterior y de los problemas que tenga el suelo, exceso del calcáreo, salinidad.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Fundamentación del problema de investigación

En Huánuco, es habitual alimentar al ganado con productos balanceados y forrajes verdes producidos principalmente a base de maíz y alfalfa, que se siembra con semilla genéticamente erosionada, lo que resulta en una baja productividad, aumento de los gastos e impide la competencia de los agricultores, lo que reduce sus ingresos económicos.

En diversos distritos de la región Huánuco, existe pequeños productores que se dedican a la siembra de maíz con fines de forraje para la alimentación de ganados criollos y cuyes, con una demanda creciente que aumenta en ciertos meses del año.

Los productores se han visto en la necesidad de establecer cultivos forrajeros suplementarios no solo para cubrir períodos críticos de producción de forraje, sino también en toda la etapa productiva de los animales vacunos, La alimentación del cuy está basada principalmente en los forrajes (Hinojosa *et al.* 2022).

Estos pequeños productores no cuentan con variedades de maíz aptas para su uso como fuente de forraje en las zonas circunstanciales a los ríos Huallaga e Higuera, no se tiene reporte de adecuados rendimientos de maíz chala, los productores del ámbito utilizan diferentes variedades de maíz para su uso como forraje verde obteniendo bajos rendimiento, ante esto es conveniente elegir un cultivar que permita obtener un alto volumen de forraje, alto contenido de grano (30-50%) y que mantenga la calidad general de la planta al momento de la cosecha (INTA 1997)

Los productores de maíz son conscientes de que es necesario utilizar concentraciones adecuadas de fertilizantes para lograr altos rendimientos; sin embargo, el problema es determinar cuánto fertilizante aplicar al suelo, ya que el fertilizante no utilizado genera pérdidas económicas y daños ambientales.

Una forma económica de criar animales como vacunos es basándose en pastos y forrajes (Palacios 2014), según datos del Minagri indican que el peruano consume en promedio 6.062 kg de carne de vacuno por habitante año (MINAGRI 2019), la Organización de las Naciones Unidas para la

Agricultura y la Alimentación (FAO) menciona que los consumos per cápita menores a 10 kg deben considerarse insuficientes).

1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de la fertilización sobre el desarrollo y rendimiento de cuatro variedades híbridas de maíz chala en Canchán, 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Qué efecto tendrán las dosis de fertilización en el desarrollo del índice SPAD e índice de área foliar de cuatro variedades híbridas de maíz chala?
- b. ¿Tendrán efecto las dosis de fertilización en el rendimiento de biomasa vegetal aérea y radicular fresca y seca de cuatro variedades híbridas de maíz chala?
- c. ¿Tendrán efecto las dosis de fertilización en la altura de planta y diámetro de tallo de cuatro variedades híbridas de maíz chala?
- d. ¿Tendrán efecto las dosis de fertilización en el rendimiento por parcela y por hectárea de cuatro variedades híbridas de maíz chala?

1.3. Formulación del objetivo general y específicos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la fertilización sobre el desarrollo y rendimiento de cuatro variedades híbridas de maíz chala en Canchan, 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Medir el efecto de las dosis de fertilización en el desarrollo del índice SPAD e índice de área foliar de cuatro variedades híbridas de maíz chala.
- b. Medir el efecto de las dosis de fertilización en el rendimiento de biomasa vegetal aérea y radicular fresca y seca de cuatro variedades híbridas de maíz chala.

- c. Medir el efecto de las dosis de fertilización en la altura de planta y diámetro de tallo de cuatro variedades híbridas de maíz chala.
- d. Medir el efecto de las dosis de fertilización en el rendimiento por parcela y por hectárea de cuatro variedades híbridas de maíz chala

1.4. Justificación

Los pequeños agricultores generan ingresos económicos para sus familias con la producción de leche y carne, mediante la crianza de animales; para disminuir los gastos de alimentación, utilizan variedades de maíz chala que no son las mejores, combinados con un manejo inadecuado del suelo y una mala fertilización, lo que resulta en daños al ecosistema y bajos rendimientos.

Aumentar el volumen de producción de forraje ante un déficit productivo lleva a tomar diversas medidas, como producir forraje con híbridos de buenos rendimientos en materia verde, incrementar las áreas de producción de forraje en épocas de abundancia de agua y luego realizar procesos de conservación como ensilaje, buscar variedades mejoradas para un determinado lugar, emplear complementos alimenticios de buena calidad nutritiva sobre todo que sean económicos (Castope 2014)

El maíz tiene un equilibrio proteico, se suele picar cuando está en el estado de grano lechoso vitreo con el fin de obtener ensilado, y cuenta con producciones de 14 toneladas de materia seca por hectárea, siendo exigente con la fertilización, como si se tratase de producción para grano (Zaragoza *et al.* 2019)

Para el maíz chala cualquier variedad es útil, pudiéndose cultivar cualquier tipo de maíz para forraje, pero las que producen mayores rendimientos de biomasa son aquellas variedades de porte alto, los híbridos por su parte, al ser de porte pequeño generalmente producen menos cantidad de forraje por unidad de área, pero tienen características de resistencia a ciertas plagas o al estrés hídrico (Boschini 2002)

Los cultivares de maíz amarillo destinados a forraje en el Perú se encuentra en una etapa de desarrollo primario, este tipo de forraje es el

principal insumo para la alimentación de ganado en países como: Estados Unidos, Argentina, Brasil y Uruguay (INIA 2010).

El maíz es uno de los cultivos forrajeros suplementarios más exitoso entre los productores, por su alto contenido energético, la buena concentración de nutrientes por unidad de superficie y por la época en que se realiza el ensilaje la cual es distinta a otros forrajes voluminosos (Mamani 2017) Para elevar los rendimientos de cultivos mediante la fertilización ya sea orgánica e inorgánica es necesario un sistema de producción agrícola (De Luna *et al.* 2016)

La planta de maíz produce, en promedio, más materia seca y nutrientes digestibles por unidad de superficie que otros forrajes. En climas templados es comúnmente usado para hacer ensilaje, y se han realizado muchas investigaciones; sin embargo, su mejoramiento como especie forrajera ha recibido escasa atención y se dispone de algunos resultados que podrían ser base para mejorar su uso forrajero (Izquierdo 2012)

Por otra parte, la producción del cultivo de maíz es afectada por los problemas de baja fertilidad de los suelos, que contienen bajos contenidos de N, P, K, Ca, Mg. El maíz es uno de los cultivos que más nitrógeno consume, debido a que este elemento forma las diversas estructuras celulares. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el potasio también es muy importante para el crecimiento de la planta, las cantidades absorbidas de potasio son tan grandes al igual que el nitrógeno, además promueve la formación y translocación de azúcares hacia los órganos de acumulación (Muedas 2019)

Actualmente, se están realizando esfuerzos para mejorar los caracteres en la semilla de maíz (*Zea mays*), y en consecuencia las variedades comerciales presentes en el mercado son numerosas y diferentes, además se sabe que nuestros sistemas de producción de leche, tanto en caprinos como en vacunos, se basan en la utilización de biomasa comestible de calidad y cantidad adecuada como el maíz por sus excelentes características de palatabilidad (Francisco 2019).

1.5. Limitaciones

No hubo limitaciones en el desarrollo de esta investigación porque existe un historial de investigación existente relacionado con las variables de estudio, así como el acceso a los suministros, equipos, técnicas y financiamiento necesarios para terminar la investigación.

1.6. Formulación de hipótesis general y específica

1.6.1. Hipótesis general

La aplicación de las distintas dosis de fertilización tiene efecto significativo en el desarrollo y rendimiento de cuatro variedades híbridas en el maíz chala

1.6.2. Hipótesis específicas

- a. La aplicación de las distintas dosis de fertilización tiene efecto significativo en el desarrollo del índice SPAD e índice de área foliar de cuatro variedades híbridas de maíz chala.
- b. La aplicación de las distintas dosis de fertilización tiene efecto significativo en el rendimiento de biomasa vegetal aérea y radicular fresca y seca de cuatro variedades híbridas de maíz chala.
- c. La aplicación de las distintas dosis de fertilización tiene efecto significativo en altura de planta y diámetro de tallo de cuatro variedades híbridas de maíz chala.
- d. La aplicación de las distintas dosis de fertilización tiene efecto significativo en el rendimiento por parcela y por hectárea de cuatro variedades híbridas de maíz chala

1.7. Variables

- Variable independiente: Dosis de fertilización mediante el criterio de reposición, cuatro cultivares de maíz y un testigo local.
- Variable dependiente: Desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz.
- Variables intervinientes: Condiciones edafoclimáticas de Canchán.

1.8. Definición teórica y operacionalización de variables

1.8.1. Definición teórica

Fertilizante

Según (Carbonero 1984), el fertilizante es toda sustancia mineral u orgánica que lleva consigo uno o varios nutrientes principales indispensables para el desarrollo de las plantas, en forma asimilable o transformable en asimilable. Esta riqueza de los abonos se expresa por sus tres nutrientes principales en la forma de N, P₂O₅ y K₂O. En algunos países existe actualmente la tendencia a expresarla en forma más homogénea, por sus elementos simples: N, P y K.

Rendimiento

El rendimiento del cultivo de maíz es la resultante de dos procesos simultáneos e interdependientes: el crecimiento que se refiere al aumento del número y tamaño de las células, el desarrollo es la sucesión progresiva de etapas que llevan a establecer la morfología del organismo adulto (Briceño 2012).

1.8.2. Operacionalización

Cuadro 1. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR
Variable Independiente: Dosis de fertilización, mediante el criterio de reposición	Dosis	1. Primera aplicación a. Dosis baja: 97 –35 –167 b. Dosis media: 115.5 – 42 – 200 c. Dosis alta: 143 – 52 – 247 2. Segunda aplicación a. Dosis baja: 97 – 0 – 0 b. Dosis media: 115.5 – 0 – 0 c. Dosis alta: 143 – 0 – 0
Variable Dependiente:	Variedades	V ₁ : Maíz DK 7500 V ₂ : MT 28 V ₃ : Maíz local V ₄ : DK 7088 V ₅ : MSV 3243
	Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • Índice SPAD • Índice de área foliar
	Rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Altura de planta • Diámetro de tallo • Biomasa vegetal aérea fresca • Biomasa vegetal aérea seca • Biomasa radicular fresca • Biomasa radicular seca • Rendimiento por parcela y hectárea.
Interviniente: Condiciones edafoclimáticas	Clima	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitación pluvial. • Humedad relativa • Temperatura
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Características físicas. • Características químicas

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

(Boschini 2002), en la investigación denominada “Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido”, tenía como objetivo conocer el rendimiento productivo de forraje de dos cultivares de maíz: cultivar y criollo, evaluados en igual edad y similar estado fisiológico, sembrados a diferentes distancias entre plantas, en los resultados obtenidos se determinó en ambos cultivares, que la producción de materia seca (kg/ha), reflejó un incremento al disminuir la distancia entre plantas. Los rendimientos en base seca (kg/ha) fueron 30% mayores en maíz criollo que en maíz cultivar cuando se comparan a una misma edad. Cuando se comparan ambos cultivares en igual estado fisiológico, los rendimientos en base seca (kg/ha) son 37% superiores en el cultivar criollo. La altura promedio de la planta fue 1,7 m mayor en el cultivar criollo que en el híbrido. No se encontraron diferencias significativas en cuanto a rendimientos de biomasa verde o seca, ni en cuanto al contenido de materia seca al comparar el maíz criollo por edad y por estado fisiológico. Sin embargo, hay que considerar que, a los 105 y 119 días de crecimiento, el maíz criollo no estaba en estado óptimo para ensilaje, pues no presentaba grano en estado de perla ni en estado lechoso.

En la investigación denominada, “Efecto de 3 formas de fertilización en cultivo de Maíz variedad DAS 3383, La Troncal-Ecuador”, los resultados obtenidos en la variedad de maíz DAS 3383 respondió favorablemente al tratamiento (T2) fertilizante convencional, registrando una mayor altura de la planta al día 30 con 96.40 cm, posiblemente influenciado también a las propiedades nutricionales del suelo; en lo que respecta a la altura de inserción de la mazorca a los 70 días con 89.05 cm, un diámetro de la mazorca de 4.76 cm, en el peso de los 1000 granos alcanzó una media de 340.25 gramos y un rendimiento de 9.67 Ton/ ha-1. Sin embargo, los distintos tipos de fertilización no incidieron sobre la altura de la planta a los 60 y 90 días, número de hileras de granos por mazorca, longitud de la mazorca y la relación tusa-grano.

Mientras que, en base al análisis de presupuesto parciales, la mejor tasa de retorno marginal la obtuvo el tratamiento (T2) fertilización convencional, dejando una

tasa marginal del 9.08% que representa que por cada U \$1.00 invertido en fertilización convencional el productor puede recobrar su dólar invertido y obtener U \$0.09 adicional. (Vera *et al.* 2020).

(Rodríguez *et al.* 2021) en el trabajo de investigación de nombre, “Productividad de forraje en maíces híbridos bajo diferentes densidades de población y dosis de fertilización”, concluye que el aumento de la densidad de planta (62 500 a 100 000 plantas ha⁻¹) incrementa el rendimiento de forraje verde por unidad de área cuando se aplica la dosis 253-69-60. El cultivar comercial H- 564C expresó el mayor rendimiento de forraje verde, seguido del híbrido experimental HE-3B.

2.1.2. Nacionales

(Castope 2014) en el trabajo de investigación denominado “Comparativo de veintiséis híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) con fines forrajeros en Laredo, Trujillo”, se comprobó que los híbridos experimentales y comerciales presentaron igual rendimiento de materia fresca con 62.33 tn/ha⁻¹; y diferente rendimiento en materia seca. Los híbridos experimentales y el PM-213 con un rendimiento promedio de 14.15 tn/ha⁻¹ de materia seca superaron al PM- 212 y Gran Dorado.

(Campos 2019), en el trabajo de investigación titulado “Rendimiento de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en el distrito de Coviriali – Satipo”, se obtuvo un mayor rendimiento de grano seco de maíz amarillo duro con tusa y sin tusa lo obtuvo el T1 (Híbrido de maíz amarillo duro ATLAS 777), logró un promedio de 22,33 tn/ ha⁻¹ con tusa y 12,78 tn/ha⁻¹ de grano seco sin tusa, seguido por el T4 (Híbrido de maíz amarillo duro ATL 200), obtuvo un promedio de 21,50 tn/ha⁻¹ y 11,73 tn/ha⁻¹ de grano seco con tusa y sin tusa respectivamente.

(Francisco 2019), en el trabajo de investigación denominado “Evaluación del rendimiento y valor nutricional de dos variedades y dos

híbridos de maíz (*Zea mays*) como forraje en el valle de Huaral”, llega a la conclusión que las variedades lograron mayor altura de planta en comparación a los híbridos ($p < 0.01$), los híbridos lograron mayor diámetro de tallo en comparación a las variedades ($p < 0.01$), las variedades lograron mayor número de hojas/planta en comparación a los híbridos ($p < 0.05$), no se encontró diferencia estadística en el número de mazorca por planta al comparar entre variedades e híbridos ($p \geq 0.05$), no se encontró diferencia estadística en el rendimiento de materia verde por hectárea al comparar entre variedades e híbridos ($p \geq 0.05$), las variedades lograron mayor rendimiento de mazorcas por hectárea en comparación a los híbridos ($p < 0.05$), no se encontró diferencia estadística en el rendimiento de materia seca por hectárea al comparar variedades e híbridos ($p \geq 0.05$), los híbridos lograron mayor relación peso mazorca por planta en comparación a las variedades ($p < 0.05$).

(Cipriano 2015) Menciona en el trabajo de investigación denominado: La fertilización inorgánica en el rendimiento del maíz híbrido amarillo duro DEKALB DX 7088 (*Zea mays L.*) en condiciones edafoclimáticas de Canchán – Huánuco 2015. Llego a la conclusión que existen diferencias significativas de la fertilización inorgánica en altura de plantas, longitud y diámetro de mazorca, T3 (140-120-100); en hileras por mazorca, granos por hileras, mazorcas por área neta experimental T2 (120-100-80) y peso de mazorcas por área neta experimental y su estimación a hectárea T4 (160-140-120).

(Alvarado 2022) en su trabajo de investigación denominado: Rendimiento de híbridos de maíz (*Zea mays L.*) amarillo duro bajo riego tecnificado en Pillcomarca-Huánuco, Obtuvo como resultado que el testigo Marginal T 28 obtuvo como resultado 1 mazorca por planta, al igual que los tratamientos T2, T3, T4, T5, T6 y T7; solo con diferencia del tratamiento T1 ATL 200 que tuvo 2 mazorcas por planta, como también en la altura de inserción de mazorca por planta quedó en el último lugar el T4 con 106.91 cm, según conveniencia, para facilitar la cosecha.

Según (Velásquez 2019) en la investigación denominada Rendimiento comparativo de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays*

L.) En condiciones del valle interandino Canchán –Huánuco. Obtuvo como resultado del Análisis de Varianza (ANVA) al 5 y 1% de probabilidad de error, indicaron que las fuentes de variación tratamientos (híbridos) no presentaron diferencias en las variables altura de planta, días a la floración masculina y femenina, y longitud de mazorca. Los indicadores número de mazorcas por planta, número de mazorcas por área neta, número de hileras por mazorca y diámetro de mazorca mostraron efectos diferenciales, mientras que, en las características número de granos por hilera, peso de 100 granos, peso de granos por área neta, rendimiento estimado de granos por hectárea se observó respuestas altamente variables.

(Soto, citado por Polido 2019) en investigación ensayo de rendimiento de híbridos dobles experimentales de maíz amarillo duro en el Valle de Higuera, analizó 68 híbridos dobles experimentales, 3 híbridos comerciales y el testigo híbrido doble PM 212. En índice de mazorca por planta registró los siguientes datos: 1.22, 1.19, 1.16, 1.15 con los tratamientos DK-834, 79 x 76, 141 x 139, 144 x 139 respectivamente, todos ellos no mostraron significancia con ningún otro tratamiento, los 154 x 151, 120 x 116 y 137 x 134 que ocuparon en el orden de mérito del 69º, 70º y 71º posición alcanzó un promedio 0.96 y con el híbrido 135 x 134 del último lugar obtuvo 0.93, la media general fue 1.06 mazorcas/planta.

(Salgado, citado de Polido 2019) en trabajo de tesis ensayo de rendimiento de híbridos de maíz amarillo duro en el valle de Huánuco evaluó 14 cultivares, dentro de ellos 10 híbridos simples experimentales, 3 variedades y 1 híbrido triple colombiano. En altura de planta la media general fue 2.373 m, siendo los híbridos simples: 287 x 294 (2.653 m), 117 x 71 (2.647 m) y 287 x 296 (2.613 cm) quienes lograron mayores longitudes, en cambio la variedad INIA 602 (1.973 m) y el híbrido simple con pedigrí 72 x 91 (1.833 m) fueron los más bajos. Los tratamientos 117 x 71, 290 x 117, 71 x 299 y Marginal 28 T en altura de inserción de mazorca alcanzaron promedios de 1.367 m, 1.337 m, 1.313 m y 1.277 m

respectivamente, quienes no mostraron diferencia significativa junto con los tratamientos del 5º al 10º lugar en el orden de mérito.

2.2. Bases teóricas del *Zea mays*

2.2.1. Origen y domesticación del maíz

El maíz, es un cultivo que aún en la actualidad no se ha definido con precisión su origen debido a que principalmente no se tiene la certeza de los argumentos que se citan sobre el lugar del origen, muchas teorías de diversos investigadores a nivel mundial, citan a México y Guatemala o Centro América, también se sostiene que se puede haber originado en América del sur, en territorios de Perú y Bolivia, basado en la gran variabilidad de razas, fundamentado a su vez que estas áreas corresponden a uno de los centros de orígenes de la mayor biodiversidad de especies de plantas y animales existentes en el mundo y que luego se fueron difundiendo por el resto de continentes, Europa, África. Asia, asimismo los estudios tratan de encontrar sus ancestros, si proviene de un maíz silvestre extinguido, o si fue una cruce natural de dos especies ya extinguidas o que siempre ha existido y que ha ido mejorándolo a partir de maíces rudimentarios para llegar paulatinamente al tipo de planta, así como lo conocemos hoy. Es tal el alto grado de domesticación que ha alcanzado esta planta, que es casi imposible que ella misma pueda sobrevivir más de 2 a 3 generaciones si no es cultivada por el hombre ya que no tiene la capacidad de diseminar las semillas (Evans 1983).

2.2.2. Importancia

El maíz como forraje presenta una serie de bondades en la nutrición del ganado vacuno. La importancia de este cultivar radica en la capacidad de los productores agrícolas para obtener mayores rendimientos de materia verde en comparación con otros forrajes convencionales, presenta un alto valor energético, buena palatabilidad, digestibilidad, y se puede realizar procesos de conservación que mantengan o mejoren su calidad nutricional. Debido al aumento de la demanda, actualmente es un cultivo rentable (Núñez *et al.* 2003).

El maíz radica su importancia desde diferentes aspectos, inicialmente desde el punto de vista alimenticio, contribuye a la seguridad alimentaria de

la población mundial, principalmente de sectores marginados, puesto que en sus distintas etapas sirve como alimento al hombre y animales, también contribuye con la generación de fuentes de mano de obra en las diferentes labores desde la siembra, cosecha y su procesamiento industrial, asimismo se considera para el maíz un incremento de la tasa de la demanda anual en el consumo (Briceño 2012).

En el Perú, el maíz Amarillo Duro (MAD) es el tercer cultivo en importancia y constituye uno de los principales enlaces de la Cadena Agroalimentaria del país, la cual se inicia con su cultivo y termina en las cadenas e industrias de carne de aves y cerdos respectivamente (Ydrogo 2020).

2.2.3. El maíz en el Perú

En el Perú, el consumo de maíz se ha incrementado de manera notable en la actividad avícola, requiriendo producciones mayores cada día, siendo el tercer cultivo en importancia a nivel nacional y constituye uno de los principales enlaces de la Cadena Agroalimentaria del país, la cual se inicia con su cultivo y termina en las cadenas e industrias de carne de aves y cerdos respectivamente. Se estima que el total de maíz amarillo duro obtenido aproximadamente del 85 % al 90 % es utilizado para la elaboración de alimento balanceado de aves y ganado (Pérez y Vásquez 2017).

En el Perú el consumo de ave es una fuente de proteína animal y de menor costo para la población se ha incrementado significativamente de 11.26 kg/Hab/año en el 1990, llegando en la actualidad a un consumo per cápita alrededor de 48 kg/Hab/año, siendo el principal insumo en la preparación de alimentos balanceado el maíz, debiendo incluso efectuarse importaciones de más de 1 MTM para satisfacer la demanda interna (Briceño 2012).

2.2.4. El maíz

El nombre científico del maíz es *Zea mays*, sus inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran en la misma planta. Si bien la planta es anual, su rápido crecimiento le permite alcanzar hasta los 2,5 m de altura, con un tallo erguido, rígido y sólido (Izquierdo 2012).

2.2.5. Clasificación taxonómica

Según (Acosta 2009), manifiesta que el maíz está clasificado dentro de una sola especie botánica, *Zea mays* L. En la nomenclatura botánica se encuentra clasificado:

Reino: Vegetal

División: Embriófitas

Sub-División: Angiospermas

Clase: Monocotiledóneas

Orden: Glumiflorales o Graminales

Familia: Poacea

Sub-Familia: Panicoideas

Tribu: Maydae

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays* L.

2.2.5. Morfología del maíz

a. Maíz

Según (Gonzales 2016), las raíces del maíz son fibrosas y adventicias, que crecen de manera rápida. El sistema radicular es fasciculado y está formado por tres tipos de raíces:

Cuadro 2. Clases de raíces

Clases de raíces en maíz	
Raíz Principal o seminal o embrional	Son emitidas por la semilla; y consta de una raíz principal o radícula, y las raíces laterales de corta duración.
Raíces adventicias o permanentes	Nacen en el 2 ° nudo basal o nudo superior del mesocotilo, son permanentes, generalmente se presentan hasta 1.80 m de diámetro y 2 m de profundidad
Raíces caulinares o soporte	Son aéreas, complementan la absorción, sirven de soporte, son fotosintetizantes, aparecen en la parte basal de la planta, en los nudos inferiores, por lo general después del aporque

Elaboración propia

Fuente: (Choque 2008)

b) Tallo

El tallo central del maíz es un eje formado por nudos y entrenudos; cuyo número y longitud varían notablemente. La parte inferior y subterránea del tallo, tiene entrenudos muy cortos de los que salen las raíces principales y los brotes laterales. Los entrenudos superiores son cilíndricos, en corte transversal; se observa que la epidermis se forma de paredes gruesas y haces vasculares, cuya función principal, es la conducción de agua y sustancias nutritivas obtenidas del suelo o elaboradas en las hojas (De la Cruz 2016).

c) Hojas

Las hojas emergen de cada nudo del tallo; está distribuido en dos hileras alternas, con vaina en forma tubular que abraza al tallo; la lámina lanceolada ancha y larga, tiene una nervadura central y una serie de nervaduras a la nervadura central. Desarrolla un promedio de 12 hojas por planta, influyen considerablemente en el desarrollo y llenado del grano (Choque 2008).

d) Inflorescencia masculina

Denominada espiga o panoja, presenta un raquis, a cuyo largo se distribuyen las espiguillas que contienen 2 flores estaminadas, protegidas por dos glumas o brácteas que tienen en su interior un eje o raquilla con dos flósculos los cuales tienen la flor estaminada protegida por la lema y la palea, cada flor está compuesta por tres estambres y antera que contiene los granos de polen, presentan además dos lodículos y un pistilo rudimentario. Liberan de 10 a 25 millones de granos de polen encargados de la fecundación y formación de 200 a 1000 granos de maíz por mazorca, se consideran de 25000 a 50000 granos de polen por cada estilo (Briceño 2012).

e) Inflorescencia femenina

Mazorca, es una espiga modificada que consta de un raquis central donde se insertan las espiguillas a lo largo en pares, presentan glumas, lema, palea rudimentaria, cada espiguilla está formada por dos flores 1 fértil y 1

estéril, lo que determina el número par de hileras, presentan un ovario único unilobular y un estilo bastante largo y de característica estigmática en toda su longitud (Briceño 2012).

f) Semilla

El grano de maíz se desarrolla mediante la acumulación de los productos de la fotosíntesis, la absorción a través de las raíces y el metabolismo de la planta. Mientras tanto la semilla consta de las siguientes partes estructurales: pericarpio cáscara o salvado, endospermo, germen o embrión y la piloriza (Alviz 2015).

2.2.7. Aspectos fisiológicos

(Briceño 2012) menciona que las fases fenológicas de un cultivo se dividen en dos grupos:

- Fases vegetativas: Estas fases van desde el inicio de la germinación y terminan cuando la inflorescencia masculina es completamente visible emerge a través del cogollo (V).
- Fases reproductivas: Debe considerarse desde el momento que madura la espiga y se produce la antesis liberándose el polen (R).

2.2.8. Fases fenológicas

Según (Paliwal 2001) al realizar una investigación en campo, es importante establecer con exactitud las etapas de crecimiento del maíz. El sistema utilizado para distinguir las fases se describe con más detalle a continuación:

- VE El coleóptilo emerge de la superficie del suelo.
- V1 Es visible el cuello de la primera hoja (esta siempre tiene el ápice redondeado). V2 Es visible el cuello de la segunda hoja.
- Vn Es visible el cuello de la hoja número "n". ("n" es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta, "n" generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrá perdido las 4 a 5 hojas de más abajo).

- VT Es completamente visible la última rama de la panícula. Cabe señalar que esto no es lo mismo que la floración masculina, que es la liberación del polen (antesis).
- R1 Son visibles los estigmas en el 50% de las plantas.
- R2 Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión. R3 Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
- R4 Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
- R5 Etapa dentada. La parte superior de los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una "línea de leche" cuando se observa el grano desde el costado.
- R6 Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

2.2.7. Requerimientos agroecológicos

Las interacciones incluyen en su mayoría entre la planta-cultivo en diversas condiciones climáticas y de suelo, dicho de otro modo, el ambiente en el que crecerá la planta de maíz.

Al respecto, cabe mencionar (García *et al.* 2009), quienes indican que los rendimientos de maíz están altamente influidos por los años, los cultivares y por la época de siembra. Asimismo, (Camargo *et al.* 2004), al evaluar la interacción genotipo medio ambiente en híbridos de maíz, concluyeron que los híbridos mantuvieron una respuesta diferenciada a los estímulos ambientales.

a. Clima

Según (Briceño 2012) el maíz, presenta una gran adaptabilidad a diferentes climas, así mismo se observan variedades que exigen ciertas condiciones especiales.

Prefiere los climas cálidos, buena disponibilidad de humedad ambiental y agua, climas subtropicales húmedos. Son sensibles a heladas, granizo y temperaturas bajas que son muy perjudiciales al estado lechoso del grano, la temperatura óptima es de 20 a 30 °C. Son plantas de fotoperiodo corto en promedio de 13 h de luz por día, también hay plantas de fotoperiodo neutro, los días largos retrasan la floración, de 11 a 14 horas de luz por día favorecen mejores rendimientos. Los días cortos aceleran la floración. La precipitación pluvial óptima es de 500 a 700 mm, máximo de 900 a 1100 mm (Marquine 1997).

b. Suelo

Se adapta muy bien a todos tipos de suelo, pero suelos con PH de 6 a 7 son a los que mejor se adapta, también requiere suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (Izquierdo 2012). En cuanto a los suelos, se adapta a una gran variedad de ellos; no obstante, son preferibles suelos de texturas medias, bien drenados y sueltos con un pH entre 5.5 y 7. (De la Cruz 2016).

c. Nutrición

El crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz depende de la eficiencia con la que es interceptada la radiación solar incidente sobre las hojas, por esto es importante manejar una adecuada densidad de plantas y de la eficiencia con que la misma se transformada en materia seca. Siendo el maíz es una planta C₄, altamente eficiente en la producción de biomasa, ya que puede lograr en un plazo de hasta 5 meses un peso seco equivalente al 1.000 % que el peso de la semilla que le dio origen, debido a la elevada eficiencia de conversión de la radiación interceptada, al bajo valor energético de la biomasa producida y a una adecuada arquitectura de las plantas y densidad de plantación (Briceño 2012).

2.2.8. Manejo agronómico

a. Preparación del suelo

El maíz crece en una variedad de tipos de suelo; sin embargo, prospera mejor en suelos con una textura firme, profunda, flexible y bien drenada, esto favorece el desarrollo radicular y también humedad y de los nutrientes. El maíz prefiere suelos neutros, con un pH entre 5.5 a 8.0, se debe cultivar en terrenos arados a una profundidad de 30 a 40 cm para una adecuada aireación de la capa superficial del suelo, finalmente se procede con la limpieza de restos y surcado el terreno de cultivo (Choque 2008).

b. Semilla

La semilla es el factor que más influye en la productividad del cultivo. La selección de una buena variedad/cultivar de maíz es muy importante para mejorar la producción de maíz de una zona o región. Lo recomendable es sembrar semillas certificadas debido a su excelente germinación, vigor y viabilidad que garantice una adecuada performance en campo sanidad, libre de ser portadora de plagas y enfermedades (Quispe 2017).

c. Siembra

En el caso de maíz challa cuyo objetivo es su utilización como alimento de ganado lechero, entonces la densidad de siembra debe ser de 40,000 plantas por hectárea para plantas altas, y hasta 120,000 plantas por hectárea para el maíz forrajero; a una distancia entre hileras de 0.75 a 1 m, y 0.45 a 0.75 m entre golpes (Quispe 2017).

d. Raleo

El raleo es la acción de dar espacio a las plantas, quitando de su alrededor aquellas plantas que están más débiles o demasiado cerca. Esta labor ayuda a garantizar que cada planta cuente con el espacio adecuado que requiere para su crecimiento. Por lo general esta labor cultural se realiza en cultivos cuya siembra ha sido a chorro continuo (Rivera 2015).

e. Control de maleza

Una de las dificultades en el manejo del cultivo es la presencia de plantas no deseables en el campo, las que con su presencia y elevada densidad poblacional contando además como a las más agresivas a aquellas especies homólogas al cultivo, puesto que compiten por luz, agua, rientes, espacio, son hospederas de plagas y enfermedades, además que dificultan las labores agronómicas elevan los costos de producción, por lo cual se hace necesario establecer una estrategia para evitar los problemas que ellas acarrearán, debiendo ser oportunos en su control (Briceño 2012).

f. Aporque

El aporque es una labor cultural muy importante en el maíz, porque favorece la estabilidad y soporte de la planta evitando su caída o tumbada por efecto del viento y exceso de humedad. Además, estimula el desarrollo de las raíces adventicias aumentando su estabilidad y anclaje. Se realiza a los 45 días de la siembra cuando las plantas tienen 40 a 50 cm, de altura (Marquine 1997).

El aporque es la acción de amontonar tierra alrededor del tallo (al pie de la planta) para fortalecer el tallo y permitir un crecimiento ideal. Realizar esta labor cultural sencilla le dará grandes beneficios al cultivo como fortalecer el tallo, generar mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades, promover el crecimiento de hojas nuevas, estimular el desarrollo de la planta, retener humedad para la planta (Rivera 2015).

g. Abonamiento y fertilización

Según (Briceño 2012) es necesario efectuar un análisis de suelo en donde se instalará el cultivo, para determinar de forma más precisa la cantidad de fertilizante a utilizar en dicho cultivo.

En el caso del maíz chalero las dosis recomendadas promedio es de 180 – 70 -70 de NPK, llegando hasta los 250 -100 -100 de NPK. La aplicación ocurre en dos etapas, la primera de las cuales incluye la suma de fósforo, potasio y 50% de nitrógeno. La primera fertilización ocurre después de la

siembra, entre 2 y 7 días después de la emergencia, y la segunda ocurre durante el aporque, cuando las plantas tienen entre 40 y 50 cm de altura; incorporando el restante de fertilizante nitrogenado.

h. Riegos

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua, pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración. Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado (Izquierdo 2012).

Los riegos deben ser frecuentes desde el inicio de la floración hasta el estado lechoso del grano (R3), efectuar riegos pesados para tener un buen rendimiento de forraje. No se recomienda regar el cultivo antes de cortar el forraje, para evitar la infección del choclo por micotoxinas (INIA 2013).

El maíz requiere durante todo su periodo vegetativo entre 550 a 650 mm de precipitación pluvial, es necesario los riegos suplementarios que se pueden efectuar en las etapas más críticas del desarrollo del cultivo, se emplea en:

- De preparación del suelo o machaco
- Después de la primera fertilización, luego de la germinación
- Después del aporque
- De la floración antes de la emisión de los estigmas
- De llenado y maduración.

i. Manejo de plagas y enfermedades

Según (Briceño 2012) la plaga *Spodoptera frugiperda* más conocida como el cogollero, causa severos daños al cultivo principalmente en sus primeras etapas de desarrollo, existe mayor incidencia de esta plaga en épocas de ausencia de lluvias. El control de esta plaga debe efectuarse de

manera oportuna, considerándose que siempre estará presente en el cultivo, de ello se deduce que es necesario iniciar la estrategia de control respectivo inmediatamente después de la emergencia.

Las enfermedades que atacan al maíz pueden ser causadas por hongos, bacterias, virus y nemátodos. Su incidencia varía con el medio ambiente, hábito, estación, localidad y campo de cultivo. Su control se puede hacer usando semillas híbridas, genéticamente resistentes o tolerantes a las enfermedades, o bien aplicando buenas prácticas de cultivo, así como control de malezas, aplicación de fungicidas y adecuado uso de fertilizantes y riegos (Marquine 1997).

j. Cosecha del maíz forrajero

(Alviz 2015), señala que la oportunidad de la cosecha de un cultivo de maíz dependerá del tipo de uso comercial que se le pueda dar; ya sea para choclo, forraje o grano. La cosecha se puede realizar con maquinaria o manualmente.

INIA (2013) menciona que para obtener mayores rendimientos de forraje se consiguen cuando el choclo se encuentra en estado lechoso (R3). La mayor cantidad de proteína se logra cuando el grano del maíz se encuentra en estado pastoso (R4), que es la fase recomendada para utilizarlo en ensilado.

El momento óptimo de cosecha de un cultivo de maíz a la producción de chala o forraje, se encuentra cuando el endospermo de los granos comienza a presentar grano lechoso; con una humedad aproximada de 60 % de la planta (Hanco 2021)

Según (Demagnet y Canales 2020), el inicio del periodo de cosecha está marcado por el contenido de materia seca de la planta entera. El inicio de la cosecha no debe ser antes de que las plantas presenten como mínimo un 30% de materia seca, que coincide con la presencia de un 50% de línea de leche en el grano. Sin embargo, el momento óptimo es cuando la planta completa presenta entre un 33 y 35% de materia seca y el grano está endurecido en sus tres cuartas partes. Este estado se presenta en un corto

periodo, por lo que es necesario sembrar híbridos con diferente precocidad para sostener en el tiempo una calidad similar, es decir, el momento óptimo de cosecha del maíz, es cuando el grano se encuentra 3/4 parte duro, con un porcentaje de materia seca de la planta entera de 33 a 35%.

2.2.9. Híbridos

Los mejoradores de plantas, en el pasado, han utilizado el término hibridación como para referirse a los cruzamientos entre distintas variedades (intraespecífica) o en algunos casos a especies diferentes (interespecífica). En el siglo XX, el uso que se le da al término hibridación no es otro que el cruzamiento planificado entre parentales cuidadosamente seleccionados. En la actualidad, los métodos de hibridación dominan completamente la mejora genética de las plantas (Lymaylla 2017).

2.2.9.1. Clasificación de híbridos

Según (Briceño 2012), manifiesta que los híbridos pueden ser convencionales, cuando se forman a través de líneas endocriadas por autofecundación y los híbridos no convencionales resultan de la cruce entre familias o variedades, puede intervenir una línea endocriada.

a. Híbridos simples

Se obtiene por la cruce de dos líneas puras, tienen un alto potencial productivo y son uniformes, no tiene una buena adaptación a diferentes condiciones ambientales debido a una mayor interacción genotipo medio ambiente.

b. Híbridos dobles

Vienen a ser el resultado de la cruce de dos híbridos simples, presentan una mejor adaptación a diferentes zonas ambientales y buen potencial de rendimiento.

Debido a su constitución genética los híbridos son más productivos, tienen más vigor y precocidad, presentan mejor resistencia a plagas, enfermedades, encamado y a otros factores adversos.

c. Híbridos triples

Estos híbridos se originan del cruzamiento de un híbrido simple y una línea pura y se considera que tienen buenas características de rendimiento y adaptación a diferentes ambientes

2.2.9.2. Características de los cultivares en estudio

a. Maíz DK 7500 (V1)

Cultivar de maíz amarillo convencional de cruza triple, con un alto potencial de rendimiento y estabilidad a través de los diferentes valles maicero, el DK7500 es de ciclo intermedio, planta de porte medio a alto, mazorca grande y grano semidentado de buena calidad; el manejo: recomendado a 75,000 plantas por ha, con una distancia entre surcos de 80 cm, distancia entre plantas de 33 cm, con dos semillas por golpe. Planta es de arquitectura semierecta, tolerante al complejo de la mancha de asfalto, con menores aplicaciones de fungicidas respecto a otros materiales y competitivas en ambientes favorables a esta enfermedad (Martines 2022).

b. Marginal 28 Tropical, M 28 T (V2)

Según INIA (2010) El ámbito de desarrollo del cultivo de la variedad de maíz amarillo duro variedad Marginal 28 Tropical (M 28 T) es la selva alta y costa norte del Perú, siendo su rango de adaptación hasta los 1 800 msnm. Además, muestra excelente aptitud para chala en la costa central, esta variedad es resistente al acame y tolerante a la sequía, así como a la roya y el carbón.

La variedad marginal 28 tropical es un compuesto que resulta de un cruzamiento inter e intra poblacional de los cultivares ACROSS 7728, FERKE 7928, LA MÁQUINA 7928 provenientes del CIMMYT, mejorada y adaptada por el INIA a condiciones tropicales de selva y costa norte del Perú. Para la siembra se utiliza 25 kg de semilla/ha; se recomienda sembrar a 0.80 m entre surco y 0.50 entre golpes, colocando 3 semillas por golpe, al deshije dejar 2 plantas/golpe.

Para la fertilización el nitrógeno debe aplicarse fraccionado, 50 % juntamente con todo el fósforo al momento de la siembra o inmediatamente después de la germinación (8 a 10 días después de la siembra). El 50 % restante de nitrógeno aplicarlo entre los 35 a 40 días después de la siembra inmediatamente después del primer riego.

c. Maíz local (V3)

El maíz local Proviene de semillas locales de diversas variedades de maíz, comúnmente utilizado en la zona de canchan con fines de forraje para animales o chala. Es robusto sin ramificaciones, ciclo tardío, alto porte, hojas largas a diferencia de los híbridos. Es susceptible a enfermedades como la roya, resistente a tiempos prolongados sin agua y al acame. Es necesario un correcto programa de fertilización y control sanitario para obtener la cantidad de forraje mínimo esperado.

d. DK 7088 (V4)

El maíz cultivar DK 7088 fue desarrollado por MONSANTO es una variedad adaptada a climas tropicales, posee un excelente rendimiento en toneladas por hectárea. El cultivar DK 7088 tiene las siguientes características: Días a floración: 54, días a cosecha: 135, altura de planta 2.32 m; altura de inserción a Mazorca 1,45 m; tolerante al Helminthosporium, muy tolerante a la cinta roja, tolerante a la mancha de asfalto, muy tolerante a la pudrición de mazorca, número de hileras por mazorca 16 – 20, color de grano: amarillo anaranjado (Muedas 2019).

e. SV 3243 (V5)

El maíz SV 3243 también conocido como Colocho, la semilla de maíz cultivar tiene un excelente color naranja brillante y granos compactos de excelente peso. En la Costa central, los híbridos importados con mayor demanda son Dekalb 7088, Dekalb 7506, Atlas 777 de Advanta y SV 3243 de Semillas Valle, y otros (Marginal 28T, INIA 617 - Chuska como forrajeras) (Jara 2022).

La semilla de maíz SV 3243 se caracteriza por sus mazorcas sanas con granos de textura semi cristalina, coloración amarilla rojiza, muy tolerante al volcamiento, también es tolerante a las siguientes enfermedades: Fusarium (tallo y de grano), *Diplodia sp*, *Physoderma maydis*, *Cercospora zea maydis*, *Helminthosporium sp*.

Cuadro 3: Características agronómicas del SV 3243

Descripción SV 3243 (V5)	
Ciclo	Precoz
Altura de planta (cm)	24-255
Arquitectura	Semi erecta
Altura de mazorca (cm)	120 - 130
Prolificidad	Buena
Días de emergencia a floración:	60 – 70
Días de cosecha	130 - 150

2.2.9.3. Ventajas del uso de los híbridos

Entre las ventajas de los híbridos en relación con las variedades criollas y las sintéticas se pueden citar las siguientes: mayor producción de grano; uniformidad en floración, altura de planta y maduración; plantas más cortas pero vigorosas, que resisten el acame y rotura; mayor sanidad de mazorca y grano; en general, mayor precocidad y desarrollo inicial (Castañedo, citado por Quevedo 2019).

2.2.9.4. Interacción genotipo ambiente

La interacción genotipo ambiente ocurre cuando hay respuestas diferentes de los genotipos en relación con la variación del ambiente, esta interacción merece gran importancia en la evaluación de híbridos desarrollados para diferentes circunstancias de producción como también hace ver la importancia del efecto ambiental en la adaptación y el comportamiento varietal. Es necesario integrar los conceptos de adaptabilidad y estabilidad para definir el comportamiento de genotipos evaluados a través de ambientes contrastantes (Gordon *et al.* 2006).

2.2.10 Fertilización

El maíz tiene gran capacidad de absorción de nutrientes y requiere de una alta fertilización, la demanda por nitrógeno es alta, además de otros como el fósforo para obtener buena producción; el abonamiento constituye uno de los pilares fundamentales de la producción agrícola, una variedad local no responderá tan bien a los fertilizantes como una variedad mejorada; por ejemplo, el maíz cultivar dará a menudo una mejor respuesta a los fertilizantes y producirá rendimientos mucho más altos que las variedades locales. (Chumpitaz 2018)

La eficiencia de uso del agua y el fertilizante son dos de las herramientas más importantes en sistemas de producción que optimizan el rendimiento de maíz, especialmente en ambientes con una larga historia de agricultura continua, en la producción de maíz es importante la utilización de nitrógeno y ésta puede ser afectada por el tipo y época de aplicación del fertilizante nitrogenado, condiciones climáticas, y propiedades físico – químicas de los suelos (De la Cruz 2016).

Los híbridos que toleran altas densidades producen buenos rendimientos cuando son fertilizados con dosis altas, por eso si la densidad es excesiva y el abonamiento no es suficiente se obtienen gran cantidad de plantas débiles que no alcanzan a formar mazorcas (Chumpitaz 2018).

Para el caso de la planta de maíz, la eficiencia de absorción de nutrientes disponibles en el fertilizante aplicado tiene como rangos más comunes de aprovechamiento (%) por la planta de maíz son del 30 -60 para el nitrógeno, 10 – 30 para el fosforo y 30 – 60 para el potasio. (IICA, citado por Chumpitaz 2018).

a. El nitrógeno

El nitrógeno (N) es el nutriente requerido en mayor cantidad por el cultivo de maíz, principalmente controlando la producción de biomasa, y es el que más limita el rendimiento de dicho cultivo (De la Cruz 2016)

Es el elemento móvil en el suelo asimilable por la planta, y a la vez con mayor probabilidad de perderse por volatilización y percolación; da vigor a las plantas; mantiene verde el follaje; y favorece la fotosíntesis, crecimiento y acumulación de proteínas en el grano (Hanco 2021)

El nitrógeno es fundamental para la formación de proteínas, (Llanos 1984), como también es considerado como el elemento más importante para la planta ya que cantidades insuficientes afectan mucho más el rendimiento que cualquier otro elemento, es usado por la planta a través de todas sus etapas de desarrollo, ya que estimula el crecimiento celular de todos los órganos de la planta. El nitrógeno forma parte de procesos bioquímicos importantes, como la fotosíntesis, y el nitrógeno es parte de la estructura de la clorofila, un pigmento que le confiere el color verde a las hojas. Por eso, una planta con buena disponibilidad de nitrógeno en el suelo posee un color verde intenso y saludable (INIA 2020).

b. El fósforo

En el caso del fósforo, participa en la síntesis de ácidos nucleicos y nucleótidos solubles portadores de la energía para reacciones enzimáticas, asimismo favorece un buen desarrollo de los estigmas, (Llanos 1984) dependiendo del nivel de rendimiento, el maíz puede acumular hasta 70 kg por hectárea en la parte aérea.

Las máximas tasas de acumulación se producen posteriormente al nitrógeno, una mayor absorción del fósforo está influenciado por una mayor área radicular, una mayor temperatura del suelo y disponibilidad de agua en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, por lo que se recomienda que el aporte de fósforo debe realizarse antes de la siembra o inmediatamente después de la emergencia, con el propósito de que su deficiencia no limite el desarrollo de las plantas (Briceño 2012)

Es el elemento poco móvil en el suelo; debe aplicarse cerca de las raíces. La planta de maíz, absorbe alrededor de la tercera parte de la cantidad absorbida de nitrógeno y potasio; da energía a la planta; favorece el desarrollo de las raíces; y la formación de las mazorcas (Hanco 2021)

c. El potasio

El potasio, es un elemento usado por la planta en grandes cantidades y es esencial para un crecimiento vigoroso. Su presencia está relacionada a una mejor estructura celular, pero no forma parte de algún compuesto orgánico de la planta, es absorbido por la planta en forma iónica. La forma principal es a través de las raíces, aunque también es asimilado por difusión. La toma de potasio es mejorada cuando el suelo tiene buena aireación (INIA 2020).

El potasio Interviene como activador del metabolismo vegetal incrementa la eficiencia fotosintética, en la formación de los tejidos fibrosos y sostén de la planta (Llanos 1984), de la misma manera debe ser incorporado y estar disponible en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este elemento es acumulado en grandes cantidades por el maíz. Se señala que a diferencia del N y del P, el K en la biomasa aérea en floración puede representar hasta un 85% del total acumulado. Citado por (Briceño 2012)

Es un elemento poco móvil en el suelo; la planta el maíz absorbe en cantidades altas similares al nitrógeno. El potasio da consistencia al tallo y a las hojas; hace que la planta sea resistente al tumbado, al ataque de enfermedades, heladas y sequías; y mejora la calidad de granos (Hanco 2021).

d. Los elementos menores

Los siguientes elementos menores tienen especial significación en el cultivo de maíz, así el magnesio participa en la síntesis, degradación, y utilización de los hidratos de carbono, el calcio, evita la absorción del aluminio por antagonismo, e influye en la capacidad respiratoria de las células, el azufre, contribuye en un mejor desarrollo de la planta, el zinc, contribuye en un adecuado desarrollo de los tallos y hojas aprovechables en el ensilaje, el molibdeno influye en una germinación más rápida, el boro contribuye con un normal desarrollo de la mazorca y de los granos (Llanos 1984).

Las plantas requieren en menor cantidad: Calcio, magnesio, azufre, manganeso, zinc, hierro, molibdeno y boro (Hanco 2021).

2.2.11. Índice SPAD

Según la investigación realizada por (Bernal *et al.* 2015), SPAD es un acrónimo que significa "Soil Plant Analysis Development", un método no destructivo para medir el contenido de clorofila en las hojas de las plantas. El SPAD se basa en la absorción de luz por parte de la clorofila y proporciona una estimación rápida y precisa del contenido de clorofila en las hojas, lo que a su vez puede indicar la salud y el vigor de las plantas.

El clorofilómetro PhotosynQ MultispeQ es un dispositivo de medición portátil y no destructivo para el contenido de clorofila de las hojas ampliamente utilizado para optimizar el tiempo y la cantidad de fertilizante para mejorar el rendimiento de los cultivos ya que el contenido de clorofila es un indicador de la salud de las plantas.

2.2.12 Índice de área foliar (IAF)

El índice del área foliar (IAF) es una medida del área total de las hojas por unidad de área terrestre, que se utiliza como indicador del crecimiento y productividad de las plantas. Según (Furlani *et al.* 2014), el IAF se determina midiendo el área de las hojas y dividiéndola por el área de suelo ocupada por la planta. Es un parámetro importante en la evaluación del crecimiento y desarrollo de las plantas y se utiliza para estimar la cantidad de luz que llega a las hojas y la eficiencia de la fotosíntesis.

III. METODOLOGÍA

3.1. **Ámbito**

El presente proyecto de investigación se desarrolló en el Centro de Investigación y Producción Canchan, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, cuya posición política y geográfica es la siguiente:

Ubicación política

Departamento : Huánuco
Provincia : Huánuco
Distrito : Quisqui
Lugar : El Centro de Investigación Producción Canchan

Posición geográfica

Latitud Sur :09°92'15"
Longitud Oeste :76°31'00"
Altitud :2020 msnm

3.1.1. **Características agroecológicas de la zona**

Zona de vida

La zona experimental en donde se realizó la investigación pertenece a la zona de vida, estepa espinosa Montano Bajo Tropical (ee-MBT), a 2020 msnm, caracterizado por un clima cálido y húmedo con temperaturas que promedian los 22°C y oscilan entre los 19°C y la máxima con 26°C, la precipitación media anual de 281,80 mm y la humedad relativa promedio anual de 64,32%.

Suelo

Presenta una topografía plana, con textura franco arcillo arenoso, previo a la ejecución de la tesis, se realizó un análisis de suelo en el área experimental, a continuación, se muestran los resultados del análisis de suelo más relevantes para la investigación.

Cuadro 4. Análisis de suelos.

Textura	PH	N	P	K	CIC
Franco arcillo arenoso	7.70	0.10	12.85	130.94	22.46

Fuente: Análisis de suelos en el laboratorio de suelos de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva 2022.

La textura es óptima para producir maíz chala ya que es franco arcillo arenosa, tiene buen drenaje por ser arenosa, y además permitirá que la raíz se estire más en busca de nutrientes sin dejar de retener los nutrientes por ser arcillosa; El pH es neutro, lo cual es adecuado para el uso de nutrientes por parte de la planta; los niveles disponibles de N - P₂O - K₂O kg/ha en el suelo fueron 32.16 - 31.54 - 168.44, respectivamente.

Las fuentes de fertilizantes que se utilizaron son: urea, superfosfato triple y cloruro de potasio se calculó de acuerdo al criterio de reposición para cada nivel de fertilización propuesto:

Cuadro 5. Fuentes y cantidad de fertilizante según el criterio de reposición en los diferentes niveles aplicados en el experimento.

Fuente/nivel	Urea kg/ha	SPT kg/ha	KCL kg/ha
Nivel alto (N3)	253	51.15	120.80
Nivel medio (N2)	199	26.15	48.55
Nivel Bajo (N1)	161	8.65	0.00

3.2. Población

La población en estudio estuvo constituida por 6840 plantas de maíz de cuatro cultivares y un testigo, el número de plantas en el área experimental es de 456 plantas.

3.3. Muestra

El área neta experimental estuvo constituida por 48 plantas, de las cuales se tomó 3 plantas de maíz por cada nivel de fertilización en combinación con los cultivares en estudio.

Tipo de muestreo

El muestreo fue probabilístico, en forma de muestra aleatoria simple (MAS), porque cualquier planta de maíz del área neta experimental tendría la misma probabilidad de ser parte de la muestra.

3.4. Nivel y tipo de estudio

3.4.1. Nivel de investigación

Experimental, porque se manipuló la variable independiente (cultivar s de maíz y niveles fertilización) y se midió su efecto en la variable dependiente (desarrollo y rendimiento), los resultados difirieron entre los tratamientos propuestos.

3.4.2. Tipo de investigación

Es aplicada, porque reúne las condiciones metodológicas de la investigación aplicada, ya que generará conocimientos tecnológicos expresados en la dosis óptima de fertilizante sintético usando el criterio de reposición en base a los cultivar s de maíz propuesto, maximizando el rendimiento del cultivo de chala.

3.5. Diseño de investigación

Tipo de diseño

Experimental, se utilizó un Diseño De Bloques Completamente al Azar (DBCA) en la forma de factoriales con tres dosis de fertilización como primer factor y cuatro variedades híbridas de maíz y un testigo local como factor secundario, repetidos tres veces haciendo un total de 15 unidades experimentales.

Entonces, el diseño DBCA se ajustó al siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Para: $i = 1, 2, 3, \dots, t$ (n° de tratamientos)

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ (n° de repeticiones, bloques)

Donde:

Y_{ij} = Observación de la unidad experimental

U = Media general

T_i = Efecto del i – ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j – ésimo repetición

Eij = Error aleatorio

Tratamientos en estudio

La fertilización se efectuó con Urea, Superfosfato triple y Cloruro de potasio, los cuales fueron pesados de acuerdo a la dosis por tratamiento. Los criterios de aplicación de fertilizantes fueron en función del rendimiento objetivo. Se considero como objetivo alcanzar un rendimiento con la dosis alta de 13 t de biomasa seca y 37 t en húmedo, con la dosis media obtener 10.5 t biomasa seca y 30 t en húmedo y finalmente con la dosis baja 8.8 t de biomasa seca y 25 t húmeda. Entonces, el requerimiento del cultivo para alcanzar rendimiento objetivo y disminuyendo la riqueza en nutrientes que nos brinda el suelo, determinado por un análisis de suelo de 0 – 20 cm; se estableció tres niveles de fertilización, el Nitrógeno se proporcionó en dos momentos. Los cuales se detallan a continuación:

El siguiente cuadro brinda información sobre la dosis de N - P₂O₅ - K₂O a aplicar, se elaboró en respuesta al análisis de suelo, que identificó los nutrientes que están disponibles en el suelo, acorde al criterio de reposición y el nivel que corresponde a cada tratamiento.

Cuadro 6. Nutriente disponible en el suelo de acuerdo al análisis de suelo

NPK DISPONIBLE KG/HA		
N	P	K
32.16	31.54	168.44

De acuerdo a las formas iónicas de absorción preferidas que absorben los nutrientes las plantas, en el cuadro 6 se detalla la cantidad de fertilizante que se administró en cada tratamiento.

Cuadro 7. Cantidad aplicada a la parcela según criterio de reposición y la fuente de fertilizante.

NIVEL DE FERTILIZACIÓN	NUTR.	FUENTE DE FERTILIZANTE	CRITERIO DE REPOSICIÓN	KG/HA	APLICADA POR PARCELA
ALTA (N3)	N	Urea	286	253	4.86
	P	Superfosfato triple	52	51.15	0.98
	K	Cloruro de potasio	247	120.8	2.32
MEDIA (N2)	N	Urea	231	199	3.82
	P	Superfosfato triple	42	26.15	0.5
	K	Cloruro de potasio	200	48.55	0.93
BAJA (N1)	N	Urea	193	161	3.09
	P	Superfosfato triple	35	8.65	0.17
	K	Cloruro de potasio	167	0	0

Cuadro 8. Cantidad aplicada a parcela según criterio de reposición y la fuente de fertilizante.

FERTILIZANTE/ NIVEL	N - P2O5 - K2O/ HA ⁻¹	NPK/PARCE LA (38.4 m ²)	UREA (KG/PARCE LA)	SPT (KG/PARCE LA)	CLK (KG/PARCE LA)
Baja (N1)	194-35-167	3.26	3.09	0.17	0.00
Media (N2)	231-42-200	5.26	3.82	0.50	0.93
Alta (N3)	286-52-247	8.16	4.86	0.98	2.32

El siguiente trabajo estuvo compuesto por 15 tratamientos con 3 repeticiones:

Tabla 1. Tratamientos en estudio

CULTIVAR	NIVEL DE FERTILIZACIÓN	TRATAMIENTOS
V1 (DK 7500)	N1 (Baja)	Maíz DK 7500 + nivel de fertilización baja
	N2 (Media)	Maíz DK 7500 + nivel de fertilización media
	N3 (Alta)	Maíz DK 7500 + nivel de fertilización alta.
V2 (MT28)	N1 (Baja)	Maíz MT 28 + nivel de fertilización baja.
	N2 (Media)	Maíz MT 28 + nivel de fertilización media.
	N3 (Alta)	Maíz MT 28 + nivel de fertilización alta.
V3 (Maíz local)	N1 (Baja)	Maíz local + nivel de fertilización baja.
	N2 (Media)	Maíz local + nivel de fertilización media.
	N3 (Alta)	Maíz local + nivel de fertilización alta
V4 (DK 7088)	N1 (Baja)	Maíz DK 7088 + nivel de fertilización baja.
	N2 (Media)	Maíz DK 7088 + nivel de fertilización media
	N3 (Alta)	Maíz DK 7088 + nivel de fertilización alta.
V5 (MSV 3243)	N1 (Baja)	Maíz MSV 3243 + nivel de fertilización baja.
	N2 (Media)	Maíz MSV 3243 + nivel de fertilización media.
	N3 (Alta)	Maíz MSV 3243 + nivel de fertilización alta

Fuente: Elaboración propia.

a. Características generales

Longitud del campo experimental	: 48.0 m
Ancho del campo experimental	: 16.0 m
Área Total del campo experimental	: 768.0 m ²

b. Características de los bloques

Numero de bloques	3
Tratamientos por bloque	15
Largo de bloque	: 48.0 m
Ancho de bloque	: 4.0 m
Área total de bloque	: 192.0 m ²

c. Características de la parcela

Número de surcos	12
Distancia entre surcos	: 0,80 m
Distanciamiento entre plantas	: 0.20 m
Número de plantas por golpe	3
Número de golpes por surco	19
Número de plantas/unidad experimental	456
Número de plantas del área neta experimental	152
Área total de parcela	: 38.52 m ²
Número de plantas del área neta experimental	48

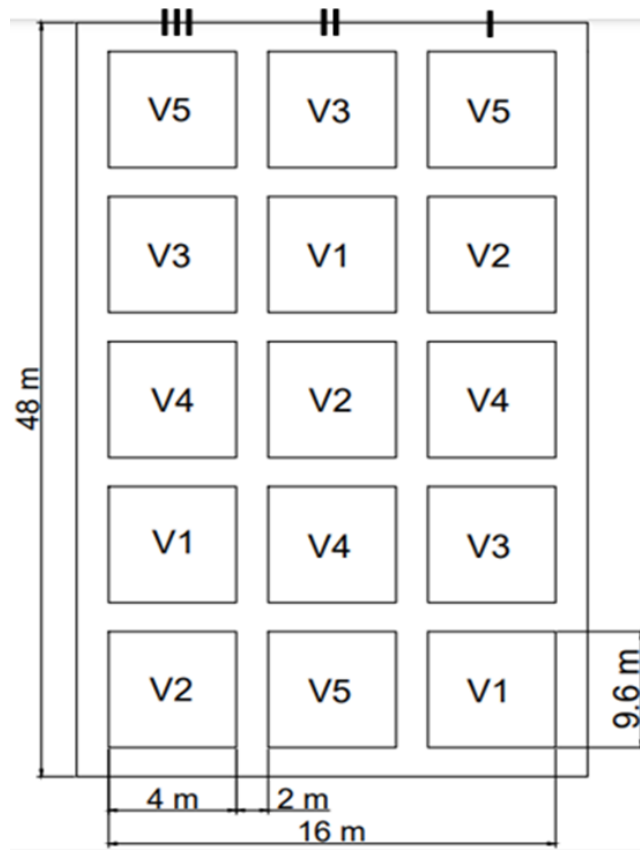


Figura 1. Croquis de parcela experimental

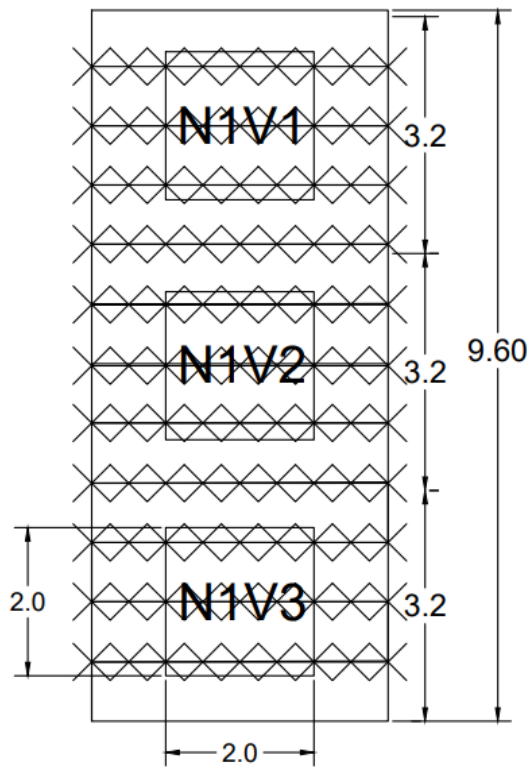


Figura 2. Croquis del campo experimental

3.6. Métodos, Técnicas e instrumentos

3.6.1. Métodos

Se empleó la siguiente metodología para registrar los parámetros evaluados:

3.6.1.1. Desarrollo

a. Índice SPAD (Soil Plant Analysis Development):

De cada parcela se eligieron nueve plantas al azar para que sirvieran de muestra y se seleccionó la parte central de cada hoja de la planta a evaluar. La cantidad de clorofila en las hojas se determinó mediante el método SPAD, eligiendo tres plantas por nivel de fertilización en el área experimental neta, mediante el clorofilometro PhotosynQ / Modelo: MultispeQ V 2.0+CALIQ y el método estándar de determinación de clorofila mediante el espectrómetro. (Soil Plant Analysis Development).

Se colocó el clorofilometro en el centro de las hojas sin que toque la nervadura y respetando la dirección de la hoja, sin hacer sombra al aparato permitiendo que los rayos del sol lleguen directamente al equipo y a las hojas, los datos se tomaron alrededor de las 10 a.m. en un día soleado.

Los datos del clorofilometro se recolectaron en tiempo real, con un promedio de 20 segundos en cada hoja; los datos se subieron a la nube de la computadora a través del programa clorofilometro y también se registraron en el cuaderno de campo.

b. Índice de área foliar

Del área experimental neta se recogieron al azar 9 plantas, equivalentes a 3 plantas por nivel de fertilizante, y se midió con una cinta métrica el largo y ancho de las hojas, que luego se obtendría en gabinete por cálculo matemático.

3.1.6.2. Rendimiento

a. Biomasa vegetal aérea fresca

En cada parcela del área experimental neta se evaluó 9 plantas al azar, equivalentes a 3 plantas en cada nivel de fertilización. Utilizando un machete se cortó el cuello de la planta, para pesarlo en una balanza, se colocó en una bolsa de papel roturado por bloque y nivel para ser sellado y llevado al laboratorio.

b. Biomasa vegetal aérea seca

Se utilizaron las muestras frescas de biomasa aérea, se cortó en pequeñas partes y se colocó en una bolsa de papel roturada con el código de la parcela. En el laboratorio de suelos se secaron las muestras en una estufa a 60 °C hasta alcanzar un peso constante expresado en gramos.

c. Biomasa radicular fresca

De las plantas utilizadas para determinar el peso fresco y seco, se excavo con mucho cuidado y se extrajo la raíz del maíz que se procedió a pesar y colocar dentro de una bolsa de papel; en el gabinete se multiplicó el peso fresco radicular por la densidad de nivel, obteniendo la biomasa radicular fresca.

D. Biomasa radicular seca

De la misma muestra de planta usadas para peso radicular fresco, se colocó a secar en una estufa a 60°C hasta que alcanzó un peso constante expresado en gramos.

E. Altura de planta

Se midió la altura a 9 plantas por parcela con una regla acondicionada con una cinta métrica, correspondiendo 3 plantas por nivel de fertilización, desde la base del tallo hasta el nudo donde nace el pedúnculo de la panoja, y se registró el dato en centímetros.

F. Diámetro de tallo

Se utilizó una cinta métrica para evaluar 9 plantas por parcela, lo que equivale a 3 plantas por nivel de fertilización; se colocó en el punto medio del primer entrenudo visible desde superficie del suelo, rodeándolo y midiendo el perímetro en centímetros, con estos datos en el gabinete se obtuvo el diámetro de tallo.

Fórmula de diámetro de tallo:

$$Lp = \pi d$$

Donde:

d : diámetro del tallo

Lp : longitud del perímetro del tallo (cm) π :3.14

G. Rendimiento por parcela y hectárea

Los datos de rendimiento por hectárea se obtuvieron a partir de los datos de biomasa fresca y seca por nivel mediante el método aspa simple.

3.6.2. Técnicas

A. Técnicas bibliográficas

- Fichaje: Se obtuvo información de los elementos bibliográficos de las fuentes de información para elaborar la literatura citada.
- Análisis de contenido: Permitió registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y ordenadas sistemáticamente servirán de valiosa fuente para elaborar el marco teórico.

B. Técnicas de campo

- Observación: Con los que se registró los datos sobre la variable dependiente y otras actividades.

3.6.3. Instrumentos

A. Instrumentos bibliográficos

- Fichas de localización: Donde se consideró el autor, año, título subtítulo si lo hubiera, edición, lugar de publicación, editorial, paginación, etc. Para elaborar la literatura citada según estilo de redacción IICA.
- Fichas de investigación: Fueron citas de resumen y textual, para elaborar el marco teórico según estilo de redacción

3.7. Validación y confiabilidad del instrumento

Los instrumentos utilizados para registrar datos cuantitativos son válidos y confiables debido a que para los medir los indicadores utilizados son las plantas de maíz correspondientes a cada tratamiento propuesto en el presente proyecto de investigación.

3.8. Procedimiento

Se realizó el procedimiento en dos momentos, la primera etapa fue en campo en donde el manejo agrícola se efectuó en un campo tradicional bajo un sistema de riego por gravedad, la segunda etapa se desarrolló en el laboratorio de suelos de la facultad de agronomía de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

3.8.1. Reconocimiento del terreno y toma de muestras

El terreno fue de topografía plana y con poca pendiente, que permitió un riego de forma eficiente y sin problemas. El muestreo se realizó en zigzag utilizando un barreno para suelos, y se obtuvieron submuestras por un total de un kilogramo en toda la parcela a una profundidad de 20 cm.

La muestra de suelo se secó previamente, se separaron las piedras y se mulleron con un mazo de madera hasta que no quedaron terrones, después se pasó por un tamiz para ser envasado y para enviado a la Universidad Nacional Agraria de la Selva para el análisis de suelo correspondiente.

3.8.2. Preparación del terreno

Antes de la siembra el terreno se roturo para eliminar el exceso de maleza, posteriormente se realizó un riego suplementario de machaco, hasta que el suelo se encuentre en capacidad de campo, para luego ser arado con la ayuda de un tractor a una profundidad entre los 0.30 a 0.40 cm, el nivelado

y mullido se ejecutó con una rastra de discos, el distanciamiento entre surcos es de 0.80 cm.

3.8.3. Trazado del campo experimental

Se eliminó la maleza, palos y piedras grandes, posteriormente se delimitó el terreno experimental con el uso de una wincha, un cordel y cal agrícola, trazando quince parcelas experimentales con tres bloques y cinco parcelas que fueron identificados por códigos.

3.8.4. Desinfección de semillas

Para evitar enfermedades y ataques de insectos, las semillas fueron desinfectadas con el insumo químico "vitavax" a una concentración de 4 gr/kg de semilla.

3.8.5. Siembra

El riego se realizó dos días antes de la siembra, cuando el suelo se encuentre en capacidad de campo para una mejor germinación. El 15 de julio de 2022 se realizó la siembra directa a campo, se colocó tres semillas por golpe a 4 cm de profundidad, a una distancia entre surco de 0.80 cm y entre planta 0.20 cm, se utilizó entre 26 a 1000 gr. de semilla por tratamiento en las diferentes variedades, los primeros brotes emergieron a los 8 días después de la siembra.

3.8.6. Desahije

Se realizó 25 días después de la siembra, seleccionando las plantas menos vigorosas por cada golpe, y se cortó en la base del tallo con un cúter para que no se dañen las raíces de las otras dos plantas.

3.8.7. Riego

Se realizó mediante un sistema de riego por gravedad, se inició con un riego de machaco al inicio del experimento para eliminar las plagas de insectos en estado larvario en el suelo. Dos días antes de la siembra, se realizó un riego para que el suelo se encuentre en capacidad de campo al momento de la siembra. Los riegos posteriores fueron ligeros y frecuentes con un bajo volumen de agua para evitar la pérdida de semilla;

después los riegos fueron semanales para el desarrollo vegetativo del cultivo y llenado de grano.

3.8.8. Fertilización

Se realizó utilizando el criterio de reposición aplicando tres dosis distintas de fertilización: fertilización baja (N1), fertilización media (N2) y fertilización alta (N3), se realizó una mezcla general por el total de fertilizante que se aplicó a cada parcela que luego se distribuyó en bolsas en función a la cantidad a aplicar a cada planta según el nivel de fertilización. Posteriormente en el campo se aplicó la combinación de fertilizantes al costado de la planta a una profundidad de 10 cm utilizando un pico y una cuchara dosificadora para colocar la cantidad exacta de la mezcla de fertilizantes, en la segunda aplicación que fue solo con urea se realizó en el momento del aporque.

El suelo presentaba una textura franca arcillo arenoso, la fertilización de N se realizó con urea que se aplicó en dos momentos 50 % la primera aplicación se dio cuando la planta se encontraba en la etapa vegetativa V2 a 12 días posteriores a la siembra luego que la planta presento un promedio de 2 hojas y el 50 % restante en la segunda aplicación cuando la planta estaba en la etapa V6 – V7, la planta en promedio tenía 7 hojas, mientras que superfosfato triple y el cloruro de potasio se aplicó al 100 % en un solo momento. A continuación, se detalla los datos de la aplicación:

Cuadro 9. Dosis a aplicar según el análisis de suelo.

Nivel/Dosis	Dosis kg/ha		
	N	P2O5	K2O
ALTA	286.00	52.00	247.00
MEDIA	231.00	42.00	200.00
BAJA	194.00	35.00	167.00

Cuadro 10. Rendimiento esperado, según el nivel de fertilización.

Rendimiento fresco y seco posible				
Fertilización	Rendimiento	Estado	Rendimiento	Estado
ALTA	37 tn/ha	Fresco	13 tn/ha	Seco
MEDIA	30 tn/ha	Fresco	10.5 tn/ha	Seco
BAJA	25 tn/ha	Fresco	8.8 tn/ha	Seco

Cuadro 11. Cantidad de N, P y K disponible en el suelo

N P K Disponible kg/ha		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O
32.16	31.54	168.44

Cuadro 12. Cantidad de fertilizante a aplicar según las fuentes

Dosis	Fertilizante kg/ha		
	Urea	SPT	CLK
ALTA	253.00	51.15	120.80
MEDIA	199.00	26.15	48.55
BAJA	161.00	8.65	0.00

A continuación, se describe la cantidad de fertilizante utilizado por parcela y en cada surco de la investigación realizada:

Cuadro 13. Aplicación por todas las parcelas

Dosis	Fertilizante kg/parcela		
	Urea	SPT	CLK
ALTA	4.86	0.98	2.32
MEDIA	3.82	0.50	0.93
BAJA	3.0	0.17	0.00

Cuadro 14. Aplicación por todos los surcos

Dosis	Fertilizante kg/surco		
	Urea	SPT	CLK
ALTA	0.081	0.016	0.039
MEDIA	0.064	0.008	0.016
BAJA	0.052	0.003	0.00

Cuadro 15. Aplicación por todos los golpes en gramos.

Dosis	Fertilizante gr/golpe		
	Urea	SPT	CLK
ALTA	4.261	8.615	2.035
MEDIA	3.352	4.404	8.177
BAJA	2.712	1.457	0.00

3.8.9. Control de malezas

Se realizó control mecánico y químico a los 20 días de la siembra, con la ayuda de un azadón y se aplicó atrazina 50 SC para malezas de hojas dicotiledóneas en dosis de 100 ml/ 20 l es pre y post emergente que requiere un suelo húmedo en el momento de aplicación, se tuvo presencia de malezas como:

Nombre científico	Nombre común
<i>Cyperus rotundus</i>	Coquito
<i>Setaria verticillata</i>	Rabo de zorro
<i>Portulca oleracea</i>	Verdolaga
<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco

3.8.10. Aporque

Se realizó 60 días después de la siembra, se utilizó un pico para levantar tierra alrededor de la planta para favorecer el soporte de planta, esta actividad evita el acame de las plantas por acción del viento, permite un buen desarrollo de raíces adventicias que favorece el anclaje y absorción de nutrientes.

3.8.11. Control fitosanitario

Se efectuó tres aplicaciones en el transcurso del desarrollo del cultivo, la primera a los 8 días después de la siembra para plagas, se utilizó los insecticidas Clorpirifos 480 EC en una dosis de 40 ml / mochila 20l para el control de larvas de *Agrotis spp* y *Spodoptera frujiperda*, la segunda aplicación se realizó 17 dds, se usó un plaguicida Emamectina a dosis de 5 gr/20 L y la última aplicación se realizó con Alfa cipermetrina 100 SC a una dosis de 10 ml/20 L.

Para el control de la roya y mancha foliar en el maíz se aplicó Imperio con Azoxistrobina a dosis de 10 ml/ 20 L, asimismo se aplicó un corrector de pH para calibrar el agua que es dura y no permite perder la tensión superficial en la hoja.

3.8.12. Cosecha

El maíz chala se cosecha cuando aún no se ha formado el fruto maduro, el grano este lechoso y tenga el 60% de humedad en esa etapa es más aprovechable para los animales por la cantidad de nutrientes; se realizó cuando en más del 50% de las plantas se observa que la hoja bandera ya no cubre la espiga. Se efectuó la toma de datos como altura de planta, largo y ancho de hoja, perímetro de tallo, índice SPAD. Se corto la planta para determinar el peso fresco y se colocó en una bolsa de papel roturado con el código de tratamiento. En el laboratorio con la ayuda de una estufa se procedió al secado a 60° C por una semana, hasta obtener el peso constante, el mismo procedimiento se realizó con la raíz.

3.9. Tabulación y análisis de datos

3.9.1. Plan de tabulación

Esquema del análisis de varianza:

Cuadro 16. Análisis de varianza para el DBCA

Fuente de Varianza (F.V)	Grados de libertad (GL)
Bloques o repeticiones	$(r-1) = 3$
Tratamientos	$(t-1) = 4$
Error experimental	$(r-1) (t-1) = 12$
Total	$(tr-1) = 19$

Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal para Diseño Completamente al Azar, está dado por:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor o rendimiento observado en el i -ésimo tratamiento; j -ésimo bloque

i = 1, 2, 3, 4. Tratamientos/bloque.

j = 1, 2. Repeticiones/experimento.

U = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del (i – ésimo) tratamiento.

B_j = Efecto del (j – ésimo) bloque.

T = N° de tratamientos

B = N° de bloques

E_{ij} = Error experimental de las observaciones (Y_{ij}).

3.9.2. Análisis de datos

Se realizó una base de datos con los resultados de las evaluaciones del presente trabajo de investigación. Estos se expresaron en promedios los cuales son representados en tablas y gráficos de barras. Se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), para determinar el nivel de significación entre bloques y tratamientos, en donde los parámetros que son iguales se simbolizan con no significativo (ns), mientras (*) representa que es significativo y (**) altamente significativo. Todos los análisis se realizan con RStudio, es un software que fue diseñado para hacer análisis estadísticos.

3.10. Consideraciones éticas

Durante la ejecución del presente proyecto de investigación se ha referenciado la autoría de toda la información que se ha obtenido de terceros, respetando el código de ética de la comunidad científica internacional.

IV. RESULTADOS

Se realizó una base de datos con los resultados de las evaluaciones del presente trabajo de investigación. Estos se expresaron en promedios los cuales son representados en tablas y gráficos de barras. Se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), para determinar el nivel de significación entre bloques y tratamientos, en donde los parámetros que son iguales se simbolizan con (ns), mientras (*) representa que es significativo y (**) altamente significativo.

En la comparación de promedios entre los tratamientos evaluados, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan a niveles de error del 5% y 1%.

4.1. Indicadores de desarrollo

4.1.1. Índice SPAD

El índice SPAD es una medida de la concentración de clorofila en las hojas, lo que se relaciona directamente con la capacidad de la planta para realizar la fotosíntesis y producir materia seca. En cuanto a los resultados, el coeficiente de variabilidad dentro de los tratamientos es relativamente baja con 9.62%, lo que es una buena señal para la precisión de los resultados.

Tabla 2. Promedio de índice SPAD análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

ÍNDICE SPAD			
Bloque	0.53045		
Trat.	0.00314		**
Código	Tratamiento	Promedios	Significación
V5N3	MSV 3243 + Nivel alto	44.88	a
V5N2	MSV 3243 + Nivel medio	43.23	ab
V5N1	MSV 3243 + Nivel bajo	42.54	ab
V1N3	DK 7500 + Nivel alto	39.62	abc
V3N3	Maíz local + Nivel alto	39.03	abc
V4N1	DK 7088 + Nivel bajo	38.81	abc

V4N3	DK 7088	+ Nivel alto	38.79	abc
V3N2	Maíz local	+ Nivel medio	37.92	abc
V2N3	MT 28	+ Nivel alto	37.62	bc
V1N2	DK 7500	+ Nivel medio	37.51	bc
V1N1	DK 7500	+ Nivel bajo	36.50	bc
V2N2	MT 28	+ Nivel medio	36.45	bc
V4N2	DK 7088	+ Nivel medio	36.36	bc
V3N1	Maíz local	+ Nivel bajo	32.47	cd
V2N1	MT 28	+ Nivel bajo	29.56	d

ns: no significativo

*: significativo

**: altamente significativo

Según la figura 3 el tratamiento del cultivar MSV 3243 con una dosis alta (V5N3) de fertilizante produjo los mejores resultados en términos de índice SPAD, con un valor promedio de 44.88. Los tratamientos V5N2 (MSV 3243 con fertilización media) y V5N1 (MSV 3243 con fertilización baja) también obtuvieron buenos resultados, con valores promedio de 43.23 y 42.54 respectivamente, y no hubo una diferencia significativa entre ellos.

Por otro lado, los tratamientos V3N1 (Maíz local con dosis baja) y V2N1 (MT 28 con dosis baja) tuvieron los valores más bajos en términos de índice SPAD, con promedios de 32.47 y 29.56 respectivamente. Esto sugiere que estos tratamientos pueden haber tenido limitaciones en la capacidad de realizar fotosíntesis y producir materia seca, posiblemente debido a la falta de nutrientes.

La aplicación óptima de fertilizantes en el suelo es de gran importancia en la producción agrícola, ya que influye directamente en la composición y desarrollo de los cultivos (Parihar *et al.* 2018). En este sentido, los resultados de la investigación muestran que el nivel de fertilizante adecuado ejerce una influencia significativa en el contenido de clorofila de los cultivares de maíz estudiados. Por lo tanto, se puede afirmar que el nivel de fertilizante óptimo debe ser determinado cuidadosamente en base a las características

específicas del suelo y las necesidades de los cultivos para maximizar su crecimiento y producción.

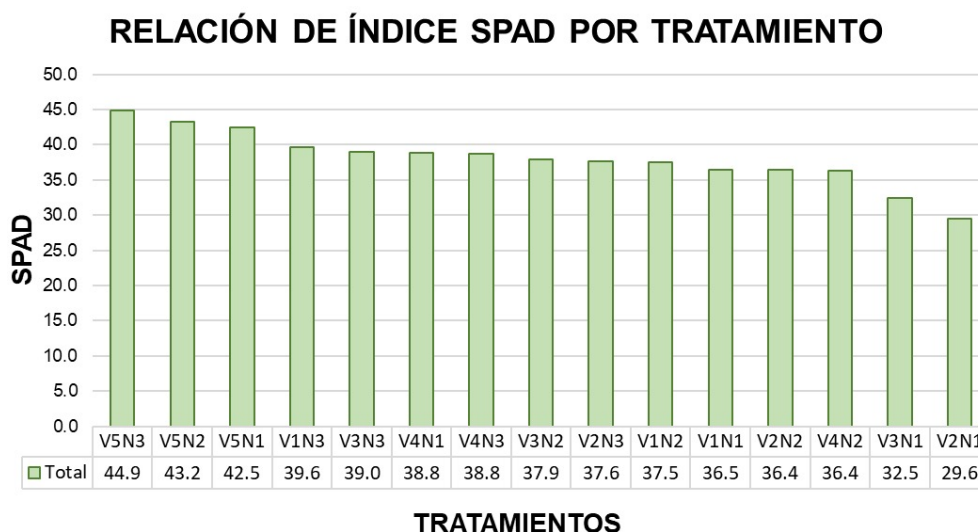


Figura 3. Gráfico de promedio de la relación de índice SPAD por tratamiento mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

Según la relación de SPAD y el N del suelo más el N del fertilizante presente en la figura 4. El N es necesario para la síntesis de la clorofila porque está involucrado en el proceso de la fotosíntesis, en cantidades adecuadas producen hojas de color verde oscuro debido a que estas tienen alta concentración de clorofila, este pigmento verde de la clorofila absorbe la energía de la luz necesaria para iniciar la fotosíntesis, según el gráfico indica que entre mayor cantidad de N ya sea del suelo o incorporado llega a un máximo aproximadamente de 260 kg/ha se obtendría un máximo de SPAD 48 (ya que la variedad V5N3 contaba con hojas mucho más verde que las demás variedades) siendo el mínimo el N del suelo más el fertilizante de 225 llegando a un mínimo de 45 de SPAD.

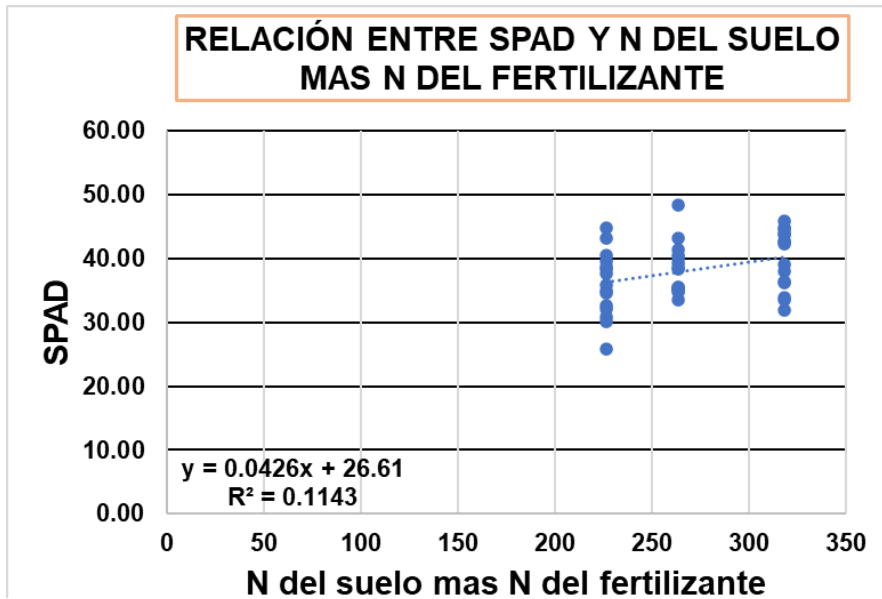


Figura 4. Relación entre SPAD y el N del suelo y N fertilizante del suelo

Según la relación de SPAD y en P del suelo más el P del fertilizante en el siguiente gráfico 5, indica que entre mayor cantidad de P ya sea del suelo o incorporado llega a un máximo aproximadamente de 74 kg/ha se obtendría un máximo de SPAD 47; este sería el número máximo que se podría aplicar de fertilizante ya que si se aplica más los resultados de SPAD disminuirían, siendo el mínimo el P del suelo más el fertilizante de 66 kg/ha llegado a un mínimo de 45 de SPAD, esto indica que cuanto más apliquemos un fertilizante con P en suelo las respuestas de niveles de SPAD no aumentarían por que ya llegaron a un máximo de 47 de SPAD.

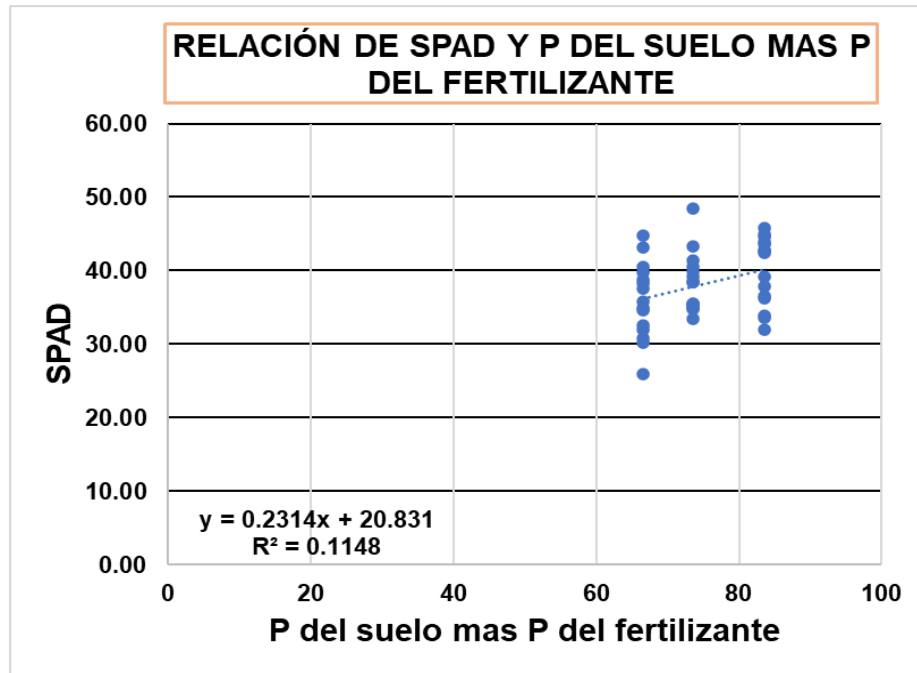


Figura 5. Efecto de los tratamientos en el indicador altura de planta.

Según la relación de SPAD y en K del suelo más el k del fertilizante el siguiente presente gráfico 6, indica que entre mayor cantidad de k ya sea del suelo o incorporado llega a un máximo aproximadamente de 360 kg/ha se obtendría un máximo de SPAD 48, si se aplica más fertilizante K se obtendría menos niveles de SPAD, siendo el mínimo el k del suelo más el fertilizante de 420 kg/ha llegado a un mínimo de 42 de SPAD.

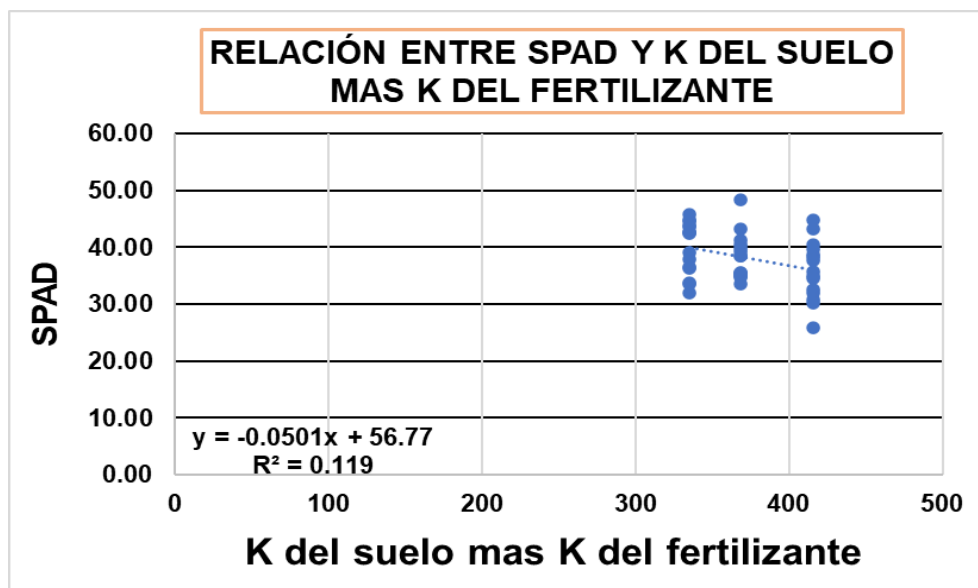


Figura 6. Relación entre SPAD y el K del suelo y K fertilizante del suelo

4.1.2. Índice de área foliar (IAF)

El análisis estadístico en la tabla 5, nos indica que no hay diferencias significativas entre bloques, pero entre tratamientos IAF resulta altamente significativa. El coeficiente de variabilidad es de 24.6% y el IAF varía entre 18922314 a 8276120, con un promedio de 12316374.

Tabla 3. Promedio de índice IAF análisis de varianza ANOVA en el software R Studio, prueba de promedios en Duncan

ÍNDICE IAF			
BLOQUE		0.00387	
TRATAMIENTO		0.05321	**
Código	Tratamiento	Promedios	Sig.
V2N1	MT 28 + Nivel bajo	18922314	a
V2N2	MT 28 + Nivel medio	13779636	b
V5N2	MSV 3243 + Nivel medio	13542155	b
V5N1	MSV 3243 + Nivel bajo	13497619	b
V3N1	Maíz local + Nivel bajo	13288481	b
V5N3	MSV 3243 + Nivel alto	13265458	b
V4N3	DK 7088 + Nivel alto	12944016	b
V3N2	Maíz local + Nivel medio	12253708	b
V2N3	MT 28 + Nivel alto	12141404	b
V1N3	DK 7500 + Nivel alto	12128147	b
V4N1	DK 7088 + Nivel bajo	11121379	b
V1N1	DK 7500 + Nivel bajo	10372708	b
V1N2	DK 7500 + Nivel medio	9891970	b
V4N2	DK 7088 + Nivel medio	9320502	b
V3N3	Maíz local + Nivel alto	8276120	b

ns: no significativo

*: significativo

** : altamente significativo

Los resultados estadísticos de Duncan obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, en dos grupos, por efecto de la fertilización e influenciado por la variedad. En la tabla 5 se muestra que el tratamiento que obtuvo mejores resultados de índice de área foliar fue el cultivar MT 28 + Nivel bajo (V2N1). El resto de tratamiento incluido el testigo no tuvo diferencia significativa en el índice de área foliar, este cultivar según el INIA es de fácil adaptación a condiciones tropicales de selva y costa norte del Perú. Además, que es más resistente al acame.

Según la relación de IAF y en N del suelo más el N del fertilizante presente en el gráfico 7, indica que entre mayor cantidad de N ya sea del suelo o incorporado llega a un máximo aproximadamente de 230 kg/ha se obteniendo un máximo de IAF 23000000, si se aplica más fertilizante no tendría mayor IAF ya que lo máximo que puede tomar la planta es lo mencionado, siendo el mínimo el N del suelo más el fertilizante de 320 kg/ha llegado a un mínimo de 155000 de IAF.

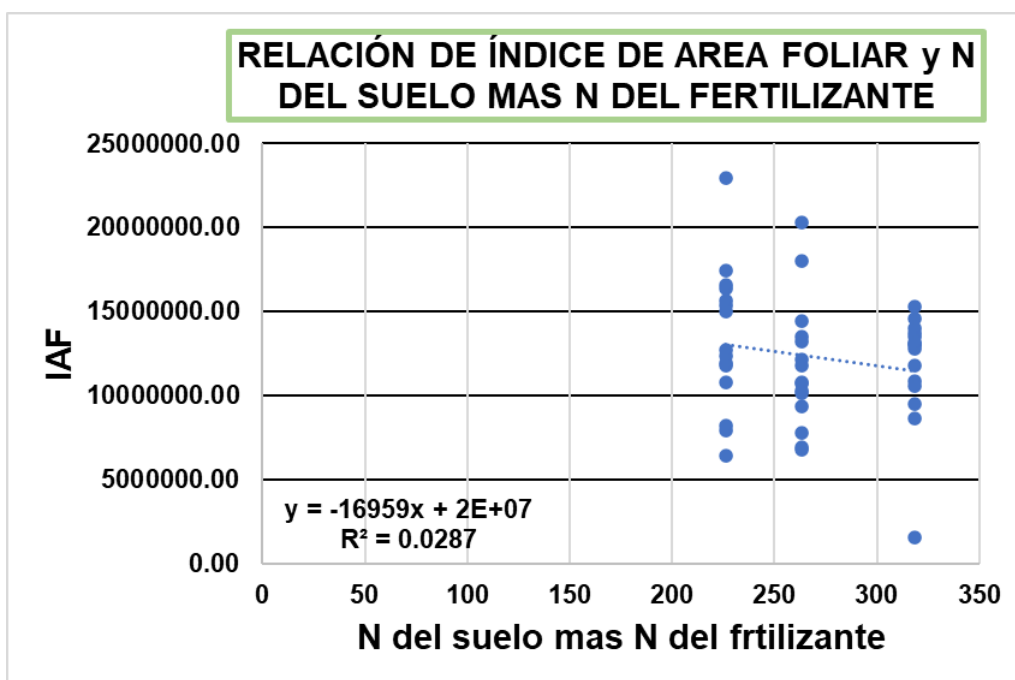


Figura 7. Relación entre IAF y el N del suelo más el N del fertilizante del suelo.

4.2. Indicadores de rendimiento

4.2.1. Altura de planta

En la tabla 6 del análisis de varianza se observa un alto nivel de significancia entre tratamientos, pero no existe diferencia estadística entre los bloques. El coeficiente de variabilidad es de 13 %, el cual es una fuente de error aceptable en el experimento y el promedio general de altura de planta es de 157.46 cm.

Tabla 4. Promedio de altura de planta mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio, prueba de promedios en Duncan

ALTURA DE PLANTA(CM)				
Bloque			2.98e-05	
Tratamiento			6.93e-05	***
Código	Tratamiento	Promedio	Sig.	
V3N3	Maíz local + Nivel alto	213.63	a	
V3N1	Maíz local + Nivel bajo	199.87	ab	
V2N3	MT28 + Nivel alto	174.27	bc	
V2N2	MT28 + Nivel medio	173.13	bc	
V3N2	Maíz local + Nivel medio	172.23	bc	
V2N1	MT28 + Nivel bajo	172.03	bc	
V5N1	MSV3243 + Nivel bajo	169.03	bcd	
V5N3	MSV3243 + Nivel alto	156.50	cde	
V5N2	MSV3243 + Nivel medio	146.07	cde	
V1N1	DK7500 + Nivel bajo	139.63	cde	
V4N3	DK7088 + Nivel alto	138.80	cde	
V1N3	DK7500 + Nivel alto	132.37	de	
V4N2	DK7088 + Nivel medio	126.20	e	
V4N1	DK7088 + Nivel bajo	124.27	e	
V1N2	DK7500 + Nivel medio	124.00	e	

ns: no significativo

*: significativo
 **: altamente significativo

Los resultados estadísticos de Duncan de altura de las plantas de maíz indican que hubo diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización y variedades. El tratamiento que obtuvo la altura más alta de planta fue el V3N3 (maíz local + nivel alto) con un valor de 213 cm, seguido por el V3N1 (maíz local + nivel bajo) con 199.87 cm. Las variedades de cultivares MT28, MSV3243 y DK7088 presentaron una respuesta positiva a la fertilización con niveles altos y medios. El cultivar MSV3243 obtuvo la altura más baja en el tratamiento con nivel alto (V5N3), mientras que en el cultivar DK7500 obtuvo la altura más baja en el tratamiento con nivel bajo (V1N1). Estos resultados indican que la fertilización y la variedad influyen en la altura de las plantas de maíz, lo que puede afectar el rendimiento final del cultivo.

Esto puede deberse al efecto directo del fertilizante sobre el desarrollo de la planta, los cultivares en estudio son de porte bajo, siendo el testigo el que más altura obtuvo y el que mejor se adaptó a las características agroclimáticas de la zona.

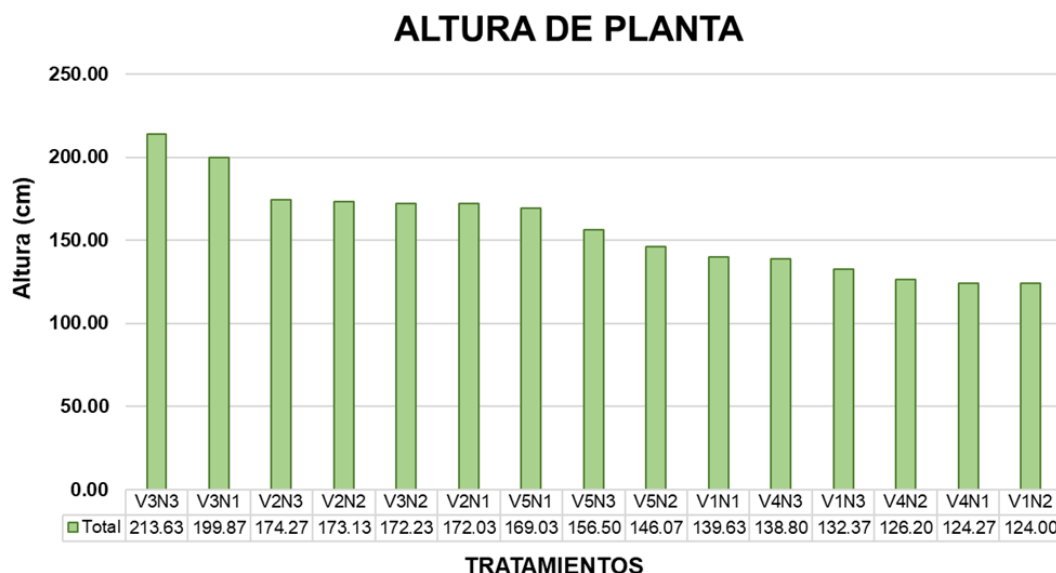


Figura 8. Gráfico de promedio de altura de planta mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio, prueba de promedios en Duncan

4.2.2. Diámetro de tallo

Al efectuar el análisis de varianza de la tabla 7, el porcentaje de materia orgánica es significativo entre los tratamientos. En la prueba estadística de Duncan demostró dos grupos distintos entre sí. El coeficiente de variabilidad es de 11 % y el promedio general de diámetro de tallo es de 1.46 cm.

Tabla 5. Promedio diámetro de tallo mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

DIÁMETRO DE TALLO (CM)			
Bloque		2.34e-01	
Tratamiento		2.05e-01	
Código	Tratamiento	Promedio	Si g.
V4N3	DK 7088 + Nivel alto	1.62	a
V4N1	DK 7088 + Nivel bajo	1.61	a
V5N1	MS V3243 + Nivel bajo	1.58	ab
V5N3	MS V3243 + Nivel alto	1.56	ab
V3N3	MS V3243 + Nivel medio	1.54	ab
V5N2	Maíz local + Nivel alto	1.54	ab
V3N1	Maíz local + Nivel bajo	1.53	ab
V3N2	Maíz local + Nivel medio	1.50	ab
V2N3	MT28 + Nivel alto	1.41	ab
V1N3	DK7500 + Nivel alto	1.38	ab
V2N2	MT28 + Nivel medio	1.38	ab
V1N2	DK7500 + Nivel medio	1.37	ab
V4N2	DK7088 + Nivel medio	1.36	ab
V2N1	MT28 + Nivel bajo	1.36	ab
V1N1	DK7500 + Nivel bajo	1.27	b

ns: no significativo

*: significativo

**: altamente significativo

Se observa en el gráfico 9 que los tratamientos V4N3 y V4N1, que corresponden al cultivar DK 7088 con niveles alto y bajo de fertilización,

respectivamente, presentaron los mayores valores de diámetro de tallo, seguidos por V5N1 y V5N3, que corresponden al cultivar MSV3243 con niveles bajo y alto de fertilización, respectivamente. El tratamiento V1N1, que corresponde al cultivar DK 7500 con nivel bajo de fertilización, presentó el valor más bajo de diámetro de tallo.

El análisis de varianza muestra que existe una diferencia significativa entre los tratamientos en términos de diámetro del tallo del maíz, lo que indica que los niveles de fertilización influyen en el desarrollo del tallo del maíz. Los resultados sugieren que los cultivares DK 7088 y MSV 3243 pueden ser más adecuados para condiciones de alta fertilización, mientras que el cultivar DK 7500 puede ser menos adecuado para estas condiciones. En general, se observa que el diámetro del tallo del maíz está relacionado con los niveles de fertilización, lo que puede tener implicaciones importantes para la productividad y la calidad del cultivo.

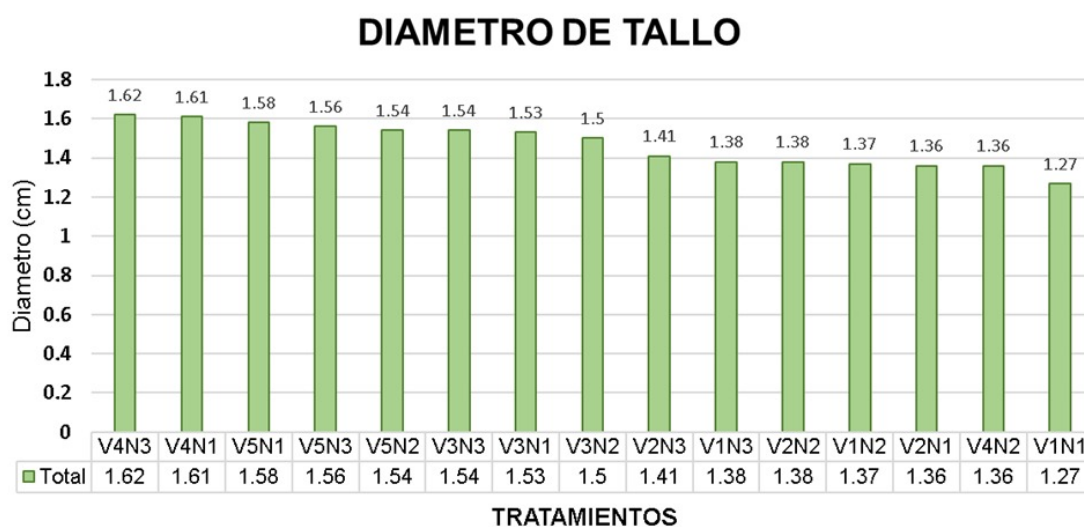


Figura 9. Gráfico del promedio diámetro de tallo mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

4.2.3. Biomasa vegetal aérea fresca

Según el análisis de varianza de la tabla 12 existe diferencias significativas entre los tratamientos propuesto en la investigación; en la

variable rendimiento de biomasa vegetal aérea fresca, el coeficiente de variabilidad es de 19.66%.

Tabla 6. Promedio biomasa aérea fresca mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

PESO DE BIOMASA VEGETAL AÉREA FRESCA (G)			
Bloque		5.60E-02	
Tratamiento		3.55E-02	*
Código	Tratamiento	Promedio	Sig.
V2N1	MT 28 + nivel bajo	485.00	a
V3N3	Maíz local + nivel alto	425.00	ab
V3N1	Maíz local + nivel bajo	416.67	abc
V5N1	MSV 3243 + nivel bajo	375.00	abcd
V2N2	MT 28 + nivel medio	373.33	abcd
V5N2	MSV 3243 + nivel medio	364.00	abcd
V4N3	DK 7088 + nivel alto	358.33	abcd
V3N2	Maíz local + nivel medio	356.67	abcd
V5N3	MSV 3243 + nivel alto	343.33	bcd
V1N2	DK 7500 + nivel medio	316.67	bcd
V2N3	MT 28 + nivel alto	313.33	bcd
V1N1	DK 7500 + nivel bajo	310.00	bcd
V1N3	DK 7500 + nivel alto	288.33	cd
V4N1	DK 7088 + nivel bajo	275.00	d
V4N2	DK 7088 + nivel medio	271.67	d

ns: no significativo

*: significativo

** : altamente significativo

En el presente estudio se evaluó el rendimiento de biomasa vegetal aérea fresca en diferentes cultivares de maíz y niveles de fertilización. Los resultados obtenidos en la figura 10 se muestra que el cultivar MT28 con nivel bajo de fertilización tuvo el mayor rendimiento con un promedio de 485.00

g/planta, seguido del maíz local con nivel alto y el cultivar MT28 con nivel medio con promedios de 425.00 g/planta y 416.67 g/planta respectivamente. Por otro lado, los cultivar s DK7088 y MSV3243 presentaron rendimientos más bajos, con un promedio de 275.00 g/planta y 375.00 g/planta respectivamente.

En la formación de biomasa área es importante la disponibilidad del nitrógeno y como el suelo favorece su asimilación en la planta; la biomasa está sujeto al genotipo de la planta. Los rendimientos más altos no suelen ser el resultado de aplicar más fertilizante; en cambio, es importante determinar la cantidad precisa de fertilizante que requiere la planta para una producción sostenible y un menor gasto en la campaña agrícola.

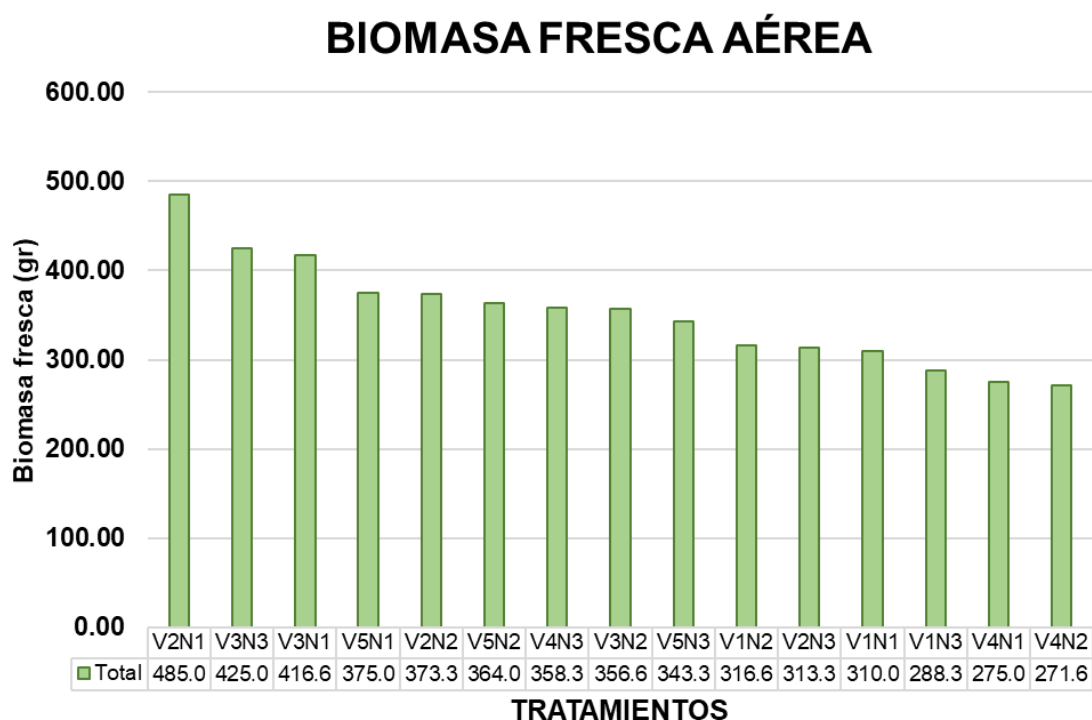


Figura 10. Gráfico de promedio biomasa fresca aérea mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

4.2.4. Biomasa vegetal aérea seca

El ANOVA realizado en la tabla 9, nos muestra que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, en el indicador de biomasa vegetal aérea seca, el coeficiente de variabilidad es de 18.00%.

Tabla 7. Promedio biomasa aérea seca mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

PESO DE BIOMASA VEGETAL AÉREA SECA (GR)			
Bloque		4.75E-02	*
Tratamiento		1.76E-02	*
Código	Tratamiento	Promedio	Sig.
V3N1	Maíz local + Nivel bajo	129.11	a
V3N3	Maíz local + Nivel alto	125.98	ab
V3N2	Maíz local + Nivel medio	115.18	abc
V5N3	MSV 3243 + Nivel alto	104.92	abcd
V2N1	MT 28 + Nivel bajo	95.51	abcd
V2N2	MT 28 + Nivel medio	85.31	bcd
V5N2	MSV 3243 + Nivel medio	83.85	bcd
V1N3	DK7088 + Nivel alto	82.75	bcd
V5N1	MSV 3243 + Nivel bajo	80.86	cd
V4N1	DK7088 + Nivel bajo	78.67	cd
V4N3	DK7500 + Nivel alto	77.58	cd
V2N3	MT 28 + Nivel alto	73.35	cd
V1N2	DK7500 + Nivel medio	70.56	cd
V4N2	DK7088 + Nivel medio	66.63	d
V1N1	DK7500 + Nivel bajo	60.44	d

ns: no significativo

*: significativo

** : altamente significativo

Los datos muestran que la fertilización tiene un efecto significativo en la producción de materia seca del maíz, siendo los niveles más altos de fertilización los que producen una mayor cantidad de biomasa vegetal. En la combinación de maíz local con nivel alto de fertilización produce una materia seca de 125.98, mientras que la combinación de maíz local con nivel bajo produce una materia seca de 129.11, lo que indica una disminución en el crecimiento en ausencia de fertilización. puede aumentar significativamente la cantidad de biomasa vegetal producida.

En los resultados de la prueba estadística de Duncan, en donde se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. De la figura 11 nos indica que el mejor tratamiento es el maíz local (V3) en todos los niveles de fertilización, seguido de V5N3, V2N1 y el resto de tratamientos en donde no presentan diferencias significativas y por último el V1N1 con 60.44 gr

La cantidad de materia seca refleja el total de nutrientes que el animal puede ser capaz de asimilar para la ganancia de peso; cuanto menos materia seca, menos nutrientes puede asimilar el animal.

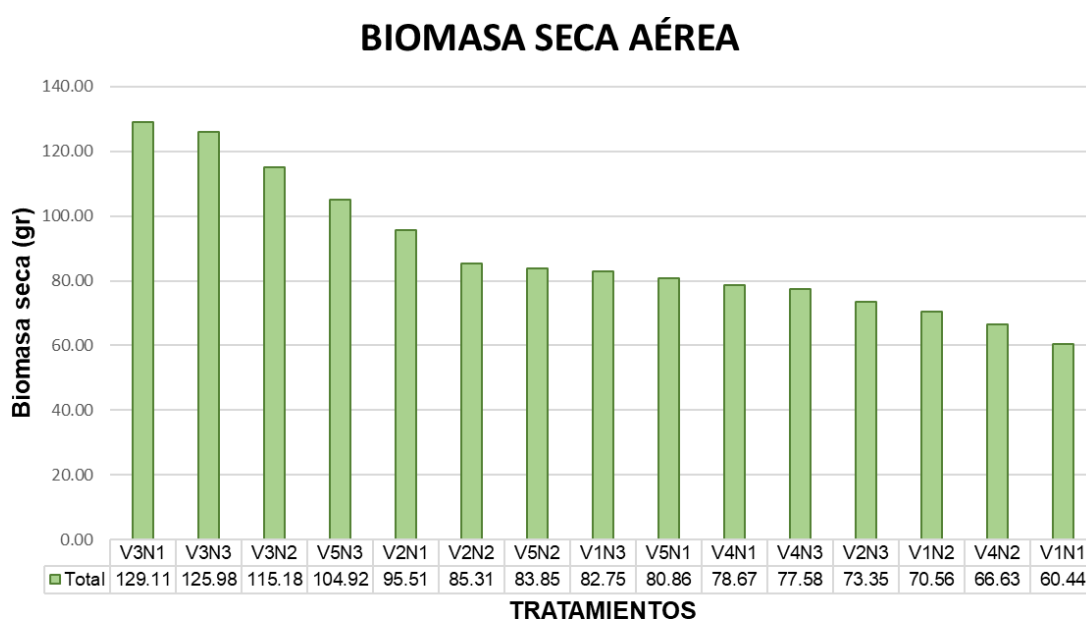


Figura 11. Gráfico de promedio biomasa peso seco aéreo mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

4.2.5. Biomasa radicular fresca

El ANOVA realizado en la tabla 10, nos muestra que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, en el indicador de biomasa radicular fresca, el coeficiente de variabilidad es de 7.06%.

Tabla 8. Promedio biomasa radicular fresca mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio, prueba de promedios en Duncan

PESO DE BIOMASA RADICULAR FRESCA (GR)			
BLOQUE		3.52E-02	*
TRATAMIENTO		<2e-16	***
Código	Tratamiento	Promedio	Sig.
V5N2	MSV3243 + Nivel medio	233.00	a
V5N3	MSV3243 + Nivel alto	230.43	a
V5N1	MSV3243 + Nivel bajo	195.83	b
V4N2	DK 7088 + Nivel medio	115.17	c
V3N2	Maíz local + Nivel medio	107.17	cd
V3N1	Maíz local + Nivel bajo	104.50	cd
V2N3	MT 28 + Nivel alto	101.00	cde
V3N3	Maíz local + Nivel alto	96.17	def
V1N2	DK 7500 + Nivel medio	88.17	efg
V2N1	MT 28 + Nivel bajo	85.50	fg
V4N1	DK 7080 + Nivel bajo	80.50	gh
V1N3	DK 7500 + Nivel alto	70.83	h
V2N2	MT 28 + Nivel medio	67.00	h
V4N3	DK 7088 + Nivel alto	51.17	i
V1N1	DK 7500 + Nivel bajo	49.67	i

ns: no significativo

*: significativo

**: altamente significativo

En la comparación de promedios del grafico 12, se encontró que la combinación del cultivar MSV 3243 (V5) en los tres niveles de fertilización son significativamente superiores a los demás tratamientos en el desarrollo radicular de las plantas de maíz, seguido del V4N2, V3N2 y los demás tratamientos siendo significativamente diferente entre sí, siendo el de menor peso radicular el cultivar DK 7500 en el nivel de fertilización bajo. En general, los resultados sugieren que la fertilización tuvo un efecto significativo en la biomasa radicular fresca, siendo los cultivar s MSV 3243 los que

presentaron la mayor cantidad de biomasa radicular en comparación con los otros cultivar sevaluados.

Es importante la acción del nitrógeno en la formación radicular de la planta, y dependiendo de la cantidad suministrada influye directamente en su crecimiento.

BIOMASA RADICULAR FRESCA

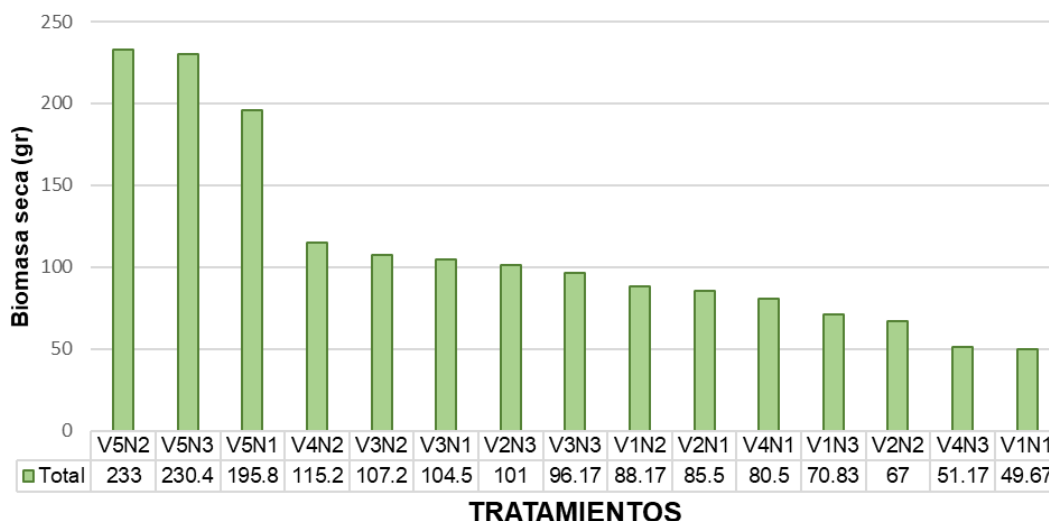


Figura 12. Gráfico de promedio biomasa radicular fresca mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

4.2.5. Biomasa radicular seca

En la tabla de análisis de varianza en la biomasa radicular seca se observa existe diferencia significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad 18.27% estando dentro lo permitido.

Tabla 9. Promedio biomasa radicular seca mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

PESO DE BIOMASA RADICULAR SECA (GR)			
BLOQUE		8.91E-02	
TRATAMIENTO		1.99E-14	***
Código	Tratamiento	Promedio	Sig.
V5N2	MSV 3243 + Nivel medio	91.94	a
V5N3	MSV 3243 + Nivel alto	90.33	a
V5N1	MSV 3243 + Nivel bajo	87.18	a
V4N2	DK 7088 + Nivel medio	39.91	b
V2N2	MT 28 + Nivel medio	35.58	bc
V4N1	DK 7088 + Nivel bajo	34.81	bc
V1N2	DK 7500 + Nivel medio	32.04	bcd
V3N1	Maíz local + Nivel bajo	29.53	bcde
V2N3	MT 28 + Nivel alto	27.90	bcde
V3N3	Maíz local + Nivel alto	27.69	bcde
V1N3	DK 7500 + Nivel alto	25.40	cde
V2N1	MT 28 + Nivel bajo	24.72	cde
V3N2	Maíz local + Nivel medio	24.69	cde
V4N3	DK 7088 + Nivel alto	20.29	de
V1N1	DK 7500 + Nivel bajo	15.57	e

ns: no significativo

*: significativo

**: altamente significativo

Los datos de biomasa radicular seca obtenidos en la investigación se muestran en el gráfico 13 que el cultivar MSV 3243 tuvo los valores más altos en todos los niveles de fertilización, mientras que el cultivar DK 7500 tuvo los valores más bajos en general. Además, los niveles de fertilización parecen estar relacionados con los resultados de la biomasa radicular seca, ya que los valores más altos se obtuvieron en los niveles de fertilización medio y alto en la mayoría de los casos.

Es importante destacar que la biomasa radicular seca es una medida indirecta de la actividad radicular y puede ser un indicador de la capacidad de la planta para extraer nutrientes del suelo y, por lo tanto, su productividad. Por lo tanto, los resultados obtenidos en esta medición podrían tener implicaciones significativas en términos de rendimiento y calidad de la planta. Sin embargo, es importante tener en cuenta que otros factores, como las condiciones climáticas y la calidad del suelo, también pueden influir en estos resultados.

BIOMASA RADICULAR SECA

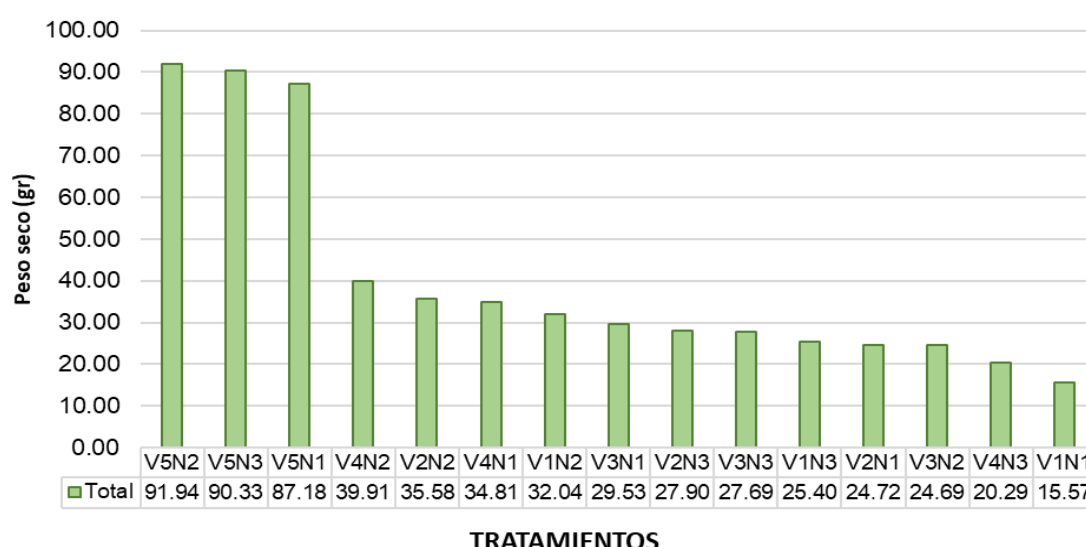


Figura 13. Gráfico de promedio biomasa radicular seca mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

4.2.6. Rendimiento por parcela

En la tabla de análisis de varianza en rendimiento por parcela se observa existe diferencia significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad es de 19.66% lo que indica una buena precisión de los resultados obtenidos y dentro del rango permitido.

Tabla 10. Promedio de rendimiento por parcela mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

RENDIMIENTO POR PARCELA (KG/PARCELA)			
Bloque			5.60E-02
Tratamiento			3.55E-02 *
Código	Tratamiento	Promedio	Sig.
V2N1	MT 28 + nivel bajo	233.29	a
V3N3	Maíz local + nivel alto	204.43	ab
V3N1	Maíz local + nivel bajo	200.42	abc
V5N1	MSV 3243 + nivel bajo	180.38	abcd
V2N2	MT 28 + nivel medio	179.58	abcd
V5N2	MSV 3243 + nivel medio	175.08	abcd
V4N3	DK 7088 + nivel alto	172.36	abcd
V3N2	Maíz local + nivel medio	171.56	abcd
V5N3	MSV 3243 + nivel alto	165.15	bcd
V1N2	DK 7500 + nivel medio	152.32	bcd
V2N3	MT 28 + nivel alto	150.72	bcd
V1N1	DK 7500 + nivel bajo	149.11	bcd
V1N3	DK 7500 + nivel alto	138.69	cd
V4N1	DK 7088 + nivel bajo	132.28	d
V4N2	DK 7088 + nivel medio	130.67	d

ns: no significativo

*: significativo

**: altamente significativo

Los resultados de rendimiento por parcela muestran que el cultivar MT28 con nivel bajo de fertilizante (V2N1) obtuvo el mayor rendimiento con 233,29 kg, seguido por el maíz local con nivel alto de fertilizante (V3N3) con 204,43 kg y el maíz local con nivel bajo de fertilizante (V3N1) con 200,42 kg. En general, se observa que los cultivares MSV 3243 y DK 7088 tuvieron rendimientos por debajo del promedio en comparación con de los cultivares MT 28 y DK 7500.

En cuanto a los niveles de fertilizante, se observa que el nivel bajo (N1) presentó los mayores rendimientos en tres de los cultivares (MT 28, MSV 3243 y DK 7500), mientras que el nivel medio (N2) tuvo el mayor rendimiento en dos cultivares (MT 28 y MSV 3243) y el nivel alto (N3) presentó el mayor rendimiento en dos cultivares (DK 7088 y MSV 3243).

En general, estos resultados sugieren que la elección del cultivar y el nivel de fertilizante pueden tener un impacto significativo en el rendimiento por parcela.

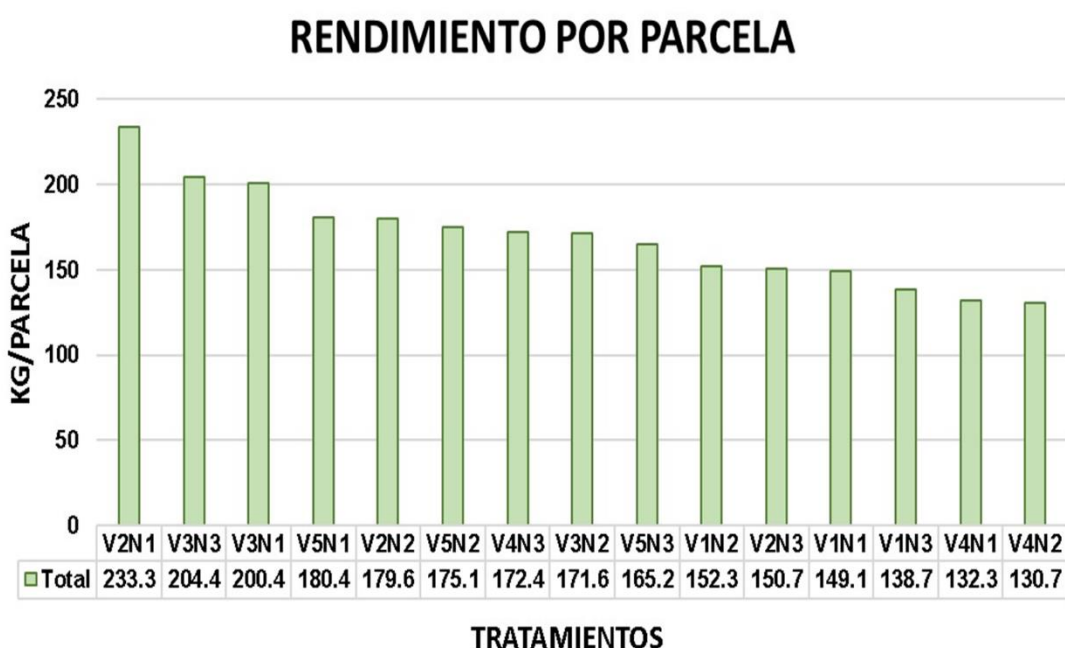


Figura 14. Gráfico de rendimiento por parcela mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

4.2.7. Rendimiento por hectárea

Los resultados obtenidos en el análisis del rendimiento por parcela en toneladas por hectárea muestran una diferencia significativa entre los análisis evaluados. El coeficiente de variación obtenido fue del 19,66%, lo cual indica una precisión adecuada en los datos. A continuación, se presenta un análisis detallado de los resultados obtenidos y las posibles causas que pueden explicar la consecución en el rendimiento de cada tratamiento.

Tabla 11. Promedio de rendimiento por hectárea mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

RENDIMIENTO POR HECTÁREA (TN/HECTÁREA)			
Bloque			5.60E-02
Tratamiento			3.55E-02 *
Código	Tratamiento	Promedio	Sig.
V2N1	MT 28 + nivel bajo	60.63	a
V3N3	Maíz local + nivel alto	53.13	ab
V3N1	Maíz local + nivel bajo	52.08	abc
V5N1	MSV 3243 + nivel bajo	46.88	abcd
V2N2	MT 28 + nivel medio	46.67	abcd
V5N2	MSV 3243 + nivel medio	45.50	abcd
V4N3	DK 7088 + nivel alto	44.79	abcd
V3N2	Maíz local + nivel medio	44.58	abcd
V5N3	MSV 3243 + nivel alto	42.92	bcd
V1N2	DK 7500 + nivel medio	39.58	bcd
V2N3	MT 28 + nivel alto	39.17	bcd
V1N1	DK 7500 + nivel bajo	38.75	bcd
V1N3	DK 7500 + nivel alto	36.04	cd
V4N1	DK 7088 + nivel bajo	34.38	d
V4N2	DK 7088 + nivel medio	33.96	d

ns: no significativo

*: significativo

**: altamente significativo

En la evaluación del rendimiento por hectárea, se observa que el cultivar MT 28 con nivel bajo de fertilizante tuvo el mayor rendimiento con 60,63 toneladas por hectárea, seguido del maíz local con nivel alto de fertilizante con 53,13 toneladas por hectárea. El cultivar DK 7088 con nivel medio de fertilizante presentó el menor rendimiento con 33,96 toneladas por hectárea.

Los datos presentan una distribución asimétrica a la derecha, lo que sugiere que algunos tratamientos obtuvieron mejores resultados que otros. La diferencia significativa en los rendimientos podría deberse a la interacción de varios factores, como el tipo de cultivar, el nivel de fertilización y las condiciones climáticas en el momento del cultivo.

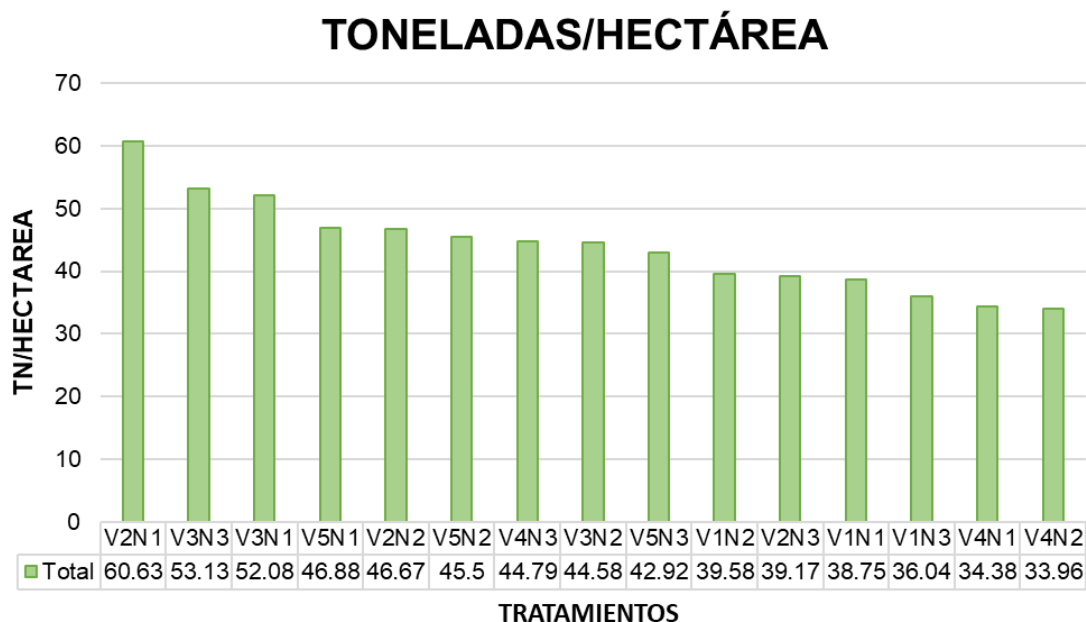


Figura 15. Gráfico de rendimiento por hectárea mediante el análisis de varianza ANOVA en el software R Studio.

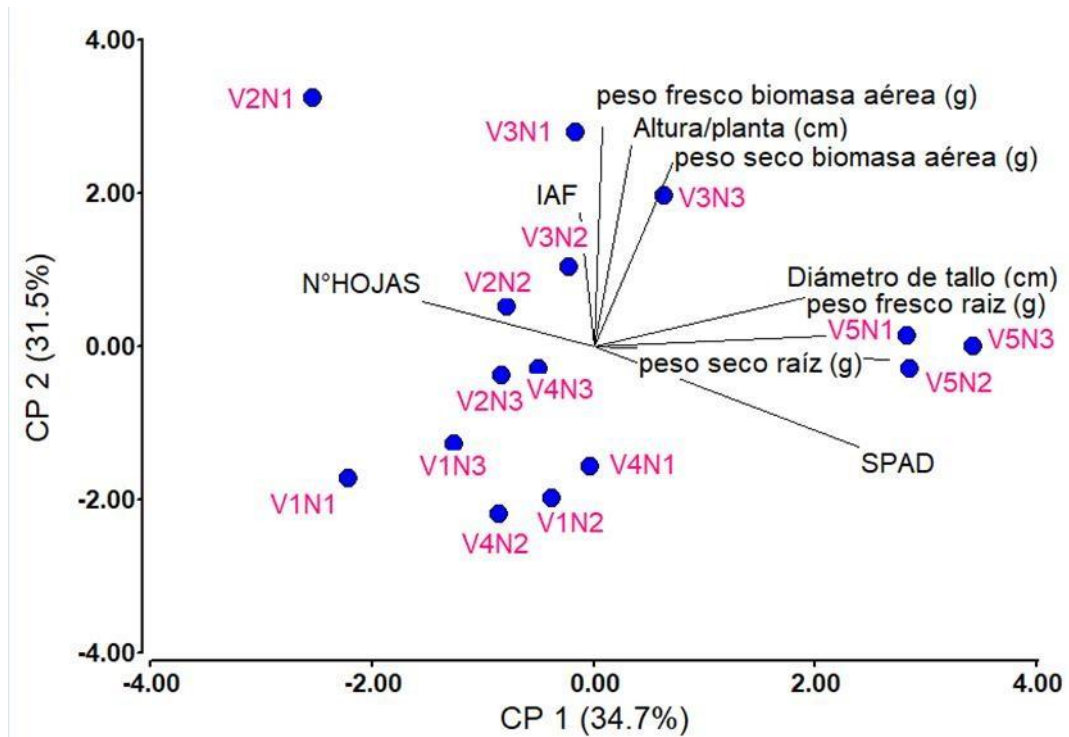


Figura 16. Análisis de Componentes principales.

La variedad 5 (MSV 3243) independientemente de los niveles de fertilización tuvo mayor diámetro de tallo, peso fresco y seco en raíz, mientras que la V3 (maíz local) independientemente de los niveles de fertilización presentó mayor peso fresco y seco aéreo, altura de planta e IAF, teniendo estos dos cultivares relación positiva como se observa.

V. DISCUSIÓN

5.1. Indicadores de desarrollo

A. Índice SPAD

Los resultados obtenidos utilizando el índice SPAD indican que el cultivar MSV 3243 fertilizado a nivel alto (V5N3) tuvo el mayor índice SPAD con 44.9, mientras que el cultivar MT 28 fertilizado a nivel bajo (V2N1) tuvo el menor índice SPAD con 29.56. Estos resultados indican que el uso de fertilizantes influye en la calidad nutricional del forraje de maíz, y que las variedades de maíz responden de manera diferente a la fertilización.

En la investigación de Gómez (2016) coinciden con los datos presentados en este estudio donde indica que la fertilización es un factor clave para la calidad nutricional del forraje de maíz. Ambos estudios demuestran que el uso del índice SPAD es una herramienta útil para evaluar la calidad nutricional del forraje de maíz de manera rápida y no destructiva. Además, la frecuencia en la respuesta de las variedades de maíz a la fertilización observada en este estudio coincide con la detección de Gómez, lo que indica que la selección de la variedad de maíz es importante para maximizar la calidad nutricional del forraje de maíz.

Por lo tanto, estos resultados sugieren que los productores de forraje de maíz pueden utilizar el índice SPAD para evaluar rápidamente la calidad nutricional del forraje de maíz y seleccionar la variedad de maíz y el nivel de fertilización óptimos para maximizar tanto el rendimiento como la calidad nutricional del forraje de maíz.

5.2. Indicadores de rendimiento

A. Altura de planta

El maíz local mostró una respuesta superior en altura con nivel alto (de fertilización (V3N3) en comparación con los niveles medio y bajo. Por otro lado, algunos cultivares de maíz, como la V2N1 (Cultivar MT28 + Nivel bajo) y la V4N1 (Cultivar DK7088 + Nivel bajo), mostraron una altura de planta más baja en el nivel bajo de fertilización en comparación con los

medio y alto. Esto sugiere que estas variedades de maíz pueden ser más sensibles a la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Esto es consistente con otros estudios que han demostrado que la genética del cultivar es un factor clave en la altura de la planta. Por ejemplo, un estudio de Johnson *et al.* (2015) encontró que los cultivares de maíz de línea pura producen plantas más altas que los cultivares de cruce. También se ha demostrado que la altura de la planta está influenciada por la disponibilidad de nutrientes y los niveles de fertilización. Un estudio de Zhang *et al.* (2017) encontró que el aumento de los niveles de nitrógeno en el suelo puede aumentar la altura de la planta en algunos cultivares de maíz.

B. Diámetro de tallo

El cultivar y el nivel de fertilización tienen un efecto significativo en el diámetro del tallo. El cultivar DK7500 (V1) produjo tallos más delgados en comparación con los cultivares DK7088 y MSV3243 (V4 Y V5), mientras que el maíz local (V3) tuvo un diámetro intermedio del tallo. También se observó que los niveles más altos de fertilización resultaron en tallos más gruesos.

Esto es consistente con otros estudios que han demostrado que el cultivar del maíz y el nivel de fertilización afectan el diámetro del tallo. Un estudio de Tariq *et al.* (2019) encontró que los cultivares de maíz con genotipos diferentes producen tallos con diámetros diferentes. Además, un estudio de Zafar *et al.* (2018) mostró que el aumento en los niveles de fertilización aumentó significativamente el diámetro del tallo del maíz.

C. Biomasa fresca

Los datos de biomasa fresca de maíz se pueden concluir que hay una gran variabilidad en la producción de biomasa en función del tipo de cultivar y nivel de fertilización utilizado. Se encontró que el cultivar MT 28 (V2) produjo la mayor cantidad de biomasa fresca en los tres niveles de fertilización, mientras que el cultivar DK7500 (V1) produjo la menor cantidad en general. Además, se encontró que el nivel de fertilización alto produjo más biomasa fresca que los niveles medio y bajo

en la mayoría de los casos. Estos resultados son consistentes con estudios previos que han encontrado que el tipo de cultivar y nivel de fertilización pueden afectar significativamente la producción de biomasa en el maíz (Ali *et al.* 2018; Xie *et al.* 2019).

D. Biomasa radicular.

Según Medina *et al.* (2020) se encontró que la biomasa radicular de maíz varía entre 70 y 240 g por planta, dependiendo de las condiciones del suelo y del genotipo de la planta. Los datos de investigación se encuentran dentro de este rango, con valores que oscilan entre 49,67 g (V1N1) y 233,00 g (V5N2).

Gutiérrez *et al.* (2018), Menciona que el nivel de nitrógeno en el suelo influyó significativamente en el rendimiento de la biomasa radicular del maíz, y que los cultivares de maíz que tuvieron un mayor rendimiento de biomasa radicular también tuvieron un mayor rendimiento de grano.

E. Rendimiento por hectárea

El cultivar Marginal MT28 (V2) presentó el mejor rendimiento en condiciones de nivel bajo de nutrientes, con una producción de 60.63 toneladas/hectárea de maíz verde para forraje. Por otro lado, el maíz local (V3) tuvo un desempeño destacable en ambos niveles de nutrientes, con rendimientos de 52.08 y 53.13 toneladas/hectárea en los niveles bajo y alto, respectivamente.

En comparación con otras investigaciones, los resultados de nuestra investigación son consistentes con estudios previos que han encontrado que ciertos cultivares de maíz tienen un mayor potencial de rendimiento que otros en diferentes niveles de fertilización. (López *et al.* 2018) un estudio realizado en México encontró que los cultivares con un mayor potencial de rendimiento en niveles bajos de fertilización fueron aquellos que tenían una mayor capacidad para absorber nutrientes del suelo y convertirlos en biomasa.

Por otro lado, en un estudio realizado en Brasil, se encontró que los

cultivos de maíz que tuvieron un mejor rendimiento en términos de forraje fueron aquellos que tenían una mayor eficiencia en la utilización de nutrientes del suelo, independientemente del nivel de fertilización (Souza *et al.* 2019)

Los resultados obtenidos también se justifican en la ley de rendimientos decrecientes (Hernández 2019) indica que cuando un insumo se usa en poca cantidad se puede obtener incrementos importantes de productividad al subir el uso del insumo, pero que si seguimos subiendo el uso del insumo cada vez el incremento del rendimiento será menor, llegando en ocasiones a bajar la producción.

CONCLUSIONES

Luego de realizar el experimento bajo las condiciones establecidas y haber cumplido con los objetivos planteados, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Los resultados del índice SPAD en la variedad híbrida MSV 3243 mostraron que independientemente del nivel de fertilización (alta, media o baja), fue capaz de alcanzar los valores más altos de clorofila, lo que sugiere que esta variedad es capaz de realizar una fotosíntesis más eficiente en comparación con las otras variedades estudiadas.
- El cultivar y el nivel de fertilización son factores determinantes en el crecimiento y desarrollo del maíz. El cultivar MT 28 y el maíz local obtuvieron el mayor peso de biomasa fresca y seca tanto vegetal como radicular; esto concuerda con la ley de rendimiento decreciente que indica que con el aumento de fertilizante aumenta la producción de cultivos, pero después de cierto punto, el aumento en la producción se vuelve menos significativo. Esto se debe a que hay límites en cómo los cultivos pueden aprovechar los insumos adicionales.
- En cuanto a la altura de las plantas, se pudo observar que el maíz local superó a los demás tratamientos. Esto podría sugerir que las semillas locales son más rústicas y se adaptan mejor a la zona de estudio, lo que favorece su desarrollo, respecto al diámetro de tallo no se registraron diferencias altamente significativas.
- La dosis de fertilización fue altamente significativa en el rendimiento, siendo los niveles medios y altos los que producen un mayor rendimiento en toneladas por hectárea, como demuestra el cultivar MT28. Además, se ha observado que algunos cultivares comerciales, como el MT 28 y el cultivar MSV 3243, presentan un rendimiento superior en comparación con los híbridos comerciales DK 7088 y DK 7500.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

Recomendaciones en base a las conclusiones previamente redactadas:

- Continuar investigando el uso de fertilizantes y cómo interactúan con los diferentes cultivares de maíz, ya que esto puede tener un gran impacto en el rendimiento de los cultivos.
- Se recomienda realizar más estudios en profundidad sobre el maíz local, ya que, a pesar de no ser un cultivar sobresalga un alto rendimiento en toneladas por hectárea. Es importante comprender por qué esto es así y si existen características específicas de este tipo de maíz que lo hacen más resistente o productivo en ciertas condiciones.
- Se recomienda el uso de cultivares de maíz, especialmente el MT28 y el MSV 3243 en esta zona, ya que se obtuvo un alto rendimiento en toneladas por hectárea con un análisis previo de suelo para aplicar la dosis correcta.
- La aplicación de fertilizantes es importante en el rendimiento de los cultivos. Es importante que se realice un análisis de suelo para determinar los nutrientes que necesita la planta y aplicar los fertilizantes adecuados y en las cantidades necesarias.
- Es recomendable que se realicen estudios adicionales para evaluar el impacto de otros factores como las prácticas de manejo del suelo, la selección de semillas y el control de plagas y enfermedades en el rendimiento de los cultivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI (Avances en Ciencias e Ingenierías). 2022. Generación de tecnologías en el cultivo de maíz en Iberoamérica. Revista científica Avances en Ciencias e Ingenierías 14(1):51. (en línea). Quito, Ecuador. Consultado 28 de nov. 2022. doi: <https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2596>, disponible en: https://www.cytod.org/sites/default/files/aci_14-1_maiz_01-06-2022_compressed.pdf
- Acosta, R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Revista cultivos tropicales 30(2):113-120. (En línea). La Habana, Cuba. Consultado 28 de nov. 2022, disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215047017>.
- Ali, A., Javaid, M. M, Ahmad, R., Hussain, M., Javid, M. 2018. Effects of different maize hybrids and nitrogen levels on growth, yield and quality of maize fodder. Pure and Applied Biology, 7(4), 986:996 . Consultado el 20 de febr.. del 2022, disponible en: <https://www.thepab.org/index.php/journal/article/view/702>
- Alvarado Ramírez, EF. 2022. Rendimiento de híbridos de maíz (*Zea mays*. L) amarillo duro bajo riego tecnificado en Pillcomarca-Huánuco. Revista Investigación Agraria 4(2): 35-45 (en línea). Huánuco, Perú. Consultado el 15 de abril del 2023. Disponible en: <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/reina/article/download/1501/1423>
- Alviz Rimache, L. 2015. Adaptabilidad de cuatro cultivares de Maíz (*Zea mays* L.) con fines Forrajero en condiciones del Centro de Producción y Capacitación granja "La Perla" Chumbivilcas- Cusco. Semilla. Tesis. (en línea). Arequipa, Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 8p. Consultado 29 nov. 2022, disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/381/M-21589.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Bernal, JJ; Franco, JA; Baena, S. 2015. Clorofila y otros pigmentos fotosintéticos. En Métodos de análisis de tejidos vegetales. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía. (en línea) 125-138 Consultado 29 nov. 2022, disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturaypesca/areas/investigacion/publicaciones/detalle/103067.html>
- Boschini, C; Elizondo, J. 2002. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. Revista agronomía mesoamericana 13(1):14. (en línea). Alajuela, Costa Rica. Consultado el 28 nov. 2022, disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43713103.pdf>
- Briceño Yen, H. 2012. El maíz *Zea Mays* L, Una planta de todos los tiempos. Primera Edición. Huánuco, Perú. UNIVERSAL. Huánuco, Perú. Consultado 28 nov. 2022.
- Camargo, I; Gordón, R, González, A, Franco, J. 2004. Interpretación de la interacción genotipo-ambiente y confiabilidad de la respuesta de cinco híbridos de maíz en 30 ambientes de azuero, Ciencia Agropecuaria 16:6(en línea). Panamá, Panamá. Consultado 20 nov. 2022. Disponible en: <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/216>
- Campos Villar, H.2019. Rendimiento de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en el distrito de Coviriali – Satipo. Tesis (en línea). Universidad Nacional del Centro del Perú. Consultado 28 nov. 2022, disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP_39e401a008bca8351c7ad06784f389a3/Details
- Carbonero Zalduegui, P .1984. Química del suelo y los fertilizantes Universidad Politécnica de Madrid. (en línea). España. Consultado 28 nov. 2022, disponible en: <https://oa.upm.es/54493/>
- Castope Rodríguez, A O. 2014. Comparativo de veintiséis híbridos de maíz amarillo duro (*zea mays* L.) con fines forrajeros en Iaredo, Trujillo”. (en

línea). Tesis ing. Agrónomo. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. 34p. Consultado 22 jun. 2022, disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/7474/CASTOPE%20RODRIGUEZ%20ADAN%20ORLANDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Choque Francis, M. 2008. Influencia del mejoramiento del piso forrajero en la producción de leche en vacunos en la microcuenca San José - Azangaro - Puno. Tesis. (en línea). Universidad Nacional Del Altiplano. Consultado 29 nov. 2022, disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_c16402e3d902e9105be0e42f195e2424

Chumpitaz Quevedo. D J .2018. Densidades de siembra y dos variedades de maíz amarillo duro (*zea mays* l.) con abono foliar en la localidad de la molina. Tesis. (en línea). Lima, Perú. Universidad nacional agraria La Molina. Consultado 29 de nov. 2022, disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3561/chumpitaz-quevedo-daniel-josue.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Cipriano Cierzo, Y.2015. La fertilización inorgánica en el rendimiento del maíz híbrido amarillo duro DEKALB DX 7088 (*Zea mays* L.) en condiciones edafoclimáticas de Canchán – Huánuco 2015. (en línea). Tesis ing. Agrónoma. Huánuco, Perú. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Consultado el 10 de dic. 2020, disponible en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4725/TAG790C63.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Company Llanos, M. 1984. El maíz su cultivo y aprovechamiento (en línea) España. Consultado el 29 de Nov de 2022, disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=74078>

De la Cruz, Espinoza. C J.2016. Fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra de maíz amarillo duro (*zea mays* L.) en la localidad de la Molina. Tesis. (en línea). Lima, Perú. Universidad

nacional agraria La Molina. Consultado 29 nov. 2022, disponible en:
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1961>

De Luna Vega, A; García Sahagún, M L; Rodríguez Guzmán, e; Pimienta, Barrios,E .2016. Evaluación de composta, vermicomposta y excreta de bovino en la producción de maíz (*Zea mays* L.). Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. 3(8):46-52 (en línea). Guadalajara, México. Consultado 28 nov. 2022, disponible en:
https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol3num8/Revista_Ciencias_Naturales_V3_N8_7.pdf

Demagnet Filippi, R; Canales Cartes, C .2020. Manual cultivo del maíz para ensilaje. (en línea). Araucanía, Chile. Consultado 28 Nov. 2022, disponible en: <http://www.watts.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-cultivo-del-ma%C3%ADz-para-ensilaje-2020-versi%C3%B3n-digital.pdf?status=Temp&sfvrsn=0.26297860107998994>

Evans,T .1983. Fisiología de los cultivos. (en línea). Consultado 29 nov. 2022, disponible en:

Francisco Perez, S C. .2019. Evaluación del rendimiento y valor nutricional de dos variedades y dos híbridos de maíz (*zea mays*) como forraje en el valle de Huaral. (en línea). 20p. Consultado 27 jun. 2022, disponible en:
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/5084/SHARON%20CAROLYN%20FRANCISCO%20PEREZ.pdf?sequence=4>

Furlani, CE; Gallo, PB; Righi, CA; Dos Santos, JC. 2014. Estimativa do índice de área foliar de cafeeiros com o uso de imágenes digitais. Ciencia del Café, (en línea) 99(3), 368-377. Consultado 5 de mar, disponible en:
<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/741/834>

García, P; Cabrera, S; Sanchez, J; Perez, A.2009. Rendimiento del maíz y las épocas de siembra en los Llanos Occidentales de Venezuela.

Revista Agronomía Tropical. 52(9). (en línea). Portuguesa, Venezuela. Consultado 28 nov. 2022, disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000200005

Gómez Arroyo, S. 2016. Evaluación de la calidad nutricional del forraje de maíz en diferentes sistemas de producción en el estado de México, tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados (en línea) Montecillo, México. Consultado 10 de mar. 2023, disponible en: http://colposdigital.colpos.mx/bitstream/handle/10521/3354/Tesis_Sandra_Gomez_Arroyo_Maestria_Agroecologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gonzales Barrionuevo, H H. 2016. Clorantraniliprole (Coragen.sc) en el control del “gusano picador de plantas tiernas” (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller.) en cultivo de maíz forrajero (*zea mays* L.) irrigación Majes – Arequipa. Tesis (en línea). Arequipa, Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Consultado 28 nov.2022, disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2361>

Gordon Calvo, EW .2022. Memorias de la XXIV reunión latinoamericana de maíz. Consultado el 1 de dic. De 2022, disponible en: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1869/1/Ch%C3%A1vez-et-al_2022_Memoria_Ma%C3%ADz.pdf

Gordon Mendoza, R; Camargo Buitragi, I; Fanco Barrera,J; Gonzáles Saabedra, A.2006. Evaluación de la adaptabilidad y estabilidad de 14 híbridos de maíz, azuero, Panamá. Revista Agronomía mesoamericana 17(2): 189-199. (en línea). Los Santos, Panamá. Consultado 29 nov. 2022, disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43717206.pdf>

Gutiérrez, J., Barrera Díaz, L., Valdés Cepeda, R., Méndez Gallegos, SJ .2018. Efecto del nitrógeno en el rendimiento de la biomasa radicular y grano de maíz (*Zea mays* L.). Agricultura Técnica en México, 44(3), 321-330. Consultado el 3 de dic. del 2022, disponible en:

<https://www.colpos.mx/revista-agricultura-tecnica-en-mexico/volumenesanteriores/vol44-3/ATM44301.pdf>

Hanco, R.2021. (en línea). Consultado 29 nov.2022, disponible en:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/16148/Hanco_Mart%C3

Hernández F.2019. Ley de Rendimientos Decrecientes (en línea). Consultado el 21 may. 2023. Disponible en: https://www.agro-tecnologia-tropical.com/rendimientos_decrecientes.html

Hinojosa Benavidez, A R; Yzarra Aguilar, A; Rojas Yauri, G .2022. Comportamiento productivo en cuyes (*Cavia cobayo*) bajo el efecto de cuatro sistemas de alimentación. ALFA (Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias).6(16). (en línea). Ayacucho, Perú. Consultado 29 nov. 2022. doi:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i16.160.disponible> en:
<https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/173/462>

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14368/Mamani_Ha%C3

https://books.google.com.pe/books/about/Fisiolog%C3%ADa_de_los_cultivos.html?hl=es&id=hwxaAAAACAAJ&redir_esc=y

INATEC (Instituto Nacional Tecnológico). 2016. Nutrición Animal. (en línea). Argentina. Consultado 28 nov. 2022, disponible en:
<https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf>

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria).2010. Maíz amarillo duro marginal 28 tropical. (en línea). Consultado el 1 dic. 2022, disponible en:
http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/626/1/TripMaiz_amarillo_duro28.pdf

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria).2010. Maíz forrajero INIA 617 – chuska (en línea). Consultado 23 nov. 2022, disponible en:
<https://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/investigacion/programa/sist>

Productivo/variedad/maiz-forrajero/INIA_617.pdf

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria).2020. Manual técnico del maíz amarillo duro. (en línea). Consultado 30 nov. 2022, disponible en:

<https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1643/1/Manual%20T%C3%A9cnico%20del%20Cultivo%20de%20Ma%C3%ADz%20Amarillo%20Duro.pdf>

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).1997. Guía práctica para el cultivo de maíz. (en línea). Argentina. Consultado 23 nov. 2022, disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp_guia_prctica_para_el_cultivo_de_maiz.pdf

Jara Calvo, T W.2022. Memorias de la XXIV reunión latinoamericana de maíz. Situación actual del maíz en el Perú. Maíz amarillo duro (en línea) Cajamarca, Perú. Consultado el 20 de dic. 2022. Disponible en: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1869/1/Ch%C3%A1vez-et-al_2022_Memoria_Ma%C3%ADz.pdf

Izquierdo Bonilla, R A. 2012. Evaluación del cultivo de maíz (*Zea mays*), como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento. Cayambe- Ecuador, (en línea). Cayambe - Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Consultado el 28 de nov. de 2022, disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1832/15/UPS-YT00102.pdf>

Johnson, RJ, Sultana, S. y Carberry, PS .2015. Efectos del genotipo y del ambiente en el crecimiento y desarrollo del maíz. Investigación de cultivos de campo(en línea) 183: 233-245. Consultado el 3 de dic. del 2022, disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429015002776>

León Alcántara, W D. 2016. Manejo de la fertilización de maíz (*Zea mays* L.) en el Valle Santa Catalina. (en línea) Tesis. Trujillo, Perú. Universidad Privada Antenor Orrego. Consultado el 10 de feb. 2023. Disponible en: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2423/1/REP_ING.AGRON_WILSON.LE%C3%93N_MANEJO.FERTILIZACI%C3%93N.MA%C3%8DZ.ZEA.MAYS.L.VALLE.SANTA.CATALINA.pdf

Llanos Company, M. 1984. El maíz su cultivo y aprovechamiento. (en línea) Madrid, España. Consultado el 20 de sep. 2022. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=74078>

López Palacios, R., Espinosa Castillo, J. F., Gómez Merino, F. C. 2018. Yield, nutrient uptake, and nutrient use efficiency of maize hybrids grown in low input conditions. *Agrociencia*, 52(2), 315-328 p. Consultado 03 dic. 2022. Disponible en <https://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2018/may-jun/ar4.pdf>

Luzardo Briceño, M, Jiménez Ramírez, M A .2018. Manual de inferencia estadística (en línea). Colombia. Universidad Pontificia Bolivariana, Consultada el 30 de Nov de 2022, disponible en: <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/4111/Manual%20de%20inferencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lymaylla Jurado, R. 2017. Cultivo y mejoramiento genético del trigo. Consultado el 29 de nov. de 2022

Mamani Hañari, LR. 2017. Determinación de la ganancia de peso vivo y mérito económico en el engorde de cuyes (*Cavia Porcellus* L.) suplementando con forraje hidropónico (*Hordeum Vulgare*) (en línea). Tesis. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Consultado el 28 de Julio de 2022, disponible en:

Marquine Cháves, A. 1997. El maíz en el Perú, serie tecnológica vol. 10 (en línea), consultado el 28 de nov. de 2022, disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=uyJIAAAAYAAJ>

Martines Vidal, S J. 2022. Rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo

para grano y forraje, bajo tres densidades de siembra (en línea). Tesis agrónoma. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Consultado el 1 de dic. De 2022, disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5388/martine-z-vidal-sandro-joe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Medina, C., Hernández, F., & García, A. 2020. Variabilidad de la producción de biomasa radicular de maíz en un andisol de México. *Agronomía Mesoamericana*, 31(2), 413-424 p. Consultado 26 jul. 2022. Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/43329/47307>

MINAGRI (Ministerio De Desarrollo Agrario y Riego).2019. Minagri Impulsar la producción y consumo de carne para luchar contra la anemia infantil (en línea). Perú. Consultado el 28 de dic. De 2022, disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/52971-minagri-impulsa-produccion-y-consumo-de-carne-para-luchar-contra-la-anemia-infantil>

Muedas Quispe, J I.2019. Dosis de nitrógeno y potasio en la producción de *Zea mays* L. híbrido DK 7088 Pangoa (en línea). Tesis ing. agrónoma. Satipo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. Consultado el 1 de dic. de 2022, disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5299/Muedas%20Quispe.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20hip%C3%B3tesis%20planteada%20fue%3A%20La,h%C3%ADbrido%20DK%207088%20en%20Pangoa.>

Núñez Hernández, G; Contreras, EF; Faz Contreras, R. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Revista pecuaria de ciencias agropecuarias* 41(1): 37-48 (en línea). México. Consultado el 25 de nov. 2022, disponible en: <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view>

w/1288

- Palacios Hilario, I .2014. Pastos y forrajes tropicales introducidos y experimentados en el alto de mayo. Ganaderia (en línea). Consultado 29 nov. 2022, disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/pastos-forrajes-tropicales-introducidos-t30925.htm>
- Paliwar Ripusudan, L; Gonzalo Granados; Honor Renée, L; Violic Alejandro, D; Marathée Pierre Jean .2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, (en línea). Roma, Italia. Consultado el 29 de Nov de 2022, disponible en: <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-maiz-en-los-tropicos.pdf>
- Pérez Cabrera, A; Vásquez Becerra, D. 2017. Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Cajamarca (en línea). Tesis ing. agrónomo. Lambayeque, Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Consultado el 28 de nov. de 2022, disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/999>
- Polido Usuriaga, DM. 2019. Rendimiento de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna – Huánuco 2014. (en línea) Tesis ing. Agrónomo. Huánuco, Perú. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Consultado el 9 de abr. Del 2023. Disponible en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/5211/TAG00813P75.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quevedo Vásquez, J. 2019. Caracterización de los aspectos morfológicos de híbridos de maíz amarillo duro (*zea mays* L.) en suelos de restinga (en línea) tesis ing. agrónomo. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. Consultado el 29 de nov. De 2022, disponible en:

http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4217/UNU_AGRONOMIA_2019_T_JERSONQUEVEDOVASQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Quispe Farfán, R. 2017. Evaluación del potencial productivo de diez cultivares de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en condiciones de Santa Ana, La Convención Cusco (en línea). tesis ing. agrónomo. Moquegua-Perú. Universidad José Carlos Mariátegui. Consultado el 30 de Nov del 2022, disponible en: <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/192>

Rivera Rodríguez, M; Teresa Nogales, M. 2015. Labores culturales. Fundación Alternativas (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado el 30 de nov. de 2022, disponible en: https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2018/05/labores- culturales_web-1.pdf

Rodríguez Montalvo, FA; Sierra Macías, M; Espinosa Calderón, A; Vázquez Hernández, M V; Barrón Freyre, S; Andrés Meza, P, Rosario Arellano, J L. 2021. Productividad de forraje en maíces híbridos bajo diferentes densidades de población y dosis de fertilización. (en línea). Veracruz, México. Recuperado el 28 de nov. de 2022, de <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v39/2395-8030-tl-39- e676.pdf>

Sánchez Martin, T M; Delgado Hernández, I. 2019. Guía práctica para el cultivo del maíz forrajero (en línea). Consultado el 28 de nov. de 2022, disponible en: https://vacapinta.com/media/files/fichero/vp009_castelan_lr-78-80.pdf

Souza, CM; Bruzi, AT; Ribeiro, VQ; Gonçalves, LC; Oliveira, AC .2019. Eficiencia en el Uso de Nutrientes y Rendimiento Forrajero de Híbridos de Maíz. *Agronomía*, (en línea) 9(9), 514. Consultado 20 de feb. 2023, disponible en: <https://doi.org/10.3390/agronomy9090514>

Tariq, MA; Tariq, M; Khan, M A; Arif, M. 2019. Genotype variability for different morpho-physiological traits of maize under rainfed conditions. *Pure and Applied Biology*,(of line). 8(4), 2564-2574 p. Consultado el 3 de dic. del 2022, disponible en: <https://www.thepab.org/index.php/journal/article/view/962/907>

- Velásquez Puente, F M.2019. Rendimiento comparativo de híbridos de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en condiciones del valle interandino Canchán–Huánuco. *Revista Investigación Agraria* 1 (1): 46 -54 (en línea). Huánuco, Perú. Consultado el 02 de abr. Del 2023. Disponible en: <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/reina/article/view/826/706>
- Vera Rodríguez, JH; Cepeda Landin, WE; Cárdenas Carreño, DA; Espejo Galarza, FA; Inga Herrera, GM; Baldón Cárdenas, AR; Granda Correa, JD; Delgado Orozco, JC .2020. Efecto de 3 formas de fertilización en cultivo de Maíz variedad DAS 3383, La Troncal-Ecuador. *Revista Colombiana Ciencia Animal*.12(1): 750 (en línea). Colombia. Consultado el 28 de jul. de 2022, disponible en: <https://revistas.unisucree.edu.co/index.php/recia/article/view/e750/866>
- Xie, C., Zhang, Y., Li, X., Cai, Q., & Li, C. 2019. Effects of Nitrogen Application and Maize Variety on the Yield and Nutrient Uptake of Maize Silage. *Agronomy*, 9(3), 126 p. Consultado 26 jul. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.3390/agronomy9030126>
- Ydrogo Cubas, MJ. 2020. Evaluación de siete híbridos y una variedad de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), en el Centro Poblado de Yatun, Provincia de Cutervo, Cajamarca (en línea). Tesis ing. agrónoma. Lambayeque, Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Consultado el 2 de dic. de 2022, disponible en: https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9903/Ydrogo_Cubas_Mar%C3%ADa_Jes%C3%BA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zafar, M. A., Bakht, J., Khalil, S. K., Khan, M. J. 2018. Response of maize hybrids to nitrogen application for various agronomic traits under agro-climatic conditions of Peshawar, Pakistan. *International Journal of Biosciences*, 13(1), 59-65 p. Consultado el 3 de dic. del 2022, disponible en: <https://www.innspub.net/wp-content/uploads/2018/07/IJB-V13No1-p59-65.pdf>

Zaragoza Esparza, J; Tadeo Robledo, M; Espinosa Calderó, A; López López, Consuelo; García Espinosa, JC; Zamudio González, B; Turrent Fernández, A; Rosado Núñez, F. 2019. Rendimiento y calidad de forraje de híbridos de maíz en Valles Altos de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10(1) (en línea). México. Consultado el 3 de dic. del 2022, disponible en: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i1.140>

Zhang, H., Li, Y., Zhang, J. y Li, C. 2017. Efectos del nitrógeno en el crecimiento y desarrollo del maíz y la eficiencia en el uso del nitrógeno en el noreste de China. Revista de Agronomía, 109(3), 1-10 p. Consultado el 3 de dic. del 2022, disponible en: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2134/agronj2016.04.019>

ANEXO

Anexo 01. Conducción del experimento.



1. Preparación de la parcela.



2. Medición de la parcela



3. Encalado de parcela



4. Luego del pre riego se sembró



5. Se coloco 3 semillas por golpe



6. Se pesaron los fertilizantes



7. El fertilizante fue dividido por grupos según el nivel (alto, medio y bajo)



8. Colocación de los carteles de identificación por cultivar y dosis.



9. 1ª fertilización (v2)



10. Se aplicó la cantidad de fertilizante calculado.



11. Se realizó la 2da fertilización con urea (v6-v7)



12. Aporque y desmalezado



13. Parcela de maíz



14. Toma de datos



15. Pesando en estado fresco del maíz.



16. Tomando datos de altura del maíz



17. Toma de datos de tallo



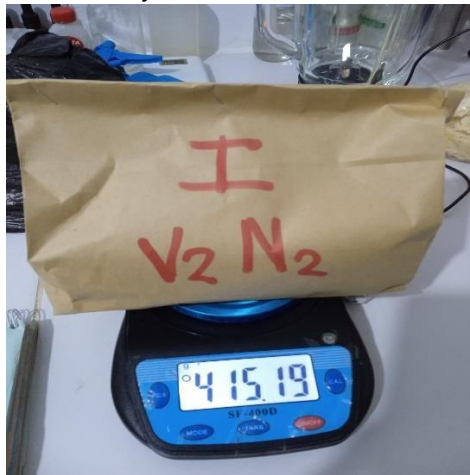
18. Toma de datos de largo de hoja



19. Toma de datos de ancho de hoja



20. Uso de SPAD



21. Toma de datos para biomasa



22. Toma de datos de raíz



23. Raíz de maíz local



24. Muestras en estufa.

Anexo 02. Análisis del suelo de la parcela experimental



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		UNHEVAL										PROCEDENCIA: HUANUCO										
N°	DATOS		ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
	CODIGO DEL LAB.	REF	Arena	Arcilla	Limo	Textura	1:1	%	%	disponible			Ca	Mg	K	Na	Al	H		Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
			%	%	%					ppm	ppm											
1	S1040	M1	47	30	23	Franco Arcillo Arenoso	7.70	2.07	0.10	12.85	130.94	22.46	19.06	2.91	0.42	0.07	0.00	0.00	--	100	0	0

MUESTREO POR EL SOLICITANTE

RECIBO No. 001-0653953

TINGO MARIA, 22 DE JULIO 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI

Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Anexo 03. Datos registrados de nutrientes (N, P y K) del suelo e incorporado.

Tratamiento	Bloque	N fertilizante	N suelo	N suelo + N fertilizante	p fertilizante	P del suelo	P del suelo + P fertilizante	K fertilizante	K suelo	K del suelo + k del fertilizante
V1N1	1	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V1N2	1	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V1N3	1	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V2N1	1	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V2N2	1	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V2N3	1	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V3N1	1	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V3N2	1	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V3N3	1	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V4N1	1	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V4N2	1	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V4N3	1	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V5N1	1	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V5N2	1	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V5N3	1	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V1N1	2	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V1N2	2	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V1N3	2	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44

V2N1	2	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V2N2	2	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V2N3	2	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V3N1	2	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V3N2	2	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V3N3	2	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V4N1	2	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V4N2	2	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V4N3	2	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V5N1	2	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V5N2	2	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V5N3	2	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V1N1	3	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V1N2	3	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V1N3	3	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V2N1	3	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V2N2	3	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V2N3	3	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V3N1	3	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V3N2	3	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V3N3	3	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V4N1	3	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V4N2	3	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44
V4N3	3	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
V5N1	3	194	32.16	226.16	35	31.54	66.54	247	168.44	415.44
V5N2	3	231	32.16	263.16	42	31.54	73.54	200	168.44	368.44

V5N3	3	286	32.16	318.16	52	31.54	83.54	167	168.44	335.44
------	---	-----	-------	--------	----	-------	-------	-----	--------	--------

Anexo 04. Datos registrados de desarrollo y rendimiento.

Tratamiento	Bloque	Altura de planta (cm)	Nº de hojas	Largo de hoja (cm)	Ancho de hoja (cm)	Perímetro de tallo (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Área foliar (cm ²)	IAF
V1N1	1	144.00	16.00	65.60	7.20	3.90	1.24	354.24	10768896.00
V1N2	1	151.00	16.00	65.70	9.00	4.17	1.33	443.48	13481640.00
V1N3	1	149.50	16.00	75.90	7.50	4.10	1.31	426.94	12978900.00
V2N1	1	167.20	17.00	110.20	8.60	4.03	1.28	710.79	22958517.00
V2N2	1	157.30	16.00	89.90	9.90	3.97	1.26	667.51	20292228.00
V2N3	1	163.20	15.00	80.90	6.30	3.93	1.25	382.25	10894196.25
V3N1	1	206.00	16.00	89.70	7.50	4.83	1.54	504.56	15338700.00
V3N2	1	192.30	14.00	72.50	7.00	5.50	1.75	380.63	10124625.00
V3N3	1	208.50	15.00	76.70	8.90	5.47	1.74	511.97	14591216.25
V4N1	1	141.50	17.00	78.50	7.90	5.40	1.72	465.11	15023133.75
V4N2	1	121.30	15.00	69.80	7.20	4.20	1.34	376.92	10742220.00
V4N3	1	146.20	18.00	76.50	7.80	5.07	1.61	447.53	15305355.00
V5N1	1	214.10	14.00	103.40	7.60	5.27	1.68	589.38	15677508.00
V5N2	1	174.30	14.00	85.30	10.60	4.97	1.58	678.14	18038391.00
V5N3	1	162.00	14.00	78.80	8.60	5.03	1.60	508.26	13519716.00
V1N1	2	161.20	11.00	79.40	6.40	4.20	1.34	381.12	7965408.00
V1N2	2	149.80	11.00	81.00	7.40	4.37	1.39	449.55	9395595.00
V1N3	2	147.80	16.00	65.40	8.60	4.30	1.37	421.83	12823632.00
V2N1	2	182.60	17.00	85.50	7.90	4.53	1.44	506.59	16362776.25

V2N2	2	189.00	13.00	70.30	6.00	4.27	1.36	316.35	7813845.00
V2N3	2	187.60	16.00	73.90	7.00	4.63	1.47	387.98	11794440.00
V3N1	2	222.30	12.00	86.40	8.00	5.40	1.72	518.40	11819520.00
V3N2	2	215.20	15.00	82.60	8.20	4.77	1.52	507.99	14477715.00
V3N3	2	228.30	12.00	56.70	8.90	4.90	1.56	378.47	8629173.00
V4N1	2	129.00	16.00	73.70	7.10	4.50	1.43	392.45	11930556.00
V4N2	2	147.00	12.00	64.10	6.30	4.13	1.32	302.87	6905493.00
V4N3	2	166.80	12.00	70.60	7.90	4.67	1.49	418.31	9537354.00
V5N1	2	142.00	11.00	63.90	8.20	5.63	1.79	392.99	8213386.50
V5N2	2	139.70	16.00	65.40	7.90	5.30	1.69	387.50	11779848.00
V5N3	2	174.20	13.00	80.30	8.80	5.60	1.78	529.98	13090506.00
V1N1	3	113.70	17.00	71.00	7.20	3.83	1.22	383.40	12383820.00
V1N2	3	71.20	10.00	73.40	6.50	4.37	1.39	357.83	6798675.00
V1N3	3	99.80	15.00	66.90	7.40	4.57	1.45	371.30	10581907.50
V2N1	3	166.30	16.00	81.40	9.40	4.27	1.36	573.87	17445648.00
V2N2	3	173.10	12.00	100.50	7.70	4.73	1.51	580.39	13232835.00
V2N3	3	172.00	14.00	85.00	8.10	4.77	1.52	516.38	13735575.00
V3N1	3	171.30	13.00	80.70	8.50	4.13	1.32	514.46	12707223.75
V3N2	3	109.20	16.00	80.80	6.60	3.87	1.23	399.96	12158784.00
V3N3	3	204.10	14.00	80.60	8.70	4.17	1.33	60.45	1607970.00
V4N1	3	102.30	11.00	63.90	6.40	5.27	1.68	306.72	6410448.00
V4N2	3	110.30	17.00	65.50	6.50	4.50	1.43	319.31	10313793.75
V4N3	3	103.40	14.00	80.60	8.70	5.57	1.77	525.92	13989339.00
V5N1	3	151.00	15.00	86.30	9.00	4.03	1.28	582.53	16601962.50
V5N2	3	124.20	13.00	74.80	7.80	4.27	1.36	437.58	10808226.00
V5N3	3	133.30	14.00	81.60	8.10	4.10	1.31	495.72	13186152.00

Tratamient	Bloq.	Peso fresco biomasa aérea (g)	Peso seco biomasa aérea (g)	Peso fresco raíz (g)	Peso seco raíz (g)	Peso fresco biomasa raíz	Peso seco biomasa raíz	SPAD	Rendimiento por hectárea (tn/ha)	Rendimiento por parcela (KG)
V1N1	1	310.00	68.36	46.50	15.52	356.50	83.88	38.73	38.75	149.11
V1N2	1	430.00	91.67	89.50	31.71	519.50	123.38	34.83	53.75	206.83
V1N3	1	285.00	115.00	71.50	26.06	356.50	141.06	42.65	35.63	137.09
V2N1	1	535.00	108.29	86.00	21.62	621.00	129.91	30.76	66.88	257.34
V2N2	1	495.00	93.15	66.00	26.06	561.00	119.21	40.52	61.88	238.10
V2N3	1	265.00	70.94	115.50	27.67	380.50	98.61	36.27	33.13	127.47
V3N1	1	390.00	140.00	108.50	42.38	498.50	182.38	30.20	48.75	187.59
V3N2	1	345.00	69.54	115.50	31.50	460.50	101.04	35.48	43.13	165.95
V3N3	1	400.00	137.00	99.00	22.60	499.00	159.60	37.93	50.00	192.40
V4N1	1	370.00	69.00	84.50	26.05	454.50	95.05	38.34	46.25	177.97
V4N2	1	315.00	62.40	123.00	44.05	438.00	106.45	38.51	39.38	151.52
V4N3	1	410.00	72.49	51.00	14.81	461.00	87.30	43.67	51.25	197.21
V5N1	1	510.00	90.65	202.00	91.88	712.00	182.53	43.18	63.75	245.31
V5N2	1	430.00	87.65	248.00	95.13	678.00	182.78	48.43	53.75	206.83
V5N3	1	335.00	134.00	236.50	90.24	571.50	224.24	44.87	41.88	161.14
V1N1	2	360.00	55.97	51.00	17.92	411.00	73.89	34.96	45.00	173.16
V1N2	2	355.00	72.02	93.00	29.68	448.00	101.70	38.43	44.38	170.76

V1N3	2	325.00	66.25	68.00	22.05	393.00	88.30	42.37	40.63	156.33
V2N1	2	450.00	86.25	91.00	24.32	541.00	110.57	32.01	56.25	216.45
V2N2	2	285.00	60.78	73.00	40.74	358.00	101.52	33.48	35.63	137.09
V2N3	2	365.00	65.12	105.00	31.53	470.00	96.65	44.62	45.63	175.57
V3N1	2	365.00	80.32	102.50	17.26	467.50	97.58	32.59	45.63	175.57
V3N2	2	380.00	136.00	107.50	21.02	487.50	157.02	34.99	47.50	182.78
V3N3	2	395.00	80.95	103.00	29.74	498.00	110.69	36.48	49.38	190.00
V4N1	2	225.00	86.00	78.50	39.27	303.50	125.27	40.47	28.13	108.23
V4N2	2	250.00	55.48	110.00	34.45	360.00	89.93	35.11	31.25	120.25
V4N3	2	365.00	74.26	46.00	19.86	411.00	94.12	33.56	45.63	175.57
V5N1	2	225.00	47.94	189.00	81.23	414.00	129.17	39.70	28.13	108.23
V5N2	2	310.00	73.91	226.00	79.60	536.00	153.51	41.32	38.75	149.11
V5N3	2	325.00	100.75	212.30	72.50	537.30	173.25	45.87	40.63	156.33
V1N1	3	260.00	57.00	51.50	13.27	311.50	70.27	35.81	32.50	125.06
V1N2	3	165.00	48.00	82.00	34.74	247.00	82.74	39.255	20.63	79.37
V1N3	3	255.00	67.00	73.00	28.09	328.00	95.09	33.835	31.88	122.66
V2N1	3	470.00	92.00	79.50	28.21	549.50	120.21	25.9	58.75	226.07
V2N2	3	340.00	102.00	62.00	39.93	402.00	141.93	35.345	42.50	163.54
V2N3	3	310.00	84.00	82.50	24.51	392.50	108.51	31.965	38.75	149.11
V3N1	3	495.00	167.00	102.50	28.96	597.50	195.96	34.63	61.88	238.10
V3N2	3	345.00	140.00	98.50	21.56	443.50	161.56	43.285	43.13	165.95
V3N3	3	480.00	160.00	86.50	30.74	566.50	190.74	42.675	60.00	230.88
V4N1	3	230.00	81.00	78.50	39.12	308.50	120.12	37.615	28.75	110.63
V4N2	3	250.00	82.00	112.50	41.23	362.50	123.23	35.445	31.25	120.25
V4N3	3	300.00	86.00	56.50	26.21	356.50	112.21	39.135	37.50	144.30
V5N1	3	390.00	104.00	196.50	88.42	586.50	192.42	44.725	48.75	187.59
V5N2	3	352.00	90.00	225.00	101.10	577.00	191.10	39.945	44.00	169.31
V5N3	3	370.00	80.00	242.50	108.26	612.50	188.26	43.885	46.25	177.97



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

En la ciudad de Huánuco a los 19 días del mes de Mayo del año 2023, siendo las 10:20 horas de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco, y en virtud de la Resolución de Consejo Universitario N° 2939-2022-UNHEVAL, de fecha 12 de setiembre de 2022, se dispone que los decanos de las 14 facultades de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco programen, A PARTIR DE LA FECHA, la sustentación de tesis de manera presencial, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 255 - 2023 - UNHEVAL-FCA-D, de fecha 11/05/2023, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

Efecto de la fertilización sobre el Desarrollo y Rendimiento de cuatro variedades híbridas de maíz chacra en Camchan - 2022.

presentada por el (la) Bachiller en Ingeniería Agronómica:

Iuz Merita Salazar Cervantes

Bajo el asesoramiento de:

Mg. Liliana Vega Jara

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

PRESIDENTE : Ing. A. Mercedes Asado Hurtado
 SECRETARIO : Ing. Henry Briceño Yen
 VOCAL : Ing. S. Harry Santolalla Ruiz
 ACCESITARIO 1 : _____
 ACCESITARIO 2: _____

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: Aprobado por unanimidad con el cuantitativo de Dieciséis (16) y cualitativo de Bueno quedando el sustentante Asio para que se le expida el TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 11:40 horas.

Huánuco, 19 de Mayo de 2023

[Signature]
 PRESIDENTE

[Signature]
 SECRETARIO

[Signature]
 VOCAL

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado



OBSERVACIONES:

Sen observaciones

Huánuco, 19 de Mayo de 2023

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, ____ de ____ de 20__

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

CONSTANCIA DE TURNITIN N° 094 - 2022- UNHEVAL- FCA

CONSTANCIA DEL PROGRAMA TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO
DE CUATRO VARIEDADES HÍBRIDAS DE MAÍZ CHALA EN CANCHÁN, 2022.**

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias,
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

Salazar Cervantes, Luz Merita;

La misma que fue aplicado en el programa: “turnitin”

La TESIS; para Revisión.pdf; con Fecha: 22 de diciembre 2022

Resultado: **30 % de similitud general**, rango considerado: **Apto**, por disposición
de la Facultad.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Atentamente.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CONSTANCIA N°


Dr. Antonio S. Comejo y Maldonado
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
DE LA F.C.A.

094

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional	INGENIERÍA AGRONÓMICA
Carrera Profesional	INGENIERÍA AGRONÓMICA
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO AGRÓNOMO

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Apellidos y Nombres:	SALAZAR CERVANTES LUZ MERITA						
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular: 916512845
Nro. de Documento:	72266820				Correo Electrónico: luzmeritasalazar@gmail.com		

Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		

Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos** según **DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)							SI	X	NO
Apellidos y Nombres:	VEGA JARA LILIANA				ORCID ID:	https://orcid.org/ 0000-0002-9692-0105			
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de documento:	42923464	

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres** completos según **DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	ASADO HURTADO ANA MERCEDES
Secretario:	BRICEÑO YEN HENRY
Vocal:	SANTOLALLA RUÍZ HARRY SALOMON
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	VIZCARRA ARBIZU WALTER

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE CUATRO VARIETADES HÍBRIDAS DE MAÍZ CHALA EN CANCHAN-2022.
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

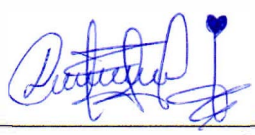

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2023			
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Patente de Invención	<input type="checkbox"/>
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos	<input type="checkbox"/>
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)	<input type="checkbox"/>		
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	FERTILIZACIÓN		RENDIMIENTO		DESARROLLO VEGETAL	
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	<input type="checkbox"/>		
	Con Periodo de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:			
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):				<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> NO
Información de la Agencia Patrocinadora:	UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN					

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	SALAZAR CERVANTES LUZ MERITA	Huella Digital
DNI:	72266820	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 06 /06 /2023		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una **X** en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde los mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.