

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS SUELOS  
AGRÍCOLAS DEL DISTRITO DE HUACAYBAMBA, EMPLEADO LA  
TÉCNICA DEL ELEMENTO FALTANTE, EN HUÁNUCO 2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**PRESENTADO POR:**

Bach. VILLAFANE RAMOS, Stael

**ASESOR:**

M.Sc. PAJUELO ROLDAN, Clay Eusterio

**Huaraz - Perú**

**2024**





### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se reunieron para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agronomía **STAE L VILLAFANE RAMOS** de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias, denominada: "EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL DISTRITO DE HUACAYBAMBA, EMPLEANDO LA TÉCNICA DEL ELEMENTO FALTANTE, EN HUÁNUCO 2022", asesorada por el M.Sc. **CLAY EUSTERIO, PAJUELO ROLDAN**, Escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA

CON EL CALIFICATIVO (\*)

QUINCE (15)

En consecuencia, queda en condición de ser calificada APTA por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERA AGRONOMA**, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 09 de enero de 2024.

Ph.D. Juan Francisco, BARRETO  
RODRIGUEZ  
PRESIDENTE

Dr. Guillermo, CASTILLO ROMERO  
SECRETARIO

M.Sc. Sandra Elizabeth, SORIA  
ALBINAGORTA  
VOCAL

M.Sc. Clay Eusterio, PAJUELO ROLDAN  
ASESOR

(\*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).





UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYAN TEL/FAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERU



### ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada "EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL DISTRITO DE HUACAYBAMBA, EMPLEANDO LA TÉCNICA DEL ELEMENTO FALTANTE, EN HUÁNUCO 2022", presentado por el Bachiller en Ciencias de Agronomía STAEL VILLAFANE RAMOS, sustentada el 09 de enero del 2024, con Resolución Decanatural N° 288-2022 - UNASAM - FCA, la declaramos CONFORME.

Huaraz, 09 de enero de 2024.

Ph.D. Juan Francisco, BARRETO  
RODRIGUEZ  
PRESIDENTE

Dr. Guillermo, CASTILLO ROMERO  
SECRETARIO

M.Sc. Sandra Elizabeth, SORIA  
ALBINAGORTA

VOCAL

M.Sc. Clay Eusterio, PAJUELO ROLDAN

ASESOR



Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM  
**ANEXO 1**  
**INFORME DE SIMILITUD.**

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL  
DISTRITO DE HUACAYBAMBA, EMPLEANDO LA TÉCNICA DEL ELEMENTO  
FALTANTE, EN HUÁNUCO 2022.

Presentado por: VILLAFANE RAMOS STAEL

con DNI N°: 48151120

para optar el Título Profesional de:

INGENIERA AGRÓNOMA.

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11 ° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : ...19%..... de similitud.

**Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).**

Porcentaje			
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado	Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 08/04/2024



FIRMA

Apellidos y Nombres: PAJUELO RODAN CLAY EUSTERIO.

DNI N°: 32046488

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS OFICIAL.docx**

AUTOR

**STAEI VILLAFANE RAMOS**

RECUENTO DE PALABRAS

**18587 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**99125 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**101 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**11.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Mar 13, 2024 8:41 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Mar 13, 2024 8:43 AM GMT-5****● 19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Bloques de texto excluidos manualmente

## RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrolló en condiciones de invernadero en el Instituto Tecnológico Eleazar Guzmán Barrón – Huaraz, teniendo por objetivo: determinar la situación nutricional de los suelos agrícolas del distrito de Huacaybamba-Huánuco. Se empleó un diseño experimental el DCA con arreglo factorial con 9 tratamientos 3 repeticiones y 6 centros poblados haciendo un total de 162 muestras para determinar la interacción del suelo tratamiento para el rendimiento de materia seca el universo de estudio estuvo representado por los terrenos de 11 centros poblados de la provincia de Huacaybamba. Por ello se tomaron muestras de 6 centros poblados: Parcobamba, Rondobamba, Jamasca, Chichipon, Huauyash, Cullcuy, para evaluar el estado nutricional de los suelos agrícolas y estos centros poblados del distrito de Huacaybamba se empleó la técnica del elemento faltante, y el respectivo análisis físico químico a fin de determinar los niveles de fertilidad de suelos. Para tal efecto se tomaron muestras de suelos a 0.30 cm de profundidad. Los suelos traídos fueron preparados, analizadas y sembradas con plantas indicadora de maíz en maceta de 1kg hasta que muestren síntomas de deficiencia. Resultados se encontró diferencias estadísticas significativas para los centros poblados y tratamientos con un C.V de 11 por ciento el suelo del centro poblado de Huauyash el tratamiento -Me obtenido mayor rendimiento con 148 gr. Para el centro poblado de Rondobamba el tratamiento -Mg obtuvo mayor rendimiento de materia seca 153.45 gr. El centro poblado de Jamasca el tratamiento que obtuvo mejor respuesta al aplicar los tratamientos fue el tratamiento -Me con un rendimiento de 144.18 gr/maceta y el tratamiento -Ca obtuvo menor rendimiento respecto a los demás tratamientos. El suelo del centro poblado de Parcobamba El tratamiento T es el que obtuvo mejor respuesta al aplicar los tratamientos con 162.50 gr/maceta el suelo del centro poblado de Cullcuy el tratamiento -Mg es el obtuvo un rendimiento de 164.20 gr. Siendo el tratamiento C que obtuvo los rendimientos bajos 88 gr/maceta el suelo del centro poblado de Chichipon se puede observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos C, -Ca y T, los tratamientos -K, -Mg, -S, son los que obtuvieron mayor rendimiento de peso fresco seguido de los tratamientos -Me, -P, C, -Ca, T mientras que el tratamiento que obtuvo menor rendimiento de peso fresco fue -N.

*Palabras claves:* Nutrición vegetal, deficiencia, planta indicadora, técnica del elemento faltante

## ABSTRACT

The research work was carried out under greenhouse conditions at the Eleazar Guzmán Barrón Technological Institute – Huaraz, with the objective: to determine the nutritional situation of the agricultural soils of the Huacaybamba-Huánuco district. An experimental design was used, the DCA with a factorial arrangement with 9 treatments, 3 repetitions and 6 populated centers, making a total of 162 samples to determine the interaction of the soil treatment for the dry matter yield. The study universe was represented by the lands of 11 centers. towns in the province of Huacaybamba. For this reason, samples were taken from 6 population centers: Parcobamba, Rondobamba, Jamasca, Chichipon, Huauyash, Cullcuy, to evaluate the nutritional status of the agricultural soils and in these population centers of the Huacaybamba district, the missing element technique was used, and the respective physical-chemical analysis in order to determine soil fertility levels. For this purpose, soil samples were taken at 0.30 cm depth. The soils brought were prepared, analyzed and planted with corn indicator plants in 1kg pots until they show deficiency symptoms. Results: Significant statistical differences were found for the population centers and treatments with a C.V of 11 percent in the soil of the population center of Huauyash, the treatment -Me obtained the highest yield with 148 gr. For the town of Rondobamba, the -Mg treatment obtained a higher dry matter yield of 153.45 gr. In the town of Jamasca, the treatment that obtained the best response when applying the treatments was the -Me treatment with a yield of 144.18 gr/pot and the -Ca treatment obtained a lower yield compared to the other treatments. The soil of the town center of Parcobamba Treatment T is the one that obtained the best response when applying the treatments with 162.50 gr/pot, the soil of the town center of Cullcuy, the treatment -Mg is the one that obtained a yield of 164.20 gr. Being treatment C that obtained the low yields 88 gr/pot in the soil of the town center of Chichipon, it can be seen that there are no statistical differences between treatments C, -Ca and T, treatments -K, -Mg, -S, are those that obtained the highest fresh weight yield followed by the treatments -Me, -P, C, -Ca, T while the treatment that obtained the lowest fresh weight yield was -N.

*Keywords:* Plant nutrition, deficiency, indicator plant, missing element technique

## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado a mi abuelita; Santa Isabel, a mis queridos padres; Zaida Rosalva y Lucio Victorio, a mis queridos hermanos; Hilbert, Sheyla y Jesús, a mi compañero de vida; Ernesto Arotoma y a mis demás seres queridos.

Con profundo cariño y gratitud, dedico este trabajo de investigación a cada uno de ustedes, quienes han sido mi fuente inagotable de apoyo, amor y motivación a lo largo de este arduo proceso.

Sus palabras de aliento, el constante respaldo emocional y el inquebrantable amor han sido mi faro en los momentos de duda y fatiga. La paciencia y comprensión incondicional que me han brindado han sido el viento bajo mis alas, impulsándome alcanzar cada meta que me he propuesto.

En este trabajo, se refleja no solo mi esfuerzo y dedicación, sino también el amor que he recibido de cada uno de ustedes. Las sonrisas, los abrazos y las palabras de aliento han sido mi combustible para perseverar en cada paso.

Este logro no solo es mío, sino también de ustedes, ya que cada uno ha contribuido de manera significativa a mi desarrollo personal y profesional. Espero que este trabajo sea un testimonio de mi profundo agradecimiento y amor hacia cada uno de ustedes.

## AGRADECIMIENTO

A través de estas palabras, deseo expresar mis sinceros agradecimientos por el invaluable apoyo y contribución a cada uno de ustedes.

Al M.Sc. Clay Pajuelo Roldan, tu guía experta y compromiso constante con mi crecimiento académico han sido esenciales para la realización de esta tesis. Tus consejos, paciencia y dedicación han marcado una diferencia significativa en mi desarrollo como investigadora.

Al Ing. Neptali Diaz Leon, tus enseñanzas a lo largo de mi formación académica han sido una fuente constante de inspiración y conocimiento. Tu influencia se ve reflejado en lo aprendido, en el desarrollo profesional y estoy agradecida por la oportunidad de haber aprendido de usted.

A mis suegros; Dr. Marcelo Arotoma y a la señora Aurelia Nuñez y a mis queridas cuñadas; Enit e Ina Arotoma, el constante apoyo emocional y palabras de aliento han sido un bálsamo para mí en los momentos más desafiantes de esta travesía. La aceptación y cariño han fortalecido mi determinación y sentido de pertenencia en esta familia.

Ernesto Arotoma Nuñez, mi amor, compañero y mejor amigo, ha sido mi mayor fuente de apoyo y motivación. Tu paciencia, comprensión y amor incondicional han sido mi roca en este viaje. Tu inspiración y estímulo me han impulsado a alcanzar metas que nunca creí posibles.

Este trabajo de investigación es, en muchos sentidos, una manifestación de la generosidad y amor que cada uno de ustedes ha compartido conmigo. Espero que esta tesis refleje la profundidad de mi agradecimiento hacia cada uno de ustedes.

## NDICE

I. CAPÍTULO I.....	13
1.1. Antecedentes de investigación.....	13
1.2. El suelo .....	16
1.3. Suelo agrícola.....	16
1.4. El perfil del suelo .....	17
1.5. Fertilidad del suelo.....	18
1.6. Tipo de fertilidad .....	18
1.7. Elementos nutritivos esenciales del suelo.....	20
1.8. Evaluación de la fertilidad del suelo.....	20
1.9. Dinámica de deficiencia de nutrientes en el suelo .....	21
1.10. Técnica del elemento faltante.....	23
1.11. Cultivo del maíz .....	23
1.12. Condiciones edafológicas del maíz.....	23
II. CAPITULO II.....	28
2.1. MATERIALES .....	28
2.2. Muestreo y preparación de suelo .....	37
2.3. Instalación del experimento en el invernadero .....	37
2.4. Técnica del elemento faltante .....	38
2.5. MÉTODOS .....	40
III. CAPITULO III .....	41
3.1. Resultado de la evaluación del experimento.....	41
3.2. Descripción de síntomas de deficiencias en maíz variedad blanco Urubamba.....	41
3.3. Identificación de elementos deficientes en los suelos a través del rendimiento de peso fresco (gr/maceta).....	43
3.4. Análisis de varianza para el rendimiento de peso seco (gramos/maceta).....	50
3.5. Análisis de varianza altura de planta en los centros poblados de la provincia de Huacaybamba .....	57
3.6. Identificación de elementos deficientes por tratamientos a través de rendimiento de materia seca.....	64
IV. CAPITULO IV .....	74
4.1. Conclusiones .....	74
4.2. Recomendaciones .....	75
V. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	76
VI. PRESUPUESTO.....	77
VII. Bibliografía.....	79

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1:análisis físico químico del sector de Huauyash.....	30
Tabla 2:análisis físico químico del sector de Rondobamba .....	31
Tabla 3:análisis físico químico del sector de Chichipon .....	31
Tabla 4: Análisis físico químico del sector de Parcobamba.....	32
Tabla 5 :Análisis físico químico del sector de Cullcuy .....	32
Tabla 6:Análisis físico químico del sector de Jamasca .....	33
Tabla 7:Niveles y fuentes de nutrientes.....	34
Tabla 8: Análisis de varianza (dca) .....	36
Tabla 9: Tratamientos empleando la técnica del elemento faltante.....	37
Tabla 10:Síntomas de deficiencia de tratamiento en estudio .....	39
Tabla 11: Análisis de varianza de varianza dca con arreglo factorial para el rendimiento de peso fresco de los suelos de la provincia de Huacaybamba .....	41
Tabla 12:Análisis de varianza de rendimiento de peso fresco (gramos/ maceta) para el centro poblado de Huauyash .....	41
Tabla 13:Análisis de varianza de rendimiento de peso fresco (gramos/ maceta) para el centro poblado de Rondobamba .....	42
Tabla 14:Análisis de varianza de rendimiento de peso fresco (gramos/ maceta) para el centro poblado de Jamasca .....	43
Tabla 15:Análisis de varianza de rendimiento de peso fresco (gramos/ maceta) para el centro poblado de Parcobamba.....	44
Tabla 16:Análisis de varianza de rendimiento de peso fresco (gramos/ maceta) para el centro poblado de Huaracuy .....	45
Tabla 17:Análisis de varianza de rendimiento de peso fresco (gramos/ maceta) para el centro poblado de Chichipon.....	47
Tabla 18:Análisis de varianza de varianza dca con arreglo factorial para el rendimiento de peso seco de los suelos de la provincia de Huacaybamba .....	48
Tabla 19:Análisis de varianza de rendimiento de peso seco (gramos/ maceta) para el centro poblado de Huauyash .....	48
Tabla 20: Análisis de varianza de rendimiento de peso seco (gramos/ maceta) para el centro poblado de Rondobamba .....	50
Tabla 21: Análisis de varianza de rendimiento de peso seco (gramos/ maceta) para el centro poblado de Chichipon.....	51
Tabla 22:Análisis de varianza de rendimiento de peso seco (gramos/ maceta) para el centro poblado de Parcobamba.....	52
Tabla 23: Análisis de varianza de rendimiento de peso fresco (gramos/ maceta) para el centro poblado de Huaracuy .....	53
Tabla 24:Análisis de varianza de rendimiento de peso seco (gramos/ maceta) para el centro poblado de Jamasca .....	54
Tabla 25: Análisis de varianza de varianza dca con arreglo factorial para el rendimiento de altura de planta de los suelos de la provincia de Huacaybamba.....	55
Tabla 26: Análisis de varianza de altura de planta del centro poblado de Huauyash.....	56
Tabla 27:Análisis de varianza de altura de planta del centro poblado de Rondobamba	57
Tabla 28: Análisis de varianza de altura de planta del centro poblado de Jamasca .....	58
Tabla 29:Análisis de varianza de altura de planta del centro poblado de Parcobamba..	59
Tabla 30: Análisis de varianza de altura de planta del centro poblado de Cullcuy.....	60

Tabla 31: Análisis de varianza de altura de planta del centro poblado de Chichipon....	61
Tabla 32: Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento testigo .....	63
Tabla 33: Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -N.....	64
Tabla 34: Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -P .....	65
Tabla 35: Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -K.....	66
Tabla 36: Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -Ca.....	67
Tabla 37: Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -Mg.....	68
Tabla 38: Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -S .....	69
Tabla 39: Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -Me .....	70
Tabla 40: Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento Completo .....	71

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de peso seco(gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Huauyash .....	43
Gráfico 2: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de peso seco(gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Rondobamba .....	44
Gráfico 3: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de peso seco(gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Jamasca .....	45
Gráfico 4: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de peso seco(gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Parcobamba.....	46
Gráfico 5: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de peso seco(gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Huaracuy .....	47
Gráfico 6: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de peso seco(gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Chichipon.....	48
Gráfico 7: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de materia seca (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Huauyash. ....	50
Gráfico 8: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de materia seca (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Rondobamba. ....	51
Gráfico 9:Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de materia seca (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Chichipon.....	52
Gráfico 10:Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de materia seca (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Parcobamba.....	53
Gráfico 11:Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de materia seca (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Huaracuy .....	54
Gráfico 12: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de materia seca (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Chichipon.....	56
Gráfico 13: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) altura de planta del suelo del centro poblado de Huauyash .....	57
Gráfico 14: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) altura de planta del suelo del centro poblado de Rondobamba.....	58
Gráfico 15:Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) altura de planta del suelo del centro poblado de Jamasca.....	59
Gráfico 16: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) altura de planta del suelo del centro poblado de Parcobamba .....	61
Gráfico 17: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) altura de planta del suelo del centro poblado de Huaracuy.....	62
Gráfico 18: Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) altura de planta del suelo del centro poblado de Chichipon .....	63
Gráfico 19:Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento testigo (T).....	64
Gráfico 20:Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin nitrógeno (-N).....	65
Gráfico 21:Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin fosforo (-P) .....	66
Gráfico 22:Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin potasio (-K).....	67

Gráfico 23:Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin calcio (-Ca) .....	68
Gráfico 24:Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin magnesio (-Mg) .....	69
Gráfico 25:Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin azufre (-S).....	70
Gráfico 26:Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin microelementos (-Me) .....	71
Gráfico 27:Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento Completo (C).....	72

## I. INTRODUCCIÓN

La técnica del "elemento faltante" es un enfoque importante en agricultura y la edafología, que se utiliza para evaluar y comprender la disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas en el suelo. Esta técnica se basa en el principio de que el crecimiento óptimo de las plantas está limitado por el nutriente que se encuentra en menor cantidad en el suelo, es decir, el "elemento faltante". Al identificar y corregir la deficiencia de este nutriente crítico, los agricultores y expertos en suelos pueden mejorar significativamente el desarrollo de las plantas y el aumento del rendimiento de los cultivos.

En la práctica, la técnica del elemento faltante implica una serie de experimentos de fertilización en los que se agregan diferentes nutrientes a una planta indicadora (maíz) que crecen en macetas de suelo, manteniendo constantes u otras condiciones como la luz, el agua y la temperatura. Al observar cuál de estos nutrientes produce un aumento significativo en el crecimiento de las plantas, es posible determinar cuál es el elemento faltante en ese suelo específico.

Esta técnica es esencial para la toma de decisiones informadas en la agricultura, ya que permite a los agricultores aplicar fertilizantes de manera más precisa y evitar el desperdicio de recursos. Además, contribuye a la sostenibilidad agrícola al reducir la lixiviación de nutrientes en el suelo y minimizar la contaminación ambiental. En resumen, la técnica del elemento faltante desempeña un papel crucial en la gestión de nutrientes en la agricultura moderna, mejorando la eficiencia de la producción de alimentos y promoviendo prácticas agrícolas más responsables desde el punto de vista ambiental.

## OBJETIVOS

- **Objetivo General**

Determinar la situación nutricional de los suelos agrícolas del distrito de Huacaybamba - Huánuco
- **Objetivos Especificos**
  - Describir los síntomas del elemento faltante en la planta indicadora
  - Determinar los elementos nutritivos deficientes en los suelos en estudio a través de la técnica del elemento faltante.
  - Caracterizar los suelos de los distritos a través del análisis de suelos en laboratorio.

## II. CAPÍTULO REVISIÓN LITERARIA

### 2.1. Antecedentes de investigación

#### 2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

(Yáñez, 2021) En su tesis “Evaluación del elemento faltante en el cultivo de Maíz (*Zea mays L.*)” en la provincia de Bolívar 2020 – Ecuador. Objetivo: mejorar la productividad y rentabilidad del maíz en las principales áreas productoras de la provincia de Bolívar, por el medio del elemento faltante. Metodología: El diseño experimental fue DBCA con 3 repeticiones, la U.E estuvo constituida por 144 plantas. Resultado: el análisis de varianza para materia seca en la localidad de Laguacoto, detecto diferencia significativa al 1% para el suelo mientras para los tratamientos mostro diferencias significativas al 5%, la prueba de Duncan al 5% en Laguacoto, obteniendo materia seca mayor cantidad de materia seca con el T5 (NPKS) con un promedio de 3141 kg/Ha seguido del T6 (N,P,K,S,Mg) CON 3113 kg/Ha mientras que el T1 (P,K,S,Mg) fue el que incorporo menor cantidad de materia seca, los resultados del rendimiento de materia seca no indican diferencias significativas entre tratamientos, pero el contenido más alto más alto para los casos presenta el tratamiento 3 sin nitrógeno donde se manifiesta que limita los procesos fisiológicos de la planta dando como resultado la disminución en el rendimiento de materia seca.

(Ruiz, 2021) en su trabajo de investigación titulada “Evaluación de deficiencia nutricionales en el cultivo de Maíz bajo invernadero mediante la técnica del elemento faltante 2021 se planteó evaluar la deficiencia nutricional en el cultivo de maíz mediante la técnica del elemento faltante. Empleo el DCA con arreglo factorial a través del programa estadístico Statical Analysis System 9,0 obteniendo que los tratamientos carente de N y B presentaron los menores valores de altura: 68.8 cm y 65.10 cm, respectivamente concordando con la torre 2011 quien afirma que el N es el elemento más importante en el crecimiento en el crecimiento y desarrollo de las plantas y una baja suministro de este nutrientes disminuye la formación de protoplastos que son indispensables

para el crecimiento vegetativo , una baja cantidad de N, provoca una disminución consecuente en la síntesis de proteínas, lo que ocasiona a su vez una disminución del tamaño de las células y especialmente el ritmo de su división, la baja concentración de B en la planta genera una rápida disminución en el nivel de ARN y en consecuencia, cesa la división celular en los meristemas apicales por lo cual el crecimiento de la planta se ve afectado.

(Curiñaupa, 2020) en su trabajo de investigación “Determinación de la deficiencia de nutriente mediante la técnica del elemento faltante en el cultivo del Maíz, 2019” - Costa rica. Tuvo como resultado una alta correlación  $r= 0.85$ ,  $P= 0.0001$  entre la materia seca obtenida, por otro lado basado en las características del suelo, se espera una respuesta al N, tal como las obtenidas se observó la disminución de tamaño de la planta a pesar de la respuesta al P, la cantidad aplicada al suelo no fue suficiente para obtener respuesta en la planta con un rango de concentración óptimo de 2 a 3.5%, por lo tanto a pesar de la aplicación de este elemento al suelo en los tratamientos -P y -N siempre limito el crecimiento de las plantas, así que la falta de completar primero el requerimiento de P fue la causa de la ausencia de respuesta a la aplicación de N. La reconvencción antes de iniciar un ensayo como este es realizar curvas de retención de elementos para conocer con certeza la cantidad necesaria a aplicar para corregir las deficiencias.

### 2.1.2. *Antecedentes Nacionales*

(Alvarado, 2020) en su investigación de pre grado titulada “Densidad optima de tomate y cebada, como indicadores en la evaluación de la fertilidad de suelos por la técnica del elemento faltante”- 2017, cuyo objetivo: determinar la densidad adecuada de tomate y cebada en macetas, en invernadero, como plantas indicadoras, para el diagnóstico de la fertilidad química (N, P, K) en un suelo agrícola de Huamanga, Ayacucho, mediante las técnicas del elemento faltante. Metodología: El diseño estadístico fue DCA, con 3 repeticiones así el experimento conto con 144 unidades experimentales. Cuyo resultado mostro: 1.- las plantas indicadoras responden al abonamiento responden al abonamiento con N, P, K, en el suelo empleado manifestándose mejor con la exclusión con el

N en la técnica del elemento faltante, resultado que guarda relación con el bajo contenido de nitrógeno del suelo (0.10%), así como los niveles alto y muy alto de P (19.93 ppm) y k (315 ppm) disponibles. El orden de deficiencia de nutrientes detectados coincide con el contenido del análisis de suelo en laboratorio.

(Yáñez, 2021) Informe académico titulada “Evaluación del estado nutricional de los suelos del distrito de Marcara de la provincia de Carhuaz mediante el método del elemento faltante” – 2018. Objetivo: Evaluar el estado nutricional de los suelos del distrito de Marcara elemento faltante, provincia de Carhuaz. Metodología: El análisis estadístico se utilizó DCA con 9 tratamientos y 3 repeticiones haciendo un total de 27 U.E para cada localidad en estudio, para establecer las diferencias estadísticas se utilizó la prueba de DUNCAN con un nivel de confianza de 5%. Resultado: que existe diferencias significativas entre el promedio del tratamiento, el I (tratamiento completo) con 5.3 gr. Superando a los demás tratamientos, le sigue II (tratamiento - EM) con 4.3 gr. El III (tratamiento -Ca) con 3.8 gr, el IV (tratamiento -S) con 3.6gr, el V (tratamiento -Mg) con 3.3 gr., el VI (tratamiento -N) con 2.7 gr., el VII (tratamiento -K) con 2.5 gr., el VIII (tratamiento -P) con 1.92 gr., y IX (tratamiento T) con 1.7 gr.

(Curiñaupa, 2020) En su investigación académico “Caracterización del estado nutricional de los suelos de los distritos de la cuenca del Santa de la provincia de Recuay mediante el método de exclusión”- 2017. Metodología: el diseño experimental fue diseño completo al azar en arreglo factorial con 9 tratamientos y nueve suelos y tres repeticiones. Objetivo: Evaluar biológicamente la disponibilidad de nutrientes mediante la técnica de elemento faltante en los suelos de los distritos de Recuay. Ticapampa y Catac de la provincia de Recuay. Resultado: el rendimiento de materia seca por efecto del factor A (tratamiento) y factor B (suelo) con 3 repeticiones se observó que no existe diferencia significativa a un nivel de 0.01 para el factor principal A (tratamientos), y de significancia para el factor principal B (suelo) y para la interacción de tratamiento por suelo, de acuerdo a los valores F

calculado, la mayor diferencia es entre tratamientos, seguido de suelo y finalmente la interacción.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. *El suelo*

El suelo es el resultado de la acción del hombre y de las organizaciones, así como del desarrollo económico y/o social. Se le define como el medio natural para el crecimiento de las plantas. También se le ha considerado como un cuerpo natural que consta de capas de suelo (horizontes del suelo) formadas por materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo y combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como consecuencia el suelo se diferencia de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas (Pariona, 2023).

El suelo es el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha sido modificado por la influencia de factores genéticos y ambientales (material parental, clima, macro y microorganismos y topografía), actuando durante un cierto tiempo. También se le ve como un cuerpo natural que interactúa dinámicamente con la atmósfera y con las capas que están debajo de él, que afecta al clima y al ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de crecimiento para diversos organismos. El suelo tiene un papel ambiental muy importante, ya que puede considerarse como un reactor biofísico químico donde se descompone material de desecho que es reciclado dentro de él. (Marín & Bertsch, 2022)

### 2.2.2. *Suelo agrícola*

Según, (Bismarck, 2020) la concepción de “suelo agrícola” se ha enriquecido en los últimos años incluyendo la sostenibilidad de este recurso. El suelo agrícola es el medio complejo formado, a nivel macromolecular, por: a) la arcilla, que es una estructura en capas alternas de aluminato y silicato, compuesta por aluminio y silicatos coloidales; b) el material grueso, que es el limo de naturaleza arcillosa pero con diámetro de partícula más grandes, que puede ser carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ), óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) o alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ); estos elementos gruesos dan porosidad y aireación al suelo; c) el humus, que es el material orgánico procedente de la descomposición de

residuos de origen animal como el estiércol, y/o de origen vegetal como el compost, que tiene cargas eléctricas residuales negativas e incluye microorganismos esenciales para la nutrición vegetal como por ejemplo las bacterias nitrificantes que transforman el amonio en nitrato ( $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$ ); d) el aire, que da esponjosidad y porosidad al suelo; e) el agua, que es el elemento imprescindible para el intercambio iónico y la transferencia de nutrientes.

### 2.2.3. *Funciones del suelo*

El suelo lleva a cabo funciones ecosistémicas centrales, como la producción de alimentos y de biomasa, el reciclaje de nutrientes o el sostenimiento de la biodiversidad de los ecosistemas terrestres. El suelo también contribuye a la regulación climática a través del secuestro de carbono en forma de materia orgánica y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, como el  $\text{CO}_2$  o el  $\text{N}_2\text{O}$ . Además, tiene un papel fundamental en la regulación del ciclo hídrico, gracias a la retención de agua, en la degradación e inmovilización de contaminantes, que nos permite la provisión de aire, suelos y aguas limpios, y en el sostenimiento de las actividades y construcciones humanas. Por ello, el papel del suelo en la producción alimentaria y forestal y la regulación del clima son áreas de investigación clave en un contexto de crecimiento de la población humana mundial y de cambio en los patrones climáticos y de usos del territorio. La degradación edáfica como resultado de actividades antrópicas afecta a amplias zonas del mundo e impacta directamente sobre las funciones de los suelos, impulsando tanto la necesidad de prevenir la degradación mediante la adopción de prácticas de gestión sostenibles como la mejora de las tecnologías de restauración de suelos degradados. (Weil, 2020)

### 2.2.4. *El perfil del suelo*

El perfil del suelo es el corte vertical que se realiza desde la superficie del suelo, exponiéndolo hasta una profundidad máxima de 2 m, para la mayoría de las aplicaciones prácticas, si antes no se halla el material parental fresco; el espesor mínimo del corte que es apropiado, es el que permite observar el solum (horizontes A y B), ya que él es el que guarda el registro de la pedogénesis. El suelo como la exposición vertical

de una porción superficial de la corteza terrestre que incluye todas las capas u horizontes que han sido alteradas durante el periodo de su formación, junto con las más profundas que influyeron en su génesis. (Juárez, 2008)

#### **2.2.5. Fertilidad del suelo**

El suelo, es el reservorio natural de los nutrientes, que las plantas aprovechan para su desarrollo. Pero el suelo también se DESGASTA, cuando estos nutrientes no se reponen racionalmente, después de cada cosecha, un suelo fértil es cuando sus condiciones agronómicas permiten el desarrollo sostenido de un cultivo, un suelo es productivo cuando conserva su fertilidad, es decir, una relación: agua-suelo-planta óptima. (Jaramillo, 2019)

(Silicuana, 2017) afirma la fertilidad del suelo es la habilidad que tiene el terreno para favorecer el crecimiento de las plantas y mejorar el rendimiento de los cultivos. Ello puede aumentarse por medio de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. (p.45)

La fertilidad del suelo se refiere a la capacidad para apoyar el crecimiento de las plantas, proporcionando los nutrientes que requieren. ¿Qué determina la fertilidad del suelo? Son tres factores básicos para definir la fertilidad: físico, químico y biológico, todos igual de relevantes para conseguir el nivel deseado. Un manejo apropiado de las técnicas para la fertilidad del suelo es uno de los grandes propósitos de cualquier agricultor, pues sus cosechas crecerán adecuadamente y no verá disminuido el rendimiento de estas ni las ganancias. (EOSDA, 2018)

#### **2.2.6. Tipo de fertilidad**

#### **2.2.7. Fertilidad actual**

(Villacaqui, 2015) manifiesta que es el nivel inmediato de un nutriente disponible en el perfil del suelo, en este caso fundamental, se refiere al contenido de nitratos o nitrógeno asimilables directamente por las plantas, que se caracteriza por su gran movilidad en el suelo.

#### **2.2.8. Fertilidad potencial**

(Salazar Sosa et al., 2007) indican que, se refiere al nivel de materia orgánica y al nivel de nitrógeno total, es decir al nutriente en su forma global no disponible inmediatamente para las plantas. Un suelo

virgen tiene un alto nivel de fertilidad potencial que desciende cuando comienza a ser roturado hasta alcanzar un determinado equilibrio. La recuperación de la fertilidad potencial (aumento de materia orgánica y nitrógeno total), cuando se cultiva una pradera en un suelo agotado o simplemente se deja crecer la vegetación adventicia. Esta recuperación es más rápida si se utilizan leguminosas que si se utilizaran gramíneas.

#### **2.2.9. Fertilidad física**

(Juárez, 2008) señala que las condiciones físicas que presenta un determinado suelo van a influir en el crecimiento normal de las plantas. Desde el punto de vista físico el suelo ha de proporcionar un medio adecuado para la germinación de las semillas y para el desarrollo óptimo del sistema radicular; debe poseer una buena aireación, una capacidad de retención hídrica apropiada, un buen drenaje, no llegue a provocar un lavado excesivo, así como una estructura estable que implique resistencia frente a los procesos erosivos.

(Jaramillo, 2019) valora el suelo como soporte material de las raíces, además hace referencia a la dinámica de fluidos (agua y gases) a 8 través del suelo, la fertilidad física está definida por los conceptos de estructura, porosidad y permeabilidad, entre otros. (p.45)

#### **2.2.10. Fertilidad Biológica**

(Calliri, 2021) precisa que la fertilidad biológica caracteriza la magnitud y el estado de la reserva orgánica, así como la riqueza y actividad de la biomasa edáfica, responsables de las transformaciones físicas y químicas. Un suelo exhibe una fertilidad biológica ideal cuando posee un alto porcentaje de Materia orgánica, posee adecuado drenaje, además de que no se abusa del uso de agroquímicos y se aplica rotación de cultivos. (p.112)

#### **2.2.11. Fertilidad química**

(INTAGRI S.C., 2017) señala que es el estado físico-químico del medio, un suelo debe mantener una reserva adecuada de nutrientes de un estado de disponibilidad tal que permita su utilización por el vegetal, y que cubra las necesidades del medio microbiano sin que se produzcan pérdidas. Estos aspectos están descritos por el pH, la capacidad de

intercambio catiónico de los suelos, el potencial redox y el contenido de nutrientes.

(Ardiles, 2019) indica que la fertilidad química se refiere a la capacidad que tiene el suelo de proveer nutrientes esenciales a los cultivos. En este sentido se evalúa la disponibilidad de nutrientes en el suelo a través de análisis de suelos y/o plantas a través de un proceso de diagnóstico y posteriormente se definen estrategias de fertilización.

### **2.2.12. Elementos nutritivos esenciales del suelo**

(López et al., 2002) informa que todos y cada uno de los elementos nutritivos juegan un papel específico en la nutrición vegetal. El oxígeno, el carbono, el hidrogeno, el nitrógeno, el fósforo y el azufre son constituyentes básicos de los vegetales y participan en las reacciones bioquímicas básicas del metabolismo.

#### a) Esencialidad del elemento

(Arguello, 2012) indican que un elemento no puede considerarse a menos que su ausencia haga imposible completar las etapas vegetativas o reproductivas en su ciclo vital. La deficiencia debe ser específica del elemento en cuestión y solo puede ser evitada o corregida mediante el suministro de aquél.

#### b) Elementos nutritivos esenciales

De los 16 elementos químicos considerados necesarios para el crecimiento saludable de las plantas, 13 son nutrientes minerales. Ellos en condiciones naturales de cultivo entran a la planta a través de las raíces. El déficit de solo uno de ellos puede disminuir los rendimientos del cultivo. (Silva et al., 2017)

La localización de los síntomas de deficiencia de las plantas se relaciona mucho con la velocidad de movilización de los nutrientes a partir de las hojas viejas hacia los puntos crecimiento, los elementos más móviles (nitrógeno, fósforo y potasio), entre otros. (College of Agricultural sciences, 2012)

### **2.2.13. Evaluación de la fertilidad del suelo**

La evaluación de la fertilidad de un suelo nos permite conocer y estimar la disponibilidad de los elementos nutritivos en un cierto suelo. Para aportar en proporciones razonables y en equilibrio adecuado todos

los principios nutritivos que una planta extrae de las fracciones minerales y orgánicas del suelo, además de estar ubicados en una zona climática que brinde la humedad, la luz y el calor suficiente para las necesidades de las plantas. Así mismo las materias tóxicas no deben estar en cantidades suficientes que restrinjan de un modo (Etchevers, 2010)

(Garrido, 2009) sostuvo que, si un suelo es improductivo, la razón de su infertilidad puede ser establecida mediante un análisis químico. Las ventajas de las pruebas químicas y biológicas radican en que sirven como base para recomendar adición de cal y fertilizantes, estos resultados deben estar correlacionados con las respuestas de las cosechas. Diversas técnicas que se usan comúnmente tienen como indicador el grado de fertilidad de un suelo:

Síntomas de deficiencia de nutrientes en las plantas.

- Análisis foliar o de los tejidos de las plantas que crecen en el suelo.
- Test biológico.
- Test químicos del suelo.

El análisis de suelos como método de diagnóstico de deficiencia de nutrientes en el suelo, depende de la eficacia de extracción del reactivo químico usado sobre los nutrientes disponibles para las plantas. Si hay correlación entre la cantidad de nutrientes medida por el método químico y la cantidad necesaria por la planta se puede calcular la conveniencia de aplicar o no los fertilizantes. (EOSDA, 2022)

#### **2.2.14. Dinámica de deficiencia de nutrientes en el suelo**

##### **a. Deficiencia del nitrógeno**

La falta de nitrógeno en todas las plantas provoca un crecimiento lento y la escasez de crecimiento son las señales más evidentes de una carencia de nitrógeno. La carencia de nitrógeno más fácilmente observable es el amarillamiento de las hojas, debido a una reducción del contenido de la clorofila. En general, este síntoma se empieza a manifestar en las hojas más maduras, y aparece en último lugar en las hojas superiores sometidas a un crecimiento más activo. Esta aparición de los síntomas de

carencia de nitrógeno en las hojas más jóvenes se debe a la alta movilidad del nitrógeno en la planta. Las hojas jóvenes conservan su nitrógeno y, además, absorben nitrógeno procedente de las hojas más viejas. (EOSDA, 2016)

b. Fosforo (P)

El fósforo es relativamente estable en los suelos, no forma compuestos inorgánicos como los nitrogenados que pueden ser lixiviados y volatilizados. Esta estabilidad se debe a su baja solubilidad, que a veces provoca deficiencias de disponibilidad para las plantas. Los fosfatos provienen del mineral “apatita”, que está compuesto 90% de fosfato, tricálcico, conteniendo F y Ca en forma de sal doble, cierta cantidad de ácido silico y en algunas ocasiones Fe y Mn. Los cristales de apatita se hallan en la mayoría de las rocas ígneas y metamórficas que, al meteorizarse, la apatita y su fosfato componente se incorporan al suelo. (College of Agricultural sciences, 2012)

c. Síntomas de deficiencia del fosforo

(Perez, 2010) la falta de fósforo, puede causar en las plantas, la pérdida anticipada de las hojas, aparición de pigmentación roja o púrpura. Presencia de zonas muertas sobre las hojas, peciolos, frutos; con un aspecto enano y débil de las plantas. Los síntomas de la falta de fósforo en los cultivos, son los siguientes.

- Lento crecimiento y desarrollo de la planta.
- Poco desarrollo de la xilema y el floema
- Escasa floración y fructificación
- Retraso en la maduración de las cosechas
- Las hojas, muestran una coloración verde oscura con matices rojizos (antocianina)
- Menor peso y tamaño de las plantas
- Tallos pequeños, delgados y débiles

- Los granos pequeños no germinan
- Bajo rendimiento en grano, fruto y semillas.

d. Potasio (K)

Las plantas consumen más potasio que cualquier otro nutriente, exceptuando el nitrógeno. El potasio se disuelve en los fluidos de la planta, cumpliendo diversas funciones reguladoras. El potasio es asimilado por las plantas en cantidades mayores que cualquier otro elemento mineral exceptuando el nitrógeno y tal vez el calcio. Grandes depósitos en forma de sales de Cloruro y sulfatos se encuentran en grandes depósitos de varios cientos y a veces varios miles de pies debajo de la superficie de la tierra. (INTAGRI, 2017)

e. Síntomas de deficiencia del potasio

Al inicio se observa un punteado de manchas cloróticas, seguido por el desarrollo de zonas de necrosis en la punta y los bordes de la hoja. Debido a la movilidad del potasio, estos síntomas suelen manifestarse primero en las hojas maduras. Así mismo, en muchos casos, el ápice de la hoja presenta una tendencia a curvarse hacia abajo. (Asociación internacional de la industria de los fertilizantes, 2013)

### 2.2.15. Técnica del elemento faltante

La técnica de elemento faltante es un método biológico que se usa para evaluar el estado nutricional de los suelos agrícolas, determinando la carencia o el exceso de algún nutriente esencial para las plantas. Consiste en cultivar una planta indicadora en diferentes tratamientos que varían en la aplicación de uno o más nutrientes, y observar la respuesta de la planta en términos de crecimiento, rendimiento y síntomas visuales. La técnica de elemento faltante permite identificar el nutriente más limitante para el cultivo y estimar la necesidad de aplicar fertilizantes. (Carrasco, 2017)

### 2.2.16. Cultivo del maíz

Un método rápido y sencillo propuesto por (Damian, 2017) para evaluar la fertilidad de los suelos es la del elemento faltante. Este método fue uno de los primeros diseños experimentales empleados en la caracterización de la fertilidad de los suelos. Desde que SalmHorstmar la

utilizó en el invernadero y Georges Ville la puso en práctica en el campo 1870, muchos otros investigadores han hecho uso extensivo en esta técnica con bastante éxito (Guzman, 2020)

En vista de que en la técnica del elemento faltante se aplican todos los nutrientes menos el elemento en cuestión, este diseño se presta para trabajar en el invernadero, donde el volumen del suelo utilizado es pequeño y las deficiencias nutricionales suelen aparecer con facilidad. Además, se aplican muy bien a suelos pobres donde las deficiencias y desbalances nutricionales también son comunes. (Caldas, 2018)

#### **2.2.17. Cultivo de Maíz como planta indicadora**

(García, et al., 2016) Se puede describir que el maíz tiene una raíz principal que es corta y débil, así como raíces secundarias que son numerosas y fuertes. También tiene raíces adventicias, donde se encuentran los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes. En la parte central de la raíz se encuentra el cilindro central y el córtex. Dentro del cilindro central se encuentra la xilema, que es un conjunto de vasos especializados en transportar los nutrientes. Además, en el parénquima del tomate, la zona superior o zona empalizada es rica en cloroplastos.

Debido a estas características, el maíz es considerado un cultivo altamente demandante de nutrientes. Además, al ser clasificado como una planta C4, posee una alta capacidad fotosintética. Estas cualidades hacen que el maíz sea una opción adecuada para evaluar el estado nutricional del suelo, ya que es capaz de extraer nutrientes rápidamente. De esta manera, se puede determinar la cantidad de nutrientes presentes en los suelos objeto de estudio. (Fertiberia, 2015)

#### **2.2.18. Condiciones edafológicas del maíz**

El maíz gracias a la diversidad de formas con que cuenta, posee una enorme capacidad de adaptación al medio ambiente, así como una amplia gradiente de latitud tanto Norte como Sur, desde el hemisferio austral hasta el paralelo 42 de latitud a la cual es posible su desarrollo. El factor limitante es la altitud en la que se cultiva, mientras en el continente americano se encuentra hasta en 3 800 metros, en Europa solo puede

cultivarse en alturas de 800 a 1 000 msnm. Canales sostiene que la temperatura para la siembra del maíz es 10 °C, y que vaya en aumento, para que la floración se desarrolle normalmente, conviene que la temperatura sea de 18 0C como mínimo. De todo esto, se deduce que es planta de climas cálidos, con temperatura relativamente elevada durante toda su vegetación. La temperatura más favorable se encuentra próxima a los 15 °C. En la fase de crecimiento, la temperatura ideal es la comprendida entre 24 y 30 °C, por encima de los 30°C encuentran problemas en la actividad celular, disminuyendo la capacidad de absorción de agua por las raíces. (Perez, 2012)

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30 °C, bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación de la semilla, la temperatura debe situarse, entre 15 a 20 °C, llega a soportar temperaturas mínimas de 8 0C y a partir de los 30 0C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32 °C. Se considera suficiente una estación de lluvia de 700 a 1000 mm., los cuales deben estar bien distribuidos. El periodo con mayor exigencia de agua, es el que va, desde 15 días antes, hasta 30 días después de la floración. Un "stress" causado por deficiencia de agua en el período de floración puede ser motivo de una merma del 6 al 1 ~% por día, en el rendimiento final. Esa pérdida se reduce al 3 - 4% por día si el "stress" ocurre en otros períodos. Cuando la hoja se seca, aproximadamente 30 a 35 días después de la floración, el cultivo no debería recibir más agua. (Pérez, 2017)

(Troiani et al., 2017) afirman que la semilla para germinar necesita de temperaturas adecuadas para los procesos metabólicos. La plántula de maíz requiere una temperatura mínima de germinación de 9.4 °C siendo su óptimo de germinación entre 24 y 30 °C, cada fase de ciclo del cultivo tiene una exigencia térmica determinada, es así, que, durante la floración y fructificación, se hace necesario de 25 a 30 °C, mientras que temperaturas de 40 a 44 °C, producen trastornos en sus procesos vitales. Señala además que las primeras etapas críticas en el desenvolvimiento del cultivo en cuanto a disponibilidad del agua, ocurre

inmediatamente después del sembrío, cuando la planta está en germinación y en floración, la falta de agua puede reducir severamente la producción.

### **2.2.19. Suelo**

(Caldas, 2018) sostiene que el maíz se adapta a diferentes tipos de suelos. Prefiere pH entre 6 y 7, pero se adapta a condiciones de pH más bajo y más elevado, e incluso se da en terrenos calizos, siempre que el exceso de cal no implique el bloqueo de microelementos. (p. 59)

(FAO, 2011) recomienda suelos franco - limosos o franco arcillosos, fértiles y profundos, ricos en materia orgánica con buena capacidad de retención de agua, pero bien drenados para no producir encharques que originen asfixia radicular. El pH el cultivo se desarrolla muy mal.

### **2.3. Definición de términos**

- Diagnóstico de la fertilidad: es un proceso científico que implica la evaluación sistemática de las características físicas y químicas de un suelo para determinar su capacidad para proporcionar nutrientes esenciales a las plantas. Este análisis incluye la medición del pH, la textura del suelo, la presencia y concentración de nutrientes clave, la capacidad de intercambio catiónico, y otros parámetros relevantes. El objetivo es identificar deficiencias o excesos de nutrientes, permitiendo así realizar recomendaciones específicas de fertilización para optimizar el crecimiento de los cultivos y mejorar la productividad agrícola de manera sostenible. (Valverde, 2014)
- Planta indicadora: es una especie vegetal cuya presencia o comportamiento en un entorno específico proporciona información útil sobre las condiciones del suelo o características en ese lugar. Estas plantas a menudo tienen respuestas particulares a ciertos factores, como la acidez del suelo, la humedad, la presencia de ciertos nutrientes, o incluso la contaminación. La observación de estas plantas puede ayudar a los agricultores, ecologistas a inferir características específicas del entorno en el que crecen. (Pérez, 2011)
- Deficiencia de nutrientes: se refiere a la condición en la que una planta experimenta niveles insuficientes de uno o más nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo saludables. Estos nutrientes pueden incluir elementos

primarios como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), así como micronutrientes como hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn) y otros. La falta de estos nutrientes puede afectar negativamente las funciones vitales de la planta, como la fotosíntesis, el desarrollo de tejidos y la producción de flores y frutos, lo que lleva a síntomas visibles de deterioro en la salud de la planta. La identificación y corrección de las deficiencias de nutrientes son aspectos cruciales en la gestión agrícola para garantizar rendimientos óptimos y la salud de los cultivos. (Ibáñez, 2008)

- Técnica del elemento faltante: es un método analítico que busca identificar deficiencias nutricionales en un área de cultivo. Se aplica individualmente cada nutriente esencial a distintas secciones del campo, dejando un grupo de control sin tratar. Al observar las respuestas de las plantas y comparar el rendimiento entre las áreas tratadas y no tratadas, se puede determinar cuál nutriente fue limitante. Este enfoque permite personalizar las prácticas de fertilización, optimizando el manejo de recursos al abordar específicamente las deficiencias identificadas en una zona particular. (Alcántar et al., 2022)

### III. CAPITULO

#### 3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

##### 3.1.1. *Materiales y equipos*

###### a) Materiales de laboratorio

- Probeta de vidrio
- Varilla agitadora
- Papel filtro
- Tubos de ensayo
- Fiola de vidrio
- Pipetas graduadas de vidrio
- Bolsas de polietileno (recolección de muestras de suelo)
- Gradilla

###### b) Herramientas y equipos

- Bolsas de polietileno negras de 1kg de capacidad.
- Pico, lampa, costales.
- Tamiz de 2mm de diámetro.
- Balanza analítica.
- Cámara fotográfica digital.
- Pico
- Puerta
- Maderas
- Carretilla
- Madera rolliza
- Alambre
- Agroflim
- Lampa
- Motosierra
- Tamiz de 2mm de diámetro.
- Costales
- Útiles de escritorio
- Computadora
- Cuaderno de campo

- Baldes de 20 litros

#### C) Insumos

- Fuente de nutrientes: Reactivos químicos con la finalidad de garantizar la solubilidad y reducir contaminantes.
- Se utilizo como planta indicadora el Maíz variedad blanco Urubamba.
- Suelo agrícola de los 6 centros poblados.

#### 3.1.2. *Ubicación geográfica*

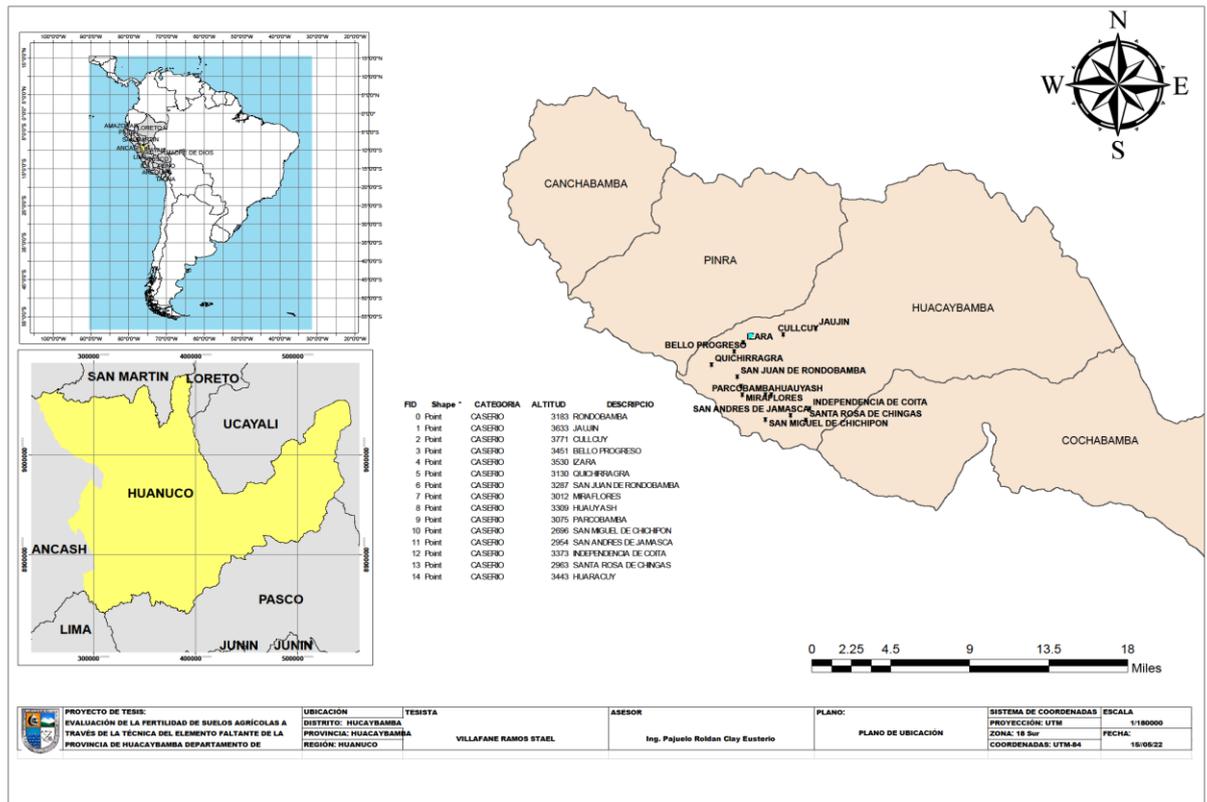
Este estudio se extrajeron muestras de 6 suelos de los centros poblados del distrito de Huacaybamba: Huauyash, Rondobamba, Jamasca, Parcobamba, Cullcuy, Chichipon.

#### 3.1.3. *Mapa político de la provincia de Huacaybamba.*

##### ➤ Ubicación política

Región	: Huánuco
Provincia	: Huacaybamba
Distrito	: Huacaybamba
Altitud	: 3 176
Coordenadas geográficas	: Latitud: -9.03778
	: Longitud: -76.9525
	: Latitud: 9° 2' 16" Sur
	: Longitud: 76° 57' 9" Oeste

PLANO DE UBICACIÓN



3.2. Procedimientos

3.2.1. Instalación del experimento.

Imagen 1: Instalación del experimento en el instituto tecnológico Eleazar Guzmán Barrón



fuate: Elaboración propia

- Ubicación Política
  - Región : Ancash
  - Provincia : Huaraz
  - Distrito : Independencia
  - Altitud :3052

Las muestras se recolectaron en los 6 centros poblados y se instalaron en el instituto Eleazar guzmán Barrón instalando un invernadero para su ejecución.

### 3.2.2. *Procedimiento*

- **Macetas:** Se emplearán envases de polietileno de 1kg. De capacidad de 12cm de alto x 12 cm de diámetro, a los cuales se le aran agujeros para favorecer el drenaje del agua, en el fondo de cada maceta se colocará una capa de grava aproximadamente 1cm, sobre el cual se depositará 0.9 kg. De suelo seco al aire y tamizado con malla de 4mm de diámetro.
- **Cultivo:** Se empleará como planta indicadora el Maíz blanco Urubamba.
- **Niveles de nutrientes:** Para aplicar los nutrientes se aplicará a partir de reactivos químicos en solución 3 días antes de la siembra
- **Siembra:** Se sembrarán 3 semillas de maíz para mayor seguridad por maceta, una vez que la planta alcance una altura adecuada se procederá al desahije, dejando 1 planta por maceta.
- **Riego:** Se realizará riegos inter diarios utilizando agua desionizada procurando mantener a capacidad de campo.
- **Cosecha:** La cosecha se realizará una vez que muestres deficiencias de nutrientes visibles, color violáceo deficiencia del fosforo, se procederá a cortar desde la base del cuello de la planta para luego depositarla en bolsa de papel, las cuales se someterá a secado en estufa (aproximadamente 24 horas) con el fin de determinar la materia seca de cada unidad experimental haciendo uso de una balanza analítica.

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Tipo de investigación

Dossat (1976) la presente investigación es aplicada, porque permite tener la fertilidad de los suelos y hacer las recomendaciones a los agricultores del distrito de Huacaybamba en la fertilización de acuerdo al nivel nutricional de los suelos.

#### 3.3.2. Diseño Experimental

El diseño experimental es denominado DCA a nivel descriptivo y a que se describió minuciosamente el estado nutricional de los suelos de los diferentes centros poblados del distrito de Huacaybamba

#### 3.3.3. Tratamiento

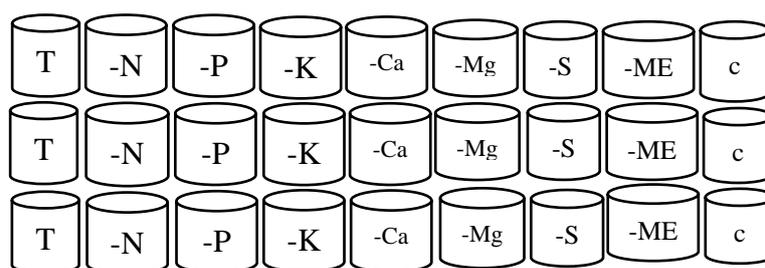
Para el presente trabajo experimental se consideró 6 suelos y se asignaron 9 tratamientos distribuidos al azar con 3 repeticiones, haciendo un total de 162 muestras experimentales.

**Tabla 1: Tratamientos empleando la técnica del elemento faltante**

Símbolo	Descripción
T	Control o testigo, sin nutrientes
-N	Con todos los nutrientes menos el nitrógeno
-P	Con todos los nutrientes menos el fósforo
-K	Con todos los nutrientes menos el potasio
-Ca	Con todos los nutrientes menos el calcio
-Mg	Con todos los nutrientes menos el magnesio
-S	Con todos los nutrientes menos el azufre
-ME	Con todos los nutrientes menos el cobre, zinc, hierro, molibdeno y boro.
C	Con todos los nutrientes

Me\*: micro elementos son: (Cu, Zn, Fe, Mn, y B)

La distribución de las macetas que constituyen las unidades experimentales se dispuso de acuerdo con el croquis que se indica a continuación.



### 3.3.4. Croquis experimental

Repetición	Croquis experimental centro poblado Rondobamba	Croquis experimental centro poblado San Andres de Jamsca
I	T -N -P -K -Ca -Mg -s -Me C	-N -K -P -Mg T -Ca -s C -Me
II	-Ca -K T -P -Mg -N -Me C -s	-P -Ca T -K -N -Mg -Me C -s
III	-Me -P -Ca -K -s -Mg C -N T	-K -Mg -P -N -Me C T -s -Ca
Repetición	Croquis experimental del centro poblado de Culcuy	Croquis experimental del centro poblado de Parcobamba
I	-Ca -P -K -Mg T -s C -Me -N	-K -N -Me -s -P -Ca -Mg C T
II	-K -s -Ca -P -Mg T C -N -Me	-s -Ca -P C -Mg T -Me -K -N
III	-Mg T C -Me -Ca -N -s -K -P	-Ca -Mg T -P -K -Me -N -s C
Repetición	Croquis experimental del centro poblado de Huauyash	Croquis experimental del centro poblado de Chichipon
I	-P -Ca -K T -s C -Me -N -Mg	-Me -N -P T -K -Mg -Ca -s C
II	-Me -N -P -K -Ca C -s -Mg T	-Mg -P -K -s -Ca T -Me -N C
III	-s -Ca -N -P T -Mg -Me C -K	-K -Ca T -P -Mg -N C -Me -s

Se instalaron macetas donde se aplicaron los 9 tratamientos en estudio haciendo un total de 162 muestras para su respectivo análisis.

### 3.3.5. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijr} = \mu + a_i + b_j + (ab)_{ij} + \epsilon_{ijr}$$

Donde

$Y_{ij}$  = Es la observación del rendimiento valor obtenido en el i-esimo nivel del factor A, con el j-esimo nivel del factor b

$\mu$  = Efecto de la media general

$a_i$  = Efecto del i-esimo nivel del factor A

$b_j$  = Efecto del j-esimo del factor B

$(ab)_{ij}$  = Es el efecto de la intersección del i-esimo nivel del factor A con el J-esimo nivel del factor B

$\epsilon_{ijr}$  = Efecto del error experimental

### 3.3.6. Análisis de varianza (ANVA)

Tabla 2: Análisis de varianza (dca) con arreglo factorial

F. V	G. L	SC	CM	F <sub>cal</sub>
<b>A</b>	(p-1)			
<b>B</b>	(q-1)			
<b>AB</b>	(p-1)(q-1)(pq)(r-1)			
<b>Error</b>	diferencia			

Total	pqr-1			
-------	-------	--	--	--

Fuente: <http://www.uaaan.mx/~jmelbos/curso/deman7.pdf>

### 3.3.7. Suelos

Se obtuvieron muestras de suelos de 6 centros poblados de la provincia de Huacaybamba y se describieron algunas propiedades para cada una de ellas:

- Suelo de Huauyash

Tiene una topografía con algunas irregularidades y un relieve ondulado con un drenaje superficial moderado y las coordenadas siguientes.

Latitud Sur : 9°1'45.8" S (-9.02938870000)

Longitud Oeste : 76°57'18.1" W (-76.95501918000)

Altitud : 3617 m.s.n.m

**Tabla 3**

*Análisis físico químico del sector de Huauyash*

Muestra N°	TEXTURA (%)			clase textural	pH	M.O %	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E ds/m
	Arena	limo	arcilla							
268	65	19	16	franco arenoso	6.00	2.242	0.112	08	106	0.083

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo, plantas, aguas y fertilizantes. UNASAM

La textura del suelo es arenosa con algo de arcilla, tiene una reacción poco ácida, un contenido medio de materia orgánica y nitrógeno total, un nivel medio de fósforo y un nivel bajo de potasio, no presenta salinidad.

- Suelo de Rondobamba

Tiene un relieve ondulado con algunas irregularidades, con un drenaje superficial moderado y las coordenadas siguientes.

Latitud Sur : 9° 1' 19.6" S (-9.02212057000)

Longitud Oeste : 76° 58' 48" W (-76.97998972000)

Altitud : 3158 m s. n. m.

**Tabla 4**

*Análisis físico químico del sector de Rondobamba*

Muestra	TEXTURA (%)	clase textural	pH			P	K	C.E
---------	-------------	----------------	----	--	--	---	---	-----

N°	Arena	limo	arcilla			M.O %	Nt. %	ppm	ppm	ds/m
269	47	25	28	franco arcilloso arenoso	6.36	1.924	0.096	07	112	0.159

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo, plantas, aguas y fertilizantes. UNASAM

Se determinó que la textura del suelo es franco arcilloso arenoso, se caracteriza por tener una reacción ligeramente acida, pobre en materia orgánica y de nitrógeno total, tiene problemas de salinidad.

- Suelo de Chichipon

Presenta una topografía accidentada y relieve ondulado, con regular drenaje con las siguientes coordenadas.

Latitud Sur : 9° 2' 58.8" S (-9.04966860000)

Longitud Oeste : 76° 57' 36.7" W (-76.96018951000)

Altitud : 3514 m s. n. m.

**Tabla 5**

*Análisis físico químico del sector de Chichipon*

Muestra N°	TEXTURA (%)			clase textural	pH	M.O %	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E ds/m
	Arena	limo	arcilla							
270	47	31	22	franco	6.67	1.948	0.097	14	123	0.271

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo, plantas, aguas y fertilizantes. UNASAM

Se determinó que la textura del suelo es franco, se caracteriza por tener una reacción ligeramente acida, pobre en materia orgánica y de nitrógeno total, rico en fosforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad.

- Suelo de Parcobamba

Presenta un relieve ondulado, con regular drenaje con las siguientes coordenadas.

Latitud Sur : 9° 1' 44.1" S (-9.02890318000)

Longitud Oeste : 76° 57' 35.2" W (-76.95977982000)

Altitud : 3586 m s. n. m.

**Tabla 6**

*Análisis físico químico del sector de Parcobamba*

Muestra N°	TEXTURA (%)			clase textural	pH	M.O %	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E ds/m
	Arena	limo	arcilla							
267	38	30	32	franco arcilloso	6.89	1.476	0.074	10	108	0.22

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo, plantas, aguas y fertilizantes. UNASAM

Se determinó que la textura del suelo es franco arcilloso, se caracteriza por tener una reacción neutra, pobre en materia orgánica y de nitrógeno total, medianamente rico en fosforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad

- Suelo de Cullcuy

Presenta una topografía ligeramente accidentada y un relieve ondulado con regular drenaje.

Latitud Sur : 8° 58' 45" S (-8.97916528000)

Longitud Oeste : 76° 55' 37.7" W (-76.92713564000)

Altitud : 3790 m s. n. m.

### Tabla 7

*Análisis físico químico del sector de Cullcuy*

Muestra N°	TEXTURA (%)			clase textural	pH	M.O %	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E ds/m
	Arena	limo	arcilla							
271	45	31	24	franco	4.52	2.218	0.109	04	96	0.291

Fuente laboratorio de análisis de suelo, plantas, aguas y fertilizantes. UNASAM

Se determinó que la textura del suelo es franco, se caracteriza por tener una reacción fuertemente acida, medianamente rica en materia orgánica y de nitrógeno total, pobre en fosforo y en potasio, no tiene problemas de salinidad.

- Suelo de Jamasca

Presenta una topografía ligeramente accidentada y un relieve ondulado con regular drenaje.

Latitud Sur : 9° 2' 42.6" S (-9.04515935000)

Longitud Oeste : 76° 56' 31.3" W (-76.94203781000)

Altitud : 3415 m s. n. m.

### Tabla 8

*Análisis físico químico del sector de Jamasca*

Muestra N°	TEXTURA (%)			clase textural	pH	M.O %	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E ds/m
	Arena	limo	arcilla							
266	68	24	8	franco arenoso	7.12	2.412	0.121	15	116	0.711

*Fuente: Laboratorio de análisis de suelo, plantas, aguas y fertilizantes. UNASAM*

Se determinó que la textura del suelo es franco arenoso, se caracteriza por tener una reacción neutra, medianamente rica en materia orgánica y de nitrógeno total, rico en fosforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad.

### 3.3.8. Muestreo y preparación de suelo

En 6 localidades de la provincia de Huacaybamba se recolectaron muestras de suelo a 0.30 m de profundidad, obteniendo alrededor de 162 kg de suelo agrícola por lugar para el ensayo en invernadero, además se extrajeron muestras del perfil del suelo para el estudio de caracterización, se desinfectaron mediante la solarización, luego se molieron, tamizaron y almacenaron para su posterior análisis.

**Tabla 9**

*Niveles y fuentes de nutrientes*

Nutriente	Niveles		Reactivo	Fuente
	Kg. ha <sup>-1</sup>	ppm		
N	300	150	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	Urea
P	360	180	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	Fosfato de sodio
K	200	100	KCl	Cloruro de potasio
S	200	100	S	Flor de azufre
Ca	100	50	CaCl <sub>2</sub>	Cloruro de calcio
Mg	20	10	MgCl <sub>2</sub>	Cloruro de magnesio
Fe	10	5	EDDHA-Fe	Secuestrene
Cu	2	1	CUCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	Coluro de cobre
Zn	10	5	ZnCl <sub>2</sub>	Cloruro de zinc
Mo	10	5	(((NH <sub>4</sub> )) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> .4H <sub>2</sub> O	Molibdato de amonio
B	3	1.5	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10H <sub>2</sub> O	Borato de sodio

*Fuente: Laboratorio de análisis y suelo, plantas, aguas y fertilizantes. UNASAM*

- **Siembra:** Se plantaron 3 semillas de maíz por bolsa para mayor seguridad
- **Riego:** Se regaron cada dos días con agua desionizada, manteniendo el suelo a su máxima capacidad de retención de agua.
- **Control fitosanitario:** Se aplicó un insecticida para el control de pulgones.
- **Cosecha:** cuando las plantas muestran síntomas visibles de falta de nutrientes, como el color violáceo por la deficiencia de fósforo, se cortarían

desde la base del tallo y se guardarán en bolsas de papel. Luego se secarán en una estufa (aproximadamente 72 horas) para determinar el peso seco de cada unidad experimental con una balanza analítica.

### **3.3.9. Técnica del elemento faltante**

Es un método rápido y sencillo sugerido por J.A. La parte que falta es de Martini (1970) para evaluar la fertilidad del suelo. Este método fue uno de los primeros métodos experimentales utilizados para caracterizar la fertilidad del suelo. Desde que Salm Horstmar utilizó este método en invernaderos y Georges Ville lo puso en práctica en 1870, muchos otros investigadores han utilizado el método ampliamente y con considerable éxito.

Ibáñez (1976) señaló que, dado que el método deficiente en elementos utiliza todos los nutrientes excepto el elemento en cuestión, este diseño es adecuado para trabajar en invernaderos donde el uso del suelo es pequeño y la falta de deficiencias de nutrientes tiende a ser evidente. Además, funciona muy bien en suelos pobres en nutrientes donde las deficiencias y desequilibrios de nutrientes son frecuentes.

### **3.3.10. Técnicas analíticas que se utilizó en el análisis de suelo.**

Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio de suelos y aguas de la Unasam: cuyos métodos empleados son:

- pH: métodos potenciómetro son:
- materia orgánica: se determinó por oxidación-reducción según el método propuesto por Walkley – Black.
- Fósforo: el fósforo disponible se determinará por el método de Olsen.
- Potasio: el potasio disponible se determinará mediante el método turbidímetro.
- Ca y Mg: por complexometría.
- CIC: por destilación.
- Determinación de la textura (arena, limo y arcilla): por el método del hidrómetro de Bouyoucos.

### **3.3.11. Variable en estudio**

Se realizó el análisis de suelo y el rendimiento a los 90 días aproximadamente, una vez que mostraron síntomas de deficiencias específicas de los nutrientes.

Variable independiente : Suelos de los 6 centros poblados

Variable dependiente : Cultivo de maíz (donde se mostraron los síntomas)



IV. CAPITULO  
RESULTADOS Y DISCUSIONES

**4.1. Resultado de la evaluación del experimento**

**4.2. Descripción de síntomas de deficiencias en maíz variedad blanco**

**Urubamba.**

Teniendo en cuenta las bases teóricas se pudo observar los siguientes síntomas.

**Tabla 10**

*Síntomas de deficiencia de tratamiento en estudio*

Tratamiento	Síntomas	Imagen
Testigo	Los síntomas en las plantas la deficiencia se mostró con un tamaño relativamente menor a los demás.	
-N	Los síntomas en las plantas la deficiencia se mostró con un amarillamiento.	
-P	Mostraron hojas verdes oscuros con puntas y bordes violáceas.	
-K	La deficiencia de potasio mostro amarillamiento y necrosis en los bordes de las hojas.	
-S	El síntoma mostro en las plantas jóvenes mostrando síntomas de amarillamiento de hojas superiores.	
-Ca	Se observo hojas pequeñas y deformadas con manchas cloróticas.	

-Mg	Los síntomas mostraron con manchas cloróticas mostrándose casi como una hoja estriada.	
-Me	Los síntomas mostraron estrías blancas con tonos rojizos.	
completo	Las plantas mostraron un tamaño intermedio a diferencias de los demás.	

#### 4.2.1. Identificación de elementos deficientes en los suelos a través del rendimiento de peso fresco (gr/maceta).

**Tabla 11**

*Análisis de varianza dca con arreglo factorial para el rendimiento de peso fresco de los suelos de la provincia de Huacaybamba*

Fuente de V.	GL	Anva		
		SC	CM	
Centro poblado	5	19100.5	3820.1	*
Tratamiento	8	6015.87	751.98	*
Centro * Trat	40	22884.25	553.1	ns
Error exp	108	22884.25	211.89	
TOTAL	161	70884.87		

CV: 11%

Se realizó el análisis de varianza para los tratamientos en estudio en los 6 centros poblados en estudio, donde se encontró diferencias significativas para localidades y el tratamiento del elemento faltante, lo que nos indica que existe diferencias significativas en cuanto al nivel de nutrientes en las diferentes localidades sometidas a lo presencia y ausencia de los tratamientos aplicados con un coeficiente de variabilidad de 11%.

#### 4.2.2. Suelo del centro poblado de *Huauyash* (peso fresco gramos/maceta)

**Tabla 12**

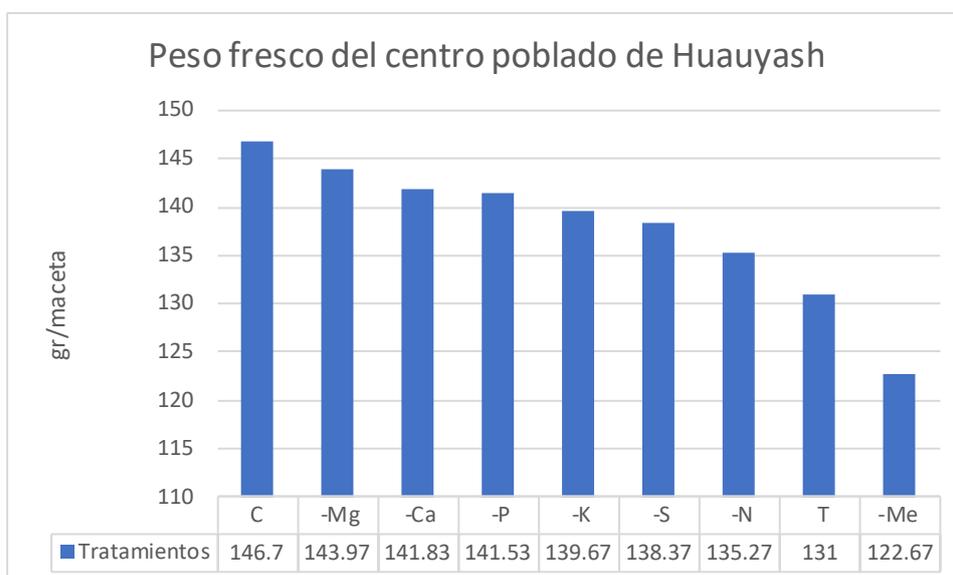
*Prueba de DUNCAN del rendimiento de peso fresco del centro poblado de Huauyash*

Tratamientos	Promedios
C	146.7 a
-Mg	143.97 a
-Ca	141.83 a b
-P	141.53 a b
-K	139.67 a b
-S	138.37 a b
-N	135.27 a b
T	131 b c
-Me	122.67 c

En la tabla N°12 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento C que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -Me obtuvo el menor rendimiento de peso fresco.

### Gráfico 1

Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de peso fresco (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Huauyash



En la prueba de significancia de Duncan ( $p=0.05$ ) se puede observar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos -Ca, -P, -K, -S, -N y T. El tratamiento C es el que obtuvo mayor rendimiento de peso fresco 146.7 gr. Seguido de los tratamientos -Mg, -Ca, -P, -Ca, -S, los tratamientos que obtuvieron un menor rendimiento de peso fresco gr/maceta fueron el tratamiento -N, T, -Me, para el centro poblado de Huauyash.

Las evidencias nos permiten concluir que en promedio el elemento más deficiente y que limitan la producción agrícola en el centro poblado de Huauyash es el elemento -Me.

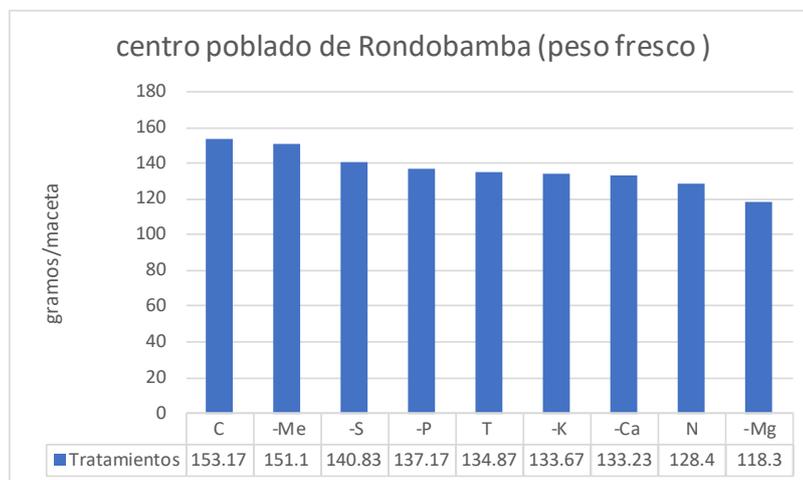
#### 4.2.3. Suelo del centro poblado de Rondobamba (peso fresco gramos/maceta)

**Tabla 13**

Prueba de DUNCAN del rendimiento de peso fresco del centro poblado de Rondobamba

Tratamiento: Promedios	
C	153.17 a
-Me	151.1 a
-S	140.83 a b
-P	137.17 a b c
T	134.87 a b c
-K	133.67 a b c
-Ca	133.23 a b c
N	128.4 b c
-Mg	118.3 c

En la tabla N°13 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento C obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -Mg obtuvo el menor rendimiento de peso fresco.



**Gráfico 2:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de peso seco(gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Rondobamba

La prueba de comparación de medias de Duncan, se puede observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $p=0.05$ ), se puede observar que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en estudio C, -Me, -S, -P, T, los tratamientos en estudio que obtuvieron mayor rendimiento de peso fresco fueron C, Me, seguido de los tratamientos -Me, -S, -P, los tratamientos -Ca, -N son superiores al tratamiento -Mg siendo este elemento el que obtuvo el rendimiento más bajo respecto al peso fresco gr/maceta.

Las evidencias nos permiten concluir que en promedio los elementos más deficientes y que limitan la producción agrícola en el centro poblado de Rondobamba es el elemento -Mg.

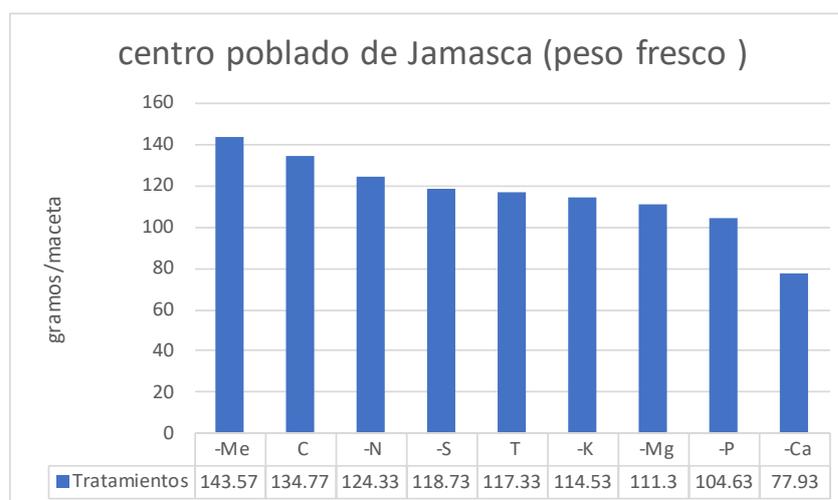
#### 4.2.4. Suelo del centro poblado de Jamasca (peso fresco gramos/maceta)

**Tabla 14**

*Prueba de DUNCAN del rendimiento de peso fresco del centro poblado de Jamasca*

Tratamiento: Promedios		
-Me	143.57	a
C	134.77	a
-N	124.33	a
-S	118.73	a
T	117.33	a
-K	114.53	a b
-Mg	111.3	a b
-P	104.63	a b
-Ca	77.93	b

En la tabla N°14 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento -Me que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento C obtuvo el menor rendimiento de peso fresco.



**Gráfico 3:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de peso seco (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Jamasca

La prueba de comparación de medias de Duncan ( $p=0.05$ ), se puede observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos -K, -Mg, -P, los tratamientos que obtuvieron mayor producción de peso fresco gr/maceta fueron -Me, C, -N seguido de los tratamientos -N, -S, T, -K, -Mg y P, mientras que el tratamiento -Ca mostró el rendimiento más bajo de peso fresco gr/maceta para el centro poblado de Jamasca.

Las evidencias nos permiten concluir que en promedio los elementos más deficientes y que limitan la producción agrícola en el centro poblado de Jamanca es el elemento -Ca.

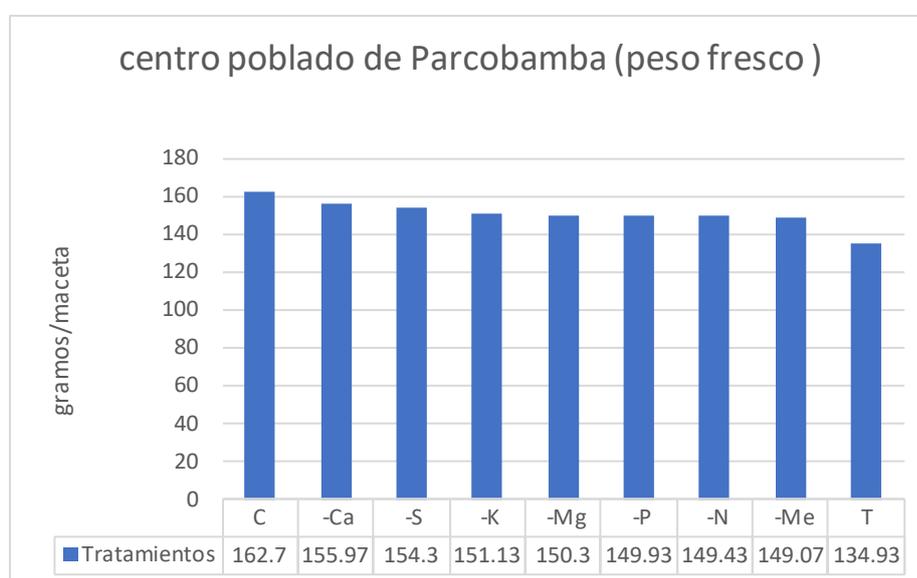
#### 4.2.5. Suelo del centro poblado de Paracobamba (peso fresco gramos/maceta)

**Tabla 15**

*Prueba de DUNCAN del rendimiento de peso fresco del centro poblado de Paracobamba*

Tratamiento.Promedios		
C	162.7	a
-Ca	155.97	a
-S	154.3	a
-K	151.13	a
-Mg	150.3	a
-P	149.93	a
-N	149.43	a
-Me	149.07	a
T	134.93	b

En la tabla N°15 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento C obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento T obtuvo el menor rendimiento de peso fresco.



**Gráfico 4:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de peso seco(gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Paracobamba

La prueba de comparación de medias de Duncan ( $p= 0.05$ ), se puede observar que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio siendo el tratamiento C

superior a los demás tratamientos en estudio seguido de los tratamientos -Ca, -S, los tratamientos que obtuvieron menor rendimiento de peso fresco -K, -P, -N, -Me y T.

Por lo tanto, las evidencias nos permiten concluir que en promedio los elementos más deficientes y que limitan la producción agrícola en el centro poblado de Parcobamba son los tratamientos -K, -P, -N, -Me respectivamente.

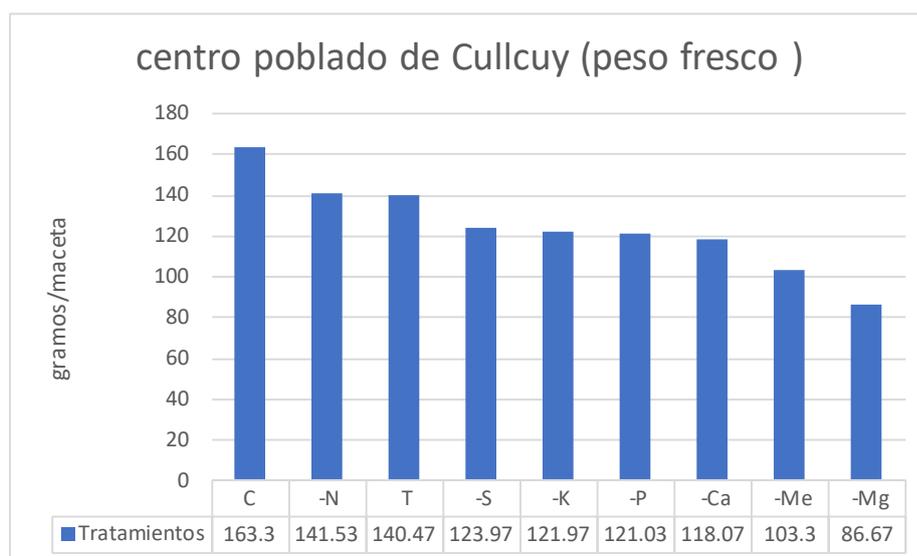
#### 4.2.6. Suelo del centro poblado de Cullcuy (peso fresco gramos/maceta)

**Tabla 16**

*Prueba de DUNCAN del rendimiento de peso fresco del centro poblado de Cullcuy*

Tratamiento: Promedios			
C	163.3	a	
-N	141.53	a	b
T	140.47	a	b
-S	123.97	a	b c
-K	121.97	a	b c
-P	121.03	a	b c
-Ca	118.07	a	b c
-Me	103.3		b c
-Mg	86.67		c

En la tabla N°16 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento C y -N obtuvieron mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -Mg obtuvo el menor rendimiento de peso fresco.



**Gráfico 5:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de peso seco(gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Cullcuy

La prueba de comparación de medias de Duncan ( $p= 0.05$ ), se puede observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos -N, T, -S, -K, -P, -Ca, -Me, el tratamiento C fue el que obtuvo mayor rendimiento de peso fresco gr/maceta seguido de los tratamientos -N, T, -S, -K, -P, -Ca, los tratamientos que obtuvieron los rendimientos más bajos -Me y -Mg.

Las evidencias nos permiten concluir que en promedio los elementos más deficientes y que limitan la producción agrícola en el centro poblado de Cullcuy es el elemento -Me y -Mg.

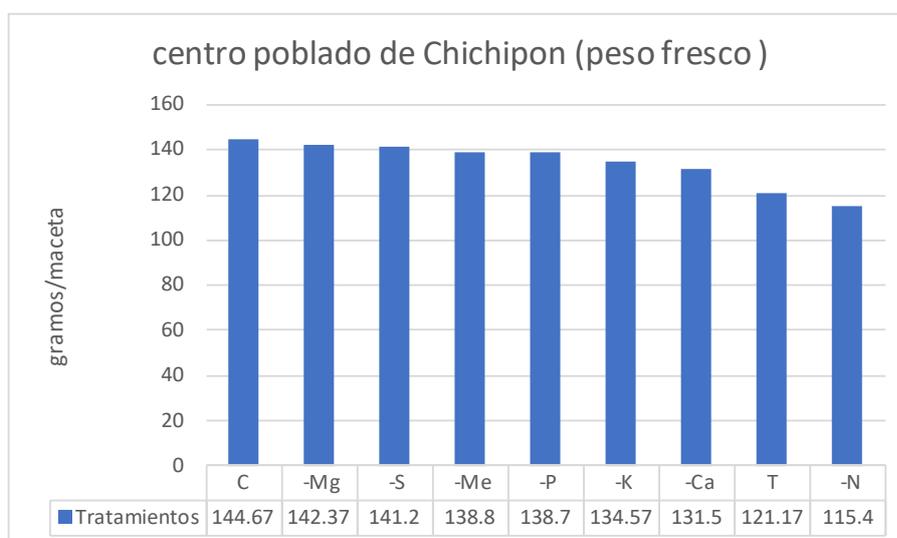
#### 4.2.7. Suelo del centro poblado de Chichipon (peso fresco gramos/maceta)

**Tabla 17**

*Prueba de DUNCAN del rendimiento de peso fresco del centro poblado de Chichipon.*

Tratamiento:Promedios		
C	144.67	a
-Mg	142.37	a b
-S	141.2	a b
-Me	138.8	a b c
-P	138.7	a b c
-K	134.57	a b c
-Ca	131.5	a b c
T	121.17	b c
-N	115.4	c

En la tabla N°17 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento C que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -N obtuvo el menor rendimiento de peso fresco



**Gráfico 6:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de peso seco(gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Chichipon

La prueba de comparación de medias de Duncan ( $p= 0.05$ ), se puede observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos C, -Ca y T, los tratamientos -K, -Mg, -S, son los que obtuvieron mayor rendimiento de peso fresco seguido de los tratamientos -Me, -P, C, -Ca, T mientras que el tratamiento que obtuvo menor rendimiento de peso fresco fue -N.

Las evidencias nos permiten concluir que en promedio el elemento más deficiente y que limitan la producción agrícola en el centro poblado de Chichipon es el elemento -N.

#### 4.3. Análisis de varianza para el rendimiento de peso seco (gramos/maceta)

**Tabla 18**

*Análisis de varianza de varianza DCA con arreglo factorial para el rendimiento de peso seco de los suelos de la provincia de Huacaybamba*

Fuente de V.	Anva			
	GL	SC	CM	
Centro poblado	5	7446.36	1489.27	*
Tratamiento	8	450.1	56.26	*
Centro* Trat	40	5332.79	133.32	ns
Error exp	108	3969.57	36.76	
TOTAL	161	17198.82		

Cv: 18.13 %

Se realizó el análisis de varianza para los tratamientos aplicados en el diferente centro poblado de la provincia de Huacaybamba tabla N° 8, donde se encontró diferencias estadísticas significativas para centro poblado y tratamientos (elementos faltantes), nos indica que existe diferencias significativas en cuanto al nivel de nutrientes en las diferencias localidades sometidas a la presencia y ausencia de macro y micro nutrientes con un coeficiente de variabilidad de 18.13%.

Por lo tanto, para determinar el elemento más deficiente en cada centro poblado en estudio se realizó un análisis de Dca para cada centro poblado con su prueba de comparación de Duncan 0.05%

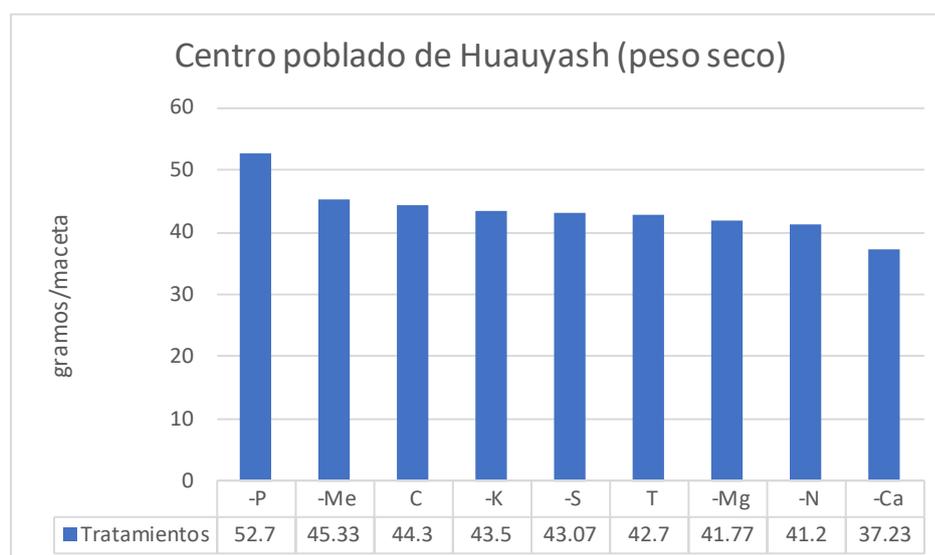
##### 4.3.1. Suelo del centro poblado de Huayash peso seco

**Tabla 19**

*Prueba de DUNCAN del rendimiento de peso seco del centro poblado de Huayash*

Tratamientos	Promedios	
-P	52.7	a
-Me	45.33	a b
C	44.3	b
-K	43.5	b
-S	43.07	b
T	42.7	b
-Mg	41.77	b
-N	41.2	b
-Ca	37.23	b

En la tabla N°19 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento -P que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento C obtuvo el menor rendimiento de peso fresco



**Gráfico 7:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de materia seca (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Huauyash.

En la prueba de significancia de Duncan ( $p=0.05$ ) se puede observar que no existen diferencias significativas entre el tratamientos -Me obteniendo un promedio de materia seca de 45.64 gr/maceta, el tratamiento -p es el que obtuvo mayor producción de materia seca siendo superior a los demás tratamientos en estudio, los tratamientos respecto a peso seco gramos/ maceta mostraron significancia estadística (C, -k,-s ,t , -Mg, - N, -Ca), los tratamientos -Mg, -N, -Ca son los que obtuvieron menor rendimiento en promedio gramos/ maceta de materia seca.

Según los resultados mostrados en el gráfico N°1, nos permiten afirmar que, en promedio, los elementos más deficientes que limitan la producción agrícola en el suelo del centro poblado de Huayhuash son los elementos -Mg, -N, -Ca.

Suelo del centro poblado de Rondobamba peso seco

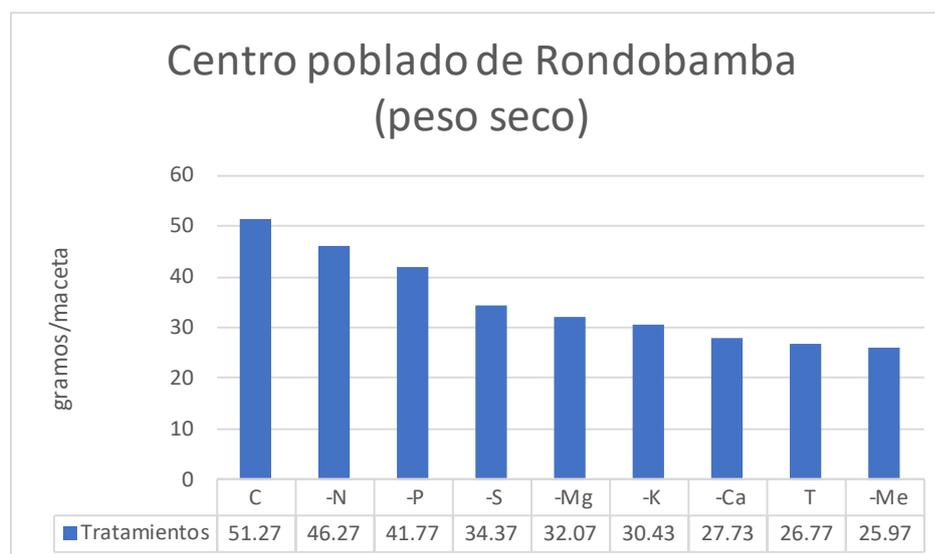
#### 4.3.2. Suelo del centro poblado de Rondobamba peso seco

**Tabla 20**

Prueba de DUNCAN del rendimiento de peso seco del centro poblado de Rondobamba

Tratamiento: Promedios			
C	51.27	a	
-N	46.27	a	b
-P	41.77	a	b C
-S	34.37		b C
-Mg	32.07		b C
-K	30.43		b C
-Ca	27.73		C
T	26.77		C
-Me	25.97		C

En la tabla N°20 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento C que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -Me obtuvo el menor rendimiento de peso seco.



**Gráfico 8:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de materia seca (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Rondobamba.

En la prueba de comparación de medias de Duncan, se puede observar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos -C,-N,-P, siendo estos

tratamientos superiores a los demás tratamientos, los tratamientos -S, -Mg, -K, tampoco se diferencian siendo superiores los tratamientos -Ca,T,Me, el tratamiento -N es el que representa la mayor producción de materia seca, mientras que el tratamiento -Me, fue el tratamiento que obtuvo el menor rendimiento promedio de materia seca.

Las evidencias nos permiten afirmar que en promedio elemento más deficiente que limita la producción agrícola en el centro poblado de Rondobamba es el -Me

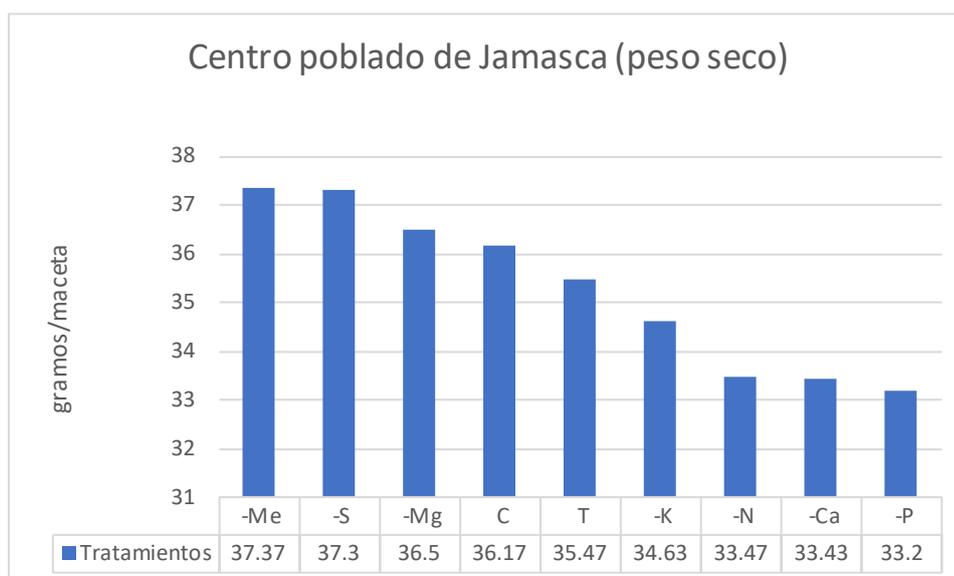
#### 4.3.3. Suelo del centro poblado de Jamasca peso seco

**Tabla 21**

*Prueba de DUNCAN del rendimiento de peso seco del centro poblado de Jamasca.*

Tratamiento: Promedios			
-Me	37.37	a	
-S	37.3	a	
-Mg	36.5	a	b
C	36.17	a	b
T	35.47	a	b
-K	34.63	a	b
-N	33.47		b
-Ca	33.43		b
-P	33.2		b

En la tabla N°21 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento -Me que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -P obtuvo el menor rendimiento de peso seco.



**Gráfico 9:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de materia seca (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Chichipon.

La prueba de comparación de medias de Duncan, se puede observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos -Mg, C, T, los tratamientos -ME, -S obtuvieron mayor producción promedio de materia, mientras que el tratamiento -N, Ca y -P son los que obtuvieron menor rendimiento de materia seca.

Las evidencias nos permiten concluir que en promedio los elementos más deficientes y que limitan la producción agrícola en el centro poblado de Jamasca son los tratamientos -N, -Ca y -P respectivamente.

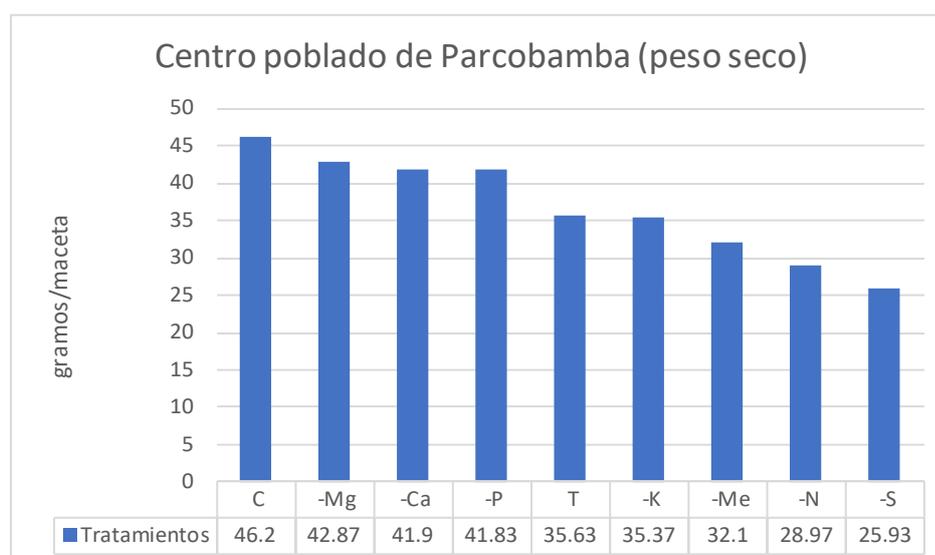
#### 4.3.4. Suelo del centro poblado de Parcobamba peso seco

**Tabla 22**

*Prueba de DUNCAN del rendimiento de peso seco del centro poblado de Parcobamba.*

Tratamiento: Promedios		
C	46.2	a
-Mg	42.87	a b
-Ca	41.9	a b
-P	41.83	a b
T	35.63	a b c
-K	35.37	a b c
-Me	32.1	b c
-N	28.97	c
-S	25.93	c

En la tabla N°22 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento -Mg que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -S obtuvo el menor rendimiento de peso seco.



**Gráfico 10:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de materia seca (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Parcobamba



En el gráfico N°11 de la prueba de comparaciones de Duncan se puede observar que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos -Me, C, -N, siendo superiores a los tratamientos -S, -K, -T, siendo superiores a los tratamientos -Mg, -P. Los tratamientos Mg, P son los que tuvieron menor rendimiento de materia seca.

Por lo tanto, podemos concluir que en promedio de materia seca los elementos que limitan la producción agrícola para el centro poblado de Cullcuy son los elementos -Ca y -Me.

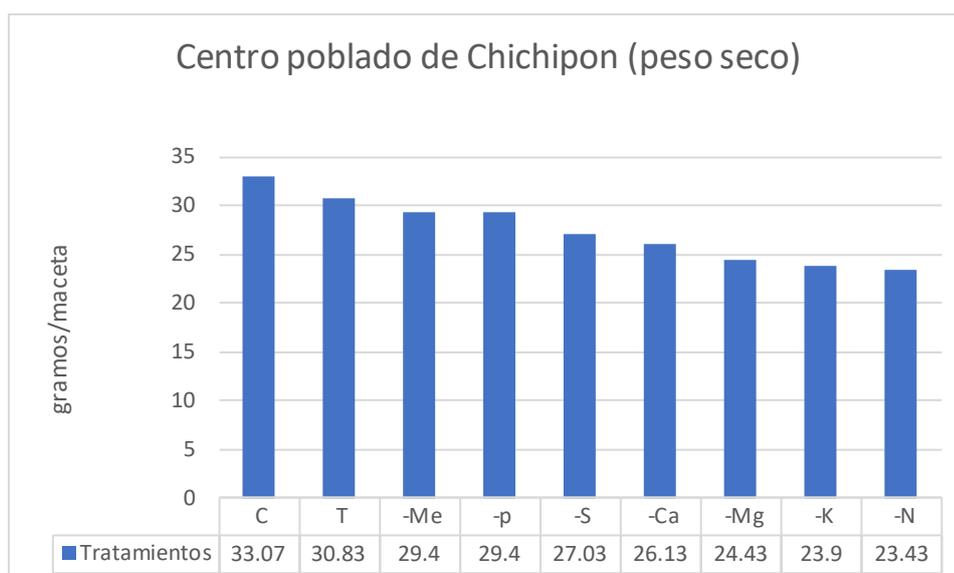
#### 4.3.6. Suelo del centro poblado de Chichipon peso seco

**Tabla 24**

*Prueba de DUNCAN del rendimiento de peso seco del centro poblado de Chichipon.*

Tratamiento:	Promedios			
C	33.07	a		
T	30.83	a	b	
-Me	29.4	a	b	c
-p	29.4	a	b	c
-S	27.03	a	b	c
-Ca	26.13		b	c
-Mg	24.43		b	c
-K	23.9			c
-N	23.43			c

En la tabla N°24 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento -Me que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -N obtuvo el menor rendimiento de peso seco.



**Gráfico 12:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) del rendimiento de materia seca (gramos/maceta) para el suelo del centro poblado de Chichipon.

En el gráfico N.º 12 de la prueba de comparaciones de medias de Duncan se puede observar que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos C, T, -Me, siendo superiores a los tratamientos -P, -S, -Ca, siendo superiores a los tratamientos -Mg, -K el tratamiento -N, es el que obtuvieron menor rendimiento de materia seca.

Por lo tanto, podemos concluir que en promedio de materia seca los elementos que limitan la producción agrícola para el centro poblado de Chichipon es el elemento -N.

#### 4.4. Análisis de varianza altura de planta en los centros poblados de la provincia de Huacaybamba

**Tabla 25**

*Análisis de varianza de varianza dca con arreglo factorial para el rendimiento de altura de planta de los suelos de la provincia de Huacaybamba*

	Anva			
Fuente de V.	GL	SC	CM	
Centro poblado	5	5083.93	1016.49	*
Tratamiento	8	1639	204.88	*
Centro * Trat	40	11343.74	283.59	ns
Error exp	108	11133.33	103.9	
TOTAL	131	29200		

CV: 11%

Se realizó el análisis de varianza para los tratamientos aplicados en el diferente centro poblado de la provincia de Huacaybamba tabla N° 26, donde se encontró diferencias estadísticas significativas para centro poblado y tratamientos (elementos faltantes), nos indica que existe diferencias significativas en cuanto al nivel de nutrientes en las diferencias localidades sometidas a la presencia y ausencia de macro y micro nutrientes con un coeficiente de variabilidad de 11%.

Por lo tanto, para determinar el elemento más deficiente en cada centro poblado en estudio se realizó un análisis de dca para cada centro poblado con su prueba de comparación de Duncan 0.05%

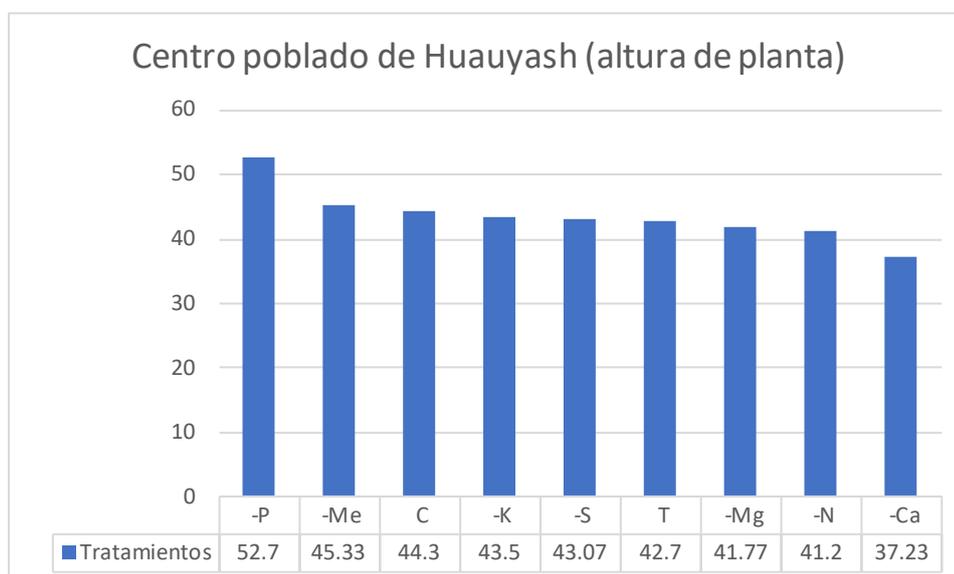
##### 4.4.1. Suelos del centro poblado de Huayash (altura de planta)

**Tabla 26**

*Prueba de DUNCAN altura de planta del centro poblado de Huayash.*

Tratamiento: Promedios		
-P	52.7	a
-Me	45.33	a b
C	44.3	b
-K	43.5	b
-S	43.07	b
T	42.7	b
-Mg	41.77	b
-N	41.2	b
-Ca	37.23	b

En la tabla N°26 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento -P que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -Ca obtuvo la menor altura de planta.



**Gráfico 13:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) altura de planta del suelo del centro poblado de Huauyash

La prueba de comparación de medias de Duncan 0.05%, se puede observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos -P, -Me, C, -S, T, -Mg, -N, los tratamientos -P, -Me obtuvieron altura de planta superior a los demás tratamientos seguido de los tratamientos C, -K, -S, T, -Mg, -N, mientras tanto el tratamiento -Ca es el que obtuvo la altura de planta más bajo respecto a los demás tratamientos en estudio.

Las evidencias nos permiten concluir que el elemento más deficiente y que limitan la producción agrícola en el centro poblado de Huauyash es el tratamientos -Ca.

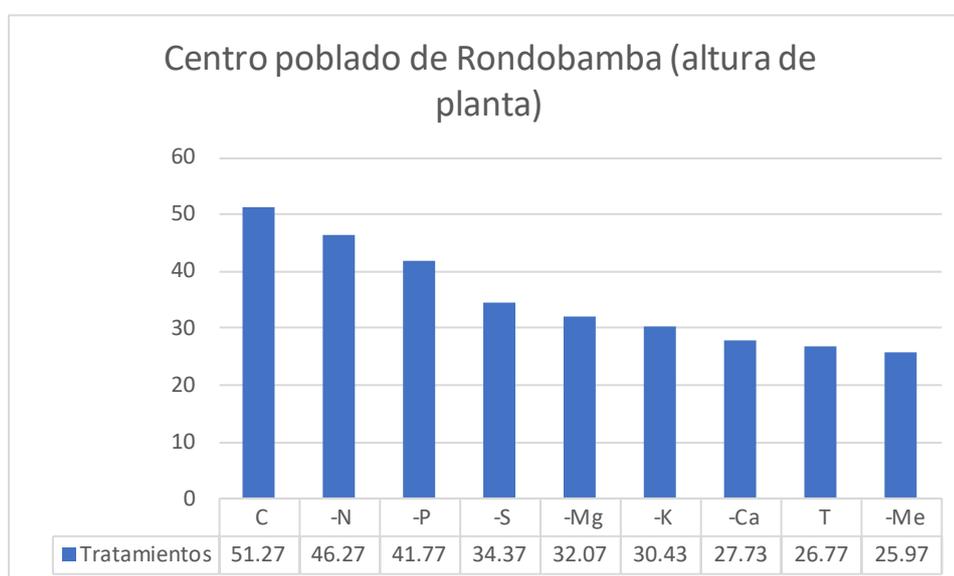
#### 4.4.2. Suelos del centro poblado de Rondobamba (altura de planta)

**Tabla 27**

Prueba de DUNCAN altura de planta centro poblado de Rondobamba

Tratamiento: Promedios			
C	51.27	a	
-N	46.27	a	b
-P	41.77	a	b C
-S	34.37		b C
-Mg	32.07		b C
-K	30.43		b C
-Ca	27.73		C
T	26.77		C
-Me	25.97		C

En la tabla N°27 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento -N que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -Me obtuvo el menor rendimiento de altura de planta.



**Gráfico 14:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) altura de planta del suelo del centro poblado de Rondobamba

La prueba de comparación de medias de Duncan 0.05%, se puede observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, los tratamientos C, -N, -P, -S, -Mg, -K, Ca y T obtuvieron mayor altura de planta a comparación del tratamiento -Me que mostro la altura más pequeña para el sector en estudio.

Las evidencias nos permiten concluir que en promedio el elemento más deficiente y que limitan la producción agrícola en el centro poblado de Rondobamba es el elemento -Me.

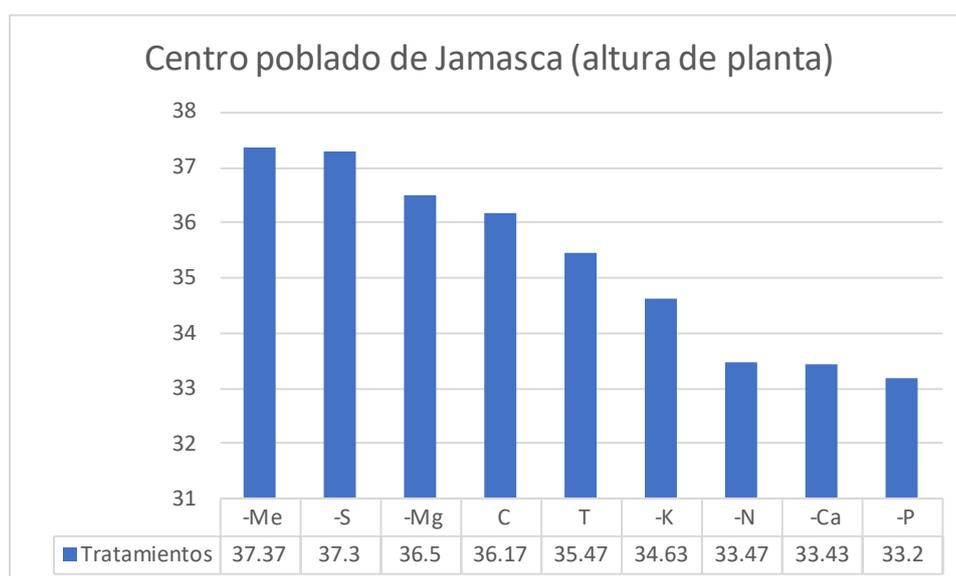
#### 4.4.3. Suelos del centro poblado de Jamasca (altura de planta)

**Tabla 28**

Prueba de DUNCAN de altura de planta centro poblado de Jamasca

Tratamiento: Promedios		
-Me	37.37	a
-S	37.3	a
-Mg	36.5	a b
C	36.17	a b
T	35.47	a b
-K	34.63	a b
-N	33.47	b
-Ca	33.43	b
-P	33.2	b

En la tabla N°28 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento -Me que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -P obtuvo el menor rendimiento de altura de planta.



**Gráfico 15:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) altura de planta del suelo del centro poblado de Jamasca

La prueba de comparación de medias de Duncan 0.05%, se puede observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos -Me, -S, -Mg, C, T, -K, -N, los tratamientos -Me, -S, -Mg, C son los que obtuvieron mayor rendimiento de altura de planta seguido de los elementos T, -K, -N, Ca, el tratamiento -P es el que mostró un tamaño inferior respecto a la altura de planta.

Las evidencias nos permiten concluir que en promedio el elemento más deficiente y que limita la producción agrícola en el centro poblado de Jamasca es el elemento -P.

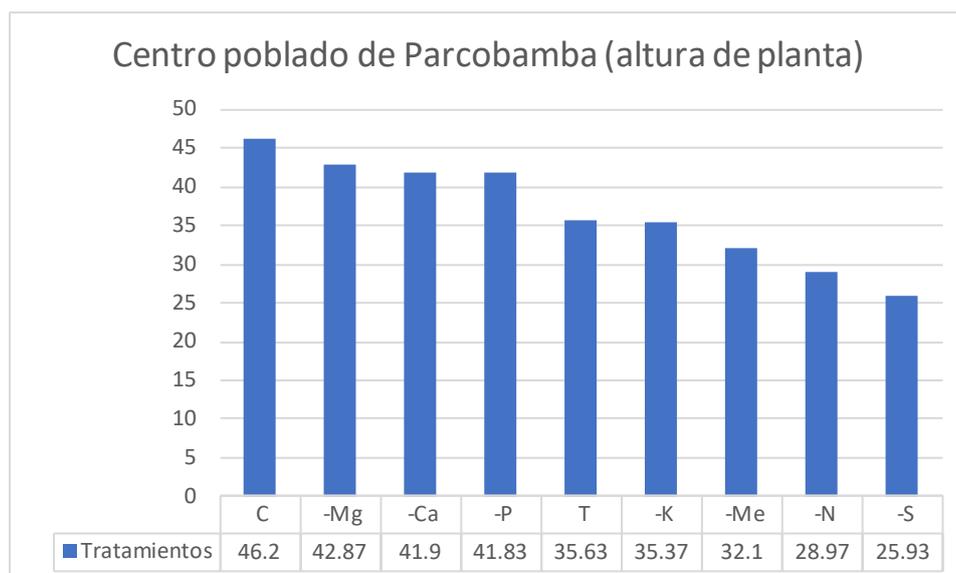
#### 4.4.4. Suelos del centro poblado de Parcobamba (altura de planta)

**Tabla 29**

*Prueba de DUNCAN altura de planta del centro poblado de Parcobamba*

Tratamiento: Promedios		
C	46.2	a
-Mg	42.87	a b
-Ca	41.9	a b
-P	41.83	a b
T	35.63	a b c
-K	35.37	a b c
-Me	32.1	b c
-N	28.97	c
-S	25.93	c

En la tabla N°29 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento -Mg que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -S obtuvo el menor rendimiento de altura de planta.



**Gráfico 16:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) altura de planta del suelo del centro poblado de Parcobamba

La prueba de comparación de medias de Duncan 0.05%, se puede observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos C, Mg, -Ca, -P, T, C, -Me, el tratamiento -K es el que obtuvo mayor rendimiento de altura de planta seguido de los tratamientos -Mg, -Ca, -P, T, -K, -Me, -N, el tratamiento -S es el elemento que obtuvo el rendimiento más bajo de altura de planta en el sector en estudio.

Las evidencias nos permiten concluir que en promedio el elemento más deficiente y que limitan la producción agrícola en el centro poblado de Parcobamba es el elemento -S.

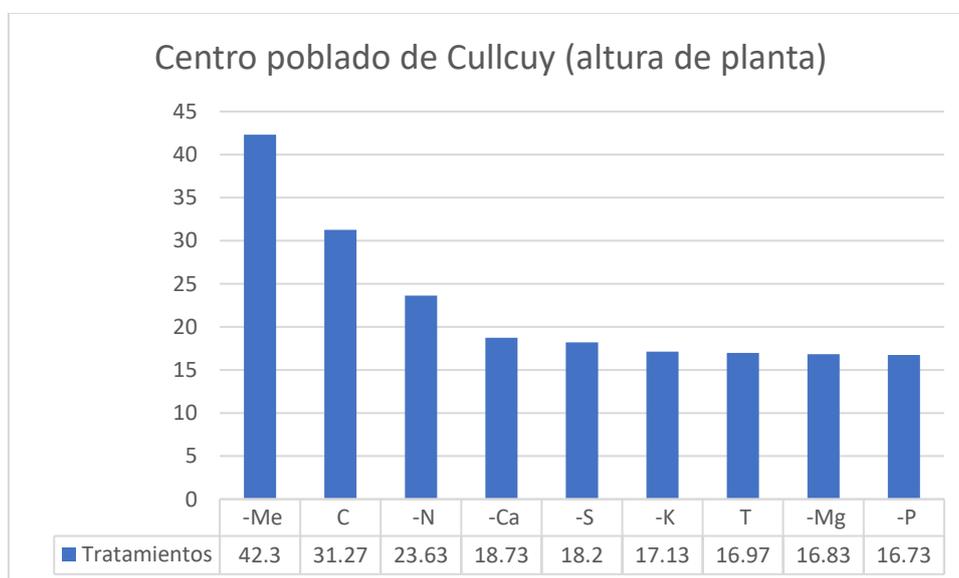
#### 4.4.5. Suelos del centro poblado de Cullcuy (altura de planta)

**Tabla 30**

*Prueba de DUNCAN altura de planta del centro poblado de Cullcuy*

Tratamiento: Promedios		
-Me	42.3	a
C	31.27	a b
-N	23.63	b
-Ca	18.73	b
-S	18.2	b
-K	17.13	b
T	16.97	b
-Mg	16.83	b
-P	16.73	b

En la tabla N°30 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento -Me que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -P obtuvo el menor rendimiento de altura de planta.



**Gráfico 17:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) altura de planta del suelo del centro poblado de Cullcuy

La prueba de comparación de medias de Duncan 0.05%, se puede observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos -Me, C, -N, -Ca, -S, -K, -T, el suelo tratamiento -Me es el que obtuvo un rendimiento superior a los de demás

tratamientos respecto a la altura de planta seguido de los tratamientos C, -N, Ca, -S, T, -Mg, -P y el tratamiento -P fue el que respondió en menor tamaño respecto a los demás tratamientos en estudio.

Las evidencias nos permiten concluir que en promedio el elemento más deficiente y que limitan la producción agrícola en el centro poblado de Cullcuy es el elemento -P.

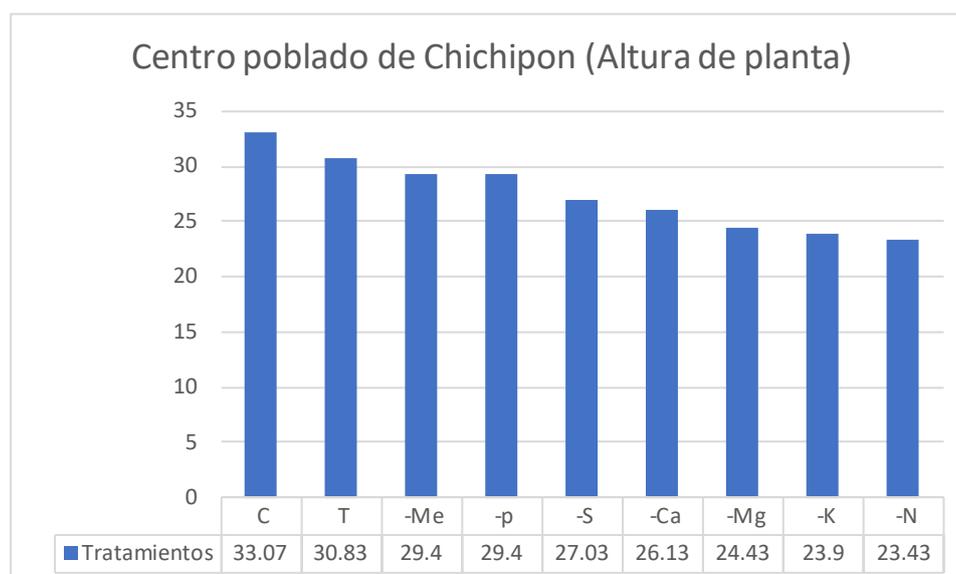
#### 4.4.6. Suelos del centro poblado de Chichipon (altura de planta)

**Tabla 31**

*Prueba de DUNCAN de altura de planta del centro poblado de Chichipon*

Tratamiento: Promedios		
C	33.07	a
T	30.83	a b
-Me	29.4	a b c
-p	29.4	a b c
-S	27.03	a b c
-Ca	26.13	b c
-Mg	24.43	b c
-K	23.9	c
-N	23.43	c

En la tabla N°31 según la tabla de comparación de Duncan, podemos afirmar que hay diferencias significativas entre promedio de los suelos con la misma letra siendo en tratamiento -Me que obtuvo el mayor rendimiento en peso fresco y el tratamiento -N obtuvo el menor rendimiento de altura de planta.



**Gráfico 18:** Prueba de Duncan ( $p=0.05$ ) altura de planta del suelo del centro poblado de Chichipon

La prueba de comparación de medias de Duncan 0.05%, se puede observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos C, T, -Me, -P, -S, -Ca, -Mg, los tratamientos que obtuvieron mayor rendimiento de altura de planta son C, T, -Me, seguido de los tratamientos -P, -S, -Ca, -Mg, -K, el tratamiento -N fue el que mostro una altura de planta inferior a los demás tratamientos.

Las evidencias nos permiten concluir que en promedio el elemento más deficiente y que limitan la producción agrícola en el centro poblado de Chichipon es el elemento -N.

#### 4.5. Identificación de elementos deficientes por tratamientos a través de rendimiento de materia seca

Para mejor demostración de los suelos en cuanto al efecto de cada uno de los tratamientos en los suelos, se ha realizado la prueba de significancia los cuales se detalla a continuación.

##### 4.5.1. Tratamiento (T) rendimiento de materia seca

**Tabla 32**

*Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento testigo*

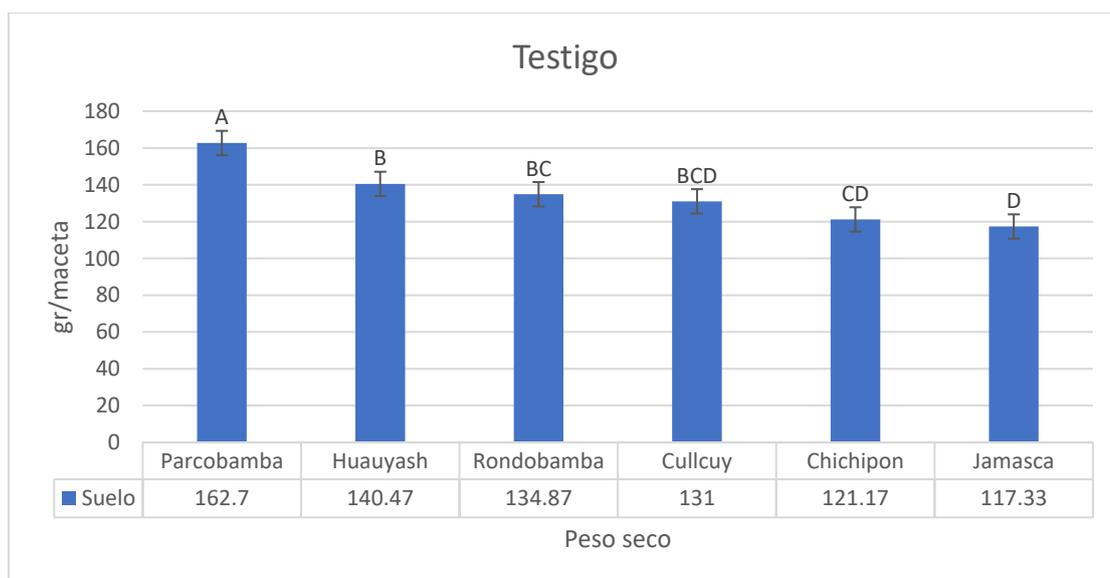
Fuente de V.	GL	Anva		*
		SC	CM	
Suelo	5	3946.95	789.39	
Error exp	12	791.55	65.9625	
TOTAL	17	4738.5		

Cv: 6.00%

El tratamiento Testigo mostró un efecto significativo en el rendimiento de materia seca de los 6 suelos evaluados, según se observa en la tabla N° 32, donde se realizó el análisis de varianza. El coeficiente de variación fue de 6%, lo que indica que los datos experimentales son aceptables. Debido a que el tratamiento fue significativo, se aplicó la prueba de DUNCAN para comparar el tratamiento Testigo (T) con los demás. Esto demuestra que los resultados obtenidos en el campo son confiables.

#### Gráfico 19

*Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento testigo (T)*



El gráfico N°19 muestra el rendimiento de materia seca del testigo en los 6 suelos, según la prueba de DUNCAN. El testigo refleja las diferencias de fertilidad natural entre los suelos. El suelo de Parcobamba tiene la mayor fertilidad natural, por lo que tiene el mayor rendimiento. Los suelos de Huauyash, Rondobamba y Cullcuy no tienen diferencias significativas entre ellos, pero tienen una fertilidad natural menor que Parcobamba. Los suelos de Chichipon y Jamasca también son similares entre sí, pero tienen la menor fertilidad natural y el menor rendimiento.

#### 4.5.2. Tratamiento sin Nitrógeno (-N)

**Tabla 33**

*Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -N*

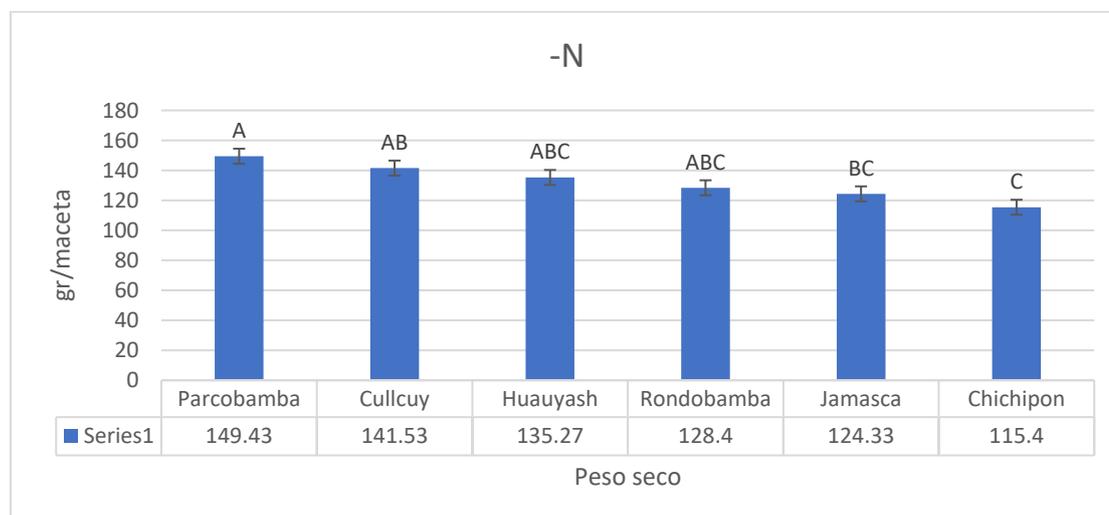
		Anva			
Fuente de V.	GL	SC	CM		
Suelo	5	2255.52	451.104	*	
Error exp	12	1590.09	132.5075		
TOTAL	17	3845.61			

C.V                      8.69%

El tratamiento -N, mostró un efecto significativo en el rendimiento de materia seca de los 6 suelos evaluados, según se observa en la tabla N° 33, donde se realizó el análisis de varianza. El coeficiente de variación fue de 8.69%, lo que indica que los datos experimentales son aceptables. Debido a que el tratamiento fue significativo, se aplicó la prueba de DUNCAN para comparar el tratamiento -N con los demás. Esto demuestra que los resultados obtenidos en el campo son confiables.

**Gráfico 20**

Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin nitrógeno (-N)



El rendimiento de materia seca sin nitrógeno varía según el suelo. El suelo de Parcobamba tiene el mejor rendimiento, debido a que tiene el mayor contenido de nitrógeno. El suelo de Cullcuy también tiene un buen rendimiento, superior al de los otros suelos. Los suelos de Huauyash, Rondobamba, Jamasca y Chichipon tienen rendimientos similares entre ellos, porque tienen niveles medios de nitrógeno. El contenido de nitrógeno influye en el rendimiento de materia seca.

#### 4.5.3. Tratamiento sin fósforo (-P)

**Tabla 34**

Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -P

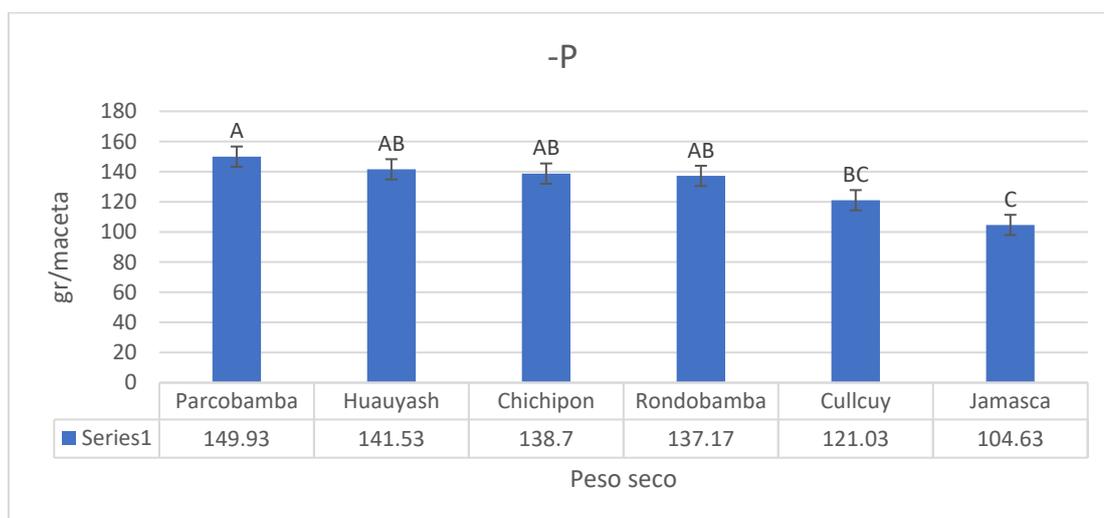
Anva			
Fuente de V.	GL	SC	CM
Suelo	5	4059.33	811.866
Error exp	12	2022.07	168.505833
TOTAL	17	6081.4	

C.V 9.82%

Según la tabla N° 34, el análisis de varianza mostró que el tratamiento -P tuvo un impacto significativo en el rendimiento de materia seca de los 6 suelos. Los datos experimentales fueron aceptables, con un coeficiente de variación de 6%. Se usó la prueba de DUNCAN para ver las diferencias entre el tratamiento sin fósforo (-P). Los resultados del campo fueron confiables con un C.V de 9.82%.

### Gráfico 21

Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin fosforo (-P)



Los suelos de los 6 centros poblados no tienen diferencias significativas entre ellos, pero el centro poblado de Parcobamba tiene el mejor rendimiento que los otros. Esto puede deberse a que los suelos en general tienen niveles bajos de fósforo disponible, lo que afecta el crecimiento de las plantas sin este nutriente.

#### 4.5.4. Tratamiento sin Potasio (-K)

**Tabla 35**

Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -K

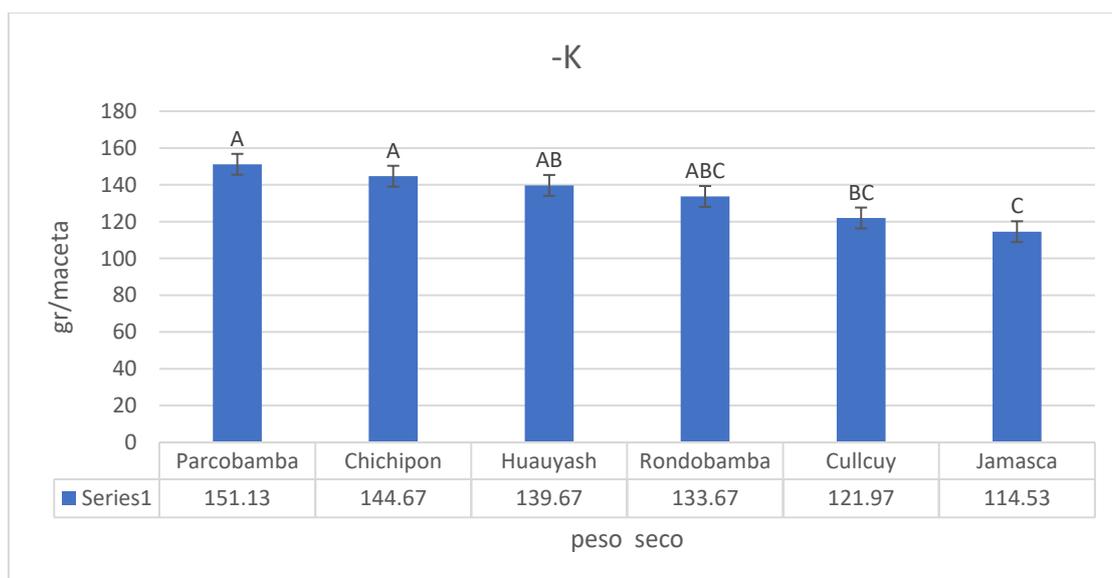
		Anva		
Fuente de V.	GL	SC	CM	
Suelo	5	2888.58	577.716	*
Error exp	12	1409.66	117.471667	
TOTAL	17	4298.24		

C.V                      8.07%

Según la tabla N° 35, el análisis de varianza mostró que el tratamiento -K tuvo un impacto significativo en el rendimiento de materia seca de los 6 suelos. Los datos experimentales fueron aceptables, con un coeficiente de variación de 8.07%. Se usó la prueba de DUNCAN para ver las diferencias entre el tratamiento sin potasio (-K). Los resultados del campo fueron confiables con un C.V de 8.07%.

### Gráfico 22

Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin potasio (-K)



El tratamiento sin potasio no tuvo un efecto significativo en los suelos Parcobamba y Chichipon, que se diferenciaron de los suelos Huauyash, Rondobamba, Cullcuy y Jamasca. Esto puede ser porque los suelos Parcobamba y Chichipon tienen potasio disponible de medio a alto, mientras que los otros suelos tienen potasio disponible de bajo a muy bajo.

#### 4.5.5. Tratamiento sin Calcio (-Ca)

**Tabla 36**

*Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -Ca*

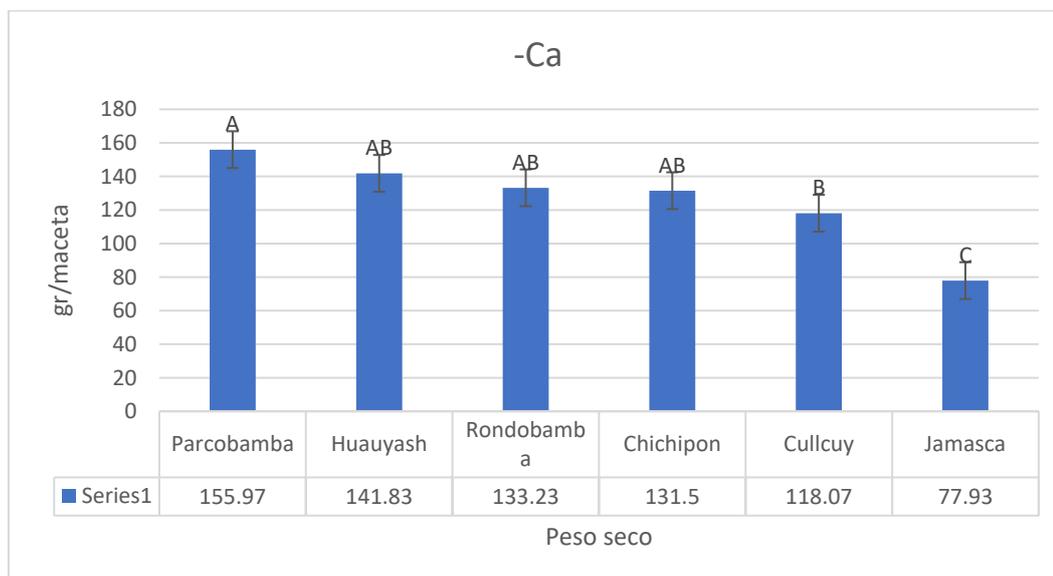
		Anva		
Fuente de V.	GL	SC	CM	
Suelo	5	10810.62	2162.124	*
Error exp	12	2446.55	203.879167	
TOTAL	17	13257.17		

C.V                    11.29%

De acuerdo con la Tabla N° 36, se observó que el tratamiento -Ca influyó de manera significativa en la producción de materia seca en los 6 tipos de suelo, según el análisis de varianza. Los datos obtenidos del experimento fueron considerados aceptables, presentando un coeficiente de variación del 11.29%. Para identificar las diferencias entre el tratamiento sin calcio (-Ca), se aplicó la prueba de DUNCAN. Los resultados obtenidos en el campo fueron considerados confiables, con un C.V del 11.29%.

**Gráfico 23**

*Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin calcio (-Ca)*



Los suelos respondieron de forma diferente al tratamiento, según su nivel en el suelo. Los suelos de Parcobamba, Huauyash y Rondobamba fueron los mejores, y no hubo diferencias significativas entre ellos. Los suelos de Chichipon, Cullcuy y Jamasca fueron los peores. Estas diferencias en el rendimiento de materia seca pueden deberse al nivel de calcio en los suelos, que varía según las condiciones edafológicas y climáticas de la zona estudiada.

#### 4.5.6. Tratamiento sin Magnesio (-Mg)

**Tabla 37**

*Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -Mg*

				Anva
Fuente de V.	GL	SC	CM	
Suelo	5	4704.42	940.884	*
Error exp	12	2975.78	247.981667	
TOTAL	17	7680.2		

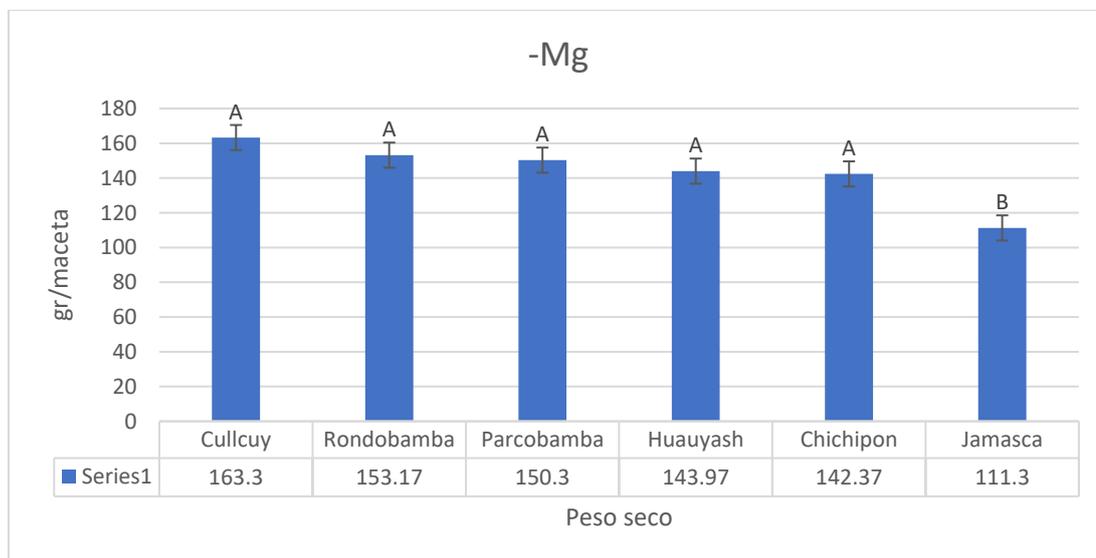
C.V                      10.93%

De acuerdo con la Tabla N° 37, se observó que el tratamiento -Mg influyó de manera significativa en la producción de materia seca en los 6 tipos de suelo, según el análisis de varianza. Los datos obtenidos del experimento fueron considerados aceptables, presentando un coeficiente de variación del 10.93%. Para identificar las diferencias entre el tratamiento sin Magnesio (-Mg), se aplicó la prueba de DUNCAN.

Los resultados obtenidos en el campo fueron considerados confiables, con un C.V del 10.39%.

### Gráfico 24

Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin magnesio (-Mg)



El tratamiento tiene un efecto diferente en cada suelo. El suelo de Cullcuy tiene el mejor rendimiento, con la mayor producción de materia seca, debido a su reserva de entre nutriente. Los suelos de Rondobamba, Parcobamba, Huauyash y Chichipon no tienen diferencias significativas entre ellos, pero son mejores que el suelo de Jamasca.

#### 4.5.7. Tratamiento sin Azufre (-S)

Tabla 38

Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento -S

Anva			
Fuente de V.	GL	SC	CM
Suelo	5	2500.51	500.102
Error exp	12	1563.07	130.255833
TOTAL	17	4063.58	

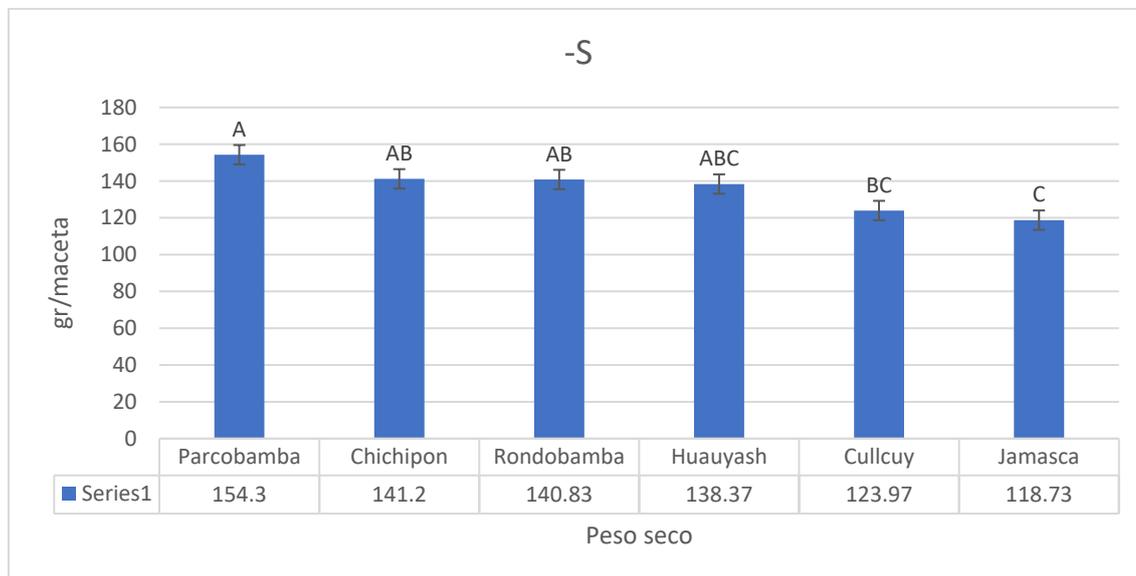
C.V 8.38%

De acuerdo con la Tabla N° 38, se observó que el tratamiento -S influyó de manera significativa en la producción de materia seca en los 6 tipos de suelo, según el análisis de varianza. Los datos obtenidos del experimento fueron considerados aceptables, presentando un coeficiente de variación del 8.38%. Para identificar las diferencias entre el tratamiento sin azufre (-S), se aplicó la prueba de DUNCAN. Los

resultados obtenidos en el campo fueron considerados confiables, con un C.V del 8.38%.

### Gráfico 25

Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin azufre (-S)



La producción de materia seca varía según el contenido de azufre en los suelos. El suelo de Parcobamba tiene el mayor rendimiento, porque tiene más azufre que los otros suelos. Los suelos de Chichipon y Rondobamba tienen rendimientos similares entre ellos, y ocupan el segundo lugar. Sus reservas de azufre son suficientes para los cultivos. Los suelos de Huayhuash, Cullcuy y Jamasca también tienen rendimientos parecidos entre ellos, pero son los más bajos. Sus reservas de azufre son insuficientes para los cultivos.

#### 4.5.8. Tratamiento sin microelementos (-Me)

Tabla 39

Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento - Me

		Anva		
Fuente de V.	GL	SC	CM	
Suelo	5	4806.19	961.238	*
Error exp	12	2325.41	193.784167	
TOTAL	17	7131.6		

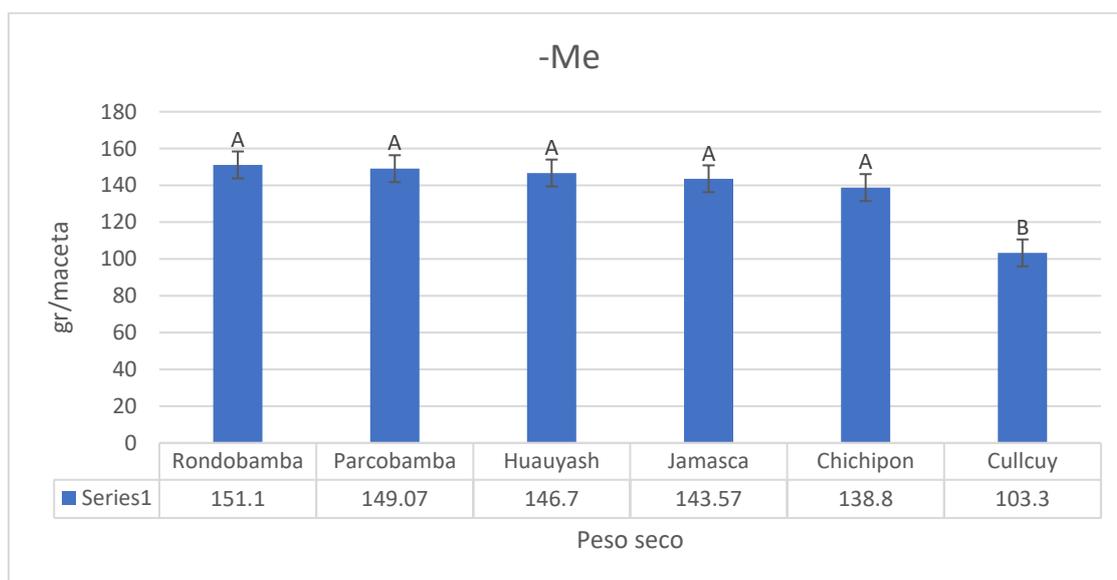
C.V 10.03%

De acuerdo con la Tabla N° 39, se observó que el tratamiento -Me influyó de manera significativa en la producción de materia seca en los 6 tipos de suelo, según el

análisis de varianza. Los datos obtenidos del experimento fueron considerados aceptables, presentando un coeficiente de variación del 10.03%. Para identificar las diferencias entre el tratamiento sin microelementos (-Me), se aplicó la prueba de DUNCAN. Los resultados obtenidos en el campo fueron considerados confiables, con un C.V del 10.03%.

### Gráfico 26

*Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento sin microelementos (-Me)*



Los suelos Rondobamba, Parcobamba y Huayhuash tienen el mejor rendimiento de materia seca, y no hay diferencias significativas entre ellos. Los suelos Jamasca, Chichipon y Cullcuy tienen el peor rendimiento, y tampoco hay diferencias significativas entre ellos. El rendimiento de materia seca depende del contenido de microelementos en el suelo, que a su vez está relacionado con la materia orgánica y la reacción del suelo. Estos suelos pueden tener suficientes microelementos para satisfacer la demanda de los cultivos.

#### 4.5.9. Tratamiento Completo (C)

### Tabla 40

*Análisis de varianza del rendimiento de materia seca (gr maceta) para el tratamiento Completo*

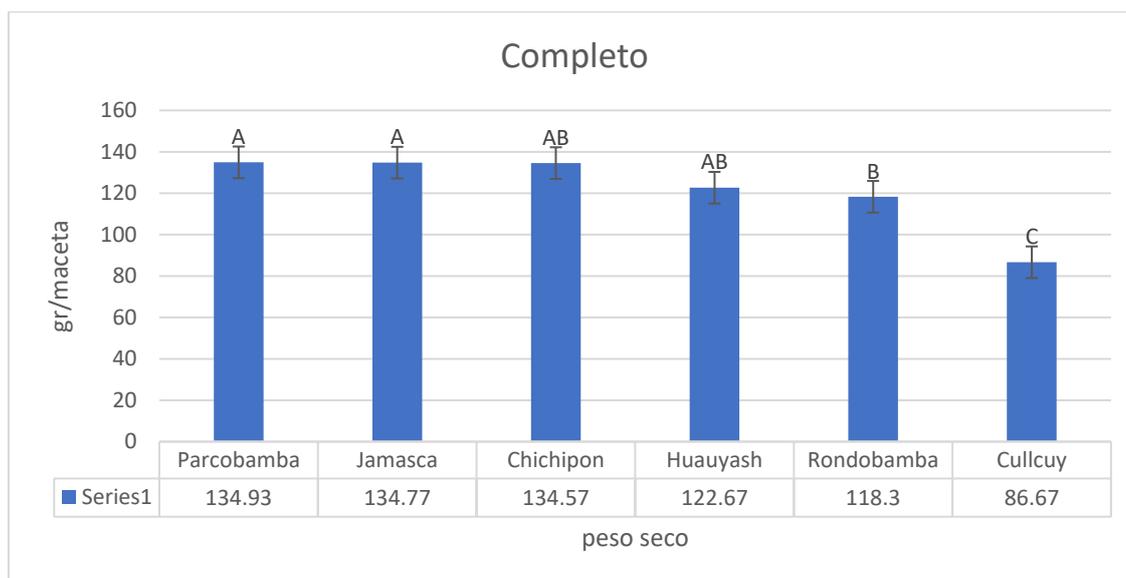
Anva			
Fuente de V.	GL	SC	CM
Suelo	5	5252.27	1050.454
Error exp	12	7760.07	646.6725
TOTAL	17	13012.35	

C.V                      11.85%

De acuerdo con la Tabla N° 40, se observó que el tratamiento Completo influyó de manera significativa en la producción de materia seca en los 6 tipos de suelo, según el análisis de varianza. Los datos obtenidos del experimento fueron considerados aceptables, presentando un coeficiente de variación del 11.85%. Para identificar las diferencias entre el tratamiento Completo (C), se aplicó la prueba de DUNCAN. Los resultados obtenidos en el campo fueron considerados confiables, con un C.V del 11.85%.

### Gráfico 27

*Promedio de rendimiento de materia seca (gr/maceta) del tratamiento Completo (C)*



La producción depende del contenido de nutrientes naturales y añadidos por el tratamiento. El suelo de Parcobamba tiene el mayor rendimiento, pero aún necesita más nutrientes para mejorar. Los tratamientos Jamasca, Chichipon y Huauyash son similares entre ellos, y son mejores que los tratamientos Rondobamba y Cullcuy, que son los peores. El ph de estos suelos es muy ácido, lo que afecta la disponibilidad de los nutrientes en el suelo. La producción de materia seca se relaciona con el análisis químico del suelo, ya que los rendimientos más bajos se dan cuando faltan P, S, N, K, Ca, Mg y Me.

## V. CAPITULO

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

1.- Los síntomas que mostraron con la técnica del elemento faltante en la planta indicadora (maíz) en el nitrógeno mostro los síntomas de un amarillamiento, en el fosforo mostraron hojas verdes oscuros con puntas y bordes violáceas y el potasio la deficiencia que mostro es de un amarillamiento y necrosis en los bordes de las hojas.

2.- Evaluando los elementos nutricionales se determinó los siguientes resultados obtenidos a partir de la técnica del elemento faltante permitieron determinar qué los nutrientes son limitantes en un suelo específico, los agricultores y profesionales agrícolas pueden ajustar las prácticas de manejo y aplicar fertilizantes específicos para corregir las deficiencias. En síntesis, La técnica del elemento faltante nos permitió establecer la nutrición mineral de los suelos del distrito de Huacaybamba estableciendo el orden de deficiencia de la siguiente manera  $Me > C > Mg > S > P > K > N > Ca > T$ , esta técnica nos proporciona información valiosa sobre las deficiencias de nutrientes y ayuda a orientar las decisiones de manejo para mejorar la fertilidad del suelo y optimizar la producción agrícola.

3.- Realizando el análisis de laboratorio de los 6 centros poblados del distrito de Huacaybamba ha permitido identificar las deficiencias nutricionales donde el nitrógeno ha tenido presencia en grandes cantidades, fosforo en medianas cantidades y potasio en pequeñas cantidades.

## 5.2. Recomendaciones

1. Se recomienda realizar una mayor caracterización de los suelos de los otros centros poblados, para conocer con precisión el estado nutricional de los suelos del distrito de Huacaybamba - Huánuco.
2. La técnica del elemento faltante ha demostrado ser una herramienta efectiva para evaluar el estado nutricional de los suelos y determinar las deficiencias de nutrientes que afectan el rendimiento de los cultivos. Estos hallazgos respaldan la importancia de realizar un seguimiento y monitoreo continuo de la fertilidad del suelo, así como la aplicación de prácticas de fertilización adecuadas para garantizar una producción agrícola óptima y sostenible.
3. Se sugiere seguir con el análisis de muestras de suelos para verificar la tendencia del estado nutricional a futuro si se conserva o cambia el estado nutricional de los suelos del distrito de Huacaybamba - Huánuco.
4. Se aconseja aplicar la agroforestería combinando con cultivos anuales en los terrenos con pendientes pronunciadas y abruptas (Cullcuy, Huayhuash, Jamasca, Parcobamba) para prevenir problemas de erosión.

## VI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	TIEMPO EN MESES								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Revisión de bibliografía	—								
Elaboración del proyecto	—	—							
Inicio de la investigación		—							
Recolección de muestra			—						
Desinfección de suelo (solarización)			—						
Tamizado			—						
Instalación de macetas			—						
Siembra			—						
Cosecha				—	—	—	—	—	—
Recolección de datos para el proceso estadístico									—
Análisis e interpretación									—
Elaboración del informe final									—

El presente trabajo de investigación tiene una duración de 9 meses hasta su culminación.

## VII. PRESUPUESTO

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/	TOTAL PARCIAL S/.	TOTAL S/.	
<b>I. Construccion de invernadero</b>						
Madera	metros lineal	115	S/ 2.70	S/ 310.50	<b>S/ 9,999.50</b>	
Agroflim	m2	60	S/ 12.00	S/ 720.00		
Clavos	kilos					
	1/2"	2	S/ 12.00	S/ 24.00		
	1"	1	S/ 8.00	S/ 8.00		
Alambre 13 pulgas	kilos	3	S/ 20.00	S/ 60.00		
Maestro	4 dias jornal	1	S/ 90.00	S/ 360.00		
Obrero	4 dias jornal	1	S/ 50.00	S/ 200.00		
Motocierra	hora	7	S/ 50.00	S/ 350.00		
trasporte	camioneta	1	S/ 200.00	S/ 200.00		
<b>II. instalacion del experimento</b>						
Bolsa polietileno 1k		2	S/ 12.00	S/ 24.00		
Semilla	kilos	1	S/ 30.00	S/ 30.00		
Alquiler de terreno				S/ 400.00		
Tratamientos	gr	7	S/ 15.00	S/ 105.00		
Analisis de suelos		6	S/ 50.00	S/ 300.00		
<b>III. Transporte (Huacaybamba- Huanuco)</b>						
Asesor	dia	1	S/ 150.00	S/ 150.00		
Jurados	dia	3	S/ 150.00	S/ 450.00		
Tesista	dias	180	S/ 15.00	S/ 2,700.00		
<b>IV. Equipos</b>						
Gigantografia	m2 (6m2)	1	S/ 9.00	S/ 54.00		
Papel	millar	2	S/ 32.00	S/ 64.00		
Utililes de escritorio		1		S/ 190.00		
Laptop (i5)		1	S/ 3,300.00	S/ 3,300.00		

El financiamiento del experimento será de S/9,999.50 (Nueve mil novecientos noventa y nueve con cincuenta céntimos)

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Alcántar González, G., Trejo Téllez, L. I., Fernández Pavía, L., & Rodríguez Mendoza, M. (2022). NUTRICIÓN DE CULTIVOS [Universidad Autónoma Chapingo]. In *Nutrición de Cultivos*. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v34n3/v34n3a4.pdf>
- Alfonso Gustavo, Alvarado Soraya, C. Y. (2020). *Evaluación de deficiencias nutricionales en el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd) bajo invernadero*. Universidad central del Ecuador.
- ALIAGA VALVERDE, F. M. (2014). *Influencia de dos fertilizantes foliares en el desequilibrio nutricional "palo negro" en Vitis Vinifera L. var. Italia*. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO.
- Ardiles Villanueva, R. C. (2019). "Diagnostico De La Fertilidad De Los Suelos Con Fines Agrícolas De La Comunidad Campesina De Pampacancha Distrito Y Provincia De Recuay Ancash" [UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"]. [repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3493/T033\\_41893775\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3493/T033_41893775_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arguello Suarez, F. (2012). *Funciones De Los Elementos Nutritivos En Las Plantas*.
- Asociación internacional de la industria de los fertilizantes. (2013). *Los fertilizantes y su uso* (Vol. 20, Issue 12). <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.1993.tb03018.x>
- Bismarck Reynaldo, Mendoza Corrales, E. A. (2020). *Guía Técnica para Muestreo de Suelos* [Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services]. [https://books.google.com.pr/books/about/Tratado\\_de\\_edafología\\_de\\_México.html?id=zxJhAAAAMAAJ&hl=es-419](https://books.google.com.pr/books/about/Tratado_de_edafología_de_México.html?id=zxJhAAAAMAAJ&hl=es-419)
- Caldas Vicente, Y. (2018). "EFECTO DE LOS ABONOS ORGANICOS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.) VARIEDAD BLANCO URUBAMBA EN CONDICIONES AGROECOLOGICAS DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL 2018." UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN.
- CALLIRI AHUASHI, M. S. (2021). INDICADORES FÍSICOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL SUELO EN TRES SISTEMAS DE USO CENTRO POBLADO MENOR HUARISCA GRANDE, DISTRITO AHUAC, PROVINCIA CHUPACA JUNÍN [UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA]. In *Facultad De Zootecnia*. [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1625/TS\\_HRP\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/242/FIA-164.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1625/TS_HRP_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/242/FIA-164.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Carrasco Gavilán, I. (2017). *Densidad óptima de tomate y cebada, como indicadores en la evaluación de la fertilidad de suelos por las técnicas del elemento faltante y presente*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA.
- College of Agricultural sciences. (2012). *Deficiencia de Fósforo*.
- Cotos Guzman, F. A. (2020). "CARACTERIZACION DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS SUELOS DEL DISTRITO DE SANTA CRUZ PROVINCIA DE HUAYLAS – REGION ANCASH DE LA CUENCA DEL SANTA MEDIANTE EL METODO DE

*EXCLUSION.*” SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO.

- Curiñaupa Guzmán, E. (2020). Uso de la técnica del elemento faltante en la evaluación del estado nutricional de suelos agrícolas de Kimbiri, Cusco. 2020 [Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. In *Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga*.  
<http://209.45.73.22/handle/UNSCH/3502%0Ahttp://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3505>
- DAMIAN MEDRANO, S. (2017). “TÉCNICA DEL ELEMENTO FALTANTE EN PLANTAS DE ESPÁRRAGO (*Asparagus officinalis* L.) DE UN AÑO DE EDAD, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO” [UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA]. In *Universidad Nacional Agraria La Molina*.  
[https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/187/3/2017\\_Puicon\\_Evaluacion-resistencia-natural.pdf](https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/187/3/2017_Puicon_Evaluacion-resistencia-natural.pdf)
- Darwin Yáñez, F. V. y Y. C. (2021). *EVALUCION DEL ELEMENTO FALTANTE EN EL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.) EN LA PROVINCIA BOLIVAR*. Universidad Estatal de Bolívar.
- EOSDA. (2016). *Deficiencia de nitrógeno en las plantas : Cómo repararlo ¿Qué es la deficiencia importante del nitrógeno? ¿Qué provoca La deficiencia de nitrógeno y Cómo Afecta al contenido de este en el suelo?*
- EOSDA. (2018). *Fertilidad Del Suelo : Cómo Medirla Y Mejorarla ¿ Qué Es Un Suelo Fértil Y Por Qué Es Importante ?*
- EOSDA. (2022). Deficiencia de nutrientes en las plantas: cómo tratarla. In *Eos data analytics*.
- Etchevers Barra, J. D. (2010). Técnicas de diagnóstico útiles en la medición de la fertilidad del suelo y el estado nutrimental de los cultivos. In *Terra Latinoamericana: Vol. 17 (003)*. <https://chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art209-219.pdf>
- FAO. (2011). *EL SUELO, DIFERENCIAS SEGÚN SU ASPECTO FÍSICO Y QUÍMICO*.
- Fertiberia. (2015). *LA NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS*.
- García López, Josué Israel Ruiz Torres, Norma Angélica Lira Saldivar, Ricardo Hugo Vera Reyes, I., & Méndez Argüello, B. (2016). Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas. In *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales* (Vol. 24, Issue 2).
- GARRIDO VALERO, S. (2009). Interpretación y análisis de suelos [INSTITUTO NACIONAL DE REFORMA Y DESARROLLO AGRARIO]. In *Investigaciones Geográficas* (Vol. 1, Issue 4). <https://doi.org/10.14350/rig.58865>
- Ibáñez, J. J. (2008). *¿Qué es la Fertilidad del Suelo?: Fertilidad Física, Química y Biológica*. <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/01/29/83481>
- INTAGRI. (2017). Fijación de Potasio en el Suelo. In *Serie Suelos* (Issue 31).
- INTAGRI S.C. (2017). Propiedades físicas del suelo y el crecimiento de las plantas. In *Intagri* (Issue Cuadro 1). <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>

- Jaramillo, D. (2019). Introducción a la ciencia del suelo. In *Introducción a La Ciencia Del Suelo*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- JUÁREZ DÁVILA, G. (2008). *Evolución genética de algunas características físicas y químicas en suelos de formación antrópica*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.
- López Aguilar, R., Murillo Amador, B., Benson Rosas, M., López Arce, E., & Valle Meza, G. (2002). Manual de Análisis Químicos de Suelos. In *Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.* [https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/2065/1/MANUAL DE ANÁLISIS QUÍMICOS DE SUELOS.PDF](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/2065/1/MANUAL_DE_ANALISIS_QUIMICOS_DE_SUELOS.PDF)
- Marín, S., & Bertsch Floria, C. L. (2022). Efecto del manejo orgánico y convencional sobre propiedades bioquímicas de un andisol y el cultivo de papa en invernadero. [Universidad de Costa Rica.]. In *Agronomía Costarricense* (Vol. 41, Issue 2). <https://doi.org/10.15517/rac.v41i2.31298>
- Pariona, L. (2023). *Niveles de fertilidad e indicadores P-E-R en la sustentabilidad agroambiental de los suelos agrícolas en el Distrito de Chupaca- 2020*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.
- PEREZ CONTRERAS, K. Y. (2010). “EFECTO DE MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFORO EN EL RENDIMIENTO DEL TRIGO (*Triticum estivum* L.) CANAAN 3750 msnm. AYACUCHO.” UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA.
- PEREZ CRISOSTOMO, D. F. (2012). “COMPARATIVO DE VARIEDADES DE MAIZ AMILÁCEO (*Zea mays* L.) TIPO CHOCLERO, EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL DISTRITO DE PANAÑO, PACHITEA, REGION HUANUCO.” UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN - HUANUCO.
- Pérez Leal, F. (2017). *FISIOLOGIA VEGETAL* (Vol. 4).
- Pérez López, E. (2011). Análisis de fertilidad de suelos en el laboratorio de Química del Recinto de Grecia, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. In *InterSedes: Vol. XIV*. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/980>
- RUIZ CALLE, C. (2015). EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE SUELOS CON CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arábica*) DEL DISTRITO DE ANCO LA MAR, AYACUCHO. In *Wildlife Conservation*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA.
- Salazar Sosa, E., Trejo Escareño, H. I., Orona Castillo, Ignacio López Martínez, José Dimas Fortis Hernández, M., Flores Hernández, Arnoldo Sánchez Ramos, F. J., Leos Rodríguez, J. A., & Jiménez Díaz, F. (2007). Uso y Aprovechamiento de Abonos Orgánicos e Inocuidad. In *Uso y Aprovechamiento de Abonos Orgánicos e Inocuidad*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA.
- SILICUANA KUNO, N. (2017). *Evaluación De La Fertilidad Del Suelo En Parcelas Con Sistemas Agroforestales En Zona Semiarida En La Provincia Tapacari Cochabamba*. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD.

- Silva Ana, Z., Wamser Anderson, F., Nowaki Rodrigo, H., Arthur Bernardes, C. F., & Mendoza Cortez, J. W. (2017). Síntomas de deficiencia de macronutrientes en pimiento (*Capsicum annuum* L.). In *Agrociencia* (Vol. 21, Issue 2). <https://doi.org/10.31285/agro.21.2.5>
- Troiani, H., Prina, A., Tamame, M., & Beinticinco, L. (2017). Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía. In *EdUNLPam*. <http://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/QuedateEnCasa/botanica-morforlogia-taxonomia-y-fitogeografia.pdf>
- VILLACAQUI GAMARRA, E. J. (2015). *EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE SANTA CRUZ DE PICHÍ EN LOS DISTRITOS DE CHANA Y HUACHIS, PROVINCIA DE HUARI*. UNIVERSIDAD NACIONAL “SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO.”
- Weil, R. (2020). *THE NATURE AND PROPERTIES OF SOILS* (Vol. 10, Issue April 2020). University of Maryland.

## ANEXOS

## ANEXO 01: NIVELES DE NUTRIENTES

Nutrientes	Niveles		Reactivo	Fuente	Soluto	Solvente	TOTAL	
	Kg. ha <sup>-1</sup>	ppm			gr/mac	ml/mac	gr	ml
N	300	150	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	Urea	0.150	6.0	27.15	1134
P	360	180	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	Fosfato de sodio	0.180	7.2	32.58	1303
K	200	100	KCl	Cloruro de potasio	0.100	4.0	18.1	724
S	200	100	S	Flor de azufre	0.100	4.0	18.1	724
Ca	100	50	CaCl <sub>2</sub>	Cloruro de calcio	0.250	10.0	45.25	1810
Mg	20	10	MgCl <sub>2</sub>	Cloruro de magnesio	0.030	6.0	5.23	1086
Fe	10	5	EDDHA-Fe	Secuestrene	0.005	5.0	0.905	905
Cu	2	1	CUCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	Coluro de cobre	0.001	1.0	0.181	181
Zn	10	5	ZnCl <sub>2</sub>	Cloruro de zinc	0.005	5.0	0.905	905
Mo	10	5	((NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> .4H <sub>2</sub> O	Molibdato de amonio	0.005	5.0	0.905	905
B	3	1.5	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10H <sub>2</sub> O	Borato de sodio	0.0015	1.5	0.272	271.5

ANEXO 02: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de altura de planta para el suelo del sector de Huauyash.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	T
I	86	84	80	89	78	88	89	98	77
II	80	99	89	95	69	106	104	104	97
III	88	84	85	98	83	86	115	90	80
TOTAL	254	267	254	282	230	280	308	292	254
PROMEDIO	84.67	89	84.67	94	76.67	93.33	102.7	97.33	84.67

A. Factor de correlación	: 217083
B. Suma de cuadrados total	: 2796
C. Suma de cuadrados de tratamiento	1513.33333
D. Suma de cuadrados del error experimental	1282.66667
E. Coeficiente de variabilidad	9 %
F. Promedio	89.6666667

ANEXO 02: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de altura de planta para el suelo del sector de Rondobamba.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	T
I	98	84	83	86	82	71	83	30	70
II	72	79	95	84	76	106	83	81	82
III	86	80	76	82	78	71	90	24	66
TOTAL	256	243	254	252	236	248	256	135	218
PROMEDIO	85.33	81	84.67	84	78.67	82.67	85.33	45	72.67

- A. Factor de correlación : 163022.37  
 B. Suma de cuadrados total : 7521.62963  
 C. Suma de cuadrados de tratamiento : 4007.62963  
 D. Suma de cuadrados del error : 3514  
 experimental  
 E. Coeficiente de variabilidad :18 %  
 F. Promedio :77.7037037

ANEXO 03: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de altura de planta para el suelo del sector de Jamanca.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	T
I	77	84	77	86	91	90	82	77	67
II	79	88	70	97	80	94	72	55	66
III	110	70	72	77	86	97	89	69	80
TOTAL	266	242	219	260	257	281	243	201	213
PROMEDIO	88.67	80.67	73	86.67	85.67	93.67	81	67	71

- A. Factor de correlación : 17337.926  
 B. Suma de cuadrados total : 3590.07407  
 C. Suma de cuadrados de tratamiento : 1898.74074  
 D. Suma de cuadrados del error : 1691.33333  
 experimental  
 E. Coeficiente de variabilidad :12 %  
 F. Promedio :80.8148148

ANEXO 04: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de altura de planta para el suelo del sector de Parcobamba.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	T
I	89	87	97	96	80	96	88	97	88
II	89	90	93	98	91	80	99	108	90
III	95	91	103	80	78	86	87	115	104
TOTAL	273	268	293	274	249	262	274	320	282
PROMEDIO	91	89.33	97.67	91.33	83	87.33	91.33	106.7	94

- A. Factor de correlación : 230556.481  
 B. Suma de cuadrados total : 1996.51852  
 C. Suma de cuadrados de tratamiento : 1084.51852  
 D. Suma de cuadrados del error : 912  
 experimental  
 E. Coeficiente de variabilidad : 8 %  
 F. Promedio : 92.4074074

ANEXO 05: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de altura de planta para el suelo del sector de Cullcuy.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	T
I	86	65	70	87	75	84	71	78	71
II	107	89	65	79	45	93	81	79	88
III	92	90	77	71	66	74	70	75	78
TOTAL	285	244	212	237	186	251	222	232	237
PROMEDIO	95	81.33	70.67	79	62	83.67	74	77.33	79

- A. Factor de correlación : 164268  
 B. Suma de cuadrados total : 3700  
 C. Suma de cuadrados de tratamiento : 1981.33333  
 D. Suma de cuadrados del error : 1718.66667  
 experimental  
 E. Coeficiente de variabilidad : 13 %  
 F. Promedio : 78

ANEXO 06: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de altura de planta para el suelo del sector de Chichipon.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	T
I	63	75	93	106	80	91	90	94	91
II	87	57	80	71	82	86	90	110	98
III	76	62	68	74	90	75	97	89	95
TOTAL	226	194	241	251	252	252	277	293	284
PROMEDIO	75.33	64.67	80.33	83.67	84	84	92.33	97.67	94.67

A. Factor de correlación	: 190848.148
B. Suma de cuadrados total	: 4511.85185
C. Suma de cuadrados de tratamiento	: 2497.18519
D. Suma de cuadrados del error experimental	: 2014.66667
E. Coeficiente de variabilidad	: 13 %
F. Promedio	: 84.0740741

ANEXO 07: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de peso seco (gramos/maceta) para el suelo del sector de Huauyash.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	T
I	44.2	45.7	52.3	47.8	39.7	46.3	48.1	47.3	36.4
II	37.8	37.5	52.6	43.4	33.1	39.4	39.5	44.2	44.2
III	46.1	40.4	53.2	39.3	38.9	39.6	41.6	44.5	52.3
TOTAL	128.1	123.6	158.1	130.5	111.7	125.3	129.2	136	132.9
PROMEDIO	42.7	41.2	52.7	43.5	37.23	41.77	43.07	45.33	44.3

A. Factor de correlación	: 51169.08
B. Suma de cuadrados total	: 749.3
C. Suma de cuadrados de tratamiento	: 411.073333
D. Suma de cuadrados del error experimental	: 338.226667
E. Coeficiente de variabilidad	: 10 %
F. Promedio	: 43.53

ANEXO 08: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de peso seco (gramos/maceta) para el suelo del sector de Rondobamba.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	T
I	43.2	47.9	48.2	36.3	48.2	39.5	39.6	33.6	36.3
II	17.8	46.3	38.4	37.8	53.3	22.5	25	28.5	27.6
III	19.3	44.6	38.7	17.2	52.3	34.2	38.5	15.8	19.3
TOTAL	80.3	138.8	125.3	91.3	153.8	96.2	103.1	77.9	83.2
PROMEDIO	26.77	46.27	41.77	30.43	51.27	32.07	34.37	25.97	27.73

- A. Factor de correlación : 33418.8893  
 B. Suma de cuadrados total : 3355.56074  
 C. Suma de cuadrados de tratamiento : 2007.26074  
 D. Suma de cuadrados del error : 1348.3  
 experimental  
 E. Coeficiente de variabilidad : 25 %  
 F. Promedio :35.1814815

ANEXO 09: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de peso seco (gramos/maceta) para el suelo del sector de Jamasca.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	T
I	34.8	34.2	34.3	32.4	33.6	36.2	34.9	36.4	39.1
II	34.4	32.1	32.1	36.4	32.9	37.6	39.4	39.5	35.8
III	37.2	34.1	33.2	35.1	33.8	35.7	37.6	36.2	33.6
TOTAL	106.4	100.4	99.6	103.9	100.3	109.5	111.9	112.1	108.5
PROMEDIO	35.47	33.47	33.2	34.63	33.43	36.5	37.3	37.37	36.17

- A. Factor de correlación : 33609.1393  
 B. Suma de cuadrados total : 119.520741  
 C. Suma de cuadrados de tratamiento : 66.5607407  
 D. Suma de cuadrados del error : 52.96  
 experimental  
 E. Coeficiente de variabilidad : 5 %  
 F. Promedio : 35.28

ANEXO 10: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de peso seco (gramos/maceta) para el suelo del sector de Parcobamba.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	T
I	34.6	32	42.3	44.1	38.6	40.6	21.9	30.1	22.1
II	36.8	33.2	38.9	45.6	48.7	39.5	33.6	26.1	35.8
III	35.5	21.7	44.3	48.9	38.4	48.5	22.3	40.1	48.2
TOTAL	106.9	86.9	125.5	138.6	125.7	128.6	77.8	96.3	106.1
PROMEDIO	35.63	28.97	41.83	46.2	41.9	42.87	25.93	32.1	35.37

- A. Factor de correlación : 36476.2133  
 B. Suma de cuadrados total : 1904.38667  
 C. Suma de cuadrados de tratamiento : 1144.32667  
 D. Suma de cuadrados del error experimental : 760.06  
 E. Coeficiente de variabilidad : 18%  
 F. Promedio : 36.76

ANEXO 11: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de peso seco (gramos/maceta) para el suelo del sector de Cullcuy.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	T
I	19.2	16.3	15.5	21.1	20.1	13	16.9	58.5	42.2
II	12.6	34.8	15.2	9.5	17.2	21.2	18.7	46.4	29
III	19.1	19.8	19.5	20.8	18.9	16.3	19	22	22.6
TOTAL	50.9	70.9	50.2	51.4	56.2	50.5	54.6	126.9	93.8
PROMEDIO	16.97	23.63	16.73	17.13	18.73	16.83	18.2	42.3	31.27

- A. Factor de correlación : 13574.4133  
 B. Suma de cuadrados total : 3135.50667  
 C. Suma de cuadrados de tratamiento : 1882.76  
 D. Suma de cuadrados del error experimental : 1252.74667  
 E. Coeficiente de variabilidad : 37 %  
 F. Promedio : 22.4222222

ANEXO 12: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de peso seco (gramos/maceta) para el suelo del sector de Chichipon.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	T
I	32.2	33.8	28.6	26.3	25.4	21.9	34.2	27.6	26.3
II	28.7	33.2	25.4	22.6	24.6	28.7	21.1	27.4	23.2
III	31.6	32.2	34.2	22.8	28.4	22.7	25.8	33.2	20.8
TOTAL	92.5	99.2	88.2	71.7	78.4	73.3	81.1	88.2	70.3
PROMEDIO	30.83	33.07	29.4	23.9	26.13	24.43	27.03	29.4	23.43

A. Factor de correlación	: 20440.7559
B. Suma de cuadrados total	: 488.194074
C. Suma de cuadrados de tratamiento	: 270.914074
D. Suma de cuadrados del error experimental	: 217.28
E. Coeficiente de variabilidad	: 13 %
F. Promedio	: 27.5148148

ANEXO 13: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de peso fresco para el suelo del sector de Huauyash.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	T	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	C
I	136	135	140.6	141	138.8	140	138	150	115
II	125	136.7	145	138	150.8	156.9	139.3	141.5	123
III	132	134.1	139	140	135.9	135	137.8	148.6	130
TOTAL	393	405.8	424.6	419	425.5	431.9	415.1	440.1	368
PROMEDIO	131	135.3	141.5	139.7	141.8	144	138.4	146.7	122.7

A. Factor de correlación	: 513360.333
B. Suma de cuadrados total	: 1931.76667
C. Suma de cuadrados de tratamiento	: 1298.56
D. Suma de cuadrados del error experimental	: 633.206667
E. Coeficiente de variabilidad	: 4 %
F. Promedio	: 137.888889

ANEXO 14: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de peso fresco para el suelo del sector de Rondobamba.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	T	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	C
I	140	116.9	130.6	155	134.4	145	148.6	151.6	108.5
II	128.3	128.3	151.6	125.4	124.7	154.5	133.3	140.6	125.8
III	136.3	140	129.3	120.6	140.6	160	140.6	161.1	120.6
TOTAL	404.6	385.2	411.5	401	399.7	459.5	422.5	453.3	354.9
PROMEDIO	134.9	128.4	137.2	133.7	133.2	153.2	140.8	151.1	118.3

A. Factor de correlación	: 504901.513
B. Suma de cuadrados total	: 4858.14741
C. Suma de cuadrados de tratamiento	: 2783.46741

- D. Suma de cuadrados del error : 2074.68  
 experimental  
 E. Coeficiente de variabilidad : 8 %  
 F. Promedio : 136.748148

ANEXO 15: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de peso fresco para el suelo del sector de Jamasca.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	T	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	C
I	120.5	98	88.2	121.9	78.8	71.9	100	138.8	128
II	119.2	139.3	100.6	122	46.6	135.2	142.3	141.3	136.4
III	112.3	135.7	125.1	99.7	108.4	126.8	113.9	150.6	139.9
TOTAL	352	373	313.9	343.6	233.8	333.9	356.2	430.7	404.3
PROMEDIO	117.3	124.3	104.6	114.5	77.93	111.3	118.7	143.6	134.8

- A. Factor de correlación : 365496.073  
 B. Suma de cuadrados total : 15853.8074  
 C. Suma de cuadrados de tratamiento : 8376.67407  
 D. Suma de cuadrados del error : 7477.13333  
 experimental  
 E. Coeficiente de variabilidad : 18 %  
 F. Promedio : 116.348148

ANEXO 16: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de peso fresco para el suelo del sector de Parcobamba.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	T	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	C
I	162.3	157.4	142.1	151.6	164.2	142.1	159.2	150.6	140.6
II	170.2	148.6	164.3	156.2	147.4	152.6	149.5	156.4	132.1
III	155.6	142.3	143.4	145.6	156.3	156.2	154.2	140.2	132.1
TOTAL	488.1	448.3	449.8	453.4	467.9	450.9	462.9	447.2	404.8
PROMEDIO	162.7	149.4	149.9	151.1	156	150.3	154.3	149.1	134.9

- A. Factor de correlación : 614510.107  
 B. Suma de cuadrados total : 2382.18296  
 C. Suma de cuadrados de tratamiento : 1314.76296  
 D. Suma de cuadrados del error : 1067.42  
 experimental  
 E. Coeficiente de variabilidad : 5 %  
 F. Promedio : 150.862963

ANEXO 17: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de peso fresco para el suelo del sector de Cullcuy.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	T	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	C
I	132.4	145.6	120.3	121.6	127	158.9	131.6	128.6	114.7
II	136	143.4	103.2	129	111.3	163.5	133.1	70	18.4
III	153	135.6	139.6	115.3	115.9	167.5	107.2	111.3	126.9
TOTAL	421.4	424.6	363.1	365.9	354.2	489.9	371.9	309.9	260
PROMEDIO	140.5	141.5	121	122	118.1	163.3	124	103.3	86.67

- A. Factor de correlación : 418357.363
- B. Suma de cuadrados total : 22496.9467
- C. Suma de cuadrados de tratamiento : 11974.24
- D. Suma de cuadrados del error experimental : 10522.7067
- E. Coeficiente de variabilidad : 19 %
- F. Promedio : 124.477778

ANEXO 17: Datos de campo para el ANVA y comparación de Duncan para el análisis de varianza de peso fresco para el suelo del sector de Chichipon.

REPETICION	TRATAMIENTOS								
	T	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Me	C
I	110	123.6	136.2	152.3	134.2	148	142.3	142.4	143.2
II	120.3	110.3	140.7	132.4	130	144.1	145.3	133.2	120.5
III	133.2	112.3	139.2	149.3	130.3	135	136	140.8	140
TOTAL	363.5	346.2	416.1	434	394.5	427.1	423.6	416.4	403.7
PROMEDIO	121.2	115.4	138.7	144.7	131.5	142.4	141.2	138.8	134.6

- A. Factor de correlación : 486716.667
- B. Suma de cuadrados total : 3501.16296
- C. Suma de cuadrados de tratamiento : 2392.0563
- D. Suma de cuadrados del error experimental : 1109.10667
- E. Coeficiente de variabilidad : 6 %
- F. Promedio : 134.262963

## Anexo: Panel fotográfico



*Imagen 1. Recolección de muestra profundidad 0.30 cm*



*Imagen 2. Recolección muestra para su análisis de suelos*



*Imagen 3. Adquisición de macro y micro nutrientes*



*Imagen 4. Preparación de nutrientes para su aplicación*



*Imagen 5. vista frontal del invernadero*



*Imagen 6. Maceta con macro y micronutrientes*



*Imagen 7. rotulado de los centros poblados en estudio*



*8. Visita del (Asesor estadístico) Ing. Ernesto Arotoma Nuñez en campo 1 mes instalado el experimento*



*Imagen 9. Evaluación de altura de planta 4 meses*



*Imagen 10. Ataque de plagas al cultivo*



*Imagen 11. Visita del (asesor estadístico) Ing. Ernesto Arotoma Nuñez Imagen*



*12. Visita del asesor Ing. Clay Pajuelo Roldan*



Imagen 13. Visita del jurado (presidente) Ing. Juan Barreto



Imagen 14. Visita del jurado (secretario) Ing. Guillermo



Castillo Romero

Imagen 15. Visita del jurado (Vocal) Sandra Soria



Imagen 16. Evaluación de altura de planta.



*Imagen 17. Plantas cosechadas lista para su evaluación*



*Imagen 19. Plantas listas para evaluación peso fresco para su*

*Imagen 18. Cosecha de planta*



*Imagen 21 Plantas ingresando a la estufa  
evaluación de peso seco*

## Resultados del análisis caracterización y físico de 6 suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL  
 "Santiago Antúnez de Mayolo"  
 "Una Nueva Universidad para el Desarrollo"  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN  
 Telefax, 043-426588 - 106  
 HUARAZ – REGIÓN ANCASH



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD

SOLICITANTE : Villafane Ramos Stael - Tesista.

MUESTRA : 01

UBICACIÓN : C.P. San Andrés de Jamanca - Huacaybamba - Huánuco

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
266	68	24	08	Franco arenoso	7.12	2.412	0.121	15	116	0.711

#### RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:

La muestra es de textura franco arenoso, se caracteriza por tener una reacción neutra, medianamente rica en materia orgánica y % de nitrógeno total, rico en fósforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 02 de mayo del 2023.



Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
 DE SUELOS Y AGUAS





**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**"Santiago Antúnez de Mayolo"**  
**"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
 CIUDAD UNIVERSITARIA - SILANCAYAN  
 Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ - REGIÓN ANCASH**



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD

**SOLICITANTE** : Villafane Ramos Stael - Tesista.

**MUESTRA** : 02

**UBICACIÓN** : C.P. Parcobamba - Huacaybamba - Huánuco

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
267	38	30	32	Franco arcilloso	6.89	1.476	0.074	10	108	0.227

**RECOMENDACIONES Y  
OBSERVACIONES ESPECIALES:**

La muestra es de textura franco arcilloso, se caracteriza por tener una reacción neutra, pobre en materia orgánica y % de nitrógeno total, medianamente rico en fósforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 02 de mayo del 2023.



*[Signature]*  
 Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
 DE SUELOS Y AGUAS



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**"Santiago Antúnez de Mayolo"**  
**"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
 Telefon. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD

**SOLICITANTE** : Villafane Ramos Stael - Tesista.

**MUESTRA** : 03

**UBICACIÓN** : C.P. Huayash - Huacaybamba - Huánuco

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
268	65	19	16	Franco arenoso	6.00	2.242	0.112	08	106	0.083

**RECOMENDACIONES Y  
OBSERVACIONES ESPECIALES:**

La muestra es de textura franco arenoso, se caracteriza por tener una reacción ligeramente ácida, medianamente rica en materia orgánica y % de nitrógeno total, medianamente rico en fósforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 02 de mayo del 2023.



Ing. M. Sc. *[Signature]*  
 JEFES DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
 DE SUELOS Y AGUAS



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
 Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD

**SOLICITANTE** : Villafane Ramos Stael - Tesista.

**MUESTRA** : 04

**UBICACIÓN** : C.P. Rondobamba - Huacaybamba - Huánuco

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
269	47	25	28	Franco arcillo arenoso	6.36	1.924	0.096	07	112	0.159

**RECOMENDACIONES Y  
OBSERVACIONES ESPECIALES:**

La muestra es de textura franco arcillo arenoso, se caracteriza por tener una reacción ligeramente ácida, pobre en materia orgánica y % de nitrógeno total, medianamente rico en fósforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 02 de mayo del 2023.



*Guillermo Castillo Romero*  
 Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
 DE SUELOS Y AGUAS



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**"Santiago Antúnez de Mayolo"**  
**"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN**  
 Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ - REGIÓN ANCASH**



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD

**SOLICITANTE** : Villafane Ramos Stael - Tesista.

**MUESTRA** : 05

**UBICACIÓN** : C.P. Chichipon - Huacaybamba - Huánuco

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
270	47	31	22	Franco	6.67	1.948	0.097	14	123	0.271

**RECOMENDACIONES Y  
OBSERVACIONES ESPECIALES:**

La muestra es de textura franco, se caracteriza por tener una reacción ligeramente ácida, pobre en materia orgánica y % de nitrógeno total, rico en fósforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 02 de mayo del 2023.



*(Signature)*  
 Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
 DE SUELOS Y AGUAS



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
 Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD

**SOLICITANTE** : Villafane Ramos Stael - Tesista.

**MUESTRA** : 06

**UBICACIÓN** : C.P. Huaracuy - Huacaybamba - Huánuco

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E d5/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
271	45	31	24	Franco	4.52	2.218	0.109	04	96	0.291

**RECOMENDACIONES Y  
OBSERVACIONES ESPECIALES:**

La muestra es de textura franco, se caracteriza por tener una reacción fuertemente ácida, medianamente rica en materia orgánica y % de nitrógeno total, pobre en fósforo y en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 02 de mayo del 2023.



*[Signature]*  
 Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
 DE SUELOS Y ABASTOS