UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EFECTO RESIDUAL DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA DINÁMICA DE NUTRIENTES DEL SUELO Y EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULANTRO (*Coriandum sativum* L.) EN PUCALLPA UCAYALI

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

ROGER DANTE SANTILLAN BARDALES

Pucallpa, Perú

2023

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

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por **ROGER DANTE SANTILLAN BARDALES,** denominada **"EFECTO RESIDUAL DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA DINÁMICA DE NUTRIENTES DEL SUELO Y EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULANTRO (*Coriandum sativum* L.) EN PUCALLPA UCAYALI"** para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL.**

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

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

Pucallpa, 15 de diciembre del 2023.

.....	.....
Ing. José Antonio López Ucariegüe, M.Sc.	Ing. Glendy Sánchez Sunción, M.Sc.
Presidente	Secretario
.....	.....
Ing. Jessica Madeley Ríos Guzmán, M.Sc.	Ing. José Manuel Ramírez Vásquez, M.Sc.
Miembro	Asesor

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

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ing. José Antonio López Ucariegüe, M.Sc. .....
Presidente

Ing. Glendy Sánchez Sunción, M.Sc. .....
Secretario

Ing. Jessica Madeley Ríos Guzmán, M.Sc. .....
Miembro

Ing. José Manuel Ramírez Vásquez, M.Sc. .....
Asesor

Bach. Roger Dante Santillan Bardales .....
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/0576-2023.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"EFECTO RESIDUAL DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA DINÁMICA DE NUTRIENTES DEL SUELO Y EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULANTRO (CORIANDUM SATIVUM L.) EN PUCALLPA UCAYALI"

Autor(es)	:	SANTILLAN BARDALES, ROGER DANTE
Facultad	:	CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela	:	Agronomía
Asesor(a)	:	Mg. RAMIREZ CHUMBE, CARLOS ALBERTO

Presenta un **porcentaje de similitud de 10%,** verificado en el Sistema Antiplagio URKUND/OURIGINAL,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 27/09/2023

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Roger Dante Santillan Bardales

Autor de la tesis titulada : "Efecto Residual de Abonos Orgánicos en la dinámica de nutrientes del suelo y el comportamiento agronomico del Culantro (Coriandrum Sativum L.) en Pucallpa Ucayali"

Sustentada el año 2023

Asesor(a): MSc. Jose Manuel Ramirez Vasquez

Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional: Agronomía

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

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

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

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

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 15 / 12 / 2023

Email: SantaMarbod@hotmail.com Firma: _____

Teléfono: 938193611 DNI: 45521892.

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi amor a mi amada esposa, Basti Olortegui, y a mi querida hija, Emma Santillán. Gracias por su paciencia, su apoyo incondicional y, sobre todo, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Su comprensión, cariño y amor han sido mi mayor fortaleza para seguir adelante.

A mi madre, que en paz descanse, por sus enseñanzas, sus palabras de aliento y por haberme inculcado la perseverancia. Su ejemplo de vida me dio la fuerza necesaria para no rendirme y luchar siempre por mis ideales. Gracias, mamita, por todo lo que sembraste en mí.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su amor infinito, por ser mi guía en cada paso de este camino, por brindarme fortaleza en los momentos más difíciles y por ser fuente constante de esperanza.

A mi esposa y a mi hija, por ser el motor de mi vida, por su amor, paciencia y por motivarme cada día a superarme y ser mejor que ayer.

A mi madre, Daisy Liz Bardales Angulo (Q.E.P.D.), cuyo amor, sacrificio y enseñanzas sembraron en mí los valores y la perseverancia que hoy me definen. Gracias, mamita, por todo lo que me diste en vida y por seguir acompañándome en espíritu.

A la Universidad Nacional de Ucayali, por ser la institución que me abrió las puertas al conocimiento y me permitió desarrollarme profesional y personalmente.

A mi asesor, por su valiosa orientación, paciencia y compromiso durante todo este proceso. Su guía fue fundamental para la culminación de este trabajo.

A todos los que, de una u otra forma, formaron parte de este camino, gracias por su apoyo, confianza y aliento.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA……. vi

AGRADECIMIENTO…… vii

ÍNDICE GENERAL…… viii

RESUMEN……..…… xi

ABSTRACT……. xii

ÍNDICE DE TABLAS…….. xiii

ÍNDICE DE FIGURAS…… xvi

INTRODUCCIÓN…….. xvii

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA…….. 1

1.1. Descripción y fundamentación del problema…….. 1

1.2. Formulación del problema……. 3

1.2.1. Problema general…… 3

1.2.2. Problemas específicos…… 3

1.3. Objetivo general y objetivos específicos……. 3

1.3.1. Objetivo general…… 3

1.3.2. Objetivos específicos…….. 4

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis…… 4

1.4.1. Hipótesis general……. 4

1.4.2. Hipótesis específicas…….. 4

1.5. Operacionalización de las variables……. 5

1.5.1. Variable independiente…… 5

1.5.2. Variable dependiente…….. 5

1.6. Justificación e importancia…… 6
1.6.1. Justificación…… 6
1.6.2. Importancia…….. 8
1.7. Viabilidad…….. 8
1.8. Limitaciones…… 9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO…… 11
2.1. Antecedentes de la investigación…… 11
2.1.1. Antecedentes internacionales…….. 11
2.1.2. Antecedentes nacionales…….. 13
2.1.3. Antecedentes locales…… 16
2.2. Bases teóricas…… 18
2.2.1. Origen del culantro…… 18
2.2.2. Características botánicas…….. 18
2.2.3. Clima y suelo……... 19
2.2.4. Propagación…… 19
2.2.5. Fertilización…… 20
2.2.6. Riegos y control de malezas…… 20
2.2.7. Plagas y enfermedades…… 20
2.2.8. Cosecha…….. 20
2.3. Definiciones conceptuales…… 21
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA…….. 24
3.1. Tipo de investigación…… 24
3.2. Ubicación del ensayo……..…….. 24
3.3. Duración del ensayo……..… 25
3.4. Variables en estudio…… 25

3.5. Operacionalización de variables…… 26
3.6. Ejecución del ensayo…… 29
3.6.1. Análisis de suelo…… 29
3.6.2. Preparación del terreno…… 30
3.6.3. Aplicación de los abonos…… 30
3.6.4. Instalación del cultivo…… 30
3.6.5. Mantenimiento del cultivo…… 31
3.6.6. Evaluaciones de campo…… 31
3.6.7. Cosecha…… 32
3.6.8. Procesamiento de datos…… 32
3.6.9. Elaboración del informe final…… 33
3.7. Materiales y equipos…… 33
3.8. Población y muestra…… 34
3.9. Diseño experimental…… 34
3.10. Análisis estadístico…… 35
3.11. Dimensiones del experimento…… 36
CAPÍTULO IV. RESULTADOS…… 38
4.1. Contenido de Nitrógeno total del suelo…… 38
4.2. Contenido de Fósforo total del suelo…… 39
4.3. Contenido de Potasio cambiable del suelo…… 41
4.4. Contenido de pH del suelo…… 43
4.5. Contenido de materia orgánica en el suelo…… 44
4.6. Acidez cambiable en el suelo…… 46
4.7. Altura de planta por tratamiento y por siembra…… 48

4.8. Hojas por planta por tratamiento y evaluación por siembra……..…. 52

4.9. Rendimiento de peso fresco……. 55

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS…… 58

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES…… 62

CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES……..…….. 64

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS…… 66

ANEXOS…….. 68

RESUMEN

La investigación fue desarrollada en el Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, con el propósito de medir el efecto residual de la aplicación de tres abonos (gallinaza, humus y guano de isla) a razón de 1 kg m^2 cada uno y un testigo sin aplicación en algunos nutrientes disponibles en el suelo y en algunas variables de crecimiento y rendimiento después de dos siembras consecutivas de culantro regional en el mismo suelo. El ensayo fue evaluado bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones y las unidades experimentales fueron sembradas a chorro continuo en hileras de 2 m de largo y separadas cada 0.50 m. Después de la segunda siembra del cultivo, los resultados indicaron que, la aplicación de los abonos orgánicos tuvo efecto residual en la segunda siembra del culantro regional sólo en algunos cambios en la dinámica de nutrientes en el suelo respecto al incremento significativo del P disponible y del K cambiable, así como en la alta reducción de la acidez cambiable en el suelo. De igual modo, la aplicación de los abonos orgánicos no mostró efecto residual después de la segunda siembra del culantro regional en las variables de crecimiento altura de planta y número de hojas por planta, así como en el peso fresco de la planta.

Palabras clave: Suelo, abonos orgánicos, efecto residual, culantro, crecimiento, rendimiento.

ABSTRACT

The research was developed at the Production Center of the National University of Ucayali, with the purpose of measuring the residual effect of the application of three fertilizers (chicken manure, humus and island guano) at a rate of 1 kg m^2 each and a control without application in some nutrients available in the soil and in some growth and yield variables after two consecutive sowings of regional coriander in the same soil. The trial was evaluated under a completely randomized design with three repetitions and the experimental units were planted with a continuous stream in rows 2 m long and separated every 0.50 m. After the second sowing of the crop, the results indicate that the application of organic fertilizers had a residual effect in the second sowing of regional cilantro only in some changes in the dynamics of nutrients in the soil with respect to the significant increase in available P and K changeable, as well as in the high reduction of changeable acidity in the soil. In the same way, the application of organic fertilizers did not show a residual effect after the second sowing of the regional culantro on the growth variables, plant height and number of leaves per plant, as well as on the fresh weight of the plant.

Keywords: Soil, organic fertilizers, residual effect, coriander, growth, yield.

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Análisis de Varianza – ANOVA…….. 35

Tabla 2. N total del suelo por tratamiento y por evaluación (*)…….. 38

Tabla 3. P disponible del suelo por tratamiento y evaluación (*)…….. 40

Tabla 4. K cambiable del suelo por tratamiento y por evaluación…… 42

Tabla 5. Contenido de pH del suelo por tratamiento y por evaluación…… 43

Tabla 6. Materia orgánica del suelo por tratamiento y por evaluación…… 45

Tabla 7. Acidez cambiable en el suelo por tratamiento y por evaluación…….. 46

Tabla 8. Altura de planta por tratamiento y evaluación en la primera siembra…… 49

Tabla 9. Altura de planta por tratamiento y evaluación en la segunda siembra…… 51

Tabla 10. Hojas por planta por tratamiento y evaluación en la primera siembra…… 52

Tabla 11. Hojas por planta por tratamiento y evaluación en la segunda siembra……. 54

Tabla 12. Rendimiento de peso fresco por parcela por tratamiento y siembra……. 56

En el anexo:

Tabla 13A. ANVA de rendimiento en la primera siembra de culantro.. 73

Tabla 14A. ANVA de longitud de hoja en la primera evaluación…….. 73

Tabla 15A. ANVA de longitud de hoja en la segunda evaluación……. 73

Tabla 16A. ANVA de longitud de hoja en la tercera evaluación……..... 74

Tabla 17A. ANVA de número de hojas por planta en la primera evaluación…… 74

Tabla 18A. ANVA de número de hojas por planta en la segunda evaluación…… 74

Tabla 19A. ANVA de número de hojas por planta en la tercera evaluación…… 75

Tabla 20A. ANVA de número de plantas por parcela en la primera evaluación…… 75

Tabla 21A. ANVA de número de plantas por parcela en la segunda evaluación…… 75

Tabla 22A. ANVA de rendimiento en la segunda siembra de culantro.. 76

Tabla 23A. ANVA de longitud de hoja en la primera evaluación…… 76

Tabla 24A. ANVA de longitud de hoja en la segunda evaluación…….. 76

Tabla 25A. ANVA de longitud de hoja en la tercera evaluación……. 77

Tabla 26A. ANVA de número de hojas por planta en la primera evaluación…… 77

Tabla 27A. ANVA de número de hojas por planta en la segunda evaluación…… 77

Tabla 28A. ANVA de número de hojas por planta en la tercera evaluación…… 78

Tabla 29A. ANVA de número de plantas por parcela en la primera evaluación…… 78

Tabla 30A. ANVA de número de plantas por parcela en la segunda evaluación…… 78

Tabla 31A. ANVA de número de plantas por parcela en la tercera evaluación…… 79

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Imagen satelital de la parcela de investigación……... 24

Figura 2. Croquis experimental…… 37

Figura 3. Contenido de N total del suelo por tratamiento y por evaluación……..…… 39

Figura 4. Contenido de P disponible del suelo por tratamiento y por evaluación……... 41

Figura 5. Contenido de K cambiable del suelo por tratamiento y por evaluación…….. 42

Figura 6. Contenido de pH del suelo por tratamiento y evaluación… 44

Figura 7. Contenido de Materia orgánica del suelo por tratamiento y por evaluación…… 45

Figura 8. Acidez cambiable por tratamiento y por evaluación…… 47

Figura 9. Altura de planta por tratamiento y evaluación en la primera siembra…… 50

Figura 10. Altura de planta por tratamiento y evaluación en la segunda siembra…… 51

Figura 11. Hojas por planta por tratamiento y evaluación en la primera siembra…… 53

Figura 12. Hojas por planta por tratamiento y evaluación en la segunda siembra…… 55

Figura 13. Rendimiento de peso fresco por parcela por tratamiento y por siembra…… 57

INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad de los sistemas agrícolas en regiones tropicales, como Pucallpa (Ucayali), depende en gran medida de una adecuada gestión de los recursos naturales, en particular del suelo. En este contexto, la fertilidad del suelo es uno de los factores determinantes para garantizar una producción agrícola eficiente y sostenible. Sin embargo, el uso intensivo de fertilizantes sintéticos ha generado una serie de impactos negativos sobre la calidad del suelo, afectando su estructura, microbiota y capacidad de retención de nutrientes, lo que ha llevado a una creciente necesidad de adoptar prácticas agrícolas más sostenibles.

Los abonos orgánicos se presentan como una alternativa viable para mejorar y mantener la fertilidad del suelo, debido a su capacidad para incrementar el contenido de materia orgánica, mejorar la estructura edáfica y favorecer la actividad biológica. Además, su efecto residual permite que los beneficios sobre la dinámica de nutrientes del suelo se prolonguen más allá del ciclo de cultivo en el que fueron aplicados. Este efecto residual puede tener un impacto significativo en cultivos sucesivos, tanto en su desarrollo agronómico como en el rendimiento productivo.

El culantro (*Coriandrum sativum* L.) es una hortaliza de amplia aceptación en la dieta local y con creciente demanda en mercados regionales. Su cultivo, sin embargo, presenta ciertas exigencias nutricionales y de manejo que requieren una atención especial, especialmente en suelos que han sido sometidos a prácticas de cultivo intensivo. En este sentido, comprender cómo los abonos orgánicos influyen en el comportamiento agronómico del culantro y

en la dinámica de nutrientes del suelo resulta fundamental para optimizar su producción de manera sostenible.

La presente investigación tiene como objetivo Determinar el efecto residual de la aplicación de abonos orgánicos sobre la dinámica de algunos nutrientes del suelo y el comportamiento agronómico del cultivo de culantro (*Coriandrum sativum* L.) en condiciones edafoclimáticas de Pucallpa, Ucayali. Los resultados de este estudio contribuirán al desarrollo de estrategias de manejo agronómico más sostenibles, orientadas a mejorar la productividad agrícola sin comprometer la salud del suelo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamentación del problema

Las hortalizas a nivel mundial llevan un manejo a base de químicos los cuales terminan contaminando el suelo y los productos que son indiscriminadamente consumidos por el hombre.

En nuestro país se menciona de una agricultura sostenible basada en una producción sustentable, y una de las estrategias para lograr una productividad agrícola sustentable es modificar las técnicas tradicionales, diseñando cultivos alternativos con procedimientos agroecológicos.

La falta de conocimiento del manejo de producción de hortalizas especialmente el culantro, presenta una baja calidad de alimentos, las mismas que son ocasionalmente regadas por medio de las precipitaciones pluviales, no tienen un buen manejo pos cosecha y son producidas sin un manejo adecuado de malezas y fertilizantes. La comunidad consume estas hortalizas debido que los precios son relativamente bajos, ellos no hacen una relación costo beneficio y en la actualidad la población de nuestra región no lleva un consumo adecuado de hortalizas que aporten las cantidades necesarias de nutrientes.

El suelo es el sustento de la producción agrícola, pero en nuestra zona las cualidades de baja fertilidad no le ayudan a potenciar los rendimientos de las hortalizas, especialmente el culantro cuya demanda va creciendo cada día por su uso frecuente en la gastronomía local.

A pesar que la mayoría de hortalizas se cultivan en suelos de restinga baja, los suelos presentan un bajo contenido de materia orgánica, así como de los cationes cambiables en la solución del suelo, lo cual no permite una producción sostenida, que garantice una mejor calidad de vida de nuestros horticultores.

Mejorando la tecnología del uso del suelo mediante prácticas simples como la aplicación de abonos orgánicos, así como establecer si el efecto puede durar en la siguiente campaña debe ser el propósito de la presente investigación.

El culantro es una especie común de amplia distribución en zonas tropicales, el cultivo de esta planta se ha desarrollado de manera productiva en países como Vietnam, Puerto Rico, Costa Rica y México, en algunos de ellos se considera un producto de exportación gracias a sus características organolépticas.

Una alternativa tecnológica que incremente el rendimiento y la calidad agrícola del culantro es el empleo de fuentes de materia orgánica, ya que, por tener un efecto económico y ecológico, constituyen una de las mejores alternativas para mejorar la eficiencia productiva del culantro. Es decir, el productor realiza escasa inversión para el cultivo y permite además conservar la vida en el interior del suelo manteniendo la presencia de los microorganismos vivos, quienes son los responsables directos de mantener la fertilidad del suelo. Por otro lado, la fertilidad del suelo no está relacionada en la cantidad de abono que se aplica, sino en la cantidad de actividad microbiana que persiste en el suelo.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es el efecto residual de la aplicación de abonos orgánicos en la dinámica de algunos nutrientes del suelo y en el comportamiento agronómico del cultivo de culantro (*Coriandrum sativum* L.) en Pucallpa Ucayali?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto residual de la aplicación de tres abonos orgánicos en la disponibilidad de algunos nutrientes del suelo en Pucallpa, Ucayali?
- ¿Cuál es el efecto residual de la aplicación de tres abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de culantro regional en Pucallpa, Ucayali?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el efecto residual de la aplicación de abonos orgánicos sobre la dinámica de algunos nutrientes del suelo y el comportamiento agronómico del cultivo de culantro (*Coriandrum sativum* L.) en condiciones edafoclimáticas de Pucallpa, Ucayali.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto residual de la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos sobre la disponibilidad de algunos nutrientes del suelo en Pucallpa, Ucayali.
- Evaluar el efecto residual de la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de culantro regional en Pucallpa, Ucayali.

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- La aplicación residual de abonos orgánicos mejora significativamente la disponibilidad de nutrientes del suelo y favorece el comportamiento agronómico del cultivo de culantro (*Coriandrum sativum* L.) en Pucallpa, Ucayali.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La aplicación residual de tres tipos de abonos orgánicos incrementa la disponibilidad de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo de Pucallpa, Ucayali.
- La aplicación residual de tres tipos de abonos orgánicos mejora significativamente variables agronómicas del cultivo de culantro, como altura de planta, número de hojas, peso fresco y rendimiento total.

1.5. Operacionalización de las variables

1.5.1. Variable independiente

Las variables independientes del estudio estuvieron representadas por las fuentes y dosis de materia orgánica aplicadas al suelo, en condiciones similares a las empleadas en la producción orgánica de hortalizas. Estas fueron las siguientes:

- **T1 (Testigo):** Sin aplicación de abono orgánico.
- **T2 (Gallinaza):** Aplicación de 1 kg/m² de gallinaza.
- **T3 (Humus de lombriz):** Aplicación de 1 kg/m² de humus.
- **T4 (Guano de isla):** Aplicación de 1 kg/m² de guano de isla.

1.5.2. Variable dependiente

La variable dependiente corresponde a los aspectos agronómicos que permitieron evaluar el efecto residual de los abonos orgánicos sobre el desarrollo del cultivo de culantro (*Coriandrum sativum* L.). Estas variables fueron observadas y medidas en función de los tratamientos aplicados. A continuación, se detallan:

- **Altura de planta (cm):** Se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, como indicador del crecimiento vegetativo influenciado por la disponibilidad de nutrientes.
- **Número de hojas por planta:** Se contó el total de hojas completamente desarrolladas por planta, ya que este parámetro refleja la vitalidad y desarrollo foliar del cultivo.

- **Rendimiento de peso fresco (g/m²):** Se determinó el peso total del follaje fresco cosechado por unidad de área, representando el rendimiento comercial del cultivo.

1.6. Justificación e importancia

1.6.1. Justificación

El presente estudio se justifica desde diversos enfoques que respaldan su relevancia y pertinencia en el ámbito académico, agronómico y social, en respuesta a la necesidad de fortalecer prácticas agrícolas sostenibles en la región Ucayali.

Justificación teórica: Desde el enfoque teórico, esta investigación contribuye al conocimiento científico relacionado con la dinámica de nutrientes en suelos tratados con abonos orgánicos, particularmente en condiciones tropicales como las de Pucallpa. Asimismo, permite ampliar la comprensión sobre el efecto residual de estos insumos en cultivos hortícolas como el culantro (*Coriandrum sativum* L.), un tema poco abordado en la literatura regional. Por consiguiente, este trabajo aporta evidencia útil para futuras investigaciones sobre el manejo orgánico del suelo y su impacto agronómico en cultivos de importancia local.

Justificación práctica: En el ámbito práctico, los resultados obtenidos ofrecen información valiosa para agricultores, técnicos y profesionales del sector agrícola que buscan alternativas sostenibles al uso de fertilizantes químicos. Dado que los abonos orgánicos presentan

beneficios a mediano y largo plazo, su aplicación residual representa una estrategia eficiente para mejorar la fertilidad del suelo y la productividad del cultivo sin incurrir en altos costos. En consecuencia, los hallazgos de esta tesis pueden orientar decisiones agronómicas más racionales y efectivas en sistemas productivos similares.

Justificación social: Desde una perspectiva social, esta investigación promueve el uso de prácticas agrícolas sostenibles que contribuyen al cuidado del ambiente y a la seguridad alimentaria de las comunidades locales. Además, al fomentar el uso de abonos orgánicos, muchos de ellos elaborados con residuos agroindustriales o domésticos, se impulsa la economía circular y se generan oportunidades para pequeños productores. En ese sentido, el estudio tiene un impacto directo en la mejora de la calidad de vida de las familias campesinas y en el desarrollo agrícola de la región Ucayali.

Justificación metodológica: Finalmente, en cuanto a la justificación metodológica, el diseño experimental empleado en esta investigación permitió evaluar de manera objetiva y comparativa el efecto residual de tres tipos de abonos orgánicos tanto en el suelo como en el cultivo. Además, la aplicación de técnicas analíticas adecuadas para la medición de nutrientes y variables agronómicas garantiza la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. Por lo tanto, la metodología utilizada puede servir como modelo para estudios similares en otras zonas agroecológicas del país.

1.6.2. Importancia

La importancia del presente estudio radica en que responde a una problemática actual en la región Ucayali: la necesidad de impulsar sistemas agrícolas sostenibles que optimicen la productividad de los cultivos sin comprometer la salud del suelo ni el equilibrio ambiental. Frente a los impactos negativos generados por el uso intensivo de fertilizantes químicos, esta investigación plantea una alternativa que promueve el aprovechamiento eficiente de los abonos orgánicos, lo que contribuye tanto al fortalecimiento de la economía agrícola como al bienestar de la sociedad y a la preservación del entorno natural.

1.7. Viabilidad

La presente investigación fue viable tanto en el aspecto técnico como en el económico, institucional y logístico, lo cual permitió su desarrollo dentro del marco previsto.

Desde el punto de vista técnico, el estudio fue factible debido a la disponibilidad de los materiales necesarios, tales como los abonos orgánicos (compost, estiércol, humus u otros empleados), semillas de culantro regional, equipos de medición y herramientas de campo. Asimismo, se contó con un área de terreno experimental adecuada en condiciones edafoclimáticas representativas de la región de Pucallpa, lo cual aseguró la validez de los resultados.

En cuanto a la viabilidad económica, los costos asociados al desarrollo del experimento fueron asumidos con recursos propios, siendo

manejables en función del alcance del estudio. El uso de insumos locales y técnicas accesibles también contribuyó a reducir los gastos operativos.

Respecto a la viabilidad institucional, se contó con el respaldo de la Universidad Nacional de Ucayali, que facilitó el acceso a laboratorios, espacios experimentales y asesoramiento académico, así como la orientación metodológica por parte del asesor de tesis.

Finalmente, desde el enfoque logístico y operativo, la programación de las actividades experimentales, el monitoreo del cultivo y la recolección de datos se realizaron sin inconvenientes, gracias a una adecuada planificación, disponibilidad de tiempo y compromiso personal. Todo ello permitió cumplir con los objetivos planteados en los plazos establecidos.

Por estas razones, se concluye que el estudio fue viable en todos sus aspectos y se llevó a cabo de manera satisfactoria.

1.8. Limitaciones

Durante el desarrollo de la presente investigación se presentaron algunas limitaciones que, si bien no afectaron significativamente los resultados obtenidos, sí condicionaron ciertos aspectos del proceso experimental y de análisis. A continuación, se detallan las principales:

Condiciones climáticas variables: Debido a la ubicación geográfica de Pucallpa, caracterizada por un clima tropical húmedo, algunas condiciones meteorológicas como lluvias intensas o variaciones de temperatura afectaron el manejo del experimento, especialmente durante las etapas de siembra y desarrollo del cultivo.

Tiempo limitado de evaluación: El estudio se centró en evaluar el efecto residual de abonos orgánicos en un solo ciclo agrícola, lo cual restringe la posibilidad de analizar el comportamiento a largo plazo de los nutrientes en el suelo y su efecto en cultivos sucesivos.

Acceso a recursos analíticos: Si bien se contó con el apoyo institucional, el acceso a laboratorios con equipos de alta precisión fue limitado, lo que obligó a realizar ciertos análisis en laboratorios externos, generando demoras en el procesamiento de algunos datos.

Variabilidad en la composición de los abonos orgánicos: Los abonos utilizados pueden presentar variaciones en su contenido nutricional dependiendo de su origen y proceso de elaboración, lo que puede influir en los resultados y dificulta su estandarización en otros contextos.

A pesar de estas limitaciones, el estudio logró cumplir con los objetivos planteados y generar información valiosa sobre el uso de abonos orgánicos como estrategia sostenible en la agricultura regional.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

En Cali (Colombia), se llevó a cabo un estudio para evaluar el efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de follaje fresco y el rendimiento y calidad de semillas de culantro. El mayor rendimiento de follaje fresco se obtuvo con el tratamiento con urea (1,8 kg/m^2) y el menor se presentó con gallinaza (1,2 kg/m^2). Esto es debido a la lenta tasa de mineralización que determina la baja disponibilidad de nutrientes de los abonos orgánicos en un cultivo de ciclo muy corto (35-40 días). El tratamiento en el que se utilizó urea como fuente de N presentó los mayores niveles de extracción de elementos nutritivos, destacando el N y K, 81 y 141 kg ha^{-1}, respectivamente y reflejando el mayor rendimiento de biomasa. En cuanto al rendimiento y calidad de las semillas, a pesar de que no se observaron diferencias significativas, el mayor rendimiento de semilla pura se observó con el tratamiento con composta (Infoagro, 2020).

Amores (2015), por su parte, desarrolló una investigación en Ecuador cuyos objetivos fueron evaluar el comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja de culantro (*Coriandrum sativum*) y apio (*Apium graveolens*), así como identificar el mejor abono orgánico para la producción de hortalizas de hoja de culantro y apio y realizar el estudio económico de los tratamientos en estudio. Se aplicó un Diseño

de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, para cada hortaliza y ocho plantas como unidad experimental. Los mayores resultados obtenidos en el culantro fueron con el tratamiento donde se utilizó la combinación de 50% Vermicompost + 50% Jacinto de agua quien logro en las variables: número de ramas a los 30, 45 y 60 días con 7,38; 9,45 y 9,45 cm y peso de planta 44,05 g. con Vermicompost, mientras que las mayores alturas de plantas se encontraron a los 30 y 45 días con 25,88 y 36,40 cm. No se obtuvo beneficio ya que los costos superaron los ingresos.

Por otro lado, Usman *et al;* (2003), estableció un ensayo en Palmira (Colombia), con el objetivo de evaluar el efecto de varias alternativas de fertilización orgánica en el rendimiento y calidad de semillas y en el rendimiento de follaje, bajo un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Se evaluó la dosis recomendada (100 kg N ha^{-1}) aplicando cuatro fuentes (Gallinaza, Bocashi, cuyaza y urea). Las variables evaluadas fueron follaje fresco, materia seca, extracción de nutrientes, rendimiento de semillas, pureza y germinación. Aunque el análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre tratamientos, la extracción de N varió entre 46 y 81 kg ha^{-1} y la de K, entre 90 y 141 kg ha^{-1}; la concentración de K en el tejido fue alta (promedio de 5,5%). El rendimiento de follaje fresco varió entre 1.2 y 1.8 kg/m^2, y la aplicación de urea fue el mejor tratamiento. El rendimiento de semillas varió entre 1.433 y 2.266 kg ha^{-1} de semilla pura.

Del mismo modo, Fuentes (2014), desarrolló un trabajo en

Babahoyo (Ecuador), cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico del culantro, variedad Long Standing, en varias densidades de siembra, utilizando tres tipos de bioles de residuos ganaderos y su efecto sobre el rendimiento, con 16 tratamientos en parcelas de 4 m^2, que se distribuyeron en un DBCA en arreglo factorial. Obtenidos los resultados, el mayor rendimiento en peso se obtuvo con la aplicación de mezcla de bioles, Biol de pastoreo + Biol de lecheras + Biol de menudencias (3244.5 kg/ha). El menor promedio se presentó con la aportación de Biol de lecheras + Biol de menudencias (1111 kg/ha) y Biol de lecheras (1122.1 kg/ha).

Quispe (2010), realizó un trabajo de investigación en la zona de Chinchaya (Bolivia), para determinar el efecto residual de la aplicación de abonos orgánicos e inorgánicos en la eficiencia de riego y el consumo de agua en el cultivo de papa, bajo un diseño de bloques completos al azar, con siete tratamientos y tres repeticiones y concluye que, la influencia del efecto residual se vio en el rendimiento comparado de la campaña anterior, disminuyendo en el tratamiento con fuentes inorgánicas, por lo que se debería efectuar estudios de tasas de mineralización tanto para el suelo como para los cultivos, así mismo aplicar el estudios en cultivos de rotación y ver la influencia residual, así como el uso de tecnologías para el cálculo de la eficiencia del uso de agua.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Torres (2022), desarrolló un ensayo en Arequipa con los residuos

sólidos domésticos, pesando la basura en todo el hogar y luego se comparó con el peso de compost producido en una compostera, se analizaron las propiedades físico- químicas de la tierra del jardín y del compost para poder compararlas y finalmente se vio el rendimiento de la germinación de *Coriandrum sativum*, haciendo 5 tratamientos (diferentes sustratos) con 6 repeticiones, concluyendo que para la germinación de culantro se necesita que el sustrato tenga un equilibrio de nutrientes, mezclando tierra del jardín y compost, de igual forma, en el tratamiento C, en el cual el sustrato es mitad tierra del jardín y mitad compost han germinado más rápido las semillas de culantro, en 16 días, debido a un equilibrio de nutrientes (tanto del suelo como del compost), en cambio en el tratamiento A, que el sustrato es solo el compost ha germinado más lento, debido a que el compost tiene mucho N para poder germinar rápidamente y, en el crecimiento del cultivo de culantro no hubo diferencias significativas, tanto en las variables de altura de planta, diámetro, longitud del peciolo y longitud laminar.

Por su parte, Merino y Yahuara (2020), desarrollaron un ensayo en Chiclayo (Lambayeque), con el propósito de determinar el efecto de la biofertilización a través del “Bocashi” en la mejora de la producción de culantro (*Coriandrium sativum*) y rabanito (*Raphanus sativus*). La metodología se basó en un DCA el cual fue distribuido con Bocashi 25% + suelo 75% (T-01), Bocashi 50% + suelo 50% (T-02), Bocashi 0% + suelo agrícola 100% (T-03), previo un análisis de macro y micronutrientes del Bocashi a utilizar. Los resultados que se obtuvieron en el cultivo de rabanito, permiten describir que, la adición del Bocashi

al 50% genera un incremento de 952.49 g en el peso del bulbo por metro cuadrado de cultivo; en el caso del cultivo de culantro, la adición de la proporción de 25% de Bocashi genera un incremento de 5.8 cm a la longitud aérea de la planta.

Sangama (2018), efectuó un ensayo en Lamas (San Martin), con el propósito de evaluar el efecto de la solarización y biofumigación con aplicación de abono verde para el control de la enfermedad chupadera y marchitez causado por el hongo *Fusarium sp*. en culantro y al mismo tiempo evaluar en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo y microorganismos del suelo antes y después del tratamiento. Se experimentó bajo el diseño de Bloques completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos: T1: incorporación de *Eritrina* sp., T2: incorporación de *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth, T3: incorporación de malezas: (*Portulaca oleracea* L., *Brachiaria extensa* Chase, *Paspalum fasciculatum* Willd, Cynodon dactylon L. etc.), T4: sin incorporación de abono verde (testigo) y 03 repeticiones. La solarización y biofumigación con *Pueraria phseoloides* (Roxb) Benth, *Eritrina sp*. y malezas (*Portulaca oleracea* L., *Brachiaria extensa* Chase, *Paspalum fasciculatum* Willd, *Cynodon dactylon* L.) mejoraron la emergencia, altura de planta y el rendimiento obteniendo entre 18,760 a 21,420 kg ha^{-1} de culantro para consumo en fresco y redujeron la población de nemátodos, bacterias y hongos fitoparásitos en el suelo agrícola.

2.1.3. Antecedentes locales

Pereyra (2023), realizó un ensayo en Pucallpa, con el objetivo de determinar cuál de las dosis de abonamiento producirá mayor rendimiento de culantro El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro (4) tratamientos y cuatro (4) repeticiones. Los tratamientos fueron: sistema de abonamiento T1 (suelo Inceptisol), T2 (suelo Inceptisol + tierra aluvial), T3 (Suelo Inceptisol + tierra aluvial + rastrojo de palma), y T4 (suelo Inceptisol + tierra aluvial + cascarilla de arroz). Los resultados determinaron que no existe diferencia significativa entre los distintos tratamientos, altura de planta (cm) con una probabilidad de 0.0285; número de hojas con una probabilidad de 0.9974; peso de la planta (g) con una probabilidad de 0.1456; siendo el mejor tratamiento el T3 (suelo Inceptisol + tierra aluvial + rastrojo de palma).

Ríos (1998), por su parte, ejecutó una investigación en el IIAP Pucallpa, con el objetivo de determinar la mejor dosis de humus de lombricultura (HL), en el rendimiento productivo y crecimiento de tres hortalizas de hojas en un suelo degradado. Los tratamientos fueron: dosis de HL 0,3 y 6,0 kg/m^2 en culantro; HL 0,5 y 1,0 kg/planta en lechuga; HL 0,5 y 1,0 kg/planta en col china. Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones en parcelas de 5 m^2. Se evaluó altura y rendimiento de hoja fresca (por m^2 y por planta a la cosecha). Los resultados indicaron que en el culantro la mayor altura de planta a la cosecha fue de 20,0 cm con dosis de 6,0 kg de HL/m^2 y el mayor rendimiento (kg de hoja fresca/m^2) se logró con la misma dosis,

donde se obtuvo 2 105 g/m^2; en lechuga y col china, la mayor altura de planta se logró con las dosis de 0,5 y 1,0 kg/planta de HL, presentando 21,60 y 23,53 cm; respectivamente y en la segunda especie con las mismas dosis la altura fue de 44,69 y 45,84 cm; respectivamente. El mayor rendimiento en lechuga se logró con 1,0 kg de HL/planta, obteniendo 342 g/planta y en col china, con 1,0 kg de HL, el peso fue de 813 g/planta. Se concluyó que el crecimiento, así como el rendimiento productivo de las tres especies hortícolas en suelo degradado, aumentaron significativamente con la aplicación de Humus de Lombricultura; por lo cual se considera que técnicamente es factible producir hortalizas en este tipo de suelo (degradado) en la zona de Pucallpa.

Finalmente, una investigación desarrollada por Panduro (1997), en Pucallpa, tuvo por objetivo, determinar el efecto del biol en el rendimiento del rabanito, culantro y vainita en un ultisol de textura franco-areno-limosa y pH de 5,8 ligeramente ácido. Se utilizó el diseño de BCA, con 12 tratamientos y 3 repeticiones. Los resultados obtenidos fueron: los efectos por aplicación de biol en el rabanito, culantro y vainita fueron superiores a los tratamientos sin biol. La dosis que presentó mayor rendimiento fue la D1 con 99,4 t ha^{-1}, que la D2, D0 y D3, respectivamente. Los rendimientos por dosis de biol, en el rabanito destacó la D1 con 76 t ha^{-1}, en el culantro la D2 con 13,5 t ha^{-1} y, en la vainita la D3 con 10,8 t ha^{-1}. Las recomendaciones al productor es fertilizar con biol a cultivos hortícolas de corto y largo período vegetativo porque incrementan la producción en un 41,6%. También, aplicar dosis

bajas de 500 y 1000 partes de biol en el rabanito y culantro y, dosis altas en vainita, porque aprovechan mejor las fertilizaciones orgánicas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen del culantro

Según Sangama (2018), el culantro tiene su origen en el norte de África y en el sur de Europa y los romanos lo introdujeron en Gran Bretaña y fue ampliamente utilizado en la cocina inglesa hasta el Renacimiento, cuando aparecieron las nuevas especias exóticas. En Europa se utilizaba también en la producción de cerveza.

Las partes utilizables de la planta son los frutos, las hojas y las raíces, si bien estas últimas sólo en Tailandia. Las frutas y las hojas poseen un sabor totalmente diferente. El secado destruye la mayor parte de la fragancia de las hojas, aunque existen referencias de la utilización de las mismas (Sangama, 2018).

2.2.2. Características botánicas

Es una planta herbácea, con raíces delgadas y muy ramificadas, con tallos cilíndricos y con hojas inferiores pecioladas con segmentos ovales, mientras que las hojas superiores son bi o tri-pennadas con segmentos agudos. Sus flores son pequeñas de color blanco o rosadas, dispuestas en umbelas, mientras que, los frutos son diaquenios globosos de color amarillo-marrón y presenta dos semillas, una por cada aquenio (Sangama, 2018).

2.2.3. Clima y suelo

El culantro requiere un clima templado, y aunque puede tolerar un clima templado-cálido, en éste experimenta una notable disminución del rendimiento. La concentración de aceite esencial en los frutos disminuye a temperaturas superiores a 21 °C, siendo la temperatura óptima para la hinchazón del grano entre 15-18 ºC. Es poco exigente en suelos, pudiendo crecer en los francos, silíceo-arcillosos, algo calcáreo, ligero, fresco, permeable, profundo e incluso en los ligeramente ácidos, prefiriendo los calizos. Normalmente crece en regiones áridas, aunque se cultiva bien bajo riego. Crece hasta una altitud de 1.200 m (Infoagro, 2020).

2.2.4. Propagación

La siembra se realiza por semilla, en siembra directa sobre el terreno preparado. El peso promedio de 1000 semillas es de 9,0 g y el poder germinativo supera el 90% (Infoagro, 2020).

Para la siembra de la semilla, se debe colocar la semilla en los agujeros en la tierra de poca profundidad y se cubre de tierra y se riega todo el semillero. Las plántulas emergen a los 15 días más o menos. Luego, a las dos semanas aparecen las primeras hojas pecioladas propias de la especie. Es recomendable no exponer las plántulas por mucho tiempo al sol durante las primeras semanas de vida, aunque a partir de las 6 hojas, una mayor radiación solar puede favorecer su crecimiento (Infoagro, 2020).

2.2.5. Fertilización

Durante la preparación del terreno definitivo, se debe aplicar diferentes fuentes de materia orgánica y para el caso de fertilización química, depende de la fertilidad del suelo, aunque se puede recomendar una aplicación de 60 a 80 kg de N, aplicada en dos momentos, 80 a 100 kg de P en una sola aplicación y de 100 a 120 kg de K (Sangama, 2018).

2.2.6. Riegos y control de malezas

Durante la época seca, es recomendable aplicar el riego y para la labor de control de malezas, de puede aplicar herbicidas como Linurón o Prometrina, cuando se trate de cultivos con áreas considerables, después de la siembra y con humedad en el suelo (Infoagro, 2020).

2.2.7. Plagas y enfermedades

La enfermedad más importante es la mancha bacteriana, producida por *Pseudomonas syringa,* cuyo patógeno se ubica en la semilla, y produce manchas en la hoja de color negro o café. (Sangama, 2018)

2.2.8. Cosecha

Esta labor se realiza entre los 40 a 60 días después de la siembra y a los 4 meses para la producción de semilla y, en este caso es

recomendable que la colecta de las inflorescencias se realice antes de la maduración de los frutos (Sangama, 2018).

La cosecha de hojas frecuentemente se efectúa antes de la aparición del tallo, y si se cosechan las hojas más viejas, la planta continuará produciendo nuevas hojas hasta que produzca flores (Sangama, 2018).

2.3. Definiciones conceptuales

Para una mejor comprensión de los conceptos clave involucrados en esta investigación, a continuación se definen los términos más relevantes relacionados con las variables de estudio y el enfoque técnico del trabajo.

- **Abonos orgánicos:** Son materiales de origen vegetal, animal o mixto que, al descomponerse, liberan nutrientes esenciales para las plantas y mejoran la estructura, actividad biológica y capacidad de retención de agua del suelo. En esta investigación se consideraron tres tipos: gallinaza, humus de lombriz y guano de isla.

- **Efecto residual:** Se refiere a la influencia prolongada de un insumo aplicado previamente al suelo, cuyos efectos continúan manifestándose en ciclos de cultivo posteriores sin necesidad de una nueva aplicación. En este estudio, el efecto residual de los abonos orgánicos fue evaluado en un segundo cultivo de culantro, posterior al cultivo inicial.

- **Dinámica de nutrientes del suelo:** Es el conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que determinan la disponibilidad, movilidad y transformación de los nutrientes en el suelo. Esta dinámica está influenciada por factores como el tipo de abono, la textura del suelo y la actividad microbiana. Se evaluaron principalmente los nutrientes nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

- **Culantro (*Coriandrum sativum* L.):** Es una hortaliza herbácea de ciclo corto, ampliamente cultivada por sus hojas aromáticas y uso culinario. Pertenece a la familia Apiaceae y se adapta bien a condiciones tropicales como las de Pucallpa. Su desarrollo agronómico depende directamente de la fertilidad del suelo y el manejo nutricional.

- **Altura de planta:** Es la medida desde la base del tallo hasta el ápice de la planta. Se considera un indicador del crecimiento vegetativo y de la eficiencia con que la planta aprovecha los nutrientes disponibles en el suelo.

- **Número de hojas por planta:** Es una variable morfológica que indica el desarrollo foliar del cultivo. Un mayor número de hojas refleja un crecimiento sano y una mayor capacidad fotosintética, lo cual influye en el rendimiento final.

- **Rendimiento de peso fresco:** *Corresponde al peso total del follaje* cosechado por unidad de área (g/m²). Es una de las variables más importantes en la evaluación agronómica, ya que representa el

producto comercial obtenido y refleja la eficiencia del manejo nutricional del cultivo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

La metodología de investigación fue cuantitativa, observacional y experimental, ya que nos formulamos hipótesis y las probamos recogiendo información de campo mediante métodos ya establecidos.

3.2. Ubicación del ensayo

El trabajo se desarrolló en el Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en la carretera Federico Basadre Km 6.200, distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, con las siguientes coordenadas:

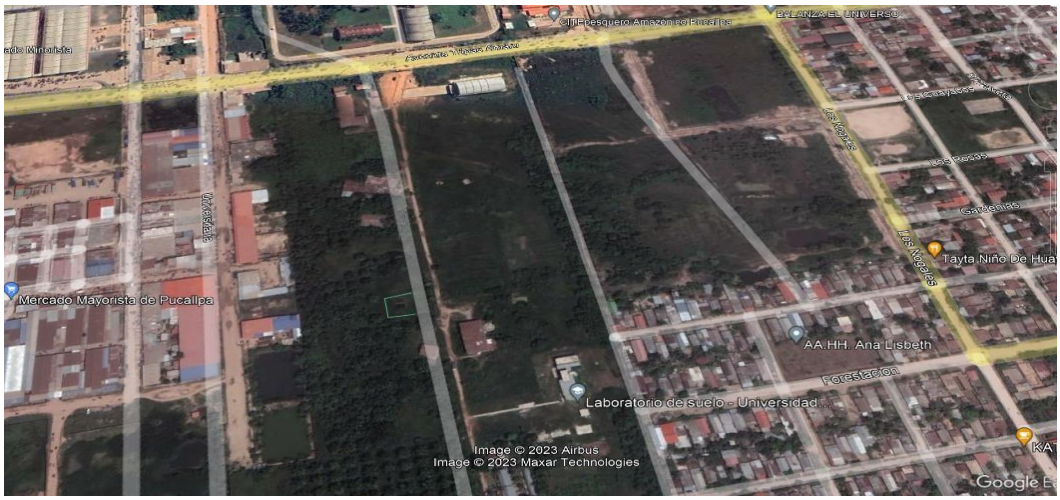
Longitud : 74º34”30.421”

Latitud : 8º24”17.378”

Altitud : 157 msnm.

Figura 1

Imagen satelital de la parcela de investigación



3.3. Duración del ensayo

La ejecución del ensayo tuvo una duración total de ocho meses, iniciándose en septiembre de 2022 y culminando en abril de 2023.

3.4. Variables en estudio

Las variables independientes fueron las fuentes y dosis de materia orgánica que usualmente se aplican en una producción orgánica de hortalizas:

- T1 = Testigo sin abono
- T2 = 1 kg de gallinaza m^2
- T3 = 1 kg de humus m^2
- T4 = 1 kg de guano de isla m^2

La dosis por cada fuente orgánica fue supeditada a los resultados previos del análisis de suelo que se hizo antes de la ejecución del ensayo y tomando en cuenta los requerimientos nutricionales de la especie.

En este caso, conforme se observa en el Anexo 1, los resultados del análisis de suelo previo al ensayo fueron pH fuertemente ácido (5.1), 1.10% de materia orgánica, considerado de nivel bajo, al igual que los contenidos bajos de N total (0.06%), P disponible (6.7 mg kg^{-1}), K cambiable (0.09 meq 100 g $suelo^{-1}$) y Al + H (0.10 meq 100 g $suelo^{-1}$).

De manera similar, el contenido nutricional de los abonos orgánicos, se muestra en el Anexo 2. Por otro lado, las variables dependientes evaluadas en las dos siembras de culantro y con la

finalidad de determinar su efecto residual, en función a la aplicación de las diferentes fuentes orgánicas fueron, por un lado, la evaluación de la dinámica de algunos nutrientes en el suelo como N total, P disponible, K cambiable, así como pH, materia orgánica y acidez cambiable, mientras que los indicadores del comportamiento agronómico en las dos siembras efectuadas fueron altura de planta, numero de hojas por planta y rendimiento de peso fresco por parcela.

3.5. Operacionalización de las variables

Los diferentes abonos orgánicos considerados en el ensayo (variables independientes), se aplicaron por una sola vez en la primera campaña de siembra del cultivo, en forma manual, en dos momentos, la primera fracción, durante la preparación del terreno incorporando la mitad de la dosis directamente al suelo en los primeros 10 cm de profundidad, 30 días previo a la primera siembra y la segunda fracción del abono orgánico se aplicó en los siguientes 20 a 30 días después de la siembra, directamente al suelo en forma localizada, en bandas a lo largo del surco, e incorporándolos inmediatamente con ayuda de una pala o azadón.

La segunda siembra de culantro regional se efectuó inmediatamente después de la cosecha de la primera siembra, previa preparación del terreno, solo se sembró el cultivo, sin la aplicación de los abonos orgánicos, para evaluar el efecto residual de los abonos probados.

En el caso de la dinámica de algunos nutrientes en el suelo, se evaluó indicadores fisicoquímicos por cada tratamiento, como pH, materia orgánica, Nitrógeno total, Fósforo disponible, Potasio cambiable y Al + H cambiable. Esta labor se efectuó en tres momentos, la primera previo a la instalación del ensayo. La segunda evaluación se desarrolló al finalizar la cosecha de la primera campaña y la tercera al término de la cosecha de la segunda campaña.

Para el efecto, la colecta de muestras de suelo se hizo usando el método del zigzag, extrayendo cinco muestras simples de 100 g de suelo de los primeros 20 cm de profundidad, con ayuda de un barreno, las cuales se mezclaron para formar una muestra compuesta de 500 g de suelo. Esta muestra seca, molida y tamizada, se llevó al Laboratorio de Suelos del INIA Pucallpa, para realizar el análisis de fertilidad por cada muestra de suelo utilizando los siguientes métodos:

La textura del suelo fue medida por el método del hidrómetro de Bouyoucos.

El pH del suelo fue medido aplicando la metodología EPA 9045 D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.

La materia orgánica del suelo fue medida según la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (SEMARNAT, 2002, ítem 7.1.7, AS-07). Contenido de materia orgánica por el método de Walkley y Black.

El N total fue medido según la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT- 2000. Segunda Sección (SEMARNAT, 2002, ítem 7.1.7, AS-07). Contenido de nitrógeno total por el método de digestión.

El P disponible fue medido según la Norma Oficial Mexicana NOM-021- RECNAT-2000. Segunda Sección (SEMARNAT, 2002, ítem 7.1.10, AS-10). Determinación de fósforo.

El K disponible fue medido según la Norma Oficial Mexicana NOM-021- RECNAT-2000. Segunda Sección (SEMARNAT, 2002, ítem 7.1.10, AS-10). Determinación de potasio disponible con acetato de amonio 1N.

La acidez cambiable fue medida según la Norma Oficial Mexicana NOM- 021-RECNAT-2000. Segunda Sección (SEMARNAT, 2002, ítem 7.3.29 AS-09). Determinación de la acidez y el aluminio intercambiable por el procedimiento de cloruro de potasio.

En el caso de las variables dependientes del comportamiento agronómico del culantro, las evaluaciones de crecimiento se hicieron en tres oportunidades en cada una de las dos siembras efectuadas, a los 8, 16 y 32 días después de la siembra, mientras que la evaluación de rendimiento de peso fresco se hizo a la maduración de las plantas.

- **Altura de planta:** La evaluación de la altura de planta se realizó en tres oportunidades, a los 8, 16 y 32 días después de cada siembra, seleccionando 10 plantas centrales de cada unidad experimental y con ayuda de una regla graduada, se procedió a medir la altura de planta en forma separada por cada planta y el registro se anotó en la libreta de campo.

- **Número de hojas por planta:** La evaluación del número de hojas por planta se realizó en tres oportunidades, a los 8, 16 y 32

días después de cada siembra, seleccionando 10 plantas centrales de cada unidad experimental, contando por separado el número de hojas por cada planta y el registro se anotó en la libreta de campo.

- **Rendimiento de peso fresco:** La evaluación de rendimiento de peso fresco se hizo cosechando por cada siembra, toda el área de la unidad experimental, luego se procedió a pesar por separado, con ayuda de una balanza analítica en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, anotando el registro en la libreta de campo.

3.6. Ejecución del ensayo

3.6.1. Análisis de suelo

Previo a la ejecución del ensayo, se extrajo una muestra de suelo compuesta del área experimental a 30 cm de profundidad y de 500 g de peso, con el propósito de establecer el nivel inicial de fertilidad de dicho suelo y tomando en cuenta los resultados del análisis y el requerimiento del cultivo, se determinó la dosis de cada fuente orgánica a probar en el ensayo.

Los resultados del análisis de suelo, antes de iniciar el ensayo determinaron un pH de 5.1 (fuertemente acido), bajo contenido de materia orgánica (1.1%) y n total (0.06%), así como escaso nivel de P disponible (6.7 ppm) y K disponible (36.0 ppm), mientras que el nivel de Al + H también fue bajo (0.10 meq/100 g de suelo).

3.6.2. Preparación del terreno

Esta labor se realizó el 07 de noviembre del 2022, en el cual, el terreno se preparó y niveló en forma manual, con ayuda de herramientas como pala, rastrillo y azadón, tratando de dejar completamente mullido el campo experimental. Luego se construyeron las camas elevadas según el diseño de cada unidad experimental.

3.6.3. Aplicación de los abonos

Esta labor se efectuó inmediatamente después de la preparación del terreno, en base al croquis experimental y en función de la dosis que se determinó por cada fuente orgánica, excepto en la parcela testigo, de acuerdo a cada tratamiento y en cada repetición.

3.6.4. Instalación del cultivo

La primera siembra del culantro regional se hizo el día 22 de noviembre del 2022, a los 15 días después de la aplicación de los diferentes abonos, en forma directa usando semilla húmeda, a chorro continuo en surcos o hileras distanciados a 0.25 m cada uno. A los 7 después de la siembra se efectuó un realce en las zonas donde no se produjo la germinación de las semillas.

La segunda siembra se realizó el día 08 de febrero del 2023, una semana después de la preparación del terreno, con el propósito de evaluar el efecto residual de los abonos orgánicos en la dinámica de algunos nutrientes del suelo y en el comportamiento agronómico del

culantro.

Se procedió a efectuar una segunda siembra, para lo cual, una vez terminada la cosecha de la primera siembra, se volvió a preparar y nivelar el terreno, así como alinear las diferentes unidades experimentales, de acuerdo al mismo croquis experimental de la primera siembra. La fecha de preparación del terreno fue el día 28 de enero del 2023.

3.6.5. Mantenimiento del cultivo

Para esta labor de realizaron hasta tres controles manuales de malezas en ambas siembras, así como también se efectuaron los riegos periódicos, con ayuda de una regadera, hasta dejar el suelo en capacidad de campo. No se presentaron plagas y enfermedades durante el ciclo vegetativo del cultivo a nivel endémico, por lo cual no se aplicaron insecticidas o fungicidas.

3.6.6. Evaluaciones de campo

Esta labor se realizó al momento de la maduración de las plantas de culantro en cada una de las dos siembras, tomando en cuenta las variables dependientes como altura de planta, numero de hojas, longitud de hoja y rendimiento de peso fresco.

La evaluación biométrica del cultivo en su primera siembra se realizó en tres oportunidades, la primera, el día 29 de noviembre del 2022, a los 8 días después de la siembra, la segunda fue a los 16 días

después de la primera siembra y la tercera se llevó a cabo a los 32 días después de la siembra.

La evaluación biométrica del cultivo de culantro en su segunda siembra se produjo en tres momentos, la primera se hizo el día 04 de febrero del 2023, a los 8 días después de la segunda siembra, la segunda evaluación, a los 16 días después de la siembra y la tercera evaluación, a los 32 días después de la siembra.

3.6.7. Cosecha

La labor de cosecha de la primera siembra se efectuó el día 01 de enero del 2023, es decir, a los 52 días después de la siembra, mientras que la segunda cosecha se realizó el día 18 de marzo del 2023, a los 48 días después de la segunda siembra del culantro regional. Esta actividad en cada siembra se llevó a cabo, primero humedeciendo el campo y luego, se extrajo manualmente las plantas del suelo y con mucho cuidado en cada unidad experimental.

3.6.8. Procesamiento de datos

Una vez obtenidos los datos de cada variable dependiente en las dos siembras, se procedió a su procesamiento estadístico utilizando el programa SAS versión 8.0, de acuerdo con cada variable evaluada. Posteriormente, los resultados fueron interpretados y organizados en tablas y figuras que muestran el efecto de la aplicación de las diferentes fuentes orgánicas sobre las variables estudiadas.

3.6.9. Elaboración del informe final

Una vez procesados y analizados los datos obtenidos durante la investigación, se procedió a la redacción del informe final de tesis, el cual fue estructurado conforme a las normas académicas vigentes y presentado para su respectiva sustentación ante el Jurado de tesis.

3.7. Materiales y equipos

Para la ejecución de la presente investigación se utilizaron los siguientes insumos, materiales y equipos, necesarios para la instalación, manejo y evaluación del experimento:

Insumos agrícolas:

- Semillas de culantro (variedad regional)
- Gallinaza
- Humus de lombriz
- Guano de isla

Materiales de campo:

- Soga de nylon
- Rafia
- Wincha
- Machetes
- Rastrillo
- Pala recta
- Costales

Instrumentos y equipos:

- Balanza
- Libreta de campo
- Útiles de escritorio
- Cámara fotográfica
- Laptop
- GPS

3.8. Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por un total de 2,560 plantas de culantro regional en cada una de las dos campañas de siembra. La muestra representó el 6.52 % de dicha población, equivalente a 160 plantas netas, distribuidas a razón de 10 plantas por unidad experimental. Estas plantas fueron seleccionadas para realizar las evaluaciones correspondientes a las variables dependientes en ambas siembras.

3.9. Diseño experimental

Para el desarrollo del presente estudio se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA)**,** con el objetivo de evaluar el efecto residual de distintos abonos orgánicos sobre la dinámica de nutrientes del suelo y el comportamiento agronómico del cultivo de culantro (*Coriandrum sativum* L.) en condiciones de Pucallpa.

El experimento estuvo conformado por cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, sumando un total de 16 unidades experimentales**.**

El modelo matemático utilizado fue el siguiente:

$$Yij = U + Ti + Eij$$

Donde:

Yij = Variable respuesta en el i-ésimo tratamiento.

U = Media general.

Ti = Efecto del i-esimo tratamiento.

Eij = Error aleatorio.

3.10. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos obtenidos, se utilizó un Análisis de Varianza (ANOVA)**,** con el fin de determinar si existieron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. El modelo estadístico se aplicó de acuerdo con el Diseño Completamente al Azar (DCA)**.** Los grados de libertad empleados en el análisis fueron los siguientes:

Tabla 1

Análisis de Varianza - ANOVA

Fuente de variabilidad	**Grados de libertad**
Tratamientos (t-1)	4 - 1 = 3
Error (t) (r-1)	(4) (3-1) = 8
Total (r.t-1)	(4) (4) – 1 = 15

Para la comparación de medias, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan con un nivel de significancia del 5% ($p < 0.05$)**,** con el propósito de identificar diferencias significativas entre tratamientos y establecer cuál o cuáles generaron mejores resultados en las variables evaluadas.

3.11. Dimensiones del experimento

Campo experimental

Largo neto : 20 m

Ancho neto : 8 m

Área total neta : 160 m^2

Nº de tratamientos : 4

Nº de repeticiones : 4 Repeticiones

Largo : 5 m

Ancho : 8 m

Calle : 1 m

Área total : 40 m^2

Unidad experimental

Nº Total de UE : 16

Nº UE/bloque : 4

Largo : 5 m

Ancho : 2 m

Área total : 10 m^2

Densidad de siembra : 0.10 m entre plantas x 0.25 m entre hileras

Número de plantas por hilera : 20 plantas

Número de hileras por UE : 8 hileras

Número de plantas por UE : 160 plantas

Número de plantas netas por UE: 10 plantas.

Figura 2

Croquis experimental

Repetición	Tratamientos			
I	T1	T4	T2	T3
II	T4	T3	T1	T2
III	T2	T1	T3	T4
IV	T3	T2	T4	T1

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Contenido de Nitrógeno total del suelo

El contenido de N total del suelo inicial fue de 0.06%, considerado bajo, según Bazán (2019), y luego fue evaluado al término de las dos siembras de culantro regional y, conforme se aprecia en la Tabla 2 y Figura 3, los valores de N total del tratamiento testigo (sin abono), no mostraron diferencias significativas en las dos evaluaciones, con promedios sucesivos de 0.09 y 0.08%, Similares comportamientos tuvieron los tratamientos probados con abonos, cuyos rangos menores fueron obtenidos cuando se aplicó humus, obteniendo 0.07 y 0.07% de N, en las dos evaluaciones. Esto nos indica probablemente que, al haberse mantenido los valores de N en las dos siembras, los abonos probados mantuvieron un efecto residual respecto al N en el suelo, el cual no sufrió mayores modificaciones en su contenido.

Tabla 2

N total del suelo por tratamiento y por evaluación (*)

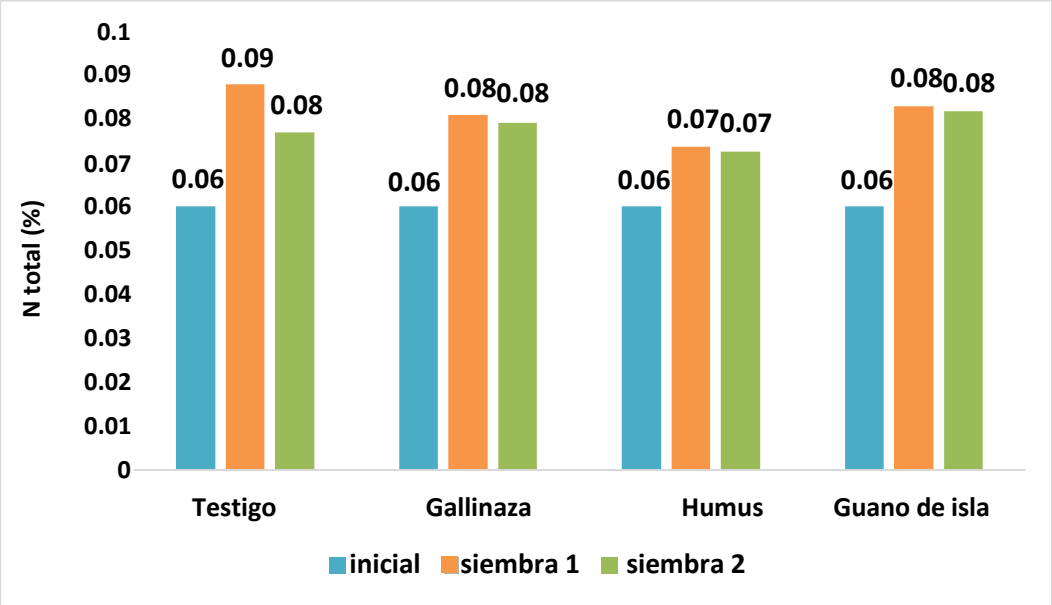
Tratamientos	Evaluación inicial (%)	Evaluación en la primera siembra (%)	Evaluación en la segunda siembra (%)
T1 = Testigo sin abono	0.06 a	0.09 a	0.08 a
T2 = 1 kg de gallinaza m^2	0.06 a	0.08 a	0.08 a
T3 = 1 kg de humus m^2	0.06 a	0.07 a	0.07 a
T4 = 1 kg de guano de isla m^2	0.06 a	0.08 a	0.08 a

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

Sin embargo, podemos tomar en cuenta que, las plantas de culantro absorbieron el N proveniente de la humificación de las fuentes orgánicas, para convertirlo en formas más imples como nitritos y nitratos que son requeridos por las plantas para completar su crecimiento, conforme lo sostiene Cepeda (2009).

Figura 3

Contenido de N total del suelo por tratamiento y por evaluación



4.2. Contenido de Fósforo total del suelo

Antes de la aplicación de las diferentes fuentes orgánicas, el contenido de P del suelo fue de 6.7 mg kg^{-1}, sin embargo, en las posteriores evaluaciones, el incremento de P disponible fue altamente significativo, así, en la evaluación realizada al término de la primera siembra de culantro regional, subió a 55.9, 55.8 y a 36.9 mg kg^{-1}, cuando se aplicó los niveles de Humus, Gallinaza y Guano de isla, respectivamente, mientras que el Testigo sin aplicación registró el menor valor con 14.6 mg kg^{-1}. (Tabla 3 y Figura 4).

Al finalizar la segunda siembra de culantro regional, los promedios de P disponible mantuvieron su nivel, especialmente, cuando se aplicó los niveles de Gallinaza, Guano de isla y Humus, logrando sucesivamente, 56.2, 52.3 y 47.7 mg kg^{-1}, superiores estadísticamente al tratamiento sin aplicar, quien registró 33.1 mg kg^{-1}.

Tabla 3

P disponible del suelo por tratamiento y evaluación (*)

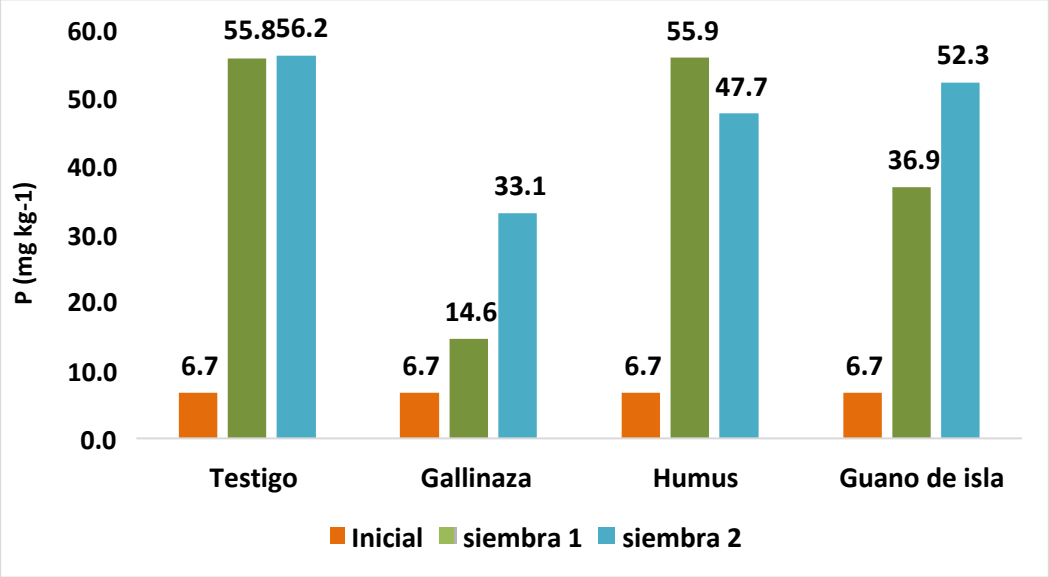
Tratamientos	Evaluación inicial (mg kg^{-1})	Evaluación en la primera siembra (mg kg^{-1})	Evaluación en la segunda siembra (mg kg^{-1})
T1 = Testigo sin abono	6.7 a	14.6 b	33.1 b
T2 = 1 kg de gallinaza m^2	6.7 a	55.8 b	56.2 a
T3 = 1 kg de humus m^2	6.7 a	55.9 a	47.7 a
T4 = 1 kg de guano de isla m^2	6.7 a	36.9 a	52.3 a

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

Estos resultados pueden atribuirse a que, habiéndose mantenido el pH del suelo como ligeramente ácido, ha propiciado las condiciones necesarias para que se incremente el contenido de P disponible, notándose un aumento cuando se aplicó Gallinaza y Humus, con 55.8 y 55.9 mg de P kg $suelo^{-1}$, después de la primera siembra y 56.2 y 47.7 mg de P kg $suelo^{-1}$, en la segunda siembra, mientras que el Guano de isla, registró 36.9 y 52.3 mg de P kg $suelo^{-1}$, en ambas siembras de culantro, al igual que el tratamiento testigo, que subió de 14.6 a 33.1 mg de P kg $suelo^{-1}$, en la primera y segunda siembra, respectivamente.

Figura 4

Contenido de P disponible del suelo por tratamiento y por evaluación



4.3. Contenido de Potasio cambiable del suelo

La evaluación inicial del contenido de K cambiable del suelo indica un valor de 0.09 cmol kg^{-1} para todos los tratamientos, sin embargo, en la evaluación posterior a la primera siembra, su valor subió a 0.49 y 0.40 cmol kg^{-1} en los tratamientos donde se aplicó Humus y Gallinaza, respectivamente, siendo corroborado después de la segunda siembra con 0.28 y 0.24 cmol kg^{-1} cuando se aplicó las fuentes Gallinaza y Humus, respectivamente. Por otro lado, los tratamientos Testigo y Guano de isla tuvieron un comportamiento similar en ambas evaluaciones, conforme se aprecia en la Tabla 4 y Figura 5.

Tabla 4

K cambiable del suelo por tratamiento y por evaluación (*)

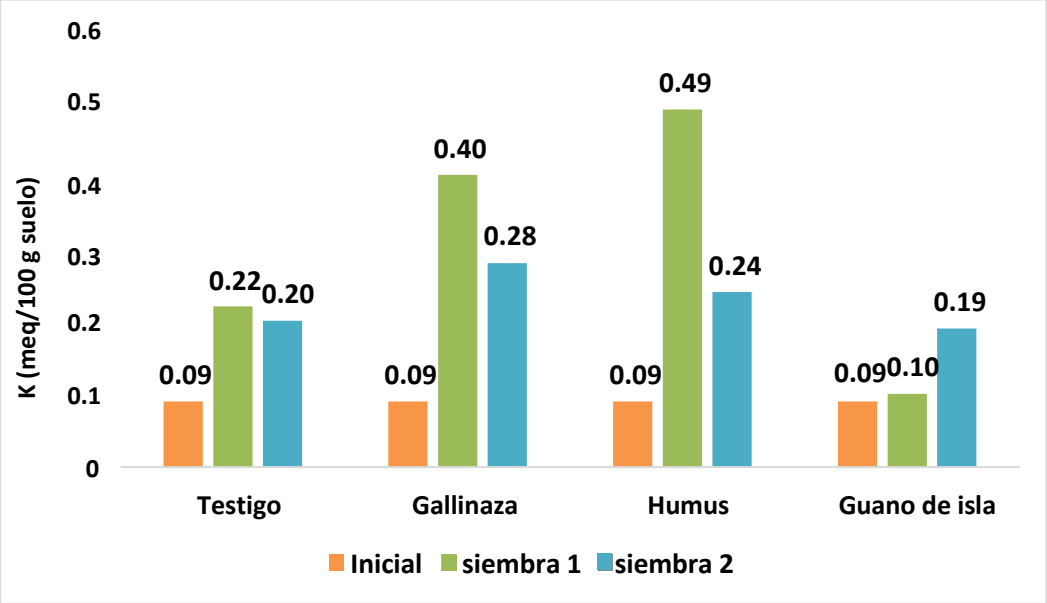
Tratamientos	Evaluación inicial (cmol kg^{-1})	Evaluación en la primera siembra (cmol kg^{-1})	Evaluación en la segunda siembra (cmol kg^{-1})
T1 = Testigo sin abono	0.09 a	0.22 a	0.20 a
T2 = 1 kg de gallinaza m^2	0.09 a	0.40 a	0.28 a
T3 = 1 kg de humus m^2	0.09 a	0.49 a	0.24 a
T4 = 1 kg de guano de isla m^2	0.09 a	0.10 b	0.19 a

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

Este incremento del K cambiable en las dos evaluaciones posteriores a la aplicación de las fuentes orgánicas, especialmente después de la primera siembra coincide con la disminución de la acidez cambiable, así como el incremento del P disponible en el suelo, factores que probablemente, posibilitaron la mayor disponibilidad del catión en el complejo de cambio.

Figura 5

K cambiable del suelo por tratamiento y por evaluación



4.4. Contenido de pH del suelo

El pH del suelo tiene una influencia indirecta en los procesos químicos, disponibilidad de nutrientes, procesos biológicos y población microbiana (Guerrero, 1998)

Al respecto, Quispe (2010), señala que, el grado de acidez de un suelo se refleja en las concentraciones de iones H^+ existentes en la solución del suelo.

Tabla 5

Contenido de pH del suelo por tratamiento y por evaluación (*)

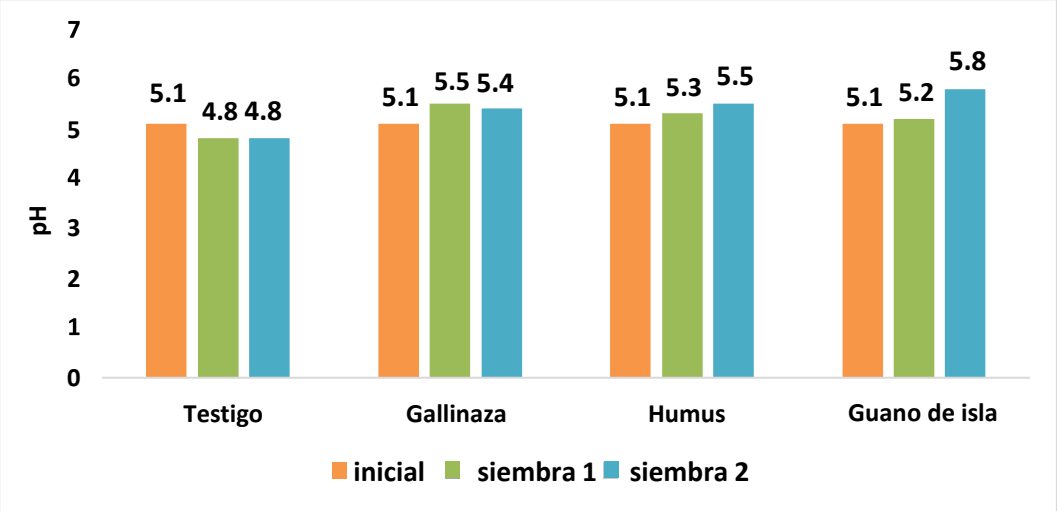
Tratamientos	Evaluación inicial	Evaluación en la primera siembra	Evaluación en la segunda siembra
T1 = Testigo sin abono	5.1 a	4.8 a	4.8 a
T2 = 1 kg de gallinaza m^2	5.1 a	5.5 a	5.4 a
T3 = 1 kg de humus m^2	5.1 a	5.3 a	5.5 a
T4 = 1 kg de guano de isla m^2	5.1 a	5.2 b	5.8 a

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

Su valor fue evaluado previo al ensayo y en forma posterior a la primera y segunda siembra del culantro regional. Al inicio, el promedio para todos los tratamientos fue de 5.1 (fuertemente ácido), tornándose más acido en el tratamiento Testigo con 4.8 y 4.8 en las evaluaciones posteriores a la primera y segunda siembra, mientras que, los demás tratamientos mantuvieron valores moderadamente ácidos, no reportándose diferencias estadísticas entre ellos. (Tabla 5 y Figura 6).

Figura 6

Contenido de pH del suelo por tratamiento y evaluación



4.5. Contenido de materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo fue evaluada por su contenido en tres momentos, al inicio, y en forma posterior a la primera y segunda siembra de culantro regional.

Su valor inicial en el suelo fue de 1.10% considerado de nivel bajo (menos de 2.0%), sin embargo, en las dos evaluaciones posteriores, el contenido de materia orgánica fue subiendo con promedios de 1.75, 1.61, 1.47 y 1.65% para los tratamientos Testigo, Gallinaza, humus y Guano de isla, respectivamente en la primera siembra de culantro, mientras que en la segunda siembra, los promedios fueron de 1.53, 1.58, 1.44 y 1.63% de materia orgánica sucesivamente, en los tratamientos Testigo, Gallinaza, humus y Guano de isla, sin mostrar diferencias estadísticas entre ellos en ambas evaluaciones. (Tabla 6 y Figura 7).

Tabla 6

Materia orgánica del suelo por tratamiento y por evaluación (*)

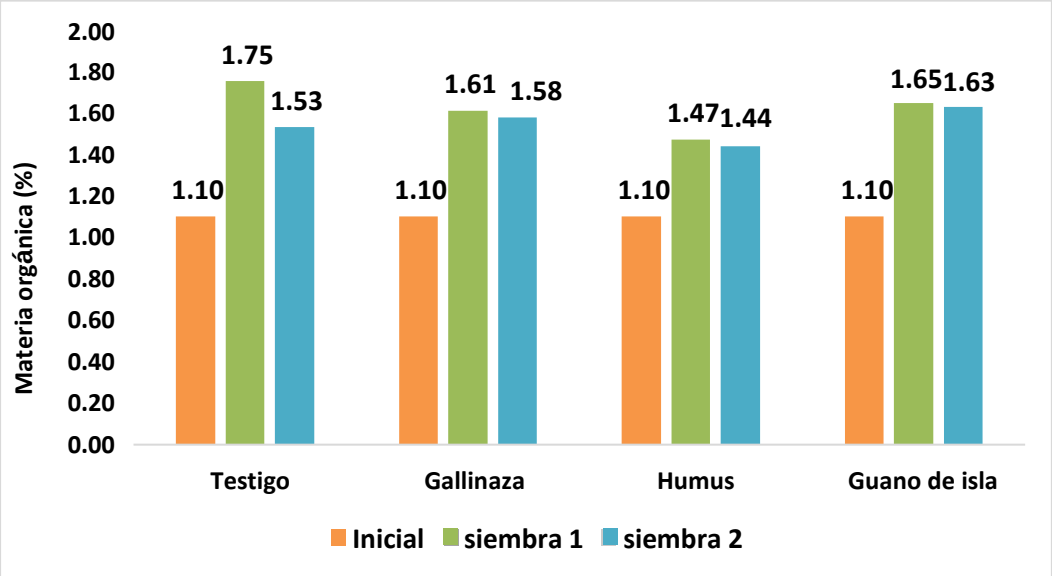
Tratamientos	Evaluación inicial (%)	Evaluación en la primera siembra (%)	Evaluación en la segunda siembra (%)
T1 = Testigo sin abono	1.10 a	1.75 a	1.53 a
T2 = 1 kg de gallinaza m^2	1.10 a	1.61 a	1.58 a
T3 = 1 kg de humus m^2	1.10 a	1.47 a	1.44 a
T4 = 1 kg de guano de isla m^2	1.10 a	1.65 a	1.63 a

(*) Letras iguales en la columna indica que no existe diferencias entre tratamientos

Si bien se esperaba un incremento significativo en el valor de la materia orgánica por efecto de la aplicación de las fuentes orgánicas a través del tiempo de ejecución de la tesis, es posible que su periodo de descomposición haya sido lento, de manera que cuando se produjo la evaluación, no se completó el proceso de biodegradación de la materia orgánica en el suelo. Esta podría ser una de las razones por las cuales, su valor se mantuvo casi constante en las dos evaluaciones subsiguientes a la evaluación inicial.

Figura 7

Materia orgánica del suelo por tratamiento y por evaluación



4.6. Acidez cambiable en el suelo

La acidez cambiable es la medida de las concentraciones de iones Al^{+3} e H^{+} en el complejo de cambio (Quispe, 2010)

En la evaluación inicial, el valor de la acidez cambiable fue 0.10 cmol kg^{-1}, considerado como de nivel bajo (Bazán, 2019), mientras que, en la evaluación posterior a la primera siembra de culantro, los valores de acidez cambiable subieron ligeramente, pero fueron de nivel bajo, con 0.16, 0.16, 0.23 y 02.0 cmol kg^{-1}, para los tratamientos Testigo, Gallinaza, humus y Guano de isla, sin diferencias significativas, al igual que, en la evaluación posterior a la segunda siembra, cuyos promedios de acidez cambiable fueron 0.20, 0.16, 0.20 y 0.13 cmol kg^{-1}, para los tratamientos Testigo, Gallinaza, Humus y Guano de isla, respectivamente. (Tabla 7 y Figura 8).

Tabla 7

Acidez cambiable en el suelo por tratamiento y por evaluación (*)

Tratamientos	Evaluación inicial (cmol/kg)	Evaluación en la primera siembra (cmol/kg)	Evaluación en la segunda siembra (cmol/kg)
T1 = Testigo sin abono	0.10 a	0.16 a	0.20 a
T2 = 1 kg de gallinaza m^2	0.10 a	0.16 a	0.16 a
T3 = 1 kg de humus m^2	0.10 a	0.23 a	0.20 a
T4 = 1 kg de guano de isla m^2	0.10 a	0.20 a	0.13 a

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

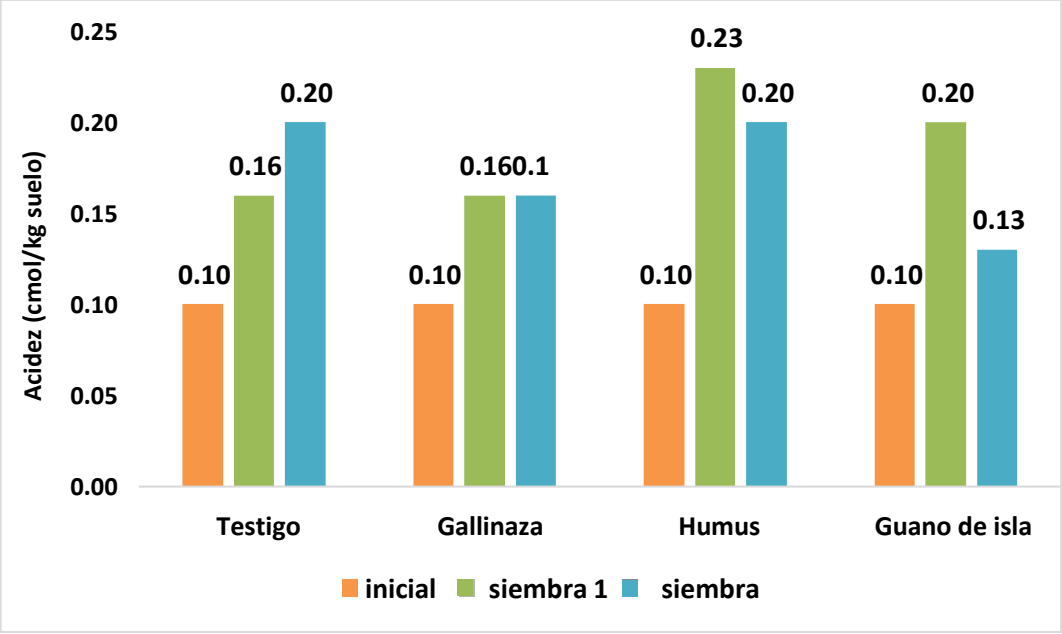
La variación de la acidez cambiable posterior a las dos siembras no fue significativa respecto a la evaluación inicial, posiblemente porque el valor de pH del suelo se mantuvo casi constante, por efecto de la aplicación de las fuentes orgánicas.

Igualmente, el incremento significativo del P disponible en las dos evaluaciones posteriores a la siembra de culantro permitió reducir el valor de la acidez cambiable, por la menor presencia de Al cambiable en el suelo, respecto a la evaluación inicial.

Al respecto, Cepeda (2009), sostiene que, la vegetación ejerce una influencia compleja en el pH del suelo, y consecuentemente en la acidez, ya que, al producir materia orgánica, da lugar a la formación de ácidos orgánicos, los cuales aumentan la capacidad de intercambio de cationes y a la vez disminuyen la acidez cambiable del suelo.

Figura 8

Acidez cambiable por tratamiento y por evaluación



Los resultados registrados en las evaluaciones realizadas en ambas siembras de culantro, nos inducen a sostener que, la influencia de la aplicación de los abonos orgánicos tuvo influencia sólo en algunos cambios que se sucedieron con el incremento del P disponible y del K cambiable, así como en la reducción significativa de la acidez cambiable. Esto, debido probablemente a que, como producto de la descomposición de las fuentes de materia orgánica, algunos nutrientes pudieron ser liberados y se concentraron en mayor proporción en el complejo de cambio.

Por otro lado, las evaluaciones de los parámetros biométricos del cultivo de culantro, tanto en la primera como en la segunda siembra, se concentraron en tres variables: longitud de planta, numero de hojas por planta y rendimiento por unidad experimental.

4.7. Altura de planta por tratamiento y por siembra

En la primera siembra de culantro regional, la variable altura de planta fue evaluadas en tres oportunidades, a los 8, 16 y 32 días después de la siembra, notándose un incremento significativo en esta variable, conforme transcurrió el tiempo, notándose un significativo incremento, conforme transcurría el periodo vegetativo de la planta, produciendo una mayor biomasa aérea y por tanto una mayor altura de planta.

Así, a los 8 días después de la primera siembra, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos respectivo al testigo sin

aplicación (con 1.6 cm de altura), mientras que, a los 16 días después de la primera siembra, a pesar de no existir diferencias entre tratamientos, hubo un mejor crecimiento en altura de planta cuando se aplicó Gallinaza y Guano de isla, con 7.7 y 7.3 cm, cada uno. (Tabla 8 y Figura 9).

Tabla 8

Altura de planta por tratamiento y evaluación en la primera siembra (*)

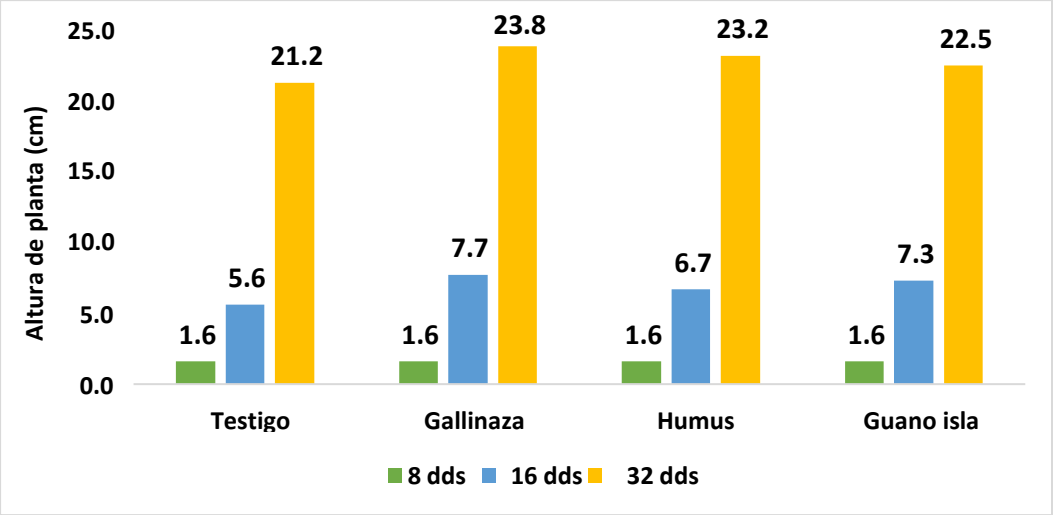
Tratamientos	A los 8 días después de la siembra (cm)	A los 16 días después de la siembra (cm)	A los 32 días después de la siembra (cm)
T1 = Testigo sin abono	1.6 a	5.6 a	21.2 a
T2 = 1 kg de gallinaza m^2	1.6 a	7.7 a	23.8 a
T3 = 1 kg de humus m^2	1.6 a	6.7 a	23.2 a
T4 = 1 kg de guano de isla m^2	1.6 a	7.3 a	22.5 a

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

A los 32 días después de la primera siembra, no hubo diferencias en altura de planta, por efecto de la aplicación de las fuentes orgánicas, sin embargo, se mantuvo la ligera superioridad de los tratamientos a base de Gallinaza y Humus, con 23.8 y 23.2 cm, cada uno, frente al testigo que, obtuvo 21.2 cm.

Figura 9

Altura de planta por tratamiento y evaluación en la primera siembra



En la segunda siembra de culantro regional, los promedios a los 8 días no muestran diferencias entre tratamientos, sin embargo, comparativamente a la primera siembra, los valores en la segunda y tercera evaluación (a los 16 y 32 días después de la siembra), no fueron significativamente diferentes y aún se reportaron menores promedios de altura de planta con todos los tratamientos probados, lo cual induce a pesar que, para esta variable, el efecto residual de la aplicación de fuentes de materia orgánica fue mínimo.

Tabla 9

Altura de planta por tratamiento y evaluación en la segunda siembra (*)

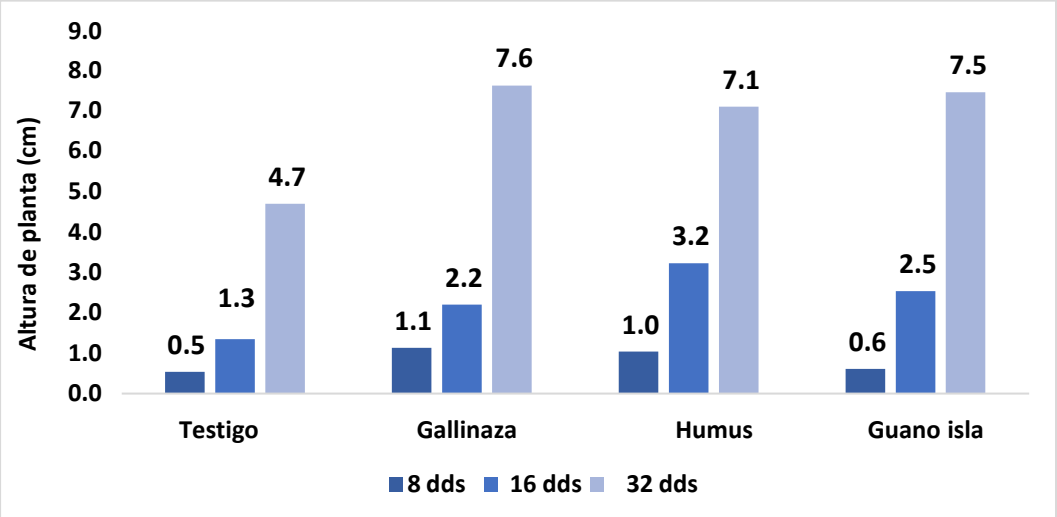
Tratamientos	A los 8 días después de la siembra (cm)	A los 16 días después de la siembra (cm)	A los 32 días después de la siembra (cm)
T1 = Testigo sin abono	0.5 a	1.3 a	4.7 a
T2 = 1 kg de gallinaza m^2	1.1 a	2.2 a	7.6 a
T3 = 1 kg de humus m^2	1.0 a	3.2 a	7.1 a
T4 = 1 kg de guano de isla m^2	0.6 a	2.5 a	7.5 a

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

Estos resultados también pueden ser atribuidos a que, conforme transcurren la siembra de culantro, el valor inicial de la materia orgánica (2.53%) fue disminuyendo, especialmente en la primera siembra y se mantuvo con similares valores en la segunda siembra de culantro, como puede apreciarse en la Tabla 9.

Figura 10

Altura de planta por tratamiento y evaluación en la segunda siembra



4.8. Hojas por planta por tratamiento y evaluación por siembra

En la primera siembra de culantro regional, las evaluaciones por el número de hojas por planta se realizaron a los 8, 16 y 32 días después la siembra, observándose valores similares en la primera evaluación, donde se aplicó Gallinaza, Humus y Guano de isla, con promedios de 2.2, 2.6 y 2.3 hojas por planta, respectivamente, mientras que el testigo sólo obtuvo 2.0 hojas por planta, sin mostrar diferencias significativas entre ellos. (Tabla 10 y Figura 11).

Tabla 10

Hojas por planta por tratamiento y evaluación en la primera siembra (*)

Tratamientos	A los 8 días después de la siembra	A los 16 días después de la siembra	A los 32 días después de la siembra
T1 = Testigo sin abono	2.0 a	3.1 a	4.9 a
T2 = 1 kg de gallinaza m^2	2.2 a	3.9 a	5.6 a
T3 = 1 kg de humus m^2	2.6 a	2.7 a	5.7 a
T4 = 1 kg de guano de isla m^2	2.3 a	3.1 a	4.9 a

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

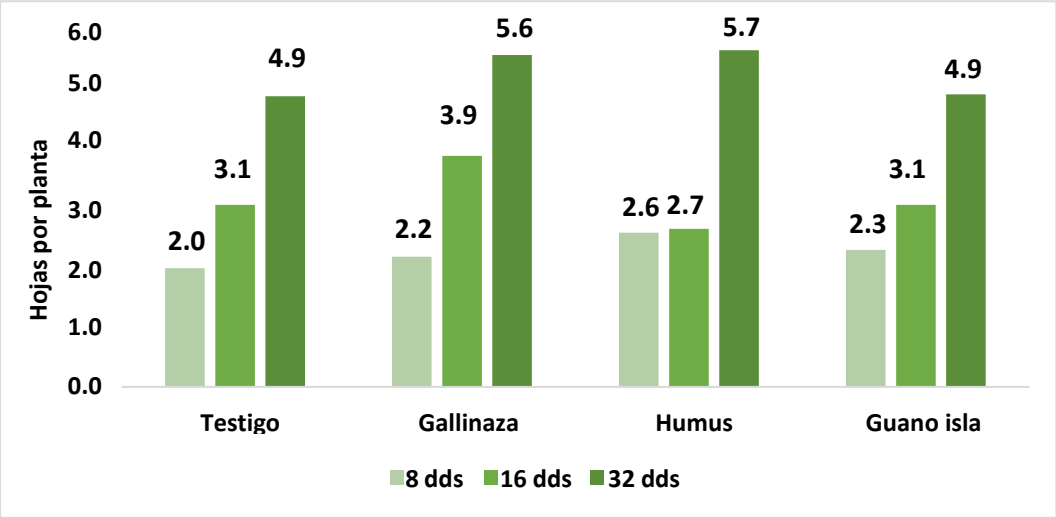
A los 16 días después de la siembra, hubo un ligero incremento por el número de hojas por planta, cuando se aplicaron los diferentes abonos, con promedios de 3.9, 2.7 y 3.1 hojas por planta, cuando se aplicó Gallinaza, Humus y Guano de isla, respectivamente, mientras que el testigo obtuvo 3.1 hojas por planta.

Similar resultado se presentó en la evaluación a los 32 días después de la siembra, destacando los tratamientos donde se aplicó

Gallinaza y Humus con 5.6 y 5.7 hojas por planta, mientras que los tratamientos Guano de isla y Testigo, registraron un igual valor de 4.9 hojas por planta de culantro, sin mostrar diferencias estadísticas con los primeros tratamientos.

Figura 11

Hojas por planta por tratamiento y evaluación en la primera siembra



El incremento en el número de hojas por planta a los 16 y 32 días después de la primera siembra, nos induce a sostener que, las diferentes fuentes orgánicas al descomponerse por efecto de su proceso de mineralización, cumplieron un importante rol en la primera siembra, aportando los nutrientes que necesita la planta para crecer adecuadamente.

En la segunda siembra de culantro regional, se llevaron a cabo tres evaluaciones por el número de hojas por planta, a los 8, 16 y 32 días después dela siembra. (Tabla 11 y Figura 12).

Tabla 11

Hojas por planta por tratamiento y evaluación en la segunda siembra (*)

Tratamientos	A los 8 días después de la siembra	A los 16 días después de la siembra	A los 32 días después de la siembra
T1 = Testigo sin abono	0.5 a	1.9 a	4.9 a
T2 = 1 kg de gallinaza m^2	1.0 a	2.4 a	5.6 a
T3 = 1 kg de humus m^2	1.0 a	2.4 a	5.6 a
T4 = 1 kg de guano de isla m^2	0.6 a	2.5 a	4.9 a

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

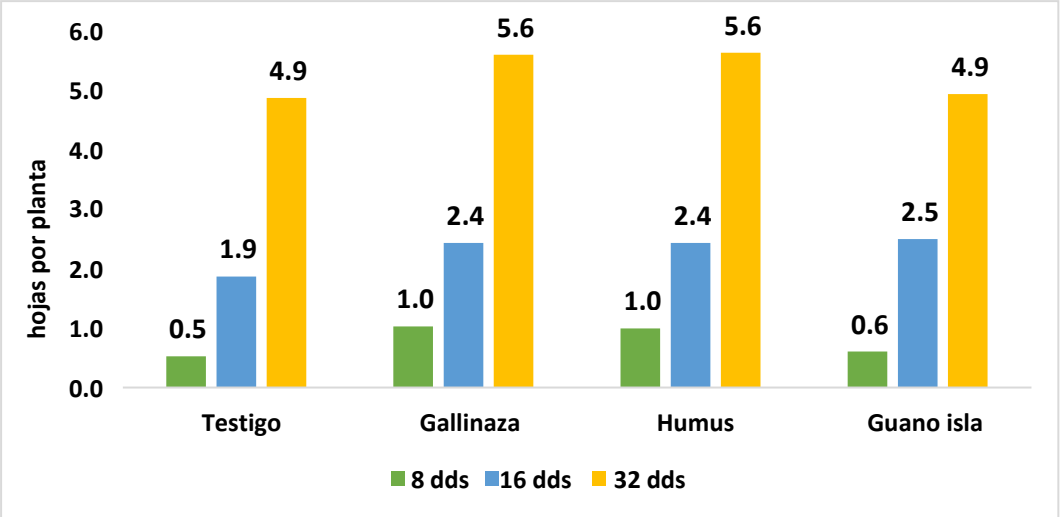
A los 8 días después de la segunda siembra, los promedios de hojas por planta no manifestaron diferencias entre tratamientos, correspondiendo 1.0, 1.0 y 0.6 hojas por planta cuando se midió el efecto residual de los abonos Gallinaza, Humus y Guano de isla, respectivamente.

A los 16 días después de la segunda siembra se manifestó un ligero incremento en esta variable, respecto a la primera evaluación, reportándose promedios de 2.4, 2.4 y 2.5 hojas por planta, al aplicarse Gallinaza, humus y Guano de isla, sucesivamente, mientras el testigo reportó sólo 1.9 hojas por planta.

Un mejor comportamiento de la variable hojas por planta se observó en la evaluación efectuada a los 32 días después de la siembra, donde destacaron los tratamientos aplicados con Gallinaza y Humus con 5.6 y 5.6 hojas por planta, mientras que, con el testigo y el tratamiento a base de Guano de isla, las plantas de culantro registraron 4.9 y 4.9 hojas por planta, respectivamente.

Figura 12

Hojas por planta por tratamiento y evaluación en la segunda siembra



Al efectuar una comparación entre los dos momentos de siembra y para detectar el efecto residual de los abonos aplicados, podemos indicar que, respecto a la variable hojas por planta, prevaleció mayormente el factor genético, ya que tuvieron un comportamiento similar en ambas siembras, por lo que no se puede atribuir los resultados en la segunda siembra de culantro, al efecto residual de la aplicación de los abonos previo a la primera siembra.

4.9. Rendimiento de peso fresco

El rendimiento de peso fresco de culantro regional por parcela fue evaluado en dos momentos, a la primera siembra y por su efecto residual de los abonos, en una segunda siembra.

En la primera siembra, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos probados, correspondiendo rendimientos de 2.33, 2.23 y 2.30 kg por parcela cuando se abonó con Gallinaza, humus y

Guano de isla, respectivamente, todos superiores al testigo que obtuvo 1.77 kg de peso fresco por parcela. (Tabla 12 y Figura 13).

Tabla 12

Rendimiento de peso fresco por parcela por tratamiento y siembra (*)

Tratamientos	Primera siembra (kg)	Segunda siembra (kg)
T1 = Testigo sin abono	1.77 b	0.47 b
T2 = 1 kg de gallinaza m^2	2.33 a	1.33 a
T3 = 1 kg de humus m^2	2.23 a	1.30 a
T4 = 1 kg de guano de isla m^2	2.30 a	1.07 a

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

Estos resultados permiten inferir que hubo una respuesta positiva a la aplicación de las fuentes orgánicas en la primera siembra y por el efecto residual en la segunda siembra, comparativamente con el testigo, que ocupó el último lugar en esta evaluación, debido posiblemente a que las plantas abonadas tuvieron una mejor asimilación de los nutrientes liberados durante la descomposición de las fuentes de materia orgánica y que fueron asimilados por la planta de culantro en su momento requerido, conforme lo sostiene Hirzel (2004).

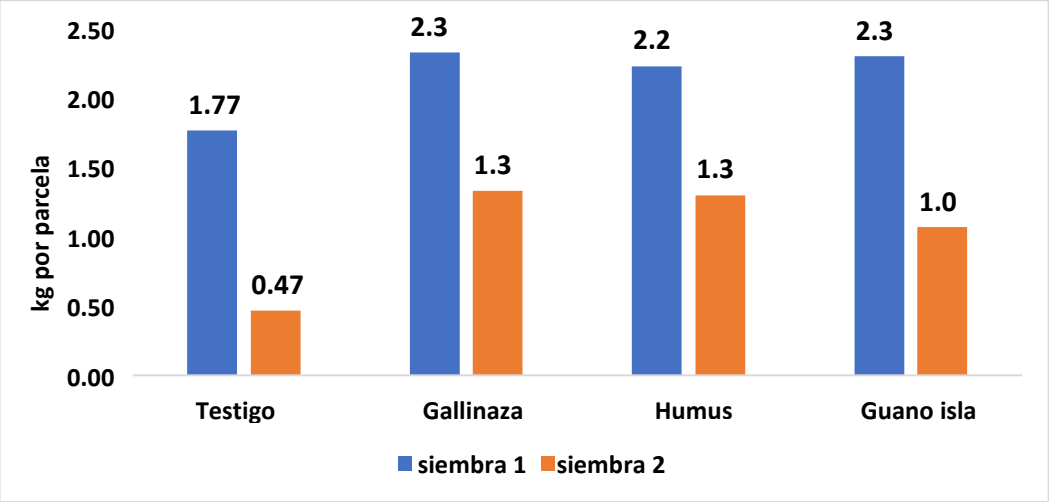
En la segunda siembra de culantro regional, no se pudo notar el efecto residual de los abonos en la variable rendimiento de peso fresco de las plantas, siendo en todo caso, menores a la primera cosecha, con 1.33, 1.30 y 1.07 kg por parcela, frente a testigo que sólo obtuvo 0.47kg de peso fresco por parcela, siendo significativamente inferior con los

demás tratamientos.

Esta segunda respuesta de las plantas de culantro, nos induce a atribuir que, hubo una escasa disponibilidad de nutrientes en el suelo, para sostener una segunda siembra, justificando por ello, los rendimientos bajos respecto a la primera siembra, en todos los tratamientos probados e incluso al testigo.

Figura 13

Rendimiento de peso fresco por parcela por tratamiento y por siembra



Los resultados encontrados en todas las evaluaciones biométricas en ambas siembras de culantro, nos inducen a sostener que, la influencia de la aplicación de los abonos orgánicos no fue suficiente para asegurar que hubo un efecto residual de ellos en los factores de crecimiento y rendimiento del cultivo, probablemente porque debido a su corto periodo vegetativo (menos de 50 días), no permitió absorber los nutrientes requeridos, por la lenta descomposición de las fuentes de materia orgánica.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Contenido de Nitrógeno total del suelo

El nitrógeno total no mostró incrementos significativos tras la aplicación de gallinaza, humus o guano de isla, manteniéndose en valores bajos (0.07–0.09%). Esto sugiere que el N aportado fue absorbido rápidamente por el cultivo o transformado en compuestos disponibles sin reflejarse en aumentos en el suelo. Este comportamiento coincide con lo reportado por Infoagro (2020), quien en un estudio en Colombia halló que la gallinaza presenta baja eficiencia en cultivos de ciclo corto como el culantro debido a la lenta tasa de mineralización. Asimismo, Usman *et al.,* (2003) demostraron que, si bien la urea permitió mayor rendimiento en follaje fresco, los abonos orgánicos mostraron una menor disponibilidad inmediata de N, confirmando lo observado en este ensayo.

5.2. Contenido de Fósforo disponible del suelo

El fósforo disponible sí mostró incrementos altamente significativos, especialmente con gallinaza y humus, alcanzando más de 55 mg kg^{-1} en la primera siembra y manteniendo niveles elevados en la segunda. Esto se explica porque el pH se mantuvo ligeramente ácido, condición que favorece la disponibilidad de fósforo (Quispe, 2010). De manera similar, Fuentes (2014) en Ecuador reportó que la aplicación de bioles incrementó el rendimiento de culantro en suelos ácidos, debido a la liberación progresiva de nutrientes.

5.3. Contenido de Potasio cambiable del suelo

El potasio se incrementó significativamente en la primera siembra con humus y gallinaza (0.49 y 0.40 cmol kg^{-1}, respectivamente), reduciéndose en la segunda. Este comportamiento se asocia a la liberación de bases por la descomposición de materia orgánica y la reducción de la acidez cambiable. Guerrero (1998) y Cepeda (2009) señalan que la incorporación de abonos orgánicos mejora la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de nutrientes, lo que concuerda con los resultados obtenidos.

5.4. pH y acidez cambiable del suelo

El pH inicial del suelo (5.1, fuertemente ácido) se redujo en el testigo, mientras que en los tratamientos con abonos se estabilizó en valores entre 5.2 y 5.8, considerados moderadamente ácidos. Esto demuestra que las enmiendas orgánicas ayudaron a amortiguar la acidez del suelo. Quispe (2010) también reportó que la aplicación de abonos orgánicos redujo la acidez cambiable en comparación con fertilizantes inorgánicos, confirmando su efecto positivo sobre la calidad del suelo.

5.5. Materia orgánica del suelo

La materia orgánica mostró incrementos ligeros sin diferencias significativas. Esto se debe a que la humificación y mineralización son procesos lentos y requieren más tiempo para evidenciarse (Hirzel, 2004). Resultados semejantes fueron hallados por Ríos (1998) en Pucallpa, quien observó que el humus de lombriz aumentó significativamente la altura y

rendimiento en hortalizas en suelos degradados. Panduro (1997) también reportó que la aplicación de biol en culantro incrementó los rendimientos en comparación con el testigo, lo que confirma el potencial de estos insumos a mediano plazo.

5.6. Variables biométricas del culantro

En la primera siembra, la altura de planta y el número de hojas mostraron incrementos con gallinaza y humus, aunque sin diferencias significativas. En la segunda siembra, los promedios disminuyeron, evidenciando un efecto residual limitado. Estos resultados se asemejan a lo reportado por Amores (2015) en Ecuador, quien concluyó que los abonos orgánicos mejoraron algunas variables de crecimiento de culantro, aunque sin beneficio económico por los altos costos. A nivel nacional, Merino y Yahuara (2020) encontraron que la aplicación de Bocashi incrementó la longitud aérea del culantro, lo cual coincide con los hallazgos de la primera siembra en este estudio.

5.7. Rendimiento de peso fresco

El rendimiento fue la variable más sensible a la aplicación de abonos. En la primera siembra, gallinaza, humus y guano de isla superaron significativamente al testigo, alcanzando entre 2.23 y 2.33 kg por parcela, frente a 1.77 kg. Sangama (2018) también evidenció que los abonos orgánicos favorecieron el rendimiento del culantro en condiciones de suelos ácidos. Sin embargo, en la segunda siembra, los rendimientos disminuyeron en todos los tratamientos, situándose entre 1.07 y 1.33 kg

por parcela, lo que evidencia la escasa disponibilidad residual de nutrientes. Esto concuerda con Infoagro (2020), quien indicó que en cultivos de ciclo corto los abonos orgánicos no alcanzan a liberar nutrientes en el tiempo requerido por la planta.

En síntesis, la aplicación de abonos orgánicos mejoró parámetros químicos del suelo, especialmente fósforo y potasio, y aumentó el rendimiento del culantro en la primera siembra. Sin embargo, el efecto residual fue limitado en la segunda siembra, lo cual coincide con estudios internacionales (Infoagro, 2020; Amores, 2015; Usman *et al.,* 2003; Fuentes, 2014), nacionales (Merino y Yahuara, 2020; Torres, 2022; Sangama, 2018) y locales (Pereyra, 2023; Ríos, 1998; Panduro, 1997). Estos antecedentes confirman que la fertilización orgánica mejora la calidad del suelo y la productividad de cultivos de ciclo corto, pero requiere aplicaciones periódicas para sostener los rendimientos.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

Luego de desarrollarse la investigación y cumplirse los objetivos propuestos, se presentan las siguientes conclusiones, las cuales sintetizan los principales hallazgos sobre el efecto residual de la aplicación de abonos orgánicos en suelos de Pucallpa y su influencia en el cultivo de culantro (*Coriandrum sativum* L.):

- La aplicación de abonos orgánicos (Gallinaza, Humus y Guano de isla) tuvo un efecto positivo principalmente sobre la disponibilidad de fósforo y potasio en el suelo, manteniendo valores superiores respecto al testigo en ambas siembras de culantro. Sin embargo, en variables como nitrógeno total, pH, materia orgánica y acidez cambiable, los cambios no fueron estadísticamente significativos, evidenciando un efecto residual limitado de los abonos sobre dichos parámetros edáficos en las condiciones evaluadas.

- En cuanto al comportamiento agronómico del cultivo, los tratamientos con abonos orgánicos mostraron mayores rendimientos de peso fresco y ligera superioridad en altura y número de hojas durante la primera siembra, en comparación con el testigo sin abono. No obstante, en la segunda siembra, el efecto residual de los abonos fue mínimo, registrándose menores promedios en todas las variables biométricas, aunque siempre por encima del tratamiento testigo.

- En conjunto, los resultados permiten concluir que la aplicación de abonos orgánicos favorece la dinámica de nutrientes del suelo y el rendimiento del culantro en la primera siembra**,** mientras que su efecto residual en una segunda siembra es reducido, debido al corto ciclo del cultivo y a la lenta descomposición de la materia orgánica. Por tanto, su uso constituye una alternativa viable para mejorar la fertilidad del suelo y la productividad agrícola en la región Ucayali, siempre que se considere la necesidad de aplicaciones periódicas para sostener sus beneficios.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos y las conclusiones formuladas en esta investigación, se proponen las siguientes recomendaciones, orientadas a optimizar el manejo de abonos orgánicos en el cultivo de culantro regional. Estas sugerencias buscan contribuir al fortalecimiento de prácticas agrícolas sostenibles en la región Ucayali, favoreciendo tanto la conservación de la fertilidad del suelo como la productividad del cultivo.

- Considerando que el efecto residual de los abonos orgánicos fue limitado en la disponibilidad de nitrógeno, materia orgánica y pH del suelo, se recomienda realizar aplicaciones periódicas y fraccionadas de abonos orgánicos**,** acompañadas de técnicas de manejo integrado del suelo (como rotación de cultivos y cobertura vegetal), para potenciar la liberación gradual de nutrientes y mejorar la fertilidad a mediano plazo.

- Dado que los mejores resultados en fósforo y potasio disponibles se obtuvieron con gallinaza y humus, es recomendable priorizar estos insumos en sistemas de producción de culantro y otros cultivos hortícolas de la región Ucayali, en combinación con análisis periódicos de suelo, de modo que las dosis aplicadas respondan a las necesidades reales del cultivo y se garantice un manejo agronómico más eficiente y sostenible.

- En vista de que el efecto residual sobre el crecimiento y rendimiento del culantro fue bajo en la segunda siembra, se sugiere implementar estrategias de fertilización complementaria (como el uso de biofertilizantes

o enmiendas minerales de baja solubilidad) que aseguren la disponibilidad de nutrientes en cultivos de ciclo corto. Asimismo, es recomendable ampliar las investigaciones a mayor número de campañas agrícolas y con diferentes dosis de abonos, para validar la sostenibilidad y eficiencia de estas prácticas en las condiciones edafoclimáticas de Pucallpa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amores Andrade, A. G. (2015). Comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja de culantro (*Coriandrum sativum*) y apio (*Apium graveolens*) con dos fertilizantes orgánicos en el Centro Experimental “La Playita” UTC 2013.

Bazán, A. (2019). *Evaluación de la fertilidad de suelos en sistemas agrícolas amazónicos*. Ministerio de Agricultura y Riego, Lima, Perú.

Cepeda, F. (2009). *Manual de fertilidad de suelos y nutrición vegetal*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México.

Fuentes Córdova, E. J. (2014). *Evaluación del comportamiento agronómico del culantro (Coriandrum sativum L.) variedad Long Standing, con aplicación de bioles de residuos ganaderos en Babahoyo – Ecuador*. Universidad Técnica de Babahoyo.

Guerrero, R. (1998). *Microbiología del suelo: procesos y aplicaciones*. Barcelona: Editorial Omega.

Hirzel, J. (2004). Efecto de la fertilización orgánica y mineral en el rendimiento y calidad de hortalizas. INIA Quilamapu. Buenos Aires Argentina. 75p.

Infoagro. (2020). *Cultivo de cilantro (Coriandrum sativum L.) – Manejo, fertilización y producción*. Infoagro Systems.

Merino Baron, J. A., & Yahuara Suarez, L. Y. (2020). *Biofertilización a través del “bocashi” para la mejora de la producción de culantro (Coriandrium sativum) y rabanito (Raphanus sativus), Pakuy 2019*.

Panduro Abarca, C. L. (1997). Efecto de diferentes dosis de biol en el rendimiento de culantro (*Coriandrum sativum*), rabanito (*Raphanus*

sativus, Parvus) y vainita (*Vigna unguiculata*) en un ultisol.

Pereyra Gordon, J. A. (2023). Producción del cultivo de culantro (*Coriandrum sativum* L.), bajo tres sistemas agrícolas en un Inceptisol de Callería Ucayali – 2022.

Quispe Carrasco, M. (2010). Determinación residual de los abonos (orgánicos e inorgánicos) en la humedad del suelo y la eficiencia del uso de agua en el comportamiento agronómico del cultivo de papa en la comunidad de Chinchaya (Municipio de Ancoraimes).

Ríos Córdova, P. F. (1998). *Efecto del humus de lombricultura en el rendimiento productivo del culantro (Corlandrum sativum L.), lechuga (Lactuca sativa L.), col china (Brassica pekinensis L.), en un suelo degradado de Pucallpa*.

Sangama Sangama M. (2018). Solarización y biofumigación con aplicación de abono verde para el control de Fusarium sp., en el cultivo de culantro (*Coriandrum sativum* L.) en Lamas - San Martín - Perú.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2002, 31 de diciembre). *NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis*. Diario Oficial de la Federación.

Torres Fernández, M. (2022). *Reaprovechamiento de residuos orgánicos del hogar para la preparación de compost y la germinación de coriandrum sativum (culantro)*.

Usman, D. C.; Usman, R.; Bonilla, C. & Sánchez, O. (2003) Efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de follaje y rendimiento de semilla de culantro *Coriandrum sativum* L. Variedad Unapal Precoso. In Revista Acta Agronómica VOL. 52 (1-4) 2003. Bogotá Colombia.

ANEXOS

ANEXO 1

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO PREVIO AL ENSAYO



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO
N° 07066-23/SU/ LABSAF - PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: UNU
Propietario / Productor	: UNU
Dirección del cliente	: Car. FEDERICO BASADRE Km 5
Solicitado por	: UNU
Muestreado por	: Cliente
Número de muestra(s)	: 1
Producto declarado	: Suelo
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plástico
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	: AREA EXPERIENTAL UNU
Fecha(s) de muestreo	: 2022-10-20 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2023-06-08
Lugar de ensayo	: LABSAF Pucallpa
Fecha(s) de análisis	: del 11/07/2023 al 14/07/2023
Cotización del servicio	: 110-23-PC
Fecha de emisión	: 2023-07-14

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			SUE532-PC-23					
Matriz Analizada			Suelo					
Fecha de Muestreo			2022-10-20					
Hora de Inicio de Muestreo (h) (*)			09:30					
Condición de la muestra			Conservada					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (*)			DANTE SANTILLAN					
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	–	0.1	5.1					
Conductividad eléctrica	mS/m	1.0	2.2					
Materia orgánica (**)	%	–	1.1					
Nitrógeno total (**)	%	–	0.06					
Fósforo disponible (**)	mg/kg	–	6.7					
Potasio disponible (**)	ppm	–	36.0					
Al + H (**)	Cmol(+)/kg	–	0.10					

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). item 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). item 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Organica por el método de Walkley y Black.
Nitrógeno total	Por cálculo a partir de la determinación de la materia organica. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). item 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Organica por el método de Walkley y Black.
Fósforo disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). item 7.1.11 AS-11.2000. Determinación de fosforo método Bray
Potasio disponible	Extracción con H2SO4 6N. Lectura en espectrofotómetro de absorción atómica
Al + H	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). item 7.1.7 AS-33. 2000. Determinación de acides y aluminio intercambiables por el procedimiento de cloruro de potasio.

ANEXO 2

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO DURANTE EL ENSAYO

Instituto Nacional de Innovación Agraria

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 200

INACAL

INFORME DE ENSAYO
N° 00025-23/SU/ LABSAF - PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: ROGER DANTE SANTILLAN BARDALES
Propietario / Productor	: ROGER DANTE SANTILLAN BARDALES
Dirección del cliente	: PUCALLPA
Solicitado por	: ROGER DANTE SANTILLAN BARDALES
Muestreado por	: Cliente
Número de muestra(s)	: 24
Producto declarado	: Suelo Agricola
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plastico
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI - AREA EXPERIMENTAL
Fecha(s) de muestreo	: 1/01/2023 y el 08/03/2023 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2023-03-15
Lugar de ensayo	: LABSAF Pucallpa
Fecha(s) de análisis	: del 23/03/2023 al 30/03/2023
Cotización del servicio	: 39-23-PC
Fecha de emisión	: 2023-04-01

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			SU0385-PC-23	SU0386-PC-23	SU0387-PC-23	SU0388-PC-23	SU0389-PC-23	SU0390-PC-23
Matriz Analizada			Suelo Agricola	Suelo Agricola	Suelo Agricola	Suelo Agricola	Suelo Agricola	Suelo Agricola
Fecha de Muestreo (*)			2023-01-01	2023-01-01	2023-01-01	2023-01-01	2023-01-01	2023-01-01
Hora de Inicio de Muestreo (h) (*)			17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15
Condición de la muestra			Coservada	Coservada	Coservada	Coservada	Coservada	Coservada
Código/identificación de la Muestra por el Cliente (*)			T0R1	T0R2	T0R3	T1R1	T1R2	T1R3
Ensayo	Unidad	LC						
pH	–	0.1	4.3	5.0	5.2	5.7	5.6	5.3
Conductividad eléctrica	mS/m	1.0	3.1	5.5	3.9	2.6	2.9	2.5
Materia orgánica (**)	%	–	2.06	1.69	1.51	1.44	1.72	1.68
Fósforo (**)	mg/kg	–	63.80	53.40	50.46	12.98	19.99	11.07
Potasio disponible (**)	Cmol(+)/kg	–	0.26	0.18	0.24	0.80	0.18	0.24
Acides intercambiable (**)	Cmol(+)/kg	–	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10	0.20

INFORME DE ENSAYO
N° 00025-23/SU/ LABSAF - PUCALLPA

ITEM			7	8	9	10	11	12
Código de Laboratorio			SU0391-PC-23	SU0392-PC-23	SU0393-PC-23	SU0394-PC-23	SU0395-PC-23	SU0396-PC-23
Matriz Analizada			Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola
Fecha de Muestreo			2023-01-01	2023-01-01	2023-01-01	2023-01-01	2023-01-01	2023-01-01
Hora de Inicio de Muestreo (h) (*)			18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45
Condición de la muestra			Coservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (*)			T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	–	0,1	5,7	4,6	5,8	5,0	5,4	5,3
Conductividad eléctrica	mS/m	1,0	4.9	9.9	6.2	2.8	2.4	5
Materia orgánica (**)	%	--	1,44	1,31	1,66	1,45	1,81	1,70
Fósforo (**)	mg/kg	--	46,89	79,41	41,41	34,91	39,12	36,57
Potasio disponible (**)	Cmol(+)/kg	--	0,85	0,34	0,30	0,08	0,09	0,13
Acides intercambiable (**)	Cmol(+)/kg	--	0,40	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20

ITEM			13	14	15	16	17	18
Código de Laboratorio			SU0397-PC-23	SU0398-PC-23	SU0399-PC-23	SU0400-PC-23	SU0401-PC-23	SU0402-PC-23
Matriz Analizada			Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola
Fecha de Muestreo			2023-03-08	2023-03-08	2023-03-08	2023-03-08	2023-03-08	2023-03-08
Hora de Inicio de Muestreo (h) (*)			17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (*)			T0R1	T0R2	T0R3	T1R1	T1R2	T1R3
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	–	0,1	5,2	4,7	4,7	5,7	5,5	5,2
Conductividad eléctrica	mS/m	1,0	1.4	11.6	2.4	3.1	1.7	3.3
Materia orgánica (**)	%	--	1,66	1,55	1,40	1,41	1,84	1,49
Fósforo (**)	mg/kg	--	35,04	72,01	63,09	17,31	44,85	37,20
Potasio disponible (**)	Cmol(+)/kg	--	0,24	0,20	0,16	0,08	0,24	0,53
Acides intercambiable (**)	Cmol(+)/kg	--	0,40	0,10	0,10	0,20	0,10	0,20

ITEM			19	20	21	22	23	24
Código de Laboratorio			SU0403-PC-23	SU0404-PC-23	SU0405-PC-23	SU0406-PC-23	SU0407-PC-23	SU0408-PC-23
Matriz Analizada			Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola
Fecha de Muestreo			2023-03-08	2023-03-08	2023-03-08	2023-03-08	2023-03-08	2023-03-08
Hora de Inicio de Muestreo (h) (*)			18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (*)			T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	–	0,1	5,2	5,6	5,7	5,8	6,0	5,8
Conductividad eléctrica	mS/m	1,0	4.9	3.4	3.0	2.6	2.0	2.2
Materia orgánica (**)	%	--	1,05	1,65	1,64	1,51	1,81	1,57
Fósforo (**)	mg/kg	--	22,67	74,82	45,62	50,46	52,76	53,65
Potasio disponible (**)	Cmol(+)/kg	--	0,43	0,21	0,10	0,14	0,09	0,35
Acides intercambiable (**)	Cmol(+)/kg	--	0,20	0,20	0,20	0,10	0,20	0,10

ANEXO 3
ANÁLISIS NUTRICIONAL DE LAS FUENTES ORGÁNICAS

Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO
N° 08015-23/AB/ LABSAF - PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: UNU
Propietario / Productor	: UNU
Dirección del cliente	: Car. FEDERICO BASADRE Km 6 UCAYALI
Solicitado por	: UNU
Muestreado por	: Cliente
Número de muestra(s)	: 3
Producto declarado	: Abono orgánico
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plastico
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	: UNIDAD EXPERIMENTAL - UNU
Fecha(s) de muestreo	: 2023-07-17 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2023-07-17
Lugar de ensayo	: LABSAF Pucallpa
Fecha(s) de análisis	: del 24/07/2023 al 18/08/2023
Cotización del servicio	: 115-23-PC
Fecha de emisión	: 2023-08-18

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			AB0109-PC-23	AB0110-PC-24	AB0115-PC-25			
Matriz Analizada			Abono orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico			
Fecha de Muestreo			2023-07-17	2023-07-17	2023-07-17			
Hora de Inicio de Muestreo (h)			08:00	08:10	08:20			
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada			
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			HUMUS	GUANO DE ISLA	GALLINAZA			
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**					
Carbono orgánico (**)	%	--	13,60	17,80	15,50			
Nitrogeno total (**)	%	--	7,98	4,12	7,33			
Posforo total (**)	%	--	0,47	0,03	0,12			
Potasio (**)	%	--	0,11	0,04	0,17			

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Carbono orgánico	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Organica por el método de Walkley y Black.
Nitrogeno total	ISO 11261-1995. Determinación total de Nitrogeno en suelos por metodo Kjeldhal modificado.
Fósforo total	Digestión via seca. Determinación por colorimetria del fosfovanadomolibdato
Potasio	Digestión via seca. Determinación por espectrofotometria de absorción atómica

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

(*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.
(**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
(***) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

Pro Suelos y Aguas LABSAF

ANEXO 4

ANÁLISIS DE VARIANZA

Tabla 13A

ANVA de rendimiento en la primera siembra de culantro

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	0.62	0.21	1.50	0.28 ^{ns}
Error	8	1.12	0.14		
Total	11	1.74			
	CV = 17.3%		R^2 = 0.35		

Tabla 14A

ANVA de longitud de hoja en la primera evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	0.03	0.01	1.00	0.76 ^{ns}
Error	8	0.08	0.01		
Total	11	0.11			
	CV = 2.58 %		R^2 = 0.45		

Tabla 15A

ANVA de longitud de hoja en la segunda evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	7.39	2.46	0.69	0.58 ^{ns}
Error	8	28.70	3.58		
Total	11	36.10			
	CV = 27.7%		R^2 = 0.20		

Tabla 16A

ANVA de longitud de hoja en la tercera evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	10.88	3.62	11.61	0.002 **
Error	8	2.500	0.31		
Total	11	13.38			

Tabla 17A

ANVA de número de hojas por planta en la primera evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	0.568	0.18	5.77	0.021*
Error	8	0.260	0.03		
Total	11	0.822			
	CV = 7.92%		R^2 = 0.68		

Tabla 18A

ANVA de número de hojas por planta en la segunda evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	2.42	0.80	2.36	0.14 ^{ns}
Error	8	2.74	0.34		
Total	11	5.16			
	CV = 18.4%		R^2 = 0.46		

Tabla 19A

ANVA de número de hojas por planta en la tercera evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	1.54	0.51	10.50	0.003 **
Error	8	0.39	0.04		
Total	11	1.94			
	CV = 4.20%		R^2 = 0.79		

Tabla 20A

ANVA de número de plantas por parcela en la primera evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	0.68	0.22	3.40	0.07 *
Error	8	0.54	0.06		
Total	11	1.22			
	CV = 11.8%		R^2 = 0.56		

Tabla 21A

ANVA de número de plantas por parcela en la segunda evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	0.37	0.12	0.71	0.57 ^{ns}
Error	8	1.42	0.17		
Total	11	1.79			
	CV = 12.1%		R^2 = 0.21		

Tabla 22A

ANVA de rendimiento en la segunda siembra de culantro

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	1.44	0.48	8.78	0.006 **
Error	8	0.44	0.05		
Total	11	1.88			
	CV = 22.5%		R^2 = 0.76		

Tabla 23A

ANVA de longitud de hoja en la primera evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	0.82	0.27	36.56	<0.0001**
Error	8	0.06	0.007		
Total	11	0.88			
	CV = 10.5%		R^2 = 0.93		

Tabla 24A

ANVA de longitud de hoja en la segunda evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	5.60	1.86	3.91	0.05 *
Error	8	3.82	0.47		
Total	11	9.42			
	CV = 29.7%		R^2 = 0.59		

Tabla 25A

ANVA de longitud de hoja en la tercera evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	16.84	5.61	7.60	0.051**
Error	8	5.91	0.73		
Total	11	22.76			
	CV = 12.7%		R^2 = 0.74		

Tabla 26A

ANVA de número de hojas por planta en la primera evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	0.61	0.20	123.17	<0.001 **
Error	8	0.01	0.001		
Total	11	0.62			
	CV = 5.15%		R^2 = 0.97		

Tabla 27A

ANVA de número de hojas por planta en la segunda evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	0.78	0.26	1.20	0.37 ^{ns}
Error	8	1.76	0.22		
Total	11	2.54			
	CV = 20.3%		R^2 = 0.31		

Tabla 28A

ANVA de número de hojas por planta en la tercera evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	1.54	0.51	9.39	0.005 **
Error	8	0.44	0.05		
Total	11	1.98			
	CV = 4.45%		R^2 = 0.77		

Tabla 29A

ANVA de número de plantas por parcela en la primera evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	0.59	0.19	5.07	0.02 *
Error	8	0.31	0.03		
Total	11	0.90			
	CV = 22.19%		R^2 = 0.65		

Tabla 30A

ANVA de número de plantas por parcela en la segunda evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	0.35	0.11	0.43	0.73 ns
Error	8	2.20	0.27		
Total	11	2.56			
	CV = 21.00%		R^2 = 0.13		

Tabla 31A

ANVA de número de plantas por parcela en la tercera evaluación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	2.08	0.69	2.47	0.13 ^{ns}
Error	8	2.24	0.28		
Total	11	4.32			
	CV = 11.6%		R^2 = 0.48		