

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



TESIS

EFFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE UNCUCHA (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) EN EL SECTOR DE KEMALUYOC - CHAHUARES -ECHARATE, LA CONVENCÓN – CUSCO

PRESENTADO POR:

Br. EDY RAMOS LEON

**PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

ASESOR:

Dra. CATALINA JIMÉNEZ AGUILAR

CUSCO – PERU

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Dra. CATALINA JIMENEZ AGUILAR
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: "EFECTO DE ABONOS ORGANICOS
EN LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL CULTIVO DE UNCUCHA
(Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott) EN EL SECTOR DE KEMALUYOC-
CHAHUARES - ECHARATE, LA CONVENCION - CUSCO"

Presentado por: B. EDY Ramos leon DNI N° 47446134 ;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGRONOMO

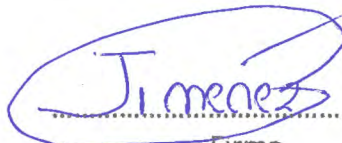
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso del Sistema Detección de*
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 3 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 03 de Junio de 2026


Firma

Post firma Catalina Jimenez Aguilar

Nro. de DNI 23936715


ORCID del Asesor 0000-0002-1813-7756

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:596898749

EDY RAMOS LEON

EFFECTOS DE ABONOS ORGÁNICOS EN LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE UNCUCHA (*Xanthosoma sa...*

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:596898749

97 páginas

Fecha de entrega

2 jun 2026, 4:58 p.m. GMT-5

25.233 palabras

125.757 caracteres

Fecha de descarga

2 jun 2026, 5:01 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS EDY RAMOS LEON.pdf

Tamaño del archivo

6.0 MB




3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)
- ▶ Trabajos entregados
- ▶ Fuentes de Internet

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A **Dios** por estar siempre allí para otórgame sabiduría, fortaleza en todo momento

Con respeto y admiración para: papa **Rafael Huamani Huamán** y abuela **Marcelina Sierra Ramos**, aunque ya no estén aquí sé que desde el más allá me están guiando

A la persona que más admiro mi señora madre **Julia León Sierra** que es mi motor y motivo para seguir adelante en todo y que en todo momento me apoyo moralmente y económicamente

A mis hermanos(as): **Jann Ramos León** y **Karen Ramos León** que también me apoyaron en el trayecto de mi carrera y tesis para poder concluir mis sueños anhelados

A mis tíos (as) y primos (as): **Antonia León Sierra**, **Ismael Morales Baños**, **Santiago León Sierra**, **Luz Marina Mosqueira**, **Walter León Sierra**, **Mirian Llocle**, **Cristian León Mosqueira**, **Josué Morales Baños**, **Naomi Carreño León** que me apoyaron en el transcurso de la universidad y tesis

AGRADECIMIENTO

- A la prestigiosa tricentenaria casa de estudios Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Escuela Profesional de Agronomía.
- A nuestro señor creador por guiarme en todo momento, darme la sabiduría para realizar las cosas y darme una nueva oportunidad de vivir para seguir con mis sueños y metas.
- A mi asesora Mgt. Catalina Jiménez Aguilar por su aceptación como asesora en este trabajo de investigación y el apoyo en sus conocimientos para realizar esta investigación en mi sector de Kemaluyoc.
- A mis padres, hermanos, tíos y primos: Julia León Sierra, Santiago León Sierra, Luz Marina Mosqueira, Antonia León Sierra, Ismael Morales Baños, Walter León Sierra, Jann Ramos León, Karen Ramos León, Cristian León Mosqueira, por su apoyo incondicional en todo momento y las palabras de aliento que me brindaron para no rendirme.
- A mis mejores amigos (as): Alexandra Huamán Manda, Shakira Caillahua De La Torre, Niolan Alosilla, Jensi Pareja Cayo, Pamela Taipe Flores, Maida Taipe Flores, Willy Roque Pancorbo, Soledad Alexandra Huanuni Lima y las personas que conocí en los diferentes cursos de mi querida escuela de agronomía que alguna u otra forma compartimos aprendizajes y aprendí algo de ellos.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Identificación del problema objeto de investigación.....	2
1.2. Formulación del problema	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
2.3. Justificación	3
III. HIPÓTESIS	5
3.1. Hipótesis general.....	5
3.2. Hipótesis específicas	5
IV. MARCO TEÓRICO.....	6
4.1. Antecedentes de la investigación	6
4.2. Bases teóricas	9
4.3. Definición de términos básicos	36
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
5.1. Tipo de investigación.....	38
5.2. Ubicación temporal del experimento.....	38
5.3. Ubicación del campo experimental.....	38
5.4. Materiales y metodología.....	39
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
6.1. Rendimiento	52
6.2. Características agronómicas	58
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	68
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS:	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Perfil productivo de la uncucha a nivel nacional.....	9
Tabla 2: Superficie cosechada de uncucha a nivel regional.....	10
Tabla 3: Producción de uncucha a nivel regional.....	10
Tabla 4: Rendimiento de uncucha a nivel regional.....	10
Tabla 5: Producción de uncucha a nivel mundial (t) – Año 2022.....	11
Tabla 6: Contenido de nutrientes del guano de isla balanceado.....	26
Tabla 7: Contenido de nutrientes del compost.....	33
<i>Tabla 8: Tratamientos</i>	40
Tabla 9: Rendimiento en cormos (t/ha).....	52
Tabla 10: Análisis de varianza - Rendimiento en cormos (t/ha).....	53
Tabla 11: Prueba de Tukey - Rendimiento en cormos (t/ha).....	53
Tabla 12: Peso de cormos por planta (Kg).....	54
Tabla 13: Análisis de varianza - Peso de cormos por planta (Kg).....	55
Tabla 14: Prueba de Tukey - Peso de cormos por planta (Kg).....	56
Tabla 15: Número de cormos por planta.....	57
Tabla 16: Análisis de varianza - Número de cormos por planta.....	57
Tabla 17: Prueba de Tukey - Número de cormos por planta.....	57
Tabla 18: Peso de cormo (g).....	58
Tabla 19: Análisis de varianza - Peso de cormo (g).....	59
Tabla 20: Prueba de Tukey - Peso de cormo (g).....	59
Tabla 21: Altura de planta (cm).....	60
Tabla 22: Análisis de varianza - Altura de planta (cm).....	61
Tabla 23: Prueba de Tukey - Altura de planta (cm).....	61
Tabla 24: Longitud de hoja (cm).....	62
Tabla 25: Análisis de varianza - Longitud de hoja (cm).....	62
Tabla 26: Longitud de hoja promedio comparado por tratamiento (cm).....	63
Tabla 27: Ancho de hoja (cm).....	63
Tabla 28: Análisis de varianza - Ancho de hoja (cm).....	64
Tabla 29: Ancho de hoja promedio comparado por tratamiento (cm).....	64
Tabla 30: Diámetro de tallo (cm).....	65
Tabla 31: Análisis de varianza - Diámetro de tallo (cm).....	66

Tabla 32: Diámetro de tallo promedio comparado por tratamiento (cm)	66
Tabla 33: Rendimiento (t/ha) – Bloque I	74
Tabla 34: Rendimiento (t/ha) – Bloque II	74
Tabla 35: Rendimiento (t/ha) – Bloque III	74
Tabla 36: Rendimiento (t/ha) – Bloque IV	75
Tabla 37: Peso de cormos por planta (kg) – Bloque I	75
Tabla 38: Peso de cormos por planta (kg) – Bloque II	75
Tabla 39: Peso de cormos por planta (kg) – Bloque III	76
Tabla 40: Peso de cormos por planta (kg) – Bloque IV	76
Tabla 41: Número de cormos por planta – Bloque I	76
Tabla 42: Número de cormos por planta – Bloque II	77
Tabla 43: Número de cormos por planta – Bloque III	77
Tabla 44: Número de cormos por planta – Bloque IV	77
Tabla 45: Peso de corno (g) – Bloque I	78
Tabla 46: Peso de corno (g) – Bloque II	78
Tabla 47: Peso de corno (g) – Bloque III	78
Tabla 48: Peso de corno (g) – Bloque IV	79
Tabla 49: Altura de planta (cm) – Bloque I	79
Tabla 50: Altura de planta (cm) – Bloque II	79
Tabla 51: Altura de planta (cm) – Bloque III	80
Tabla 52: Altura de planta (cm) – Bloque IV	80
Tabla 53: Longitud de hoja (cm) – Bloque I	80
Tabla 54: Longitud de hoja (cm) – Bloque II	81
Tabla 55: Longitud de hoja (cm) – Bloque III	81
Tabla 56: Longitud de hoja (cm) – Bloque IV	81
Tabla 57: Ancho de hoja (cm) – Bloque I	82
Tabla 58: Ancho de hoja (cm) – Bloque II	82
Tabla 59: Ancho de hoja (cm) – Bloque III	82
Tabla 60: Ancho de hoja (cm) – Bloque IV	83
Tabla 61: Diámetro de tallo (cm) – Bloque I	83
Tabla 62: Diámetro de tallo (cm) – Bloque II	83
Tabla 63: Diámetro de tallo (cm) – Bloque III	84
Tabla 64: Diámetro de tallo (cm) – Bloque IV	84

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Campo experimental después de la quema controlada	43
Fotografía 2: Excavación de hoyos con pico para la siembra	44
Fotografía 3: Siembra de cormos con kituchi	45
Fotografía 4: Preparación de biol	46
Fotografía 5: Traslado de compost a campo experimental	46
Fotografía 6: Aplicación de compost	47
Fotografía 7: Aplicación de guano de isla	47
Fotografía 8: Dosificación de biol al borde del campo experimental	47
Fotografía 9: Cosecha de cormos	48
Fotografía 10: Muestra de cormos según tratamiento	49
Fotografía 11: Peso de cormos por planta	50
Fotografía 12: Evaluación de diámetro de tallo	51
Fotografía 13: Cultivo en pleno crecimiento	85
Fotografía 14: Control de malezas	85
Fotografía 15: Identificación de plantas para evaluación	85
Fotografía 16: Cultivo en madurez fisiológica.....	86
Fotografía 17: Unidad experimental con guano de isla – antes de la cosecha ...	86
Fotografía 18: Cosecha de la unidad experimental con guano de isla	86
Fotografía 19: Cosecha del campo experimental	87
Fotografía 20: Cosecha del campo experimental	87
Fotografía 21: Cormos cosechados del tratamiento testigo	87
Fotografía 22: Cormos cosechados del tratamiento Biol	88
Fotografía 23: Cormos cosechados del tratamiento Compost.....	88
Fotografía 24: Preparación de biol	88

RESUMEN

El trabajo de investigación “Efecto de abonos orgánicos en las características agronómicas del cultivo de uncucha (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) en Kemaluyoc – Chahuares - Echarate, La Convención – Cusco” se realizó del 10 de octubre de 2021 al 3 de junio de 2022. Su objetivo fue determinar el efecto de tres abonos orgánicos guano de isla, compost de cáscara de café y biol sobre la producción del cultivo. Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro bloques y 16 unidades experimentales.

Los resultados mostraron que el guano de isla, aplicado a 100 g/planta, permitió obtener los mejores promedios en rendimiento de cormos (32.69 t/ha), peso de corno por planta (3.74 kg) y número de cormos por planta (39.13). El peso de corno más alto se registró con biol (96.0 g) y guano de isla (95.69 g). La altura de planta alcanzó 87.2 cm con guano de isla, 83.5 cm con biol y 69.15 cm con compost. La longitud promedio de hoja fue 38.78 cm, el ancho 29.05 cm y el diámetro del tallo 6.27 cm, sin diferencias significativas entre tratamientos.

En conclusión, el guano de isla a 100 g/planta fue el abono más eficiente para rendimiento, peso y número de cormos. Para el peso individual del corno, biol y guano de isla mostraron mejores resultados. Todos los abonos evaluados favorecieron la altura de la planta, mientras que longitud y ancho de hoja y diámetro del tallo no se vieron afectados significativamente por el tipo de abonamiento.

PALABRAS CLAVES: Fertilización Orgánica, *Xantoma Sagittifolium* (L.) Scott
Producción de cormos, Guano de isla, Parámetros agronómicos.

INTRODUCCIÓN

La uncucha, es un cultivo de Ceja de Selva de gran importancia para el poblador local, por ser componente básico de su dieta diaria como fuente energética. MIDAGRI (2024) menciona para el año 2022, una producción nacional de 22,063 toneladas, superficie cosechada de 2,246 ha y un rendimiento promedio de 8,934 kg/ha, no existe registros de producción, superficie y rendimiento para la región Cusco y la provincia de La Convención.

El cultivo de la uncucha en la provincia de La Convención, se realiza en áreas nuevas o recién habilitadas, esta habilitación implica el roce de monte, la quema controlada y la limpieza de los troncos. Debido a que estos terrenos no fueron cultivados con anterioridad tienen buen nivel de fertilidad natural, razón por la cual, no se práctica la fertilización, sin embargo, debido a que estos suelos, por sus pendientes pronunciadas son superficiales y relativamente frágiles, reducen su fertilidad natural rápidamente, por lo que, el productor abandona la parcela luego de dos cosechas como máximo, convirtiéndose en la práctica en agricultura migratoria el cual es muy pernicioso para la conservación de los suelos.

Una alternativa para resolver el problema de la agricultura migratoria es utilizar abonos orgánicos como fuente de nutrientes minerales y mejoradores de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, entre ellos el guano de isla, material proveniente de las deyecciones de aves guaneras de las islas de la costa peruana, el compost proveniente de la descomposición controlada de residuos de cosecha como la cáscara de café, estiércol, residuos de cosecha, entre otros, el biol producto obtenido luego de un proceso de fermentación. Dentro de este contexto se realizó la presente investigación, con la finalidad determinar cuál de las fuentes orgánicas de abonamiento mencionadas anteriormente mejoran el rendimiento y el crecimiento foliar de la uncucha comparada con un testigo sin aplicación.

El autor

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

El cultivo de la uncucha en la provincia de La Convención tiene características migratorias, es decir, después de la cosecha las parcelas son abandonadas para su recuperación natural, una de las razones de este tipo de agricultura, es la reducción del rendimiento del cultivo en la segunda campaña, debido a que se reduce la fertilidad del suelo por acción principal de las fuentes precipitaciones pluviales y la pendiente pronunciada de la mayoría de los suelos, en los cuales se cultiva la uncucha.

Para mejorar el rendimiento de la uncucha y al mismo tiempo contribuir a la conservación del medio ambiente y de los suelos agrícolas se debe abonar con fuentes orgánicas, productos que no solamente suministran elementos minerales a través del proceso de mineralización, sino también mejoran las condiciones químicas, físicas y biológicas de los suelos, sin embargo, debido a que en el mercado nacional y regional existe un gran número de abonos orgánicos es necesario determinar que abonos orgánicos mejoran el rendimiento del cultivo en condiciones de ceja de selva, motivo por la cual se plantea las siguientes preguntas de investigación:

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es el efecto de los abonos orgánicos, guano de isla, compost y biol en la producción del cultivo de uncucha (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) en Kemaluyoc - Chahuares distrito de Echarate - La Convención – Cusco?

1.2.2. Problemas específicos.

1. ¿Cuál es el efecto de los abonos orgánicos, guano de isla, compost y biol en el rendimiento en cormos en el cultivo de uncucha?
2. ¿Cuál es el efecto de los abonos orgánicos, guano de isla, compost y biol en las características agronómicas del cultivo de uncucha?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

Determinar el efecto de los abonos orgánicos, guano de isla, compost y biol en la producción del cultivo de uncucha (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) en Kemaluyoc - Chahuares distrito de Echarate - La Convención – Cusco.

2.2. Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de los abonos orgánicos, guano de isla, compost y biol en el rendimiento en cormos en el cultivo de uncucha.
2. Evaluar el efecto de los abonos orgánicos, guano de isla, compost y biol en las características agronómicas del cultivo de uncucha.

2.3. Justificación

Económico

El cultivo de la uncucha en la provincia de La Convención es una actividad importante para el poblador rural debido a que es una fuente de ingreso económico familiar, el productor local, luego de la cosecha, comercializa el remanente de su producción en mercados locales, en el cual existe el hábito de consumo de este cultivo, el ingreso económico que genera esta actividad depende del rendimiento del cultivo, por lo que, determinar cuál de los abonos orgánicos guano de isla, compost o biol permite obtener rendimiento más alto es de gran importancia, ya que, permitirá recomendar a los productores cual de estos productos puede utilizar para mejorar sus ingresos económicos y justifica la presente investigación.

Social

La producción de uncucha en la provincia de La Convención es realizado por un grupo social, que son los beneficiarios directos, mejorar la tecnología de producción de la uncucha implica beneficiar en forma directa a estas familias, ya que, al tener mejor capacidad productiva, mejoraran sus ingresos económicos y con ello el nivel de vida de esta población, los productores al tener mejor ingreso educaran de mejor manera a sus hijos, mejorará su condiciones de salud y sus condiciones de

vivienda, lo cual beneficia a la población en general, mejorando el bienestar social y el desarrollo con equidad, por lo que, investigar en nuevas tecnologías productivas como es el uso de abonos orgánicos para mejorar el rendimiento y las características agronómicas es importante desde el punto de vista social.

Ambiental

Los abonos orgánicos como el guano de isla, compost y biol, son productos amigables con el medio ambiente, al no generar residuos tóxicos para los seres humanos y animales y no contaminar el medio ambiente, el uso de estos productos debe ser difundido para ser asumido por los productores locales, convirtiendo a la agricultura en sostenible y no perjudicial para el medio ambiente, sin embargo, para que esta tecnología sea adoptada por los productores locales debe ser efectiva y generar un incremento real del rendimiento del cultivo y mejorar sus características agronómicas, por lo que es necesario evaluar el efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento en cormo de la uncucha en condiciones locales, así como establecer la mejora en sus características agronómicas.

Investigación

Desde el punto de la investigación determinar el efecto de los abonos orgánicos guano de isla, compost y biol en el rendimiento en cormo y en las características agronómicas de cormo y crecimiento vegetal es importante, ya que, es necesario ampliar el conocimiento que se tiene sobre el efecto de estos abonos orgánicos, especialmente en condiciones locales, los conocimientos nuevos que puedan obtenerse servirá para mejorar la tecnología de producción de este cultivo en la provincia de La Convención, información que podrá compartirse con los productores locales para que mejoren el rendimiento del cultivo y con ello sus ingresos económicos.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Al menos uno de los abonos orgánicos, guano de isla, compost o biol permite mejorar la producción del cultivo de uncucha, cultivada en condiciones de Kemaluyoc, Echarati, La Convención – Cusco.

3.2. Hipótesis específicas

1. Uno de los abonos orgánicos permite obtener el mejor rendimiento del cultivo de uncucha, comparada con el testigo sin aplicación, esto implica mayor peso de cormos por hectárea, mayor peso y número de cormos por planta.
2. Uno de los abonos orgánicos permite obtener cormos con mayor peso, plantas de mayor altura, con mayor longitud y ancho de hoja, así como mayor diámetro de tallo en el cultivo de uncucha, comparado con el testigo.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

Lozada (2005) en la tesis realizada en la Escuela Politécnica del Ejército de Ecuador con el objetivo de evaluar la influencia de métodos de propagación y cuatro niveles de abonamiento orgánico en el cultivo de uncucha, instalaron el experimento según el diseño de bloques completo al azar con arreglo factorial, con ocho tratamientos y cuatro repeticiones y obtuvieron los siguientes resultados: para altura de planta se presentaron diferencias significativas para los niveles de abonamiento orgánico, el promedio fue 66.08 cm a primera evaluación y 102.34 cm para la quinta evaluación. Para número de hojas por planta se presentaron diferencias significativas para abonamiento orgánico y para las cinco evaluaciones realizadas, el promedio fue de 5.5 hojas a primera evaluación y de 6.19 hojas en la quinta evaluación. Para rendimiento se presentaron diferencias significativas para abonamiento orgánico, el promedio general fue de 29.34 t/ha, los mejores niveles de abono orgánico fue 60 t/ha de abono orgánico con 41.42 t/ha de cormos y el nivel de 40 t/ha de abono orgánico con 38.93 t/ha de cormos.

Muñoz y Untuña (2014) en la investigación realizada en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador, con la finalidad de establecer la influencia de las dosis de fertilizantes inorgánicos y fertilizantes orgánicos en la productividad de la uncucha, instalaron el experimento según el diseño bloques completo al azar con arreglo factorial, con nueve tratamientos y tres repeticiones y obtuvieron los siguientes resultados: para altura de planta no se presentaron diferencias significativas para abonos orgánicos para las tres evaluaciones, a tercera evaluación realizada a 90 días, la altura de planta tomó valores entre 47.42 y 48.33 cm. Para diámetro de tallo no se presentaron diferencias significativas para abonos orgánicos para las tres evaluaciones, a tercera evaluación el promedio se ubicó en el rango de 13.17 a 14.23 cm de diámetro de tallo. Para ancho de hoja y para abono orgánico no se presentaron diferencias significativas para las tres evaluaciones, a tercera evaluación el promedio se ubicó en el rango de 30.5 a 31.65 cm de ancho de hoja. Para largo de hoja no se presentaron diferencias significativas para abonos orgánicos y para las tres evaluaciones, a tercera evaluación el promedio se ubicó

en el rango de 33.25 a 33.40 cm de ancho de hoja. Para peso de cormos por planta se presentó diferencias significativas para abonos orgánicas, el mejor resultado se presentó para humus de lombriz con 2.02 kg de cormos por planta.

Muralles (2004) en la investigación realizada en Guatemala con el objetivo de evaluar tres distanciamientos de siembra y tres programas de fertilización en el cultivo de uncucha, instaló el experimento según el diseño de bloques completo al azar con arreglo de parcelas divididas con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, obtuvo los siguientes resultados: para rendimiento se presentaron diferencias significativas siendo el mejor nivel 70-130-110 con un promedio de 27.415 t/ha de cormos. Para número de hojas por planta no se presentaron diferencias significativas y los valores se ubicaron de 4 a 5 hojas por planta. Para altura de planta no se presentaron diferencias significativas los valores se ubicaron en el rango de 67.66 a 76.19 cm evaluado a los 12 meses.

Pineda (2021) en su trabajo de investigación realizado en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, con la finalidad de establecer el efecto de tres fuentes y fuentes de potasio en el rendimiento de la uncucha, instaló el experimento según el diseño de bloques completo al azar con arreglo factorial con diez tratamientos y obtuvo los siguientes resultados: para rendimiento hubo diferencias significativas, siendo la mejor fuente el nitrato de potasio con 25.69 t/ha de cormos. Para peso de cormos por planta se presentaron diferencias significativas siendo el mejor tratamiento la fuente nitrato de potasio con 1.79 kg de cormos por planta. Para número de cormos por planta se presentaron diferencias significativas, siendo el mejor tratamiento nitrato de potasio con 9.83 cormos por planta.

Antecedentes nacionales

García (2023) en la tesis realizada en la Universidad Nacional de Ucayali con la finalidad de evaluar la fertilización química en el cultivo de unucha, evaluando tres niveles de fertilización, instaló el experimento según el diseño bloques completo al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones y obtuvo los siguientes resultados: No se presentaron diferencias significativas para altura de planta evaluada a los 60 días, pero si se presentaron diferencias significativas para las

evaluaciones posteriores: a los 120 días el mejor resultado fue para el nivel 50-60-30 con 69.9 cm, este resultado se repite con 78.7 cm para la evaluación a los 180 días y 69.0 cm a los 240 días. Para peso de cormo por planta el mejor resultado fue para el nivel de fertilización 50-60-30 con 1,064 g de cormos por planta. Para rendimiento de cormos se presentaron diferencias significativas, siendo el mejor resultado 16.4 t/ha para el nivel de fertilización de 50-60-30.

Vasquez (2007) evaluando tres métodos de preparación de suelo en el cultivo de uncucha en la tesis realizada en la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, instaló el experimento según el diseño de bloques completo al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones y obtuvo los siguientes resultados: para altura de planta se presentaron diferencias significativas siendo los mejores camellones circulares con 77.58 cm y sistema Lister con 65.33 cm. Para número de cormos por planta no se presentaron diferencias significativas se obtuvo un promedio de 13 cormos por planta. Para peso de cormos por planta no se presentaron diferencias significativas el promedio fue 519.58 g de cormos por planta. Para longitud de hoja se presentaron diferencias significativas los mejores resultados se dieron para el tratamiento camellones circulares con 26.64 cm y sistema lister con 24.54 cm. Para ancho de la hoja se presentaron diferencias significativas los mejores resultados se presentaron con tratamiento de camellones circulares con 19.56 cm y sistema Lister con 17.62 cm. Para rendimiento no se presentaron diferencias significativas el promedio fue de 5.2 t/ha de cormos.

Antecedente regional

Huallpa (2025) evaluando tres abonos orgánicos en la producción de uncucha en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco con el objetivo de evaluar el efecto de los abonos orgánicos compost Terraviva, gallinaza mejorada Terrasur y humus, en la producción de uncucha en condiciones de Quincemil, distrito de Camanti, Quispicanchi – Cusco instaló el experimento según el diseño de bloques completo al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones obtuvo los siguientes resultados: en rendimiento Terrasur presentó el promedio más alto con 60.4 t/ha de cormos, en peso de cormos por planta el mejor fue Terrasur con 2.36 kg, en número de cormos por planta el mejor fue Terrasur con 29.9 cormos, Terrasur

presentó los mejores resultados: 1.62 m para altura de planta, 94.73 g de peso de cormo, 5.03 cm de diámetro de cormo y 7.36 cm de longitud de cormo.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Cultivo de uncucha

4.2.1.1. Perfil productivo de la uncucha

Tabla 1: Perfil productivo de la uncucha a nivel nacional

Año	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Superficie (ha)
2012	13,600	7.3	1,900
2013	13,900	7.3	1,900
2014	16,100	7.3	2,200
2015	20,200	7.6	2,600
2016	19,000	8.1	2,400
2017	12,316	7.8	1,578
2018	20,244	8.3	2,364
2019	20,379	8.5	2,399
2020	22,088	8.6	2,564
2021	22,308	8.7	2,550
2022	20,063	8.9	2,246

Fuente: **(MIDAGRI, 2025)**.

La producción del cultivo de uncucha ha mostrado un crecimiento lento pero sostenido considerando como año base 2012, en el cual la producción nacional de uncucha fue de 13,600 toneladas de cormos, durante los años siguientes la producción ha crecido hasta su máximo en el año 2021 con 22,308 toneladas, correspondiendo a un crecimiento del 64.02% con respecto al año 2013, **(MIDAGRI, 2025)**. La superficie cosechada de uncucha a nivel nacional también ha tenido un crecimiento lento pero constante, considerando el año base 2012, en el cual la superficie cosechada fue de 1,900 hectáreas, en los años siguientes la superficie cosechada se ha ido incrementando hasta llegar a su máximo el año 2020 con 2,564 hectáreas, equivalente a un crecimiento del 34.95% con respecto al año 2012, **(MIDAGRI, 2025)**. El rendimiento de uncucha a nivel nacional ha tenido un crecimiento lento, considerando el año base 2012, en el cual el rendimiento fue de 7.3 t/ha, en los años siguientes el rendimiento ha crecido en forma lenta hasta llegar a un máximo de 8.7 t/ha en el año 2021 con incremento de 19.18% con respecto al

rendimiento del año 2012, Sistema Integrado de Estadística Agraria, (MIDAGRI, 2025).

Tabla 2: Superficie cosechada de uncucha a nivel regional

Región	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Promedio
Amazonas	177	177	212	295	290	355.80	250.9
Cajamarca	396	419	356	370	360	310.00	368.6
Puno	946	1,744	1,750	1,840	1,804	1485.00	1,594.8
Ucayali	59	95	81	60	96	95.00	80.8

Fuente: (MIDAGRI, 2025)

La superficie cosechada de uncucha a nivel regional fue registrada para cuatro regiones, de los cuales la región con mayor superficie cosechada fue Puno con 1,594.8 hectáreas, considerando una serie histórica de seis años de 2017 al 2022, mientras que, la región con menor superficie cosechada fue Ucayali con 80.8 hectáreas promedio.

Tabla 3: Producción de uncucha a nivel regional

Región	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Promedio
Amazonas	1,322	1,374	1,702	2,446	2,316	3171.85	2,055.2
Cajamarca	1,601	1,788	1,589	1,673	1,614	1405.11	1,611.6
Puno	9,058	16,588	16,661	17,655	17,826	14896.5	15,447.3
Ucayali	335	493	427	314	552	589.43	451.9

Fuente: (MIDAGRI, 2025)

La producción de uncucha a nivel regional registrada para cuatro regiones, considerando la serie histórica de seis años de 2017 a 2022 se presenta en la tabla 3 en ella se muestra que la región con mayor producción promedio fue Puno con 15,447.3 toneladas, mientras que, la región con menor producción fue Ucayali con 451.9 toneladas.

Tabla 4: Rendimiento de uncucha a nivel regional

Región	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Promedio
Amazonas	7,479	7,762	8,037	8,306	7,992	8914.70	8,081.9
Cajamarca	4,041	4,265	4,459	4,520	4,482	4532.60	4,383.5
Puno	9,575	9,511	9,521	9,595	9,881	10031.31	9,685.8
Ucayali	5,686	5,193	5,305	5,277	5,752	6204.51	5,569.4

Fuente: (MIDAGRI, 2025)

El rendimiento de uncucha a nivel regional registrada para cuatro regiones, considerando la serie histórica de seis años de 2017 a 2022 se presenta en la tabla 4, en ella se muestra que la región con mayor rendimiento promedio fue Puno con 9,685.8 kg/ha, mientras que, la región con menor rendimiento fue Cajamarca con 4,383.5 kg/ha.

Tabla 5: Producción de uncucha a nivel mundial (t) – Año 2022

N°	País	Producción	N°	País	Producción
1	Nigeria	8,200,000	26	Chad	25,620
2	China	1,946,798	27	Samoa	22,084
3	China, Continental	1,906,450	28	Dominica	21,803
4	Camerún	1,892,428	29	Togo	19,355
5	Ghana	1,700,748	30	Comoras	13,224
6	Etiopía	1,690,619	31	Santo Tomé y Príncipe	10,137
7	Papua Nueva Guinea	277,223	32	Guyana	9,797
8	Madagascar	228,652	33	Honduras	7,221
9	Rwanda	202,892	34	Tonga	3,498
10	Egipto	158,182	35	Sierra Leona	2,873
11	Japón	138,889	36	Niue	2,755
12	República Centroafricana	138,453	37	Panamá	2,502
13	Lao	138,301	38	Benin	2,352
14	Guinea	127,608	39	Mauricio	2,155
15	Filipinas	113,131	40	Kiribati	1,960
16	Tailandia	102,612	41	Estados Unidos de América	1,291
17	Burundi	94,288	42	Trinidad y Tabago	932
18	Gabón	90,032	43	Puerto Rico	745
19	Côte d'Ivoire	87,665	44	Líbano	744
20	Congo	69,551	45	Santa Lucía	505
21	Fiji	65,573	46	Nueva Caledonia	451
22	Islas Salomón	46,053	47	Bhután	250
23	Taiwán	40,348	48	Barbados	88
24	Nicaragua	28,308	49	Antigua y Barbuda	38
25	Liberia	27,732	50	Palestina	10
		Total			19,664,927

Fuente: **(FAO, 2024)**

En la tabla 5 se presenta la producción mundial de uncucha, en ella se observa que la producción total para el año 2022 según (FAO, 2024) fue de 19'664,927 toneladas, el país con mayor producción mundial fue Nigeria con 8'200,000 toneladas seguido por China 1,946,798 toneladas y China Continental con 1,906,450 toneladas, a nivel del continente americano el primer lugar es ocupado

por Nicaragua con 28,308 toneladas, seguido de Perú con 22,308 toneladas (año 2021) y Honduras con 7,221 toneladas.

4.2.1.2. Origen y distribución

La uncucha tiene como centro de origen más aceptado el sureste de Asia en la región comprendida entre la India e Indonesia. A partir del centro de origen esta especie, se extendió hacia Africa tropical y Egipto, posteriormente llegó a Islas Canarias y desde esta región llegó al continente americano, (Aguilar, 2022). Sin embargo, existen vestigios arqueológicos que afirman el origen americano de la uncucha, entre ellos está el hallazgo realizado de dos cormos de uncucha en un sitio arqueológico del Perú, aunque no se ha precisado el lugar exacto. Se menciona también, la existencia de una vasija precolombina peruana, con varios cormos de uncucha creciendo sobre otros cormos, sin embargo, estas afirmaciones no han sido corroboradas, (Seminario, 2004).

4.2.1.3. Clasificación taxonómica

La uncucha según la clasificación taxonómica propuesta por **Cronquist (1993)** ocupa la siguiente posición taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Arales

Familia: Araceae

Género: Xanthosoma

Especie: *X. Sagittifolium (L) Schott*

(Trujillo, 2022)

4.2.1.4. Nombres comunes

La uncucha es el nombre peruano de esta especie, sin embargo, según el país en el cual se cultiva, el nombre común varía, así tenemos: yautía, malanga, macal quiscamote, tiquisque, yautía, otóe, okumo, gualuza, malangay; taioba, mangareto, mangarito, mangarás cocoyam, entre otros, (Milián, 2018).

4.2.1.5. Características morfológicas

Raíces

El sistema radicular de la uncucha se genera en los cormos y cormelos, emergiendo en fila de los entrenudos de la parte media e inferior del corno principal, se producen en gran cantidad y pueden ser renovados con frecuencia. **(Pérez y Gonzales, 2015)**

Hoja

Las hojas de la uncucha emergen de la yema apical del corno madre o principal, normalmente esta emergencia es cada 15 días, las hojas no presentan pubescencia y son simples. Presenta un peciolo de 0.3 a 1.8 m de largo, del tipo envainador, cuenta con un canal profundo desde la base hasta la mitad del peciolo, esta vaina es ancha y gruesa en la base y angosta y fina en la parte superior adyacente a la lámina foliar. Presenta una arista de ancho variable, de 0.3 a 1.0 cm. Esta especie se caracteriza por tener la forma de hoja sagitada, con punta de lanza y dos lóbulos basales amplios, presentan también una vena central muy pronunciada, (Milián, 2018).

Corno

El corno es un tallo modificado que presenta yemas, raíces y hojas modificadas en forma de escamas, es el órgano de reserva de la uncucha. El corno puede ser simple o ramificado, su forma varía de cilíndrico a elipsoidal. En la madurez puede sobresalir en su tercera parte del suelo. Cuando el corno es ramificado, forma estolones en forma de mazo, los cuales en su madurez son denominados cormelos, estos constituyen la parte comestible más importante. La pulpa del corno puede ser blanca, morada o amarilla y está conformado por un parénquima con granos abundantes de almidón de hasta 20 micras de ancho. La corteza del corno generalmente es marrón oscuro y en su superficie se ubican las yemas y las raíces distribuidas en anillo, **(Zapata y Velasquez, 2013)**.

Inflorescencia

La inflorescencia de la uncucha está conformada por una espata y un espádice y es más corta que las hojas. La espata es una estructura tubular que envuelve en

la base al espádice, y en su parte superior se abre en forma de una lámina moderadamente delgada, de color blanco, es persistente después de la antesis. El espádice es una estructura más corta que la espata, se encuentra dividido en dos partes: la parte basal o pistilada de color verde o anaranjado, lustroso, forma cilíndrica y densamente floreada, la parte apical estaminada, claviforme, dos veces más larga que la parte pistilada y gradualmente ahusada en la base, **(Croat y Acebey, 2015)**.

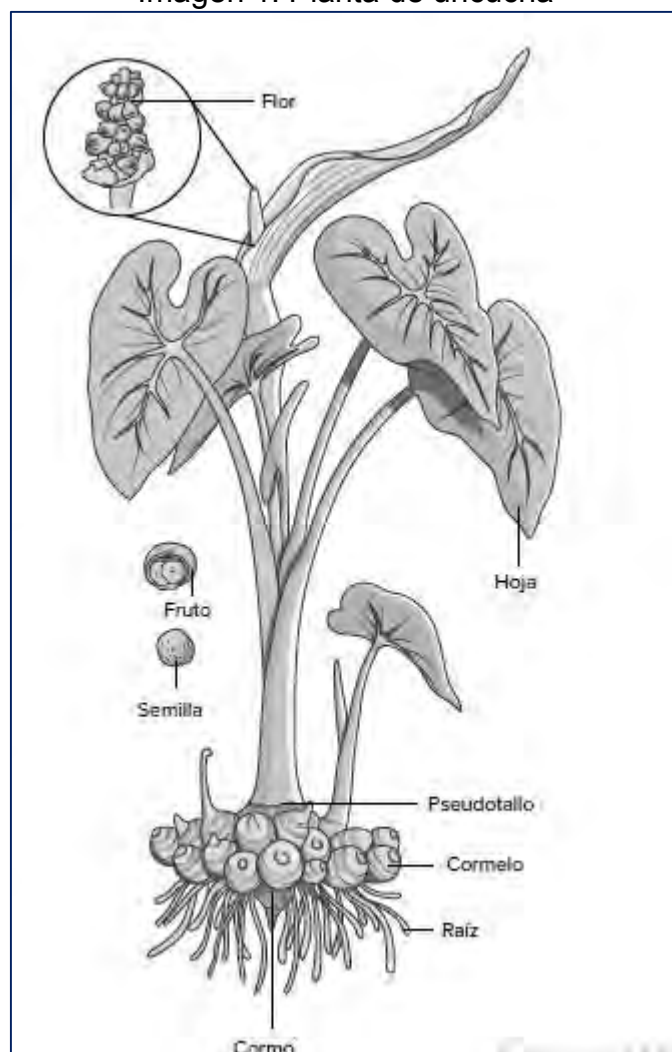
Flores

Las flores de la uncucha son unisexuales y desnudas, las flores estaminadas presentan de cuatro a seis estambres fusionados entre sí, en forma angulada, piramidal o truncada, las anteras presentan tecas oblongo - triangulares u oblongas, son dehiscentes apicalmente. Las flores pistiladas presentan ovarios oblongos a ovoides, unidos por estilos anulares engrosados, presenta de dos a cuatro lóculos, varios óvulos por lóculo, el estigma es de forma discoide y con tres a cuatro lóbulos, **(Croat y Acebey, 2015)**

Fruto y semilla

El fruto de la uncucha es una baya que llega a su madurez de 40 a 50 días. El tamaño de las semillas es pequeño de 1.0 a 1.5 mm de diámetro, su color es marrón claro, presentan estrías y son de forma oblonga, dentro de un fruto puede encontrarse hasta 8 semillas. Las semillas viables germinan en promedio en 10 días, sin embargo, la mayoría son atacadas por larvas de coleópteros, estos mismos pueden afectar severamente las flores pistiladas antes y después de la fecundación, **(Pérez y Gonzales, 2015)**.

Imagen 1: Planta de uncucha



Fuente: (INATEC, 2018)

4.2.1.6. Requerimientos climáticos y de suelo

Temperatura

La uncucha es un cultivo adaptado a climas tropicales y subtropicales, los cuales se presentan entre los 30° de latitud sur y latitud norte, la temperatura óptima para el crecimiento de la especie es de 25°C, la temperatura óptima para la brotación de yemas se ubica en el rango de 25 a 28°C. A pesar de ello, las temperaturas nocturnas en el rango de 14 a 17°C favorecen la formación de cormelos, la razón es que, a bajas temperaturas la producción de sustancias tuberizantes se incrementa, mientras que, temperaturas nocturnas superiores a 29°C son perjudiciales para la formación de cormelos, (Montaldo, 1991).

Fotoperiodo

La uncucha se considera de fotoperiodo corto y requiere entre 12 a 13 horas de luz diaria para una buena producción de cormelos, se ha demostrado que la luz influye en la formación de cormelos. La uncucha es un cultivo tolerante a sombra parcial, sin embargo, cultivos conducidos bajo sombra regulada tiene menor rendimiento que cultivos a pleno sol, por lo que, se recomienda que las distancias de siembra sean los adecuados, distancias entre surcos muy cortos reducen el rendimiento del cultivo, Mendoza (1989) citado por **Tem (2018)**.

Suelos

La uncucha se adapta bien a una gran diversidad de suelos, sin embargo, los más adecuados son los de textura franca, franco limoso e incluso arenosos, la profundidad del suelo debe ubicarse en el rango de 50 a 60 cm, con buen contenido de materia orgánica en el rango de 2 a 3%, el pH debe encontrarse en el rango de 4.5 a 7.5, Colquier (2013) citado por **Tem (2018)**.

La uncucha tiene rendimiento limitado en suelos muy arenosos debido a que, la humedad del suelo se pierde rápidamente y afecta el crecimiento de la planta, igualmente no prospera adecuadamente en suelos arcillosos o muy pesados debido a que es susceptible al mal drenaje, igualmente en suelos pedregosos ya que deforma el corno y dificulta la cosecha, (Montaldo, 1991).

4.2.1.7. Prácticas de cultivo

Preparación del terreno

La preparación del terreno para la siembra de la uncucha es de gran importancia, ya que, favorece el crecimiento normal de las plantas, se recomienda utilizar tractor agrícola provisto de arado tipo cincel para suelos compactados, el objetivo es mejorar el drenaje de la capa arable, se recomienda también, realizar dos pasadas de rastras como mínimo sea de discos o dientes, la preparación del terreno debe concluir con el surcado realizado de preferencia con tractor agrícola provisto de surcadora, (Aguilar, 2022).

Siembra

- *Selección de semilla vegetativa*: la uncucha se propaga comercialmente por medio de cormos sean enteros o seccionados y por cormelos, el tamaño de los cormos pueden ser pequeños menores a 50 g de peso, medianos de 50 a 100 g de peso y grandes mayores a 100 g de peso, en algunos lugares utilizan secciones de cormos grandes de 100 a 150 g de peso y se ha observado también que el rendimiento es mayor cuando se usa cormos frente al uso de cormelos, (Zuñiga, 2007).
- *Desinfección de los cormos semilla*: se recomienda sumergir los cormos en una solución de fungicida que contenga Trichoderma, a una dosis de 25 g por 20 litros de agua, la sumersión debe ser en un saco de malla de 10 a 15 minutos, se puede agregar adherente dispersante a la solución. Este tratamiento debe ser horas antes de la siembra, (INATEC, 2018). Puede desinfectarse también con fungicidas como el Vitavax especialmente recomendado cuando se utiliza secciones de cormo, el material de siembra se debe lavar antes de aplicar el fungicida para mayor efectividad, **(Zapata y Velasquez, 2013)**.
- *Densidad de siembra*: la densidad de siembra de la uncucha depende de varios factores, tales como: condiciones climáticas, características del suelo, manejo del cultivo, entre otros, debido a ellos las recomendaciones son variables, así tenemos: para las condiciones de selva central se recomienda distancia entre plantas 0.8 m y distancia entre hileras 1.0 m, con una densidad poblacional de 12,500 plantas/ha, (DESCO, 2013).
- *Siembra*: la siembra propiamente dicha se realiza con picotas cuando el suelo no fue preparado con maquinaria agrícola, los cormos deben enterrarse como máximo a 20 cm de profundidad, (DESCO, 2013).
- *Época de siembra*: la uncucha se instala al inicio de la temporada de lluvias normalmente entre los meses de setiembre y noviembre, debido a que la siembra se realiza mayormente bajo seco, (DESCO, 2013).

Control de malezas

La uncucha es cultivado en condiciones de climas cálidos y con altas precipitaciones, debido a estas condiciones el crecimiento de las malezas,

especialmente en la época de lluvias es muy rápido y sobre todo muy exuberante, por lo que, invade rápidamente el cultivo y comienza a debilitar las plantas por la alta competencia por nutrientes, agua y espacio vital, esto ocurre especialmente en los primeros meses de crecimiento debido a que, la planta aun no cubre con sus hojas el surco, el control de malezas en condiciones tropicales y bajo secano se realiza en forma manual, (Lozada, 2005).

Los cultivos tropicales presentan un periodo crítico con respecto a las malezas, normalmente este periodo es al inicio del establecimiento del cultivo, en el caso de uncucha este periodo se presenta en los primeros cinco meses, debido a que coincide con los meses de mayor precipitación pluvial y el crecimiento inicial de la uncucha es lento, ya que produce nuevas hojas cada 15 días, los principales daños son crecimiento lento del cultivo, desarrollo retardado de cormelos y en consecuencia reducción del rendimiento, **(Arróliga y Blandón, 2015)**.

Aporque

El aporque de la uncucha se debe realizar antes de los cinco meses de crecimiento, la finalidad es evitar que se desarrollen macollos nuevos de los cormelos reduciendo el rendimiento, una finalidad adicional es también mejorar el drenaje de los surcos en la época de altas precipitaciones, (DESCO, 2013).

El aporque de la uncucha consiste en amontonar tierra alrededor de la planta, en esta acción se elimina también de raíz las malezas que crecen entre las plantas y entre los surcos, esta actividad favorece el crecimiento de los cormos, mejora la estabilidad de la planta, evita que los cormos sobresalgan del suelo y sean dañados por la radiación solar, facilita el movimiento del agua en exceso de las lluvias, **(Arróliga y Blandón, 2015)**.

4.2.1.8. Cosecha

La cosecha de la uncucha se realiza cuando las hojas basales de la planta se tornan amarillas y comienzan a secarse, los cormelos se encuentran desarrollados y son de tamaño comercial, según la región la cosecha puede realizarse de 8 a 12 meses desde la siembra. La cosecha se realiza en forma manual, utilizando picos y otras

herramientas similares que permitan excavar y extraer los cormos y cormelos, concluida la extracción de cormos del suelo se deja orear durante un día exponiendo al sol para eliminar la humedad superficial y evitar pudrición en almacén, (Montaldo, 1991).

4.2.2. Nutrición mineral

4.2.2.1. Elementos esenciales

Un elemento mineral para ser considerado esencial en el crecimiento de las plantas, debe cumplir tres criterios básicos llamados criterios de esencialidad: la planta no podrá cumplir su ciclo vital si falta el elemento mineral considerado, el elemento esencial no puede ser sustituido por otro elemento, el elemento esencial debe influir directamente en la nutrición de la planta ya sea como, constituyente de un compuesto esencial o ser imprescindible para la acción enzimática, (Sanchez De La Puente, 1984).

Considerando los criterios de esencialidad anteriormente mencionado, los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas son: Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, estos elementos se encuentran en forma abundante en la naturaleza, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre estos elementos son considerados elementos mayores o macroelementos ya que son utilizados en cantidades relativamente más altas, Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Molibdeno, Boro y Cloro, estos últimos elementos son considerados como elementos menores o microelementos, debido a las pequeñas cantidades que requieren las plantas, **(Mengel y Kirkby, 2000)**.

4.2.2.2. Funciones básicas

— *Nitrógeno*: este elemento es imprescindible en la síntesis orgánica de proteínas, ácidos nucleicos como el ADN el ARN, pigmentos clorofilianos y reguladores de crecimiento. El nitrógeno se encuentra presente en el núcleo de las moléculas de clorofila a y b, son componentes de la vitamina B, lecitinas, alcaloides, sustancias esenciales para el crecimiento del cultivo **(Perez, 2014)**. El nitrógeno al ser absorbido por las raíces e ingresar al tejido vegetal incentiva la formación de nuevas hojas y ramas, existe una

- correlación positiva entre la cantidad de nitrógeno aplicado y el área foliar generado, esto afecta directamente el crecimiento foliar, ya que, a mayor área foliar mayor tasa fotosintética de la planta, **(Perez, 2017)**.
- *Fósforo*: este elemento se encuentra íntimamente relacionado con todos los procesos fisiológicos en los cuales se involucra la transferencia de energía, ya que, es parte constituyente del adenosin trifosfato (ATP), sustancia que participa activamente en el proceso de respiración celular, ya que se comporta como moneda energética, **(Melendez y Molina, 2003)**. El fósforo en forma de ortofosfato interviene en un gran número de procesos enzimáticos que dependen de la fosforilación, forma parte del núcleo celular y por tanto, imprescindible en la división celular y en el crecimiento de tejidos meristemáticos, **(Perez, 2017)**.
 - *Potasio*: este elemento participa activamente en un gran número de procesos fisiológicos, siendo su función más relevante la regulación de la apertura y cierre de estomas en las hojas y con ello la regulación de temperatura de la planta y la absorción de agua por las raíces, el potasio está también vinculado al transporte de sustancias sintetizadas en las hojas como consecuencia del proceso fotosintético, el potasio interviene en la absorción y reducción de nitratos, interviene en la síntesis de fibra y con ello influye en el volcamiento algunas especies como los cereales, una función que suele mencionarse es que mejora las defensas naturales de la planta frente al ataque de plagas y enfermedades, **(Sierra, 2013)**.
 - *Calcio*: este elemento participa en la división celular y en el elongamiento posterior, es importante en la estabilidad de la membrana celular, ya que, forma parte de ella al combinarse con pectatos, una función importante del calcio es ser conductor de señales entre los factores ambientales y la planta en crecimiento. **(Melendez y Molina, 2003)**.
 - *Magnesio*: este elemento participa en un gran número de procesos bioquímicos, entre ellos la transferencia de fosfatos a nucleótidos, el magnesio es también un activador de deshidrogenasas, mutasas y liasas. El papel estructural del magnesio se demuestra por ser parte esencial de la molécula de clorofila. Finalmente, es imprescindible para mantener la

- integridad de los ribosomas y contribuye a la estabilidad estructural de los ácidos nucleicos y membranas celulares, **(Melendez y Molina, 2003)**.
- *Azufre*: este elemento es parte integrante de las moléculas de cistina, cisteína y metionina, aminoácidos importantes para la formación de varias proteínas, es integrante también de las moléculas de las vitaminas: biotina y tiamina, la coenzima A y las ferroxinas, estas últimas participan en la transferencia de electrones y en la fotosíntesis, **(Perez, 2014)**.
 - *Hierro*: este elemento es esencial en los sistemas redox, ya que, forma parte de hemoproteínas y sulfoproteínas, las hemoproteínas más importantes son constituyentes de los citocromos que a su vez, forma parte del cloroplasto y la mitocondria, **(Guerrero, 1998)**.
 - *Boro*: este elemento favorece el crecimiento de los tejidos meristemáticos de la raíz y hojas. El boro es importante en la producción de frutos, ya que, interviene en la formación del tubo polínico. El boro interviene en múltiples procesos bioquímicos tales como: fotosíntesis, metabolismo de proteínas, absorción y transporte de sustancias sintetizadas en las hojas, hidratación del protoplasma, síntesis de proteínas y formación de la pared celular, **(Guerrero, 1998)**.
 - *Zinc*: este elemento es imprescindible en la biosíntesis de sustancias de gran importancia como: auxinas, ácidos nucleicos, proteínas y vitamina C, razón por la cual, se dice que es de gran importancia en el cuajado y maduración de frutos. El zinc es constituyente de tres enzimas de gran importancia, alcohol deshidrogenasa, carbónico anhidrasa y Cu-Zn superóxido dismutasa, **(García et al., 2009)**.
 - *Manganeso*: este elemento es un cofactor de la enzima que participa en la fosforilación oxidativa y activa reacciones enzimáticas del ciclo tricarbóxico. El manganeso se ubica en el cloroplasto e interviene en la oxidación de la molécula de agua, proceso en el cual se libera hidrógeno, oxígeno y electrones. Otras funciones del manganeso es su participación activa en la producción de auxinas y en la respiración celular. El manganeso es constituyente de compuestos redox como arginasa, **(Perez, 2014)**.
 - *Molibdeno*: este elemento es un constituyente esencial de los complejos enzimáticos nitrogenasa y nitrato reductasa. La nitrogenasa está conformada

por dos complejos proteicos, uno de ellos contiene hierro y molibdeno en una proporción aproximada de 9:1. Los complejos enzimáticos nitrogenasa y nitrato reductasa son esenciales en la fijación del nitrógeno atmosférico por las plantas de la familia fabaceae, **(Mengel y Kirkby, 2000)**.

4.2.2.3. Síntomas generales de deficiencia

- *Nitrógeno*: el síntoma general de la carencia de nitrógeno en las plantas es la clorosis de hojas, cuando la deficiencia es severa las hojas basales se vuelven amarillentas, la razón de este hecho es que el nitrógeno tiene alta movilidad dentro de la planta por lo que, es traslocado a tejidos jóvenes, presentándose los síntomas de deficiencia en las hojas maduras, (Sierra, 2013).
- *Fósforo*: La deficiencia general de fósforo retarda en el crecimiento, baja relación de peso seco parte aérea/raíz, los síntomas de deficiencia se presenta en hojas maduras con una coloración verde oscura, **(Mengel y Kirkby, 2000)**.
- *Potasio*: los síntomas de deficiencia de potasio son hojas bronceadas con puntos necróticos dispersos, tallos débiles y quebradizos, se presenta marchitez de hojas, se inhibe la fotosíntesis y se reduce el traslado de fotosintatos, (Sierra, 2013).
- *Calcio*: los síntomas de deficiencia de este elemento son: reducción del crecimiento de tejido meristemático, deformación de brotes y hojas tiernas, superficie clorótica y necrosis de bordes de hojas, menor desarrollo de raíces, menor rendimiento y pérdida de coloración en hojas adultas, **(Mengel y Kirkby, 2000)**.
- *Magnesio*: los síntomas de deficiencia se presentan en hojas, los cuales muestran decoloración gradual que progresa hacia las nervaduras, en estado avanzado toda la planta adquiere coloración amarilla, acentuándose en forma gradual desde la base hasta los puntos de crecimiento, pueden presentarse también manchas menudas necróticas en las hojas, (Sierra, 2013).
- *Azufre*: los síntomas de deficiencia más frecuentes son: reducción de área foliar, clorosis en hojas debido a reducción de clorofila, acumulación de

nitratos y de nitrógeno soluble en la planta, tallos rígidos, queradizos y muy delgados, los síntomas por su baja movilidad en la planta se presenta en hojas jóvenes, **(Melendez y Molina, 2003)**.

- *Hierro*: el síntoma general de este elemento es una clorosis internerval en hojas jóvenes, los síntomas son similares a los del magnesio, la diferencia es que este último se presenta en hojas adultas, con deficiencia severa se intensifica la clorosis, provocando retraso en el desarrollo de la planta, (Sierra, 2013).
- *Zinc*: la deficiencia de este elemento genera hojas arrosietadas y pequeñas, márgenes deformadas y arrugadas, **(Melendez y Molina, 2003)**.
- *Manganeso*: los síntomas de este elemento se presentan en hojas jóvenes como una decoloración desde el verde pálido al amarillo y manchas cloróticas entre las nervaduras, en grado severo aparecen pequeñas manchas necróticas en las áreas pálidas, especialmente en las nervaduras centrales, (Sierra, 2013).
- *Boro*: los síntomas principales son: detención de crecimiento apical, clorosis de márgenes de hojas adultas, entrenudos pequeños y arrosietamiento, hojas jóvenes deformadas, arrugadas y con frecuencia más gruesas y de color azul-verde oscuro, hojas y tallos se vuelven quebradizos, en déficit severo el ápice terminal muere, **(Mengel y Kirkby, 2000)**.

4.2.3. Abonos orgánicos

4.2.3.1. Concepto de abono orgánico

Es toda sustancia de origen vegetal o animal que, al ser incorporado al suelo, mejora las condiciones de fertilidad, la mayoría de estos productos presentan baja concentración de elementos minerales y que generalmente, son inferiores al contenido de los fertilizantes inorgánicos como urea, fosfato diamónico, cloruro de potasio, entre otros. Según otras fuentes, el abono orgánico, es aquel producto de naturaleza orgánica incorporado al suelo, con el objetivo de aportar a las plantas los nutrientes minerales que necesita para su crecimiento, mientras que, enmienda orgánica son productos de origen animal o vegetal aplicados al suelo, para mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, **(García et al., 2010)**.

4.2.3.2. Beneficios del abonamiento orgánico sobre las propiedades físicas del suelo

Los beneficios del abonamiento orgánico sobre las propiedades físicas son las siguientes:

- Favorece la formación de agregados entre las partículas del suelo mejorando la estructura.
- Mejora la permeabilidad del suelo y con ello el drenaje, las partículas mejor agregadas influyen en contenido de macroporos del suelo.
- La retención de humedad del suelo se incrementa, ya que, se incrementa la porosidad, al incrementar la retención de humedad mejora la eficiencia de riego.
- La absorción de energía solar se incrementa, ya que, los abonos orgánicos por su origen, son de color oscuro y este color permite absorber mayor cantidad de radiación, el efecto final es el incremento de la geotemperatura, lo cual mejora los procesos fisiológicos del sistema radicular.
- Debido al incremento de la porosidad y aireación del suelo se mejora la infiltración de agua superficial, (Mosquera, 2010).

4.2.3.3. Beneficios del abonamiento orgánico sobre las propiedades químicas del suelo

Los beneficios del abonamiento orgánico en las propiedades químicas del suelo son:

- Se eleva la capacidad de intercambio catiónico del suelo, ya que, el abono orgánico incrementa el contenido en humus y la formación de complejos arcillo húmicos, mejorando a su vez la nutrición mineral.
- El contenido de fósforo del suelo se mantiene en un estado fácilmente asimilable por la planta, al formarse complejo fosfo-húmico.
- Los abonos orgánicos incrementan la capacidad buffer o tampón del suelo, esta propiedad permite que los suelos no puedan cambiar fácilmente su pH.
- Los abonos orgánicos al convertirse en humus tienen la capacidad quelatante de algunos elementos minerales como el hierro, cobre y zinc, esta propiedad facilita la asimilación de estos elementos minerales hacia los tejidos vegetales, (Félix et al., 2008).

4.2.3.4. Beneficios del abonamiento orgánico sobre las propiedades biológicas del suelo

- Favorece la vida microbiana del suelo, especialmente de los microorganismos aerobios, ya que, al mejorar la aireación del suelo, se mejora el contenido de oxígeno, pero también, es fuente de carbono y nutrientes para estos organismos, se favorece también la producción de sustancias inhibidoras y activadoras de crecimiento, (Mosquera, 2010).
- El humus formado a partir del abonamiento orgánico, cuenta con una gran cantidad de controladores biológicos de patógenos del suelo, al existir varios géneros de bacterias y hongos que presentan actividad antagónica sobre los patógenos del suelo, entre los géneros más frecuentes se tiene: *Bacillus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Streptomyces spp.*, *Trichoderma spp.*, *Penicillium spp.*, (Félix et al., 2008).

4.2.4. Guano de isla

4.2.4.1. Clasificación

- *Guano de Islas rico*: es un guano de formación reciente, presenta de 9 a 15% de nitrógeno en tres formas; como ácido úrico de 9 a 10%, cloruro y bicarbonato de amoníaco amoniacal de 4 a 4.5% y forma nítrica. El contenido de fósforo es de 8%, la mayor parte del cual de fácil asimilación, el contenido de potasio es de 1 a 2% y totalmente soluble. Presenta además óxido de calcio de 7 a 8%; óxido de magnesio de 0.4 a 0.5%; Azufre de 1.5 a 1.6%; Cloro 1.5%, Sodio 0.8% Humedad 20% y pH: 6.2 a 7.
- *Guano de Islas pobre*: es guano de formación antigua, se le dice guano fosfatado, debido a que, por el tiempo en el cual fue acumulado el nitrógeno se ha reducido considerablemente por volatilización especialmente del nitrógeno amoniacal; el contenido de potasio es similar al de guano rico. El contenido en nitrógeno es de 1 a 2%; fósforo de 16 a 20%; potasio de 1 a 2% y óxido de calcio de 16 a 19%.
- *Guano de Islas balanceado*: es un guano de isla combinado entre el guano pobre y el guano rico, el objetivo es balancear en forma adecuada el contenido de nutrientes, algunas veces se puede balancear con urea o sulfato de amonio, a pesar de ello continúa manteniendo sus propiedades

de abono orgánico, el contenido de nutrientes de este tipo de guano se presenta en la tabla siguiente, (Machaca, 2018).

4.2.4.2. Contenido de nutrientes del guano de isla comercializado

Tabla 6: Contenido de nutrientes del guano de isla balanceado

Elemento	Formula/símbolo	Concentración
Nitrógeno	N	10 – 14 %
Fósforo	P ₂ O ₅	10 – 12 %
Potasio	K ₂ O	2 – 3 %
Calcio	CaO	8.0%
Magnesio	MgO	0.50%
Azufre	S	1.50%
Hierro	Fe	0.03%
Zinc	Zn	0.00%
Cobre	Cu	0.02%
Manganeso	Mn	0.02%
Boro	B	0.02%

Fuente: (Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural., 2018).

4.2.4.3. Disponibilidad de nutrientes

Del contenido total de nitrógeno del guano de isla una parte se encuentra en forma de disponible, sea amoniacal o nítrica y el nitrógeno restante se encuentra en forma orgánica y que tiene que mineralizar por procesos microbianos para que sea disponible a las plantas, eso significa que una parte del nitrógeno del guano de isla es de lenta disponibilidad. Del fósforo total del guano de isla una gran parte se encuentra en forma disponible sea como fósforo monovalente y divalente, el restante del fósforo se encuentra en forma orgánica y es liberado por un proceso microbiano de mineralización. Se dice que en promedio el 40% de nitrógeno total y el 60% de fósforo total están disponibles en forma inmediata para ser absorbidos por las plantas. La fracción orgánica del guano de isla, por acción de la flora microbiana es transformada gradualmente a elementos minerales disponibles para las plantas, (Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural, 2018).

4.2.4.4. Propiedades

- Es un abono natural y completo, presenta en su composición nutrientes en forma balanceada y que la planta necesita para su normal crecimiento y desarrollo.

- El guano de isla es amigable con la naturaleza y no contamina las fuentes de agua, suelo y demás componentes del medio ambiente.
- Al ser biodegradable, el guano de isla se descompone por actividad microbiana y forma humus, el cual por un proceso de mineralización libera nutrientes minerales al suelo, del cual las plantas extraen a través de su sistema radicular.
- Cuando se aplica a suelos sueltos o arenosos mejora la formación de agregados y con ello las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, y en suelos compactos se mejora la aireación.
- Al incrementarse la capacidad de intercambio catiónico mejora la fertilidad del suelo.
- El guano de isla contiene en forma natural flora microbiana, el cual al ser incorporado al suelo mejora las condiciones biológicas del suelo.
- El guano de isla es parcialmente soluble en agua y tiene una fracción que puede ser asimilada rápidamente por las plantas.
- Al tener propiedades de sinérgicas, reacciona de forma óptima cuando es mezclado con otras fuentes orgánicas como estiércol, en forma experimental se ha determinada las ventajas positivas de las mezclas, ya que permitieron mejorar de manera significativa el rendimiento del cultivo de papa evaluado en cinco localidades diferentes del Perú, (**Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural, 2018**).

4.2.5. Compost

4.2.5.1. Proceso de compostaje

El proceso de compostaje incluye varias etapas, estas deben cumplirse para obtener un compost de buena calidad, de caso contrario existen los siguientes riesgos:

- *Riesgo de fitotoxicidad*: cuando el material esta mal compostado el contenido de nitrógeno amoniacal domina al nitrógeno nitrico, al existir condiciones de alta temperatura y humedad, el nitrogeno amoniacal se puede transformar en amoniaco, generandose un olor desagradable, se pude generar además ácidos orgánicos inestables, estos productos pueden generar fitotoxicidad sobre plantas y semillas.

- *Riesgo de bloqueo biológico de nitrógeno*: cuando la relación carbono - nitrógeno del material compostado no es el adecuado, especialmente cuando el contenido de carbono es muy alto, al ser aplicado al suelo es rápidamente consumido por los microorganismos, quienes al proliferar excesivamente requieren de gran cantidad de nitrógeno para su metabolismo, lo cual puede generar síntomas de carencia de nitrógeno en las plantas.
- *Reducción del contenido de oxígeno radicular*: cuando se incorpora compost que no ha completado todas las etapas del compostaje, los microorganismos del suelo continúan el proceso y utilizan en forma excesiva el oxígeno del suelo y afectan la respiración celular de las raíces.
- *Contaminación de agua subterránea*: cuando se incorpora compost al suelo con exceso de nitrógeno puede percolarse hacia los acuíferos y contaminar el agua con nitratos, **(Román et al., 2013)**.

4.2.5.2. Ventajas del compost

Las ventajas del uso de compost son las siguientes:

- *Mejora las propiedades físicas del suelo*: mejora la estabilidad de los agregados del suelo y con ello la estructura, la densidad aparente disminuye al incrementarse la cantidad de macroporos llenos de aire, incrementa la porosidad y permeabilidad e incrementa la capacidad de retención de agua.
- *Mejora las propiedades químicas*: al incrementarse el contenido del humus del suelo mejora la disponibilidad de elementos minerales esenciales para las plantas, por otro lado mejora la capacidad de intercambio iónico al incrementarse la cantidad de los complejos micelicos de arcilla y humus.
- *Mejora la actividad biológica del suelo*: el compost por ser de naturaleza orgánica se convierte en una fuente de nutrientes para los microorganismos especializados en descomposición del suelo, **(Picado y Añasco, 2005)**.

4.2.5.3. Fases del compostaje

Las fases del compostaje son las siguientes:

- *Fase mesófila*: se caracteriza por el incremento de la temperatura hasta los 45 °C por la acción microbiana, estos organismos utilizan el carbono y el

- nitrógeno del material de compostaje en su metabolismo y generan calor. El pH de la mezcla compostaje tiende a disminuir, hasta ubicarse en el rango de 4 a 4.5, debido a que la descomposición de compuestos solubles, como los azúcares y generan ácidos orgánicos. La duración de la fase es variable, normalmente de dos a ocho días y depende de los materiales de compostaje.
- *Fase termofila o de higienización*: cuando la temperatura sube por encima de 45 °C los microorganismos mesófilos son desplazados por organismos termófilos, estos últimos descomponen materiales complejos como la celulosa y la lignina. El pH se incrementa debido a que los microorganismos termófilos transforman el nitrógeno en amoníaco. Cuando la temperatura de la mezcla de compostaje llega a los 60°C, se hacen presente las bacterias productoras de esporas, estos organismos especializados descomponen productos aún más complejos como las ceras, hemicelulosa y otros compuestos de carbono complejos. La duración de la fase es variable, puede ser de varios días hasta meses, depende del material de compostaje y las condiciones climáticas. A esta fase suele conocerse como higienización debido a que, la alta temperatura destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp* así como quistes y huevos de nemátodos, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas.
 - *Fase de enfriamiento o mesofila II*: en esta fase debido a que la temperatura desciende 40°C, los microorganismos mesófilos reemplazan a los termófilos y a bacterias productoras de esporas y continúan degradando los polímeros naturales como la celulosa, como consecuencia el pH desciende ligeramente y se mantiene ligeramente alcalino. La duración de esta fase es variable y puede durar varias semanas, esta fase se confunde con la fase de maduración.
 - *Fase de maduración*: la duración de esta fase es prolongada y puede ser de varios meses, en esta fase la temperatura del material compostado se reduce hasta llegar a la temperatura ambiental. En esta fase se generan reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos, **(Román et al., 2013)**.

4.2.5.4. Factores que influyen en el compostaje

- *Humedad*: la humedad del material de compostaje debe mantenerse en el rango de 50 a 60%, cuando la humedad es mayor al límite se generan zonas con escasa aereación y ocurre la descomposición anaerobia lo cual, a su vez genera malos olores por el amoniaco formado y se retrass el proceso de compostaje. Cuando la humedad es inferior al 50% el proceso de comostaje se detiene. (Estrada, 2005).
- *Oxígeno*: el contenido de oxígeno no debe ser menor a 5%, el nivel óptimo es 10%, cuando la concetración de oxigeno es superior al nivel óptimo se produce un descenso de temperatura, lo cual trae como consecuencia una mayor perdida de humedad por evaporación, deteniendose el proceso de compostación. Cuando el contenido de oxigeno se reduce la evaporación del agua se reduce y el ambiente se vuelve anaerobio, produciendose malos olores y acidez, **(Román et al., 2013)**.
- *pH*: el pH de la mezcla de compostaje debe mantenerse en el rango de 5.8 a 7.2, cuando el valor sube y la mezcla se alcaliniza ocurre una gran pérdida de nitrógeno, (Estrada, 2005).
- *Temperatura*: el rango dentro del cual debe mantenerse la temperatura es de 35 a 70 °C, cuando la temperatura se ubica fuera de este rango ocurren diferentes problemas en el proceso de compostaje. Las temperaturas inferiores a 35 °C puede ocurrir debido a humedad insuficiente, material de compostaje insuficiente, deficit de nitrógeno o baja relación carbono nitrógeno. Las temperaturas son superiores son mayores a 70 °C las causas son ventilación y humedad insuficiente, **(Román et al., 2013)**.
- *Relación Carbono – nitrógeno*: La relación óptima de carbono: nitrógeno de los materiales de compostaje se deben encontrar en el rango de 20:1 hasta 30:1, cuando la relacion es menor al rango se debe incrementar materiales con mayor indice de carbono nitrogeno, tales como: aserrin, paja, deshechos de cosecha, entre otros, (Estrada, 2005).
- *Tamaño de particula*: esta variable es de gran importancia, por lo que, se recomienda la molienda, al menos de una parte del material para favorecer la aereación inicial y el material es más suceptible a la invasión microbial por su mayor superficie específica, (Estrada, 2005).

— *Microorganismos*: existe un gran número de microorganismos que participan en el proceso de compostaje, la prevalencia de las especies depende de la fase del compostaje, en la fase mesófila participan mayormente bacterias del género *Bacillus*. En la fase termofílica participan bacterias del género *Bacillus* y hongos de las especies *Termophyllum sp*, *Absidia glauca*, *Allescheria sp*, *Trichoderma sp*, *Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, *Verticillium tenerum*. En la fase maduración participan *Norcadia sp*, *Streptomyces sp*, *Thermoactynomicetes sp*. **(Melendez y Molina, 2003)**.

4.2.5.5. Materiales de compostaje

Los materiales de compostaje pueden ser: restos de cosecha hojas, frutos, raíces tuberosas y tubérculos ricos en nitrógeno, materiales con alto contenido de carbono como troncos, ramas y tallos maduros. Restos de cocina de frutas y hortalizas. Estiércol animal de ganado vacuno, ovino, camélido, caprino, equino, gallinaza, estiércol de cuy y purines, materiales con alto contenido de nitrógeno. Se puede utilizar también complementos minerales para corregir carencias de ciertos elementos minerales, **(Picado y Añasco, 2005)**

Los materiales pueden clasificarse según su relación carbono: nitrógeno, así tenemos: materiales con alto nivel de nitrógeno tales como: estiércol de aves, orines, césped fresco, fabáceas recién cortadas, restos vegetales frescos, restos de cocina, cascara de café, entre otros. Materiales con relación carbono:nitrógeno equilibrado entre ellos están: estiércol de oveja, estiércol de caballo con cama de paja, hierbas maduras, hojas de árboles frutales y arbustos, ramas de podas finas o trituradas, acículas de pino. Materiales con alto niveles de carbono entre ellos: aserrín, papel y cartón, paja seca, acículas secas de pinos, ramas de poda otoñales, ramas de poda muy gruesas, hojas secas. Los materiales que no estén indicados son: estiércol de gatos y perros, materiales inorgánicos como: vidrio, plástico, telas y filtros de cigarrillos, papel satinado o con tintas de color, puesto que contienen metales pesados, restos de carne y pescado, generan malos olores, productos que contengan grasas y otros materiales con potencial de contaminación, **(Marqués y Urquiaga, 2005)**.

4.2.5.6. Elaboración del compost

El procedimiento para elaborar compost en rumas o pilas es la siguiente:

- Elegir un lugar protegido de la lluvia para controlar la humedad de la mezcla de compostaje.
- Picar finamente el material, especialmente aquellos que contienen mayor cantidad de carbono, el objetivo es facilitar la acción microbiana.
- Apilar el material de compostaje en capas, la primera de ellas debe ser de 15 cm de espesor y debe realizarse con residuos de cosecha u otros materiales vegetales con alto contenido de carbono, la capa siguiente debe ser de estiércol animal de cualquier procedencia de 8 a 10 cm de espesor, la tercera capa debe ser de tierra con un espesor promedio de 3 cm, el objetivo de esta capa es aprovechar los microorganismos habitantes comunes del suelo. La secuencia de capas mencionada anteriormente se replica hasta que la ruma tenga un espesor de 1.5 m.
- Regar la pila de materiales de compostaje acomodados en capas, el riego debe ser uniforme hasta humedecer completamente.
- Se debe instalar tubos o cañas huecas incrustadas en el material para facilitar la aeración y ventilar la mezcla.
- Cubrir la ruma de material de compostaje con hojarasca, sacos u otro material dejándolo reposar por tres semanas.
- Después de tres semanas se debe voltear la ruma para ventilar y uniformizar.
- Luego de cinco semanas volver a voltear, uniformizar y ventilar.
- Después de tres a cuatro meses, dependiendo del material utilizado comienza la cosecha del compost. **(Picado y Añasco, 2005)**

4.2.5.7. Características del compost maduro

El compost maduro tiene las siguientes características: relación carbono: nitrógeno de 10:1 a 15:1, contenido de humedad de 30 a 40%, concentración de oxígeno 10%, el tamaño de partícula debe ser menor a 1.6 cm, el pH debe encontrarse en el rango de 6.5 a 8.5, temperatura ambiente, densidad menor a 700 kg/m³, materia orgánica base seca mayor a 20%, nitrógeno total base seca aproximadamente 1%, **(Román et al. 2013)**.

4.2.5.8. Composición del compost

Tabla 7: Contenido de nutrientes del compost

Elemento	Formula/símbolo	Concentración
Materia orgánica	MO	35 – 45%
Nitrógeno	N	0.5 – 2.6%
Fósforo	P ₂ O ₅	0.3 – 2.1%
Potasio	K ₂ O	0.4 – 1.2%
Calcio	CaO	5.0 - 16%
Magnesio	MgO	0.7 – 2.1%

Fuente: **(García et al., 2009)**.

4.2.6. Biol

4.2.6.1. Ventajas y desventajas del biol

Las ventajas del biol son las siguientes:

- Es un bioestimulante natural, ya que, promueve los procesos fisiológicos y estimula el crecimiento de las plantas.
- Mejora el rendimiento de los cultivos y la calidad de los frutos.
- Favorece la tolerancia al ataque de plagas y enfermedades, al mejorar el vigor de las plantas.
- Cuando es aplicado sobre plantas dañadas por granizos o heladas, las plantas se recuperan con mayor facilidad.
- Es un producto amigable con la naturaleza y no genera contaminación ambiental.
- La preparación del biol es relativamente fácil y puede preservarse adecuadamente.
- El costo relativo de preparación es barato.
- Su aplicación es fácil y no requiere protección especial, **(Mamani et al. 2022)**.

Las desventajas del biol son los siguientes:

- La preparación del biol es un proceso lento y puede demorar de tres a cuatro meses, este proceso es dependiente de la temperatura ambiental, la preparación debe realizarse meses antes de la siembra del cultivo.

- El biol tiende a deteriorarse rápidamente sino existen condiciones adecuadas de almacenamiento, tales condiciones son: ambiente oscuro y fresco, cuando se almacena en condiciones ambientales normales tiende a perder sus propiedades biológicas y nutritivas.
- El máximo tiempo de almacenaje en condiciones adecuadas es de seis meses, pasado este plazo el producto pierde sus propiedades.
- El mal manejo durante su aplicación puede generar fitotoxidad sobre el follaje, (FONCODES, 2014).

4.2.6.2. Insumos para preparación de biol

Para preparar 200 litros de biol de buena calidad se debe utilizar los siguientes materiales:

- Cuatro kilogramos de hojas de fabáceas, los cuales deben estar picados
- Un kilogramo de cáscara de huevos molido.
- Cuatro litros de leche.
- Un adobe de chancaca.
- Tres kilogramos de plantas repelentes, picados tales como molle, muña, entre otros.
- Cuatro kilogramos de ceniza.
- Una botella descartable de dos litros.
- Un tanque de 200 litros (plástico).
- Tapa o plástico para tapar el tanque.
- Una manguera de un metro de largo.
- Una cuarta parte del envase o 50 kilos con estiércol fresco de animales, (Ribera, 2011)

4.2.6.3. Proceso de preparación de biol

El procedimiento de preparación de biol es el siguiente

- Agregar agua hasta la mitad del cilindro plástico de 200 litros con agua
- Colocar en el interior del cilindro los materiales sin ningún orden específico
- Mezclar el contenido con un palo y agregar agua, dejando un espacio libre para la liberación de gases procedentes de la digestión.

- Perforar a tapa del cilindro y colocar una manguera plástica para eliminar en forma gradual los gases producidos durante la fermentación.
- Para evitar que, entre aire al momento de expulsar los gases, la manguera debe estar firmemente pegada a la tapa del cilindro, y el extremo externo de la manguera debe colocarse en una botella de plástico descartable.
- El sellado del tanque debe ser hermético y no debe ingresar aire al interior, ya que, al ser un proceso anaeróbico el ingreso del aire perjudica gravemente el proceso de fermentación y el biol obtenido no tiene la calidad deseada.
- El tiempo de fermentación depende de las condiciones climáticas, así: en climas fríos la fermentación ocurre de 45 a 60 días, mientras que en zonas cálidas puede ser de 30 días. Se debe mantener lejos del fuego para evitar accidentes, ya que de este preparado salen gases inflamables que podrían inflamarse.
- La maduración del biol se determina cuando ya no hay emisión de gases, lo cual es evidente en la botella con agua dentro del cual se ubica el extremo de la manguera. El biol de buena calidad tiene olor agradable con semejanza al jugo de caña, el color debe ser amarillo. Cuando el biol presenta olor desagradable y presenta un color verde azulado la fermentación fue incorrecta y el biol está contaminado y debe ser eliminado.
- La separación de la parte sólida o pastosa y la líquida del biol se realiza con una malla o colador.
- La sustancia pastosa producto del cernido, se puede aplicar directamente al pie de las plantas, (FONCODES, 2014).

4.2.6.4. Usos del biol

El biol favorece al enraizamiento al incrementar y fortalecer las raicillas, mejora el follaje y la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas. El biol se utiliza diluido en agua, en proporciones que pueden variar desde un 25 a 75 por ciento. Las aplicaciones deben realizarse de tres a cinco veces durante el desarrollo vegetativo de la planta, también se puede biol junto con el agua de riego para permitir una mejor distribución de las hormonas y los precursores hormonales que contiene. Con ello se mejora el desarrollo radicular de las plantas, así como la

actividad de los microorganismos del suelo. De igual manera se puede remojar la semilla en una solución de biol, para activar su germinación. El tiempo de remojo depende del tipo de semilla; se recomienda de dos a seis horas para semillas de hortalizas, de 12 a 24 horas para semillas de gramíneas y de 24 a 72 horas para especies gramíneas y frutales de cubierta gruesa, (Guanopatín, 2012).

4.3. Definición de términos básicos

4.3.1. Biol

El biol es biofertilizante líquido obtenido por un proceso de fermentación anaerobia de residuos de origen animal o vegetal. El producto terminado contiene nutrientes con alto valor nutricional que estimula activamente el crecimiento de las plantas y mejora el rendimiento, El biol está constituida por una parte sólida y una líquida. La parte sólida es conocida como biosol y se obtiene como producto de la descarga o limpieza del biodigestor donde se elabora el biol. La parte líquida es conocida como abono foliar. El resto sólido está constituido por materia orgánica no degradada, excelente para la producción de cualquier cultivo, (Alvarez, 2010).

4.3.2. Compost

El compost es una fuente orgánica de abonamiento obtenido por un proceso aeróbico controlado de descomposición microbiana a partir de restos vegetales o animales biodegradables, **Marqués y Urquiaga (2005)**. Se menciona que el proceso de compostaje involucra a millones de microorganismos especializados en descomposición de materia orgánica, la degradación es tan intensa que convierte a la materia orgánica en compuestos asimilables por las plantas, **(García et al., 2010)**. El compost es en realidad el producto final del proceso de compostaje, el cual es la descomposición microbiana de una mezcla de materiales orgánicos ricos en carbono y nitrógeno, en condiciones aeróbicas, en este proceso intervienen hongos, bacterias, levaduras y lactobacillus. Este proceso no genera malos olores, ni atrae moscas, insectos o roedores, (Garro, 2016).

4.3.3. Guano de isla

El guano de isla es un producto natural procedente de las deyecciones de aves marinas como el Guanay, Piquero y Pelicano, que fueron acumulándose a través

del tiempo y que son extraídos para ser utilizado como abono orgánico. Es un abono natural completo, adecuado para el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. El guano de isla es un recurso renovable de excelentes condiciones y alto contenido de nutrientes para el uso en la agricultura. Las aves guaneras que producen el guano se alimentan de especies hidrobiológicas como: anchoveta, sardina y pejerrey que luego de ser procesadas en sus aparatos digestivos son deyectadas en las islas y puntas del litoral, formando grandes reservas que en el transcurso de 5 a 6 años se convierte en el mejor abono natural orgánico del mundo, **(Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural., 2018)**.

4.3.4. Cormo

El cormo es un tallo modificado que presenta yemas, raíces y hojas modificadas en forma de escamas, es el órgano de reserva de la uncucha. El cormo puede ser simple o ramificado, su forma varía de cilíndrico a elipsoidal. En la madurez puede sobresalir en su tercera parte del suelo. Cuando el cormo es ramificado, forma estolones en forma de mazo, los cuales en su madurez son denominados cormelos, estos constituyen la parte comestible más importante. La pulpa del cormo puede ser blanca, morada o amarilla y está conformado por un parénquima con granos abundantes de almidón de hasta 20 micras de ancho. La corteza del cormo generalmente es marrón oscuro y en su superficie se ubican las yemas y las raíces distribuidas en anillo, **(Zapata y Velasquez, 2013)**.

4.3.5. Rendimiento

Robles (1995) define rendimiento como la cantidad de producto obtenido en una superficie conocida, en el caso del tomate se refiere a la cantidad de frutos cosechados en madurez comercial por superficie, esto incluye todas las recolecciones intermedias, (Robles, 1995).

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

Desde el punto de vista del propósito la investigación fue de tipo **básica**, **Haro et al., (2024)** mencionan que este tipo de investigación busca ampliar el conocimiento teórico sin un enfoque inmediato en aplicaciones prácticas, se centra en comprender los principios fundamentales, según el método utilizado es experimental y según su enfoque es cuantitativo, **Hernandez et al., (2006)** mencionan que la investigación es de **tipo experimental** cuando el investigador manipula uno o más variables y observa el efecto en las variables dependientes, en la presente investigación se aplicará tratamientos abonos orgánicos y se observará el efecto sobre el rendimiento y las características agronómicas de la uncucha y tiene **enfoque cuantitativo** debido a que, se registrará datos numéricos de las variables dependientes e independientes.

5.2. Ubicación temporal del experimento

La etapa experimental se realizó de 10 de octubre del 2021 al 03 de junio del 2022.

5.3. Ubicación del campo experimental

5.3.1. Ubicación Política.

Región:	Cusco
Provincia:	La Convención
Distrito:	Echarate
Lugar:	Kemaluyoc- Chahuares

5.3.2. Ubicación Geográfica.

Longitud:	72°31'59" Oeste
Latitud:	12°40'32.4" sur
Altitud:	1043 m

5.3.3. Ubicación Hidrográfica.

Cuenca :	Vilcanota-Urubamba
----------	--------------------

5.3.4. Ubicación ecológica

Según el diagrama bioclimático propuesto por Holdridge (1967) considerando una precipitación anual acumulada en el rango de 1,200 a 1,800 mm, altitud de 1,043 m, temperatura promedio anual de 17°C el campo experimental se ubica en la zona de vida identificado Bosque Húmedo Subtropical (bh-S). Esta zona de vida fue determinada en las zonas de vida publicada en formato KMZ (Google Earth) por el portal Geogps Perú.com, este portal menciona como fuente las publicaciones de INRENA (1995) y ONERN (1976).

Imagen 1: Ubicación del campo experimental



Fuente: Google Earth (2025)

5.4. Materiales y metodología

5.4.1. Material biológico

Se utilizó semilla vegetativa (cormos) de uncucha, seleccionada de la producción de la campaña anterior, con un peso de 80 a 90 g, totalmente sano y libre de daño mecánico.

5.4.2. Materiales de campo

- Estacas para marcar parcelas y carteles de identificación
- Libreta de campo
- Yeso y cordel

- Bolsas de papel
- Biol, guano de isla y compost de cáscara de café
- Sacos, atadores y mantas de arpillera
- Cilindros de plástico

5.4.3. Herramientas

- Balanza de 1 y 10 kg
- Cinta métrica y wincha metálica
- Picos, palas, kituchis, machetes y hachas
- Regla graduada con vernier

5.4.4. Equipos

- Celular (registro fotográfico).
- Computadora personal e impresora
- Pulverizador manual de 15 litros

5.4.5. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue Bloques Completamente al Azar con cuatro bloques y 16 unidades experimentales. Los bloques fueron distribuidos en filas, tal como se muestra en el gráfico respectivo, los bloques I y II en la parte superior y los bloques III y IV en la parte inferior. Los tratamientos fueron distribuidos en forma aleatoria dentro de cada bloque y para tal fin fue utilizado el método del balotario sin reposición. Se utilizó el programa Excel y Minitab para procesar la información registrada, se elaboró el análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey, el nivel de confianza utilizado fue 95%.

5.4.6. Tratamientos

Tabla 8: Tratamientos

Clave	Tratamiento
T ₁	Guano de isla
T ₂	Compost de cáscara de café
T ₃	Biol
T ₄	Testigo, sin aplicación

5.4.7. Características del campo experimental

5.4.7.1. Campo experimental

— Largo incluidas calles transversales:	38.0 m
— Ancho incluidas calles longitudinales:	28.0 m.
— Área total:	1,064.0 m ²

5.4.7.2. Bloques

— N° de bloques:	4.0
— Ancho de bloque:	8.0 m
— Largo de bloque sin calles longitudinales:	22.0 m
— Área por bloque:	176.0 m ² .

5.4.7.3. Unidad experimental

— N° de unidades experimentales total:	16.0
— N° de unidades experimentales por bloque:	4.0
— Largo:	8.0 m
— Ancho:	5.5 m
— Área:	44.0 m ²
— Área efectiva de evaluación:	28.8 m ²

5.4.7.4. Calles

— Número de calles:	6.0
— Largo de calle longitudinal:	38.0 m.
— Largo de calle transversal:	22.0 m
— Ancho de calle:	2.0 m
— Área total de calles:	360.0 m ²

5.4.7.5. Densidad de siembra

— Distancia entre hileras:	0.8 m
— Distancia entre plantas:	0.5 m
— Cormos por golpe:	3.0
— Densidad de siembra:	75,000 plantas/ha

Gráfico 1: Croquis del campo experimental

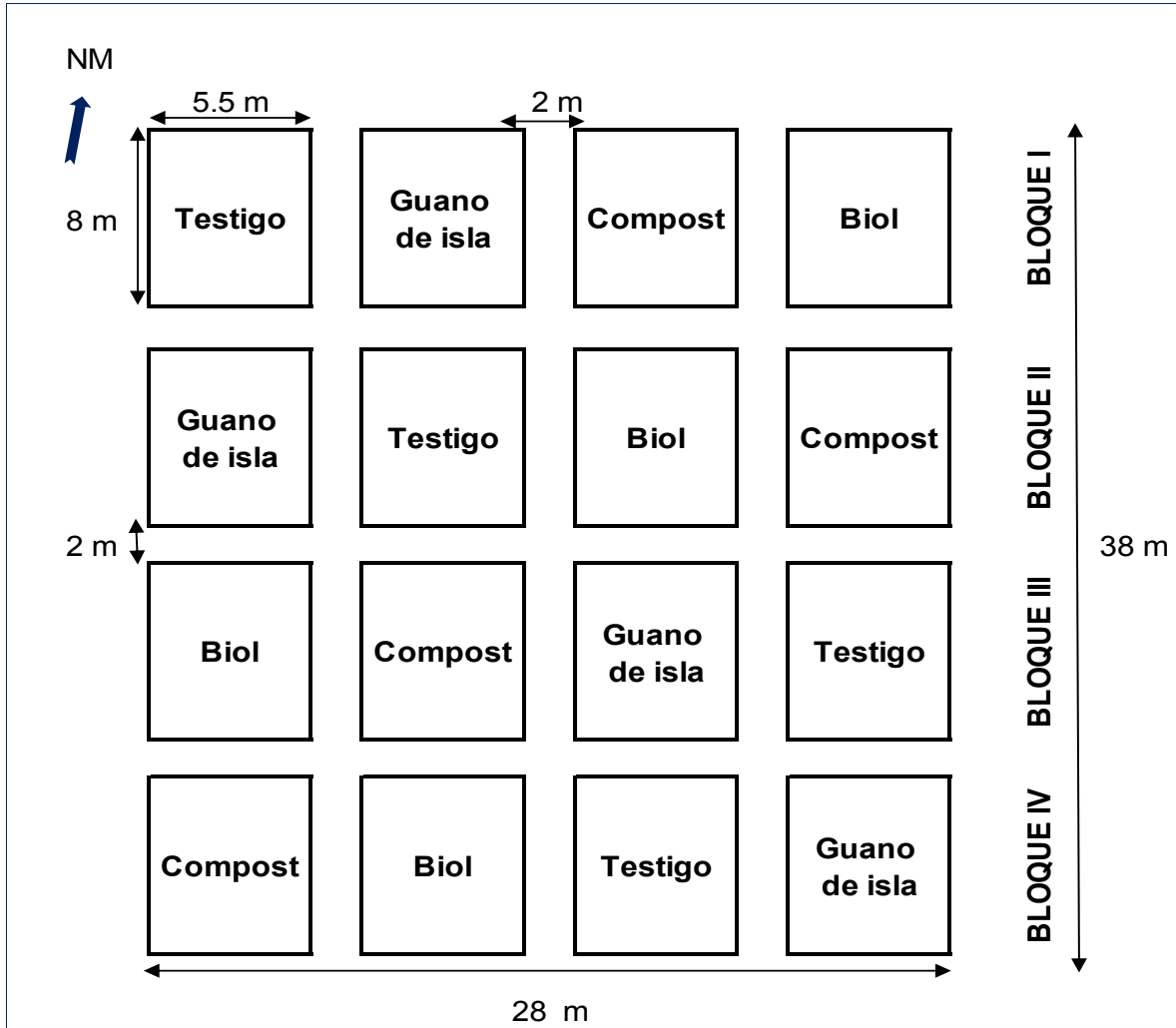
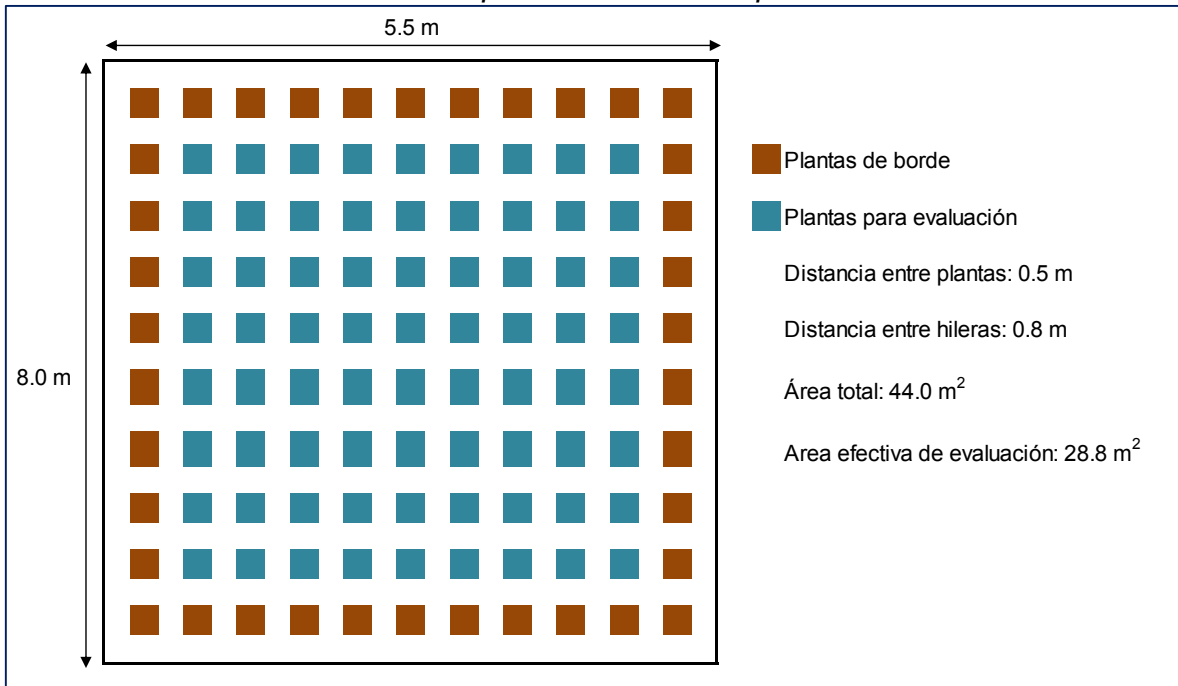


Gráfico 2: Croquis de la unidad experimental



5.4.8. Conducción del cultivo

5.4.8.1. Preparación de terreno

La preparación del terreno se realizó con la siguiente secuencia de labores:

- *Roce de monte*: consistió en cortar los árboles y arbustos con hachas y machetes y eliminar las malezas con kituchi. Esta labor se realizó el 10 de octubre del 2021.
- *Quema controlada*: esta labor se realizó luego de que los materiales secaron durante 20 días. Se tuvo extrema precaución al momento de la quema eligiéndose la hora del día de menor viento. Antes de la quema fue necesario formar una faja limpia alrededor del campo experimental para evitar que el fuego salga de control. Esta labor se realizó el 30 de octubre del 2021.
- *Limpieza del campo*: una vez enfriada la zona de quema, lo que ocurrió dos días después, se trasladó los restos de troncos y ramas que no se pudo quemar completamente, estos restos se trasladaron al borde de la parcela. Esta labor se ejecutó el 31 de octubre del 2021.

Fotografía 1: Campo experimental después de la quema controlada



Fuente: Elaboración propia

5.4.8.2. Trazado del campo experimental

Con la ayuda de cordel, wincha de lona y yeso se realizó el trazado del campo experimental, llevándose las distancias mencionadas en el anteproyecto y según al

gráfico 01 mostrado anteriormente. Fueron trazados las calles, bloques y unidades experimentales. Esta labor se ejecutó el 05 de noviembre del 2021.

5.4.8.3. Siembra

La siembra de los cormos en el campo experimental tuvo la siguiente secuencia de labores:

- *Selección de cormo-semilla*: los cormos procedentes de la campaña anterior y que fue conservada por el productor, fueron seleccionados considerando su peso como criterio, se eligieron únicamente los cormos cuyo peso se ubicó en el rango de 80 a 90 g de peso, posteriormente fueron limpiados y se verificó que no presentaran daño mecánico como cortes por kituchi. Esta labor se realizó el 05 de noviembre del 2021.
- *Excavación de hoyos*: utilizando pico se excavó pequeños hoyos, la distancia entre hileras fue de 80 cm y la distancia entre hoyos fue de 50 cm. Esta labor se realizó el 06 de noviembre del 2021.
- *Siembra*: los cormos fueron colocados en los hoyos y fueron cubiertos con tierra utilizando el kituchi, la profundidad máxima fue de 10 cm, se colocó tres cormos por golpe. Esta labor se realizó el 06 de noviembre del 2021

Fotografía 2: Excavación de hoyos con pico para la siembra



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 3: Siembra de cormos con kituchi



Fuente: Elaboración propia

5.4.8.4. Aplicación de abonos orgánicos

Los tratamientos fueron aplicados de la siguiente manera:

- *Guano de isla*: este abono orgánico procedente de las deyecciones de aves marinas y comercializada por Agrorural fue adquirida de la entidad mencionada de la oficina de Quillabamba. La dosis utilizada fue de 100 g de guano de isla por golpe. La forma de aplicación fue en semi-anillo alrededor de la planta, se cubrió con una capa de suelo con el kituchi. Para que la dosis sea uniforme fue necesario pesar el guano de isla en una balanza de un kilogramo. La primera aplicación se realizó el 20 de diciembre de 2021 a 44 días después de la siembra de cormos. La segunda aplicación se realizó el 20 de marzo del 2022 a los 134 días después de la siembra.
- *Compost*: este material fue elaborado con tres meses de anticipación, se utilizó como material base la cáscara de café procedente del despulpado de cerezas, se agregó estiércol de cuy y microorganismos eficaces para acelerar la compostación. La dosis utilizada fue de 300 g de compost por planta. La forma de aplicación fue en semianillo alrededor de la planta, se cubrió con una capa de suelo con el kituchi. Para que la dosis sea uniforme fue necesario pesar el compost en una balanza de un kilogramo. La primera aplicación se realizó el 20 de diciembre de 2021 a 44 días después de la siembra de cormos. La segunda aplicación se realizó el 20 de marzo del 2022 a los 134 días después de la siembra.

— *Biol*: este material fue elaborado con restos vegetales y estiércol de cuy, se hizo la fermentación anaerobia en cilindro de plástico. La primera aplicación se realizó cuando las plantas alcanzaron 30 cm de altura. El biol como tratamiento fue aplicado en forma foliar con una pulverizadora manual de 15 litros. La dosis de aplicación fue de 5 litros de biol por cada 10 litros de agua. Fue aplicado en tres oportunidades, cada 15 días. Las fechas en los cuales se aplicó este tratamiento fueron: 20 de diciembre del 2021, 04 de enero del 2022.

Fotografía 4: Preparación de biol



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 5: Traslado de compost a campo experimental



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 6: Aplicación de compost



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 7: Aplicación de guano de isla



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 8: Dosificación de biol al borde del campo experimental



Fuente: Elaboración propia

5.4.8.5. Control de malezas

Debido a que la siembra se realizó al inicio de las lluvias y el crecimiento vegetativo fue en plena época de lluvias, el crecimiento de las malezas fue abundante razón por la cual, el control en los primeros meses se realizó en forma mensual, luego debido a que el follaje cubrió parte del surco el crecimiento de las malezas se redujo. El control de las malezas fue manual con la ayuda de un kituchi, uno de los controles se realizó junto con el aporque. El primer control se realizó el 20 de diciembre del 2021, el segundo control el 20 de enero del 2022, el tercero el 20 de febrero del 2022.

5.4.8.6. Aporque

El aporque fue realizado el 20 de diciembre del 2021, después de la fertilización, se utilizó kituchi y consistió en amontonar suelo alrededor de la planta para favorecer la formación de cormos y evitar que las plantas sean tumbadas por acción de las fuertes precipitaciones pluviales y vientos fuertes.

5.4.8.7. Cosecha

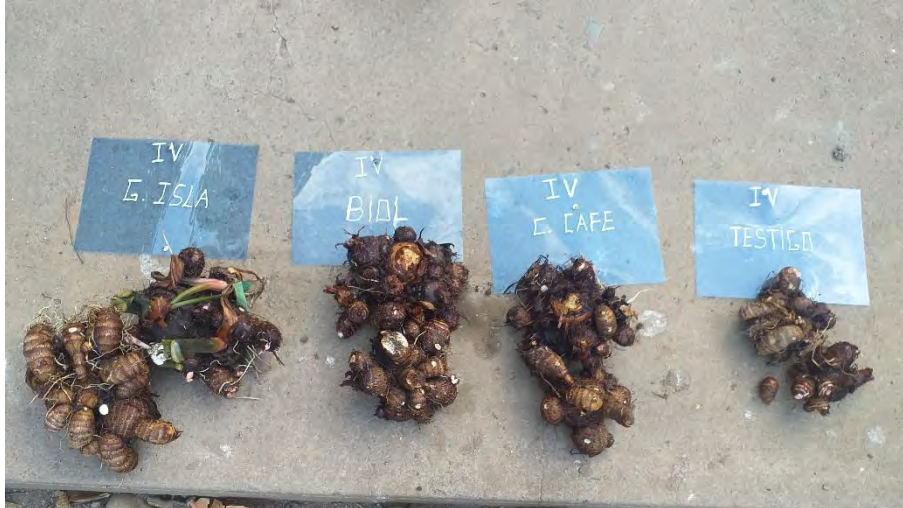
La cosecha fue realizada el 03 de junio del 2022 a 209 días después de la siembra, esta actividad fue realizada cuando las hojas de la planta se marchitaron, se utilizó kituchi, mantas y sacos para el traslado de los cormos.

Fotografía 9: Cosecha de cormos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 10: Muestra de cormos según tratamiento



Fuente: Elaboración propia

5.4.9. Evaluaciones

5.4.9.1. Rendimiento

Para determinar esta variable fue necesario cosechar todos los cormos producidos en las ocho hileras centrales de cada unidad experimental y sin considerar los 16 golpes de borde, estos cormos fueron pesados en una balanza de 10 kg y se registró el valor en una libreta de campo. Considerando que el área efectiva de evaluación por unidad experimental fue de 28.8 m², se proyectó el peso registrado a una superficie de una hectárea.

5.4.9.2. Peso de cormos por planta

Para determinar el peso de cormos por planta fue necesario realizar un muestreo de 10 plantas en cada unidad experimental, este muestreo se realizó en los ocho surcos centrales y sin considerar los 16 golpes de borde. Estas plantas así muestreadas fueron etiquetadas para evitar confusiones al momento de evaluar. En cada una de las plantas muestreadas se pesó los cormos producidos en una balanza de 10 kg y los datos fueron registrados en una ficha de campo.

Fotografía 11: Peso de cormos por planta



Fuente: Elaboración propia

5.4.9.3. Número de cormos por planta

El número de cormos fue contabilizado en cada una de las 10 plantas muestreadas al azar por cada unidad experimental, este dato fue registrado en una ficha de campo.

5.4.9.4. Peso de cormo

De todos los cormos cosechados en cada unidad experimental, de los ocho surcos centrales y sin considerar los 16 golpes de borde se obtuvo una muestra aleatoria de 10 cormos, luego se realizó el pesada de cada cormo en forma individual, registrando la información en una ficha de campo.

5.4.9.5. Altura de planta

Para determinar la altura de planta fue realizado un muestreo aleatorio de 10 plantas en cada unidad experimental de los ocho hileras centrales y sin considerar los 16 golpes de borde, estas plantas fueron etiquetadas para evitar confusiones durante la evaluación. La altura de planta fue determinada midiendo la distancia existente entre el cuello de la planta y el ápice de la última hoja abierta, se considera la hoja más joven y el cual se encuentra cerca al cogollo de la planta.

5.4.9.6. Longitud de hoja

La longitud de hoja fue determinada sobre las 10 plantas muestreadas al azar en cada unidad experimental, en cada una de las plantas se eligió la primera hoja

totalmente abierta y se determinó con wincha metálica la distancia existente entre la zona de inserción de la lámina foliar con el peciolo y el ápice de la lámina.

5.4.9.7. Ancho de hoja

El ancho de hoja fue determinada sobre las 10 plantas muestreadas al azar en cada unidad experimental, en cada una de las plantas se eligió la primera hoja totalmente abierta y se determinó con wincha metálica la distancia en la parte media de la lámina foliar.

5.4.9.8. Diámetro de tallo

Si bien la uncucha no forma un tallo conspicuo en la parte aerea, el diámetro del tallo fue determinado en el cuello mismo de la planta, tal como se aprecia en la fotografía siguiente. El diámetro fue determinado con la ayuda de una regla graduada con Vernier. Estas mediciones se realizaron sobre las 10 plantas muestreadas al azar en cada unidad experimental de los ocho surcos centrales y sin considerar los 16 golpes de borde.

Fotografía 12: Evaluación de diámetro de tallo



Fuente: Elaboración propia

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Rendimiento

6.1.1. Peso de cormos por hectárea

Tabla 9: Rendimiento en cormos (t/ha)

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla	31.88	32.45	33.04	33.37	32.69
Compost	15.93	16.15	14.92	15.44	15.61
Biol	22.88	22.89	22.18	22.79	22.68
Testigo	10.16	10.78	10.25	10.16	10.34
Promedio	20.21	20.57	20.10	20.44	20.33

En la tabla 9 se observa que el rendimiento promedio general fue de 20.33 t/ha de cormos, este promedio es inferior al obtenido por Lozada (2005) quien comparando niveles de abonos orgánicos menciona un promedio general de 41.42 t/ha de cormos de uncucha, este rendimiento fue obtenido con la aplicación de 60 t/ha de materia orgánica compostada, este alto resultado se explica por el alto nivel de abono orgánico utilizado en esta investigación en comparación al de la presente investigación cuyo nivel fue menor. Es inferior al reportado por Muralles (2004) quien en la evaluación de programas de fertilización menciona un promedio general de 27.415 t/ha de cormos de uncucha, el resultado mayor de esta investigación se explica en el hecho de que utilizaron fertilizantes inorgánicos que tienen la capacidad de suministrar con mayor rapidez los nutrientes minerales a las plantas y que por ello fue más eficiente, generando mayor rendimiento al de la presente investigación, en el cual se utilizó abonos orgánicos que suministran nutrientes en forma más lenta y menos eficiente. Pineda (2021) en su evaluación de tres fuentes de potasio encontró un promedio general de 25.69 t/ha de cormos de uncucha, este mayor rendimiento se explica también al hecho de que esta investigación utilizó un fertilizante inorgánico con mayor eficiencia que los abonos orgánicos utilizados en la presente investigación y que tuvieron mejor respuesta. En la misma tabla se observa también que el tratamiento con guano de isla presentó el promedio más alto con 32.69 t/ha y el testigo sin aplicación mostro el promedio más bajo con 10.34 t/ha de cormos de uncucha.

Tabla 10: Análisis de varianza - Rendimiento en cormos (t/ha)

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T. (0.05)	Sig (0.05)
Bloques	3	0.54992867	0.183310	0.73	0.069	NS
Tratamientos	3	1121.15431387	373.718105	1490.80	3.86	Sig
Error	9	2.25614121	0.250682			
Total	15	1123.96038375			CV	2.46%

En la tabla 10 se muestra el análisis de varianza realizado para rendimiento en cormo de la uncucha, en ella se aprecia que existen diferencias significativas al 95% de confianza entre los tratamientos evaluados, así mismo se observa que no existe diferencias significativas entre los bloques, lo cual implica que el campo experimental fue uniforme en sus características principales, finalmente se observa que el coeficiente de variabilidad fue de 2.46% valor considerado bajo, lo cual significa que los valores registrados son considerados confiables y fueron registrados en forma correcta. Este resultado coincide con el reportado por Lozada (2005) quien evaluando métodos de propagación y cuatro niveles de abonamiento orgánico en el cultivo de uncucha en la Escuela Politécnica del Ejército de Ecuador reportó diferencias significativas, igualmente es similar al reportado por Muralles (2004) quien evaluando distanciamientos de siembra y programas de fertilización en la Universidad San Carlos de Guatemala también reportado diferencias significativas, Pineda (2021) reportó diferencias significativas evaluando fuentes de potasio, Garcia (2023) en la investigación realizada en la Universidad Nacional de Ucayali evaluando fertilización químico reportó diferencias significativas, sin embargo, es diferente al reportado por Vasquez (2007) quien menciona que no se presentaron diferencias significativas.

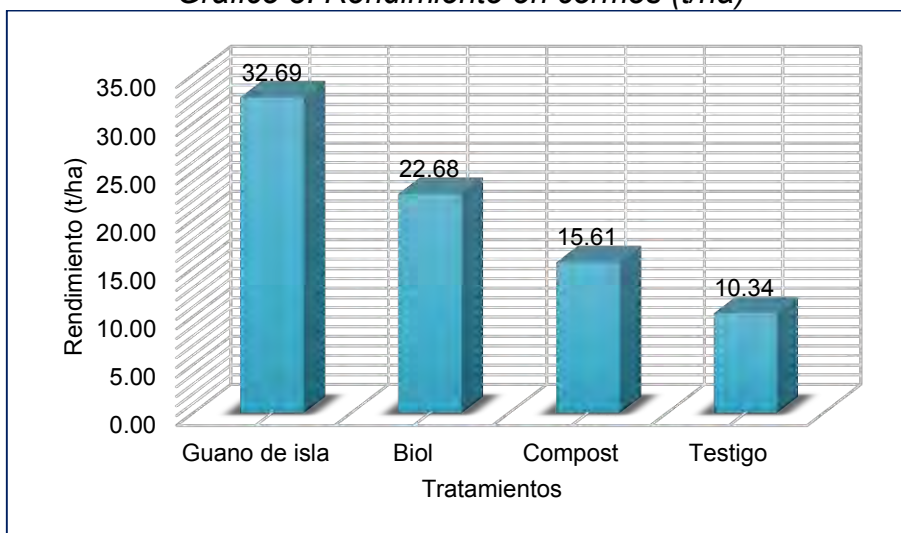
Tabla 11: Prueba de Tukey - Rendimiento en cormos (t/ha)

Tratamiento	Media	Agrupación (0.05)	
Guano de isla	32.69	A	
Biol	22.68		B
Compost	15.61		C
Testigo	10.34		D

En la tabla 11 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, en ella se observa que el tratamiento con guano de isla con un promedio de 32.69 t/ha de cormos presentó el mejor resultado y fue superior estadísticamente a los demás

tratamientos, esto ocurrió al 95% de confianza. Esta misma tendencia se observa en el gráfico 3.

Gráfico 3: Rendimiento en cormos (t/ha)



En el gráfico 3 se presenta el rendimiento en cormos, en ella se observa que el tratamiento guano de isla tuvo el promedio más alto con 32.69 t/ha de cormos, el tratamiento testigo sin aplicación de abonos orgánicos tuvo el promedio más bajo con 10.34 t/ha de cormos, estas diferencias fueron también estadísticas, al presentarse significancia entre los promedios de los tratamientos al 95% de confianza.

6.1.2. Peso de cormos por planta

Tabla 12: Peso de cormos por planta (Kg)

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla	3.65	3.72	3.76	3.84	3.74
Compost	1.81	1.84	1.70	1.76	1.77
Biol	2.60	2.60	2.52	2.59	2.58
Testigo	1.16	1.23	1.17	1.16	1.18
Promedio	2.30	2.34	2.28	2.34	2.32

En la tabla 12 se presenta el peso de cormos por planta en kilogramos, en ella se observa que el promedio general fue de 2.32 kg de cormos por planta, este promedio es superior al reportado por Muñoz & Untuña (2014) quienes evaluando fertilizantes inorgánicos y orgánicos encontraron un promedio de 2.02 kg de cormos

por planta, este promedio es menor debido a que utilizaron como sustrato orgánico humus de lombriz, que comparado con el guano de isla de la presente investigación contiene menor cantidad de nutrientes y menos eficiente como abono, además utilizaron fertilizantes orgánicos de fórmulas definidas y no balanceadas adecuadamente. Fue superior también al reportado por Pineda (2021) quien evaluando el efecto de tres fuentes de potasio en el rendimiento del cultivo de uncucha reportó peso de cormos por planta 1.79 kg, esta investigación se realizó en Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, este menor resultado se explica a que además del potasio la planta requiere los demás nutrientes, ya que, la carencia de uno limita a los demás, es también superior al informado por García (2023) quien evaluando tres niveles de fertilización en la Universidad Nacional de Ucayali menciona como mejor peso de cormos por plana 1.064 kg, este menor valor se debe a condiciones ambientales y de suelo. En la misma tabla se observa también que el tratamiento con guano de isla presentó el promedio máximo con 3.74 kg de cormos por planta, mientras que, el tratamiento testigo sin aplicación presentó el promedio mínimo con 1.18 kg de cormos por planta.

Tabla 13: Análisis de varianza - Peso de cormos por planta (Kg)

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T. (0.05)	Sig (0.05)
Bloques	3	0.00933425	0.003111	0.96	0.069	NS
Tratamientos	3	14.76881425	4.922938	1519.67	3.86	Sig
Error	9	0.02915525	0.003239			
Total	15	14.80730375			CV	2.46%

En la tabla 13 se muestra el análisis de varianza para peso de cormos por planta, en ella se observa que existen diferencias significativas al 95% de confianza entre los tratamientos evaluados, mientras que, no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, lo cual implica que el campo experimental fue uniforme en sus características principales, finalmente el coeficiente de variabilidad fue de 2.46% valor considerado bajo y que implica que los datos registrados son confiables y no se presentaron errores durante el registro de la información. Este resultado es igual al reportado por Muñoz & Untuña (2014) quienes evaluando fertilizantes orgánicos e inorgánicos encontraron diferencias significativas, Pineda (2021) en su trabajo de investigación realizado en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, con la finalidad de establecer el efecto

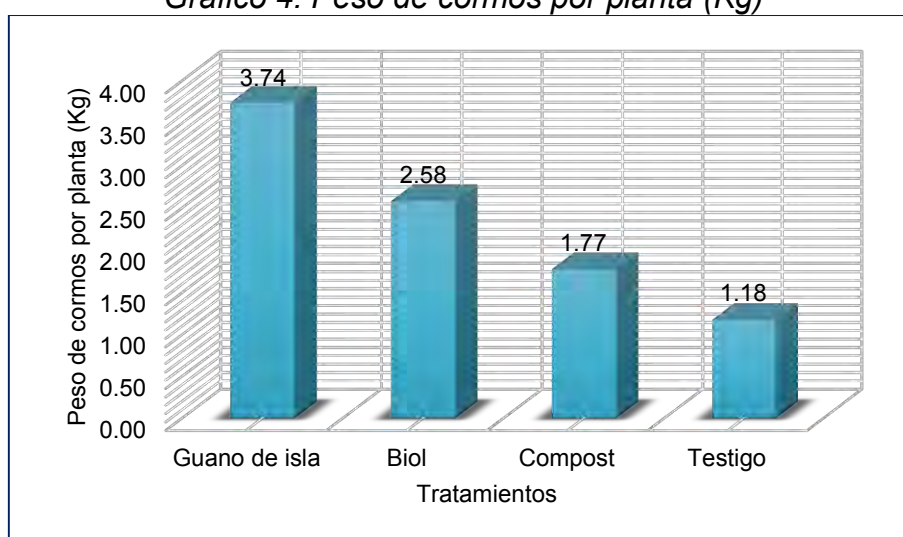
de tres fuentes y fuentes de potasio en el rendimiento de la uncucha reportó diferencias significativas, finalmente es igual al mencionado por Garcia (2023) en la tesis realizada en la Universidad Nacional de Ucayali obtuvo diferencias significativas entre sus tratamientos.

Tabla 14: Prueba de Tukey - Peso de cormos por planta (Kg)

Tratamiento	Media	Agrupación (0.05)		
Guano de isla	3.74	A		
Biol	2.58		B	
Compost	1.77			C
Testigo	1.18			D

Según la prueba de Tukey al 95% de confianza, presentado en la tabla 14 el tratamiento con guano de isla fue el mejor con un promedio de 3.74 kg de cormos por planta, y se considera superior estadísticamente a los demás tratamientos. El testigo presentó el peso de cormos por planta más bajo con apenas 1.18 kg de cormos por planta. La misma tendencia se observa en el gráfico 4.

Gráfico 4: Peso de cormos por planta (Kg)



En el gráfico 4 se presenta el peso de cormos por planta, en ella se observa que el tratamiento guano de isla tuvo el promedio más alto con 3.74 kg de cormos, el tratamiento testigo sin aplicación de abonos orgánicos tuvo el promedio más bajo con 1.18 kg de cormos por planta, estas diferencias fueron también estadísticas, al presentarse significancia entre los promedios de los tratamientos al 95% de confianza.

6.1.3. Número de cormos por planta

Tabla 15: Número de cormos por planta

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla	37.90	38.90	39.40	40.30	39.13
Compost	19.00	19.30	17.80	18.50	18.65
Biol	27.10	27.20	26.20	26.90	26.85
Testigo	14.44	15.50	14.70	14.60	14.81
Promedio	24.61	25.23	24.53	25.08	24.86

En la tabla 15 se presenta el número de cormos por planta, en ella se observa que el promedio general fue de 24.86 cormos por planta, este promedio es superior al reportado por Pineda (2021) quien evaluando fuentes de abonamiento inorgánico con potasio reportó un promedio de 9.83 cormos por planta. En la misma tabla se observa también que el tratamiento con guano de isla presentó el promedio máximo con 39.13 cormos por planta, mientras que, el testigo mostró el promedio más bajo con 14.81 cormos por planta.

Tabla 16: Análisis de varianza - Número de cormos por planta

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T. (0.05)	Sig (0.05)
Bloques	3	1.41791992	0.472640	1.02	3.86	NS
Tratamientos	3	1388.11791992	462.705973	1000.89	3.86	Sig
Error	9	4.16063477	0.462293			
Total	15	1393.69647461			CV	2.74%

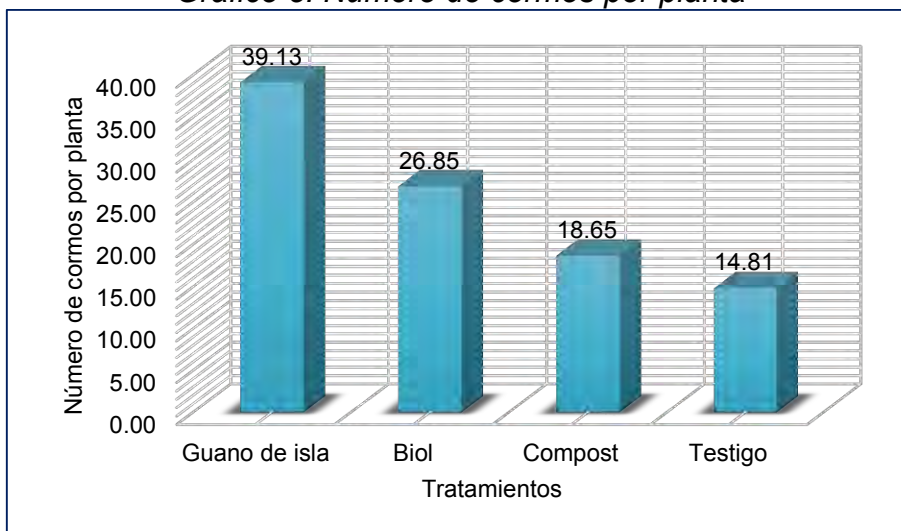
En la tabla 16 se presenta el análisis de varianza para número de cormos por planta, en ella se observa que se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados al 95% de confianza, sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, esto implica que el campo experimental fue uniforme en sus características principales, finalmente, el coeficiente de variabilidad fue de 2.74%, valor considerado bajo y que implica que los datos registrados son confiables y no hubo errores al registrar la información.

Tabla 17: Prueba de Tukey - Número de cormos por planta

Tratamiento	Media	Agrupación (0.05)			
Guano de isla	39.13	A			
Biol	26.85		B		
Compost	18.65			C	
Testigo	14.81				D

La prueba de Tukey presentado en la tabla 17 indica al 95% de confianza que el tratamiento con guano de isla con un promedio de 39.13 cormos por planta fue estadísticamente superior a los demás tratamientos.

Gráfico 5: Número de cormos por planta



En el gráfico 5 se presenta el número de cormos por planta, en ella se observa que el tratamiento guano de isla tuvo el promedio más alto con 39.13 cormos, el tratamiento testigo sin aplicación de abonos orgánicos tuvo el promedio más bajo con 14.81 cormos por planta, estas diferencias fueron también estadísticas, al presentarse significancia entre los promedios de los tratamientos al 95% de confianza.

6.2. Características agronómicas

6.2.1. Peso de cormo

Tabla 18: Peso de cormo (g)

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla	96.64	95.55	95.28	95.29	95.69
Compost	95.29	95.03	95.19	94.79	95.08
Biol	95.95	95.66	96.15	96.24	96.00
Testigo	79.96	79.05	79.19	79.04	79.31
Promedio	91.96	91.33	91.45	91.34	91.52

En la tabla 18 se observa que el promedio general para peso de cormo fue de 91.52 g. el tratamiento biol presentó el promedio más alto con 96.0 g de peso de cormo, mientras que, el testigo presentó el promedio más bajo con 79.31 g de peso de cormo.

Tabla 19: Análisis de varianza - Peso de cormo (g)

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T. (0.05)	Sig (0.05)
Bloques	3	1.07824792	0.359416	2.98	3.86	NS
Tratamientos	3	796.71311406	265.571038	2203.07	3.86	Sig
Error	9	1.08491136	0.120546			
Total	15	798.87627334			CV	0.38%

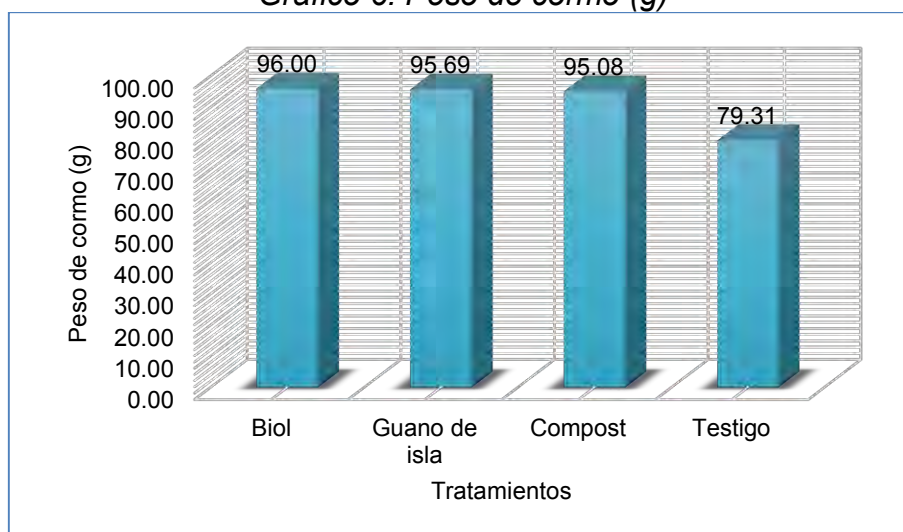
Según el análisis de varianza, presentado en la tabla 19, al 95% de confianza se presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, mientras que, no se presentaron diferencias significativas entre los bloques, lo cual, implica que el campo experimental fue uniforme en sus características principales, finalmente el coeficiente de variabilidad de 0.38% implica alta confiabilidad de los datos registrados.

Tabla 20: Prueba de Tukey - Peso de cormo (g)

Tratamiento	Media	Agrupación (0.05)	
Biol	96.00	A	
Guano de isla	95.69	A	B
Compost	95.08		B
Testigo	79.31		C

La prueba de comparación de media de Tukey mostrado en la tabla 20, al 95% de confianza indica que el tratamiento biol con un promedio de 96.0 cormos por planta y el tratamiento con guano de isla con un promedio de 95.69 cormos por planta fueron estadísticamente iguales, pero mejores que el tratamiento con compost y el testigo. Igual tendencia se observa que en el gráfico 6.

Gráfico 6: Peso de cormo (g)



En el gráfico 6 se presenta el peso de corno, en ella se observa que el tratamiento biol tuvo el promedio más alto con 96.0 g, el tratamiento testigo sin aplicación de abonos orgánicos tuvo el promedio más bajo con 79.31 g de corno, estas diferencias fueron también estadísticas, al presentarse significancia entre los promedios de los tratamientos al 95% de confianza.

6.2.2. Altura de planta

Tabla 21: Altura de planta (cm)

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla	81.10	93.10	101.20	73.40	87.20
Compost	56.60	76.90	74.80	68.30	69.15
Biol	85.60	69.70	88.60	90.10	83.50
Testigo	53.20	58.30	58.10	44.90	53.63
Promedio					73.37

En la tabla 21 se observa que la altura promedio fue de 73.37 cm, este promedio es inferior al reportado por Lozada (2005) quien evaluando diferentes niveles de abonos orgánicos obtuvo un promedio de 102.34 cm de altura de planta a quinta evaluación, este rendimiento fue obtenido con la aplicación de 60 t/ha de materia orgánica compostada, este alto resultado se explica por el alto nivel de abono orgánico utilizado en esta investigación en comparación al de la presente investigación cuyo nivel fue menor, igualmente es inferior al reportado por Muralles (2004) quien evaluando tres programas de fertilización reportó altura de planta en el rango de 67.66 a 76.19 cm, el resultado mayor de esta investigación se explica en el hecho de que utilizaron fertilizantes inorgánicos que tienen la capacidad de suministrar con mayor rapidez los nutrientes minerales a las plantas y que por ello fue más eficiente, generando mayor crecimiento al de la presente investigación, en el cual se utilizó abonos orgánicos que suministran nutrientes en forma más lenta y menos eficiente, Sin embargo, es superior al informado por Muñoz & Untuña (2014) quienes evaluando fertilizantes inorgánicos y orgánicos mencionaron un promedio entre 47.42 y 48.33 cm evaluado a los 90 días, este resultado inferior se debe a que en esta investigación la evaluación se hizo a menor tiempo que en la presente investigación.

Tabla 22: Análisis de varianza - Altura de planta (cm)

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T. (0.05)	Sig (0.05)
Bloques	3	361.03188	120.343958	1.48	3.86	NS
Tratamientos	3	2806.23687	935.412292	11.53	3.86	Sig
Error	9	730.24562	81.138403			
Total	15	3897.51437			CV	12.28%

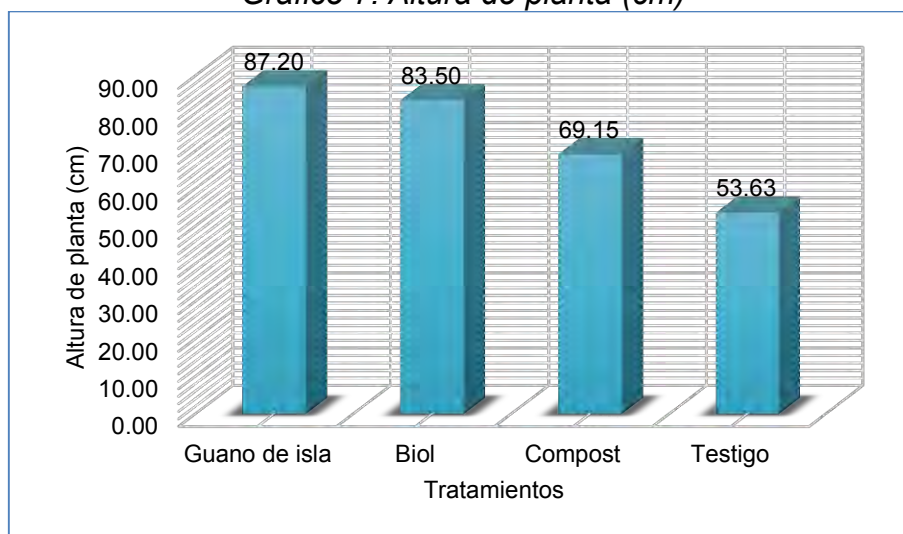
Según el análisis de varianza al 95% de confianza, presentado en la tabla 22 se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, pero no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, lo cual significa que el campo experimental fue uniforme en sus características principales, finalmente el coeficiente de variabilidad de 12.28% indica que los datos registrados son confiables y fueron registrados en forma correcta.

Tabla 23: Prueba de Tukey - Altura de planta (cm)

Tratamiento	Media	Agrupación (0.05)
Guano de isla	87.20	A
Biol	83.50	A
Compost	69.15	A
Testigo	53.63	B

La prueba de Tukey presentado en la tabla 18 al 95% de confianza, indica que el tratamiento guano de isla con 87.2 cm de altura de planta, el tratamiento biol con un promedio de 83.5 cm y el tratamiento compost con un promedio de 69.15 cm son estadísticamente iguales pero superiores al testigo.

Gráfico 7: Altura de planta (cm)



En el gráfico 7 se presenta altura de planta, en ella se observa que el tratamiento guano de isla tuvo el promedio más alto con 87.20 cm, el tratamiento testigo sin aplicación de abonos orgánicos tuvo el promedio más bajo con 53.63 cm, estas diferencias fueron también estadísticas, al presentarse significancia entre los promedios de los tratamientos al 95% de confianza.

6.2.3. Longitud de hoja

Tabla 24: Longitud de hoja (cm)

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla	44.30	36.40	36.50	40.30	39.38
Compost	35.40	48.90	41.80	41.20	41.83
Biol	42.40	43.70	40.90	33.50	40.13
Testigo	32.20	35.90	33.40	33.60	33.78
Promedio	38.58	41.23	38.15	37.15	38.78

En la tabla 24 se observa el promedio general de 38.78 cm de longitud de hoja, este promedio es superior al reportado por Muñoz & Untuña (2014) quien evaluando dosis de fertilizantes inorgánicos y orgánicos mencionan un promedio en el rango de 33.25 a 33.40 cm de longitud de hoja, este resultado inferior se explica al hecho de que fue evaluado en menor tiempo que en la presente investigación. En la misma tabla se observa que el tratamiento con compost presentó el promedio máximo con 41.83 cm de longitud de hoja, mientras que, el testigo presentó el promedio más bajo con 33.78 cm de longitud de hoja.

Tabla 25: Análisis de varianza - Longitud de hoja (cm)

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T. (0.05)	Sig (0.05)
Bloques	3	36.29500000	12.098333	0.65	0.069	NS
Tratamientos	3	145.94000000	48.646667	2.62	3.86	NS
Error	9	167.27500000	18.586111			
Total	15	349.51000000			CV	11.12%

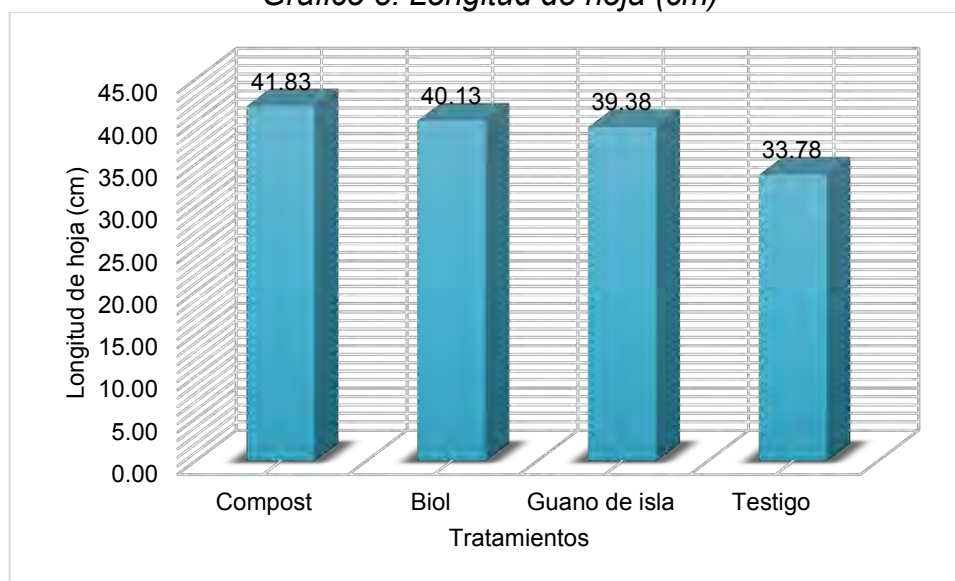
En la tabla 25 se presenta el análisis de varianza al 95% de confianza para longitud de hoja, en ella se observa que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, igual resultado se observa para los bloques, ya que, no se presentaron diferencias significativas, esto implica que el campo experimental fue

uniforme en sus características generales, el coeficiente de variabilidad fue de 11.12% este valor relativamente bajo implica confiabilidad en los datos registrados.

Tabla 26: Longitud de hoja promedio comparado por tratamiento (cm)

Tratamiento	Longitud de hoja promedio (cm)
Compost	41.83
Biol	40.13
Guano de isla	39.38
Testigo	33.78

Gráfico 8: Longitud de hoja (cm)



En la tabla 26 y gráfico 8 se presenta la comparación entre los promedios obtenidos para longitud de hoja, en ella se aprecia que el tratamiento compost tuvo el promedio más alto con 41.83 cm, mientras que, el tratamiento testigo sin aplicación de abono orgánico tuvo el promedio más bajo con 33.78 cm, sin embargo, estas diferencias son aritméticas al no existir diferencias significativas entre los tratamientos al 95% de confianza.

6.2.4. Ancho de hoja

Tabla 27: Ancho de hoja (cm)

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla	35.30	28.00	26.80	20.66	27.69
Compost	28.00	42.80	33.20	35.00	34.75
Biol	29.70	30.80	30.70	26.70	29.48
Testigo	22.50	24.90	24.90	24.80	24.28
Promedio	28.88	31.63	28.90	26.79	29.05

En la tabla 27 se observa el promedio general de 29.05 cm de ancho de hoja, este promedio es inferior al reportado por Muñoz & Untuña (2014) quienes evaluando diferentes dosis de fertilizantes inorgánicos y orgánicos mencionan que el ancho de hoja se presentó en el rango de 30.5 a 31.65 cm de ancho de hoja, se explica al hecho de que en esta investigación se utilizó fertilizantes inorgánicos más eficientes que suministraron nutrientes minerales de mejor manera que el de la presente investigación. En la misma tabla anterior se observa que el promedio máximo de 34.75 cm de ancho de hoja correspondió al tratamiento de compost, mientras que, el promedio mínimo de 24.28 cm de ancho de hoja correspondió al testigo.

Tabla 28: Análisis de varianza - Ancho de hoja (cm)

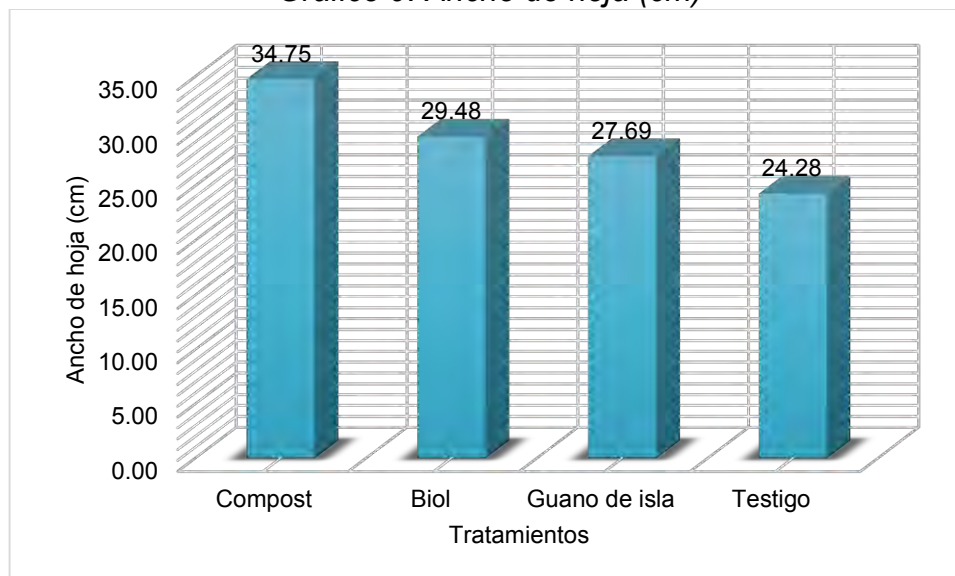
Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T. (0.05)	Sig (0.05)
Bloques	3	47.14724300	15.715748	0.75	0.069	NS
Tratamientos	3	229.27244300	76.424148	3.64	3.86	NS
Error	9	189.06272900	21.006970			
Total	15	465.48241500			CV	15.78%

Según el análisis de varianza al 95% de confianza, presentado en la tabla 28, se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, de igual manera tampoco existe diferencias significativas entre los bloques del experimento, lo cual, significa que el campo experimental fue uniforme en sus características principales, por otro lado, el coeficiente de variabilidad fue de 15.78%, este valor relativamente bajo indica que los datos registrados en el campo son confiables y fueron bien registrados.

Tabla 29: Ancho de hoja promedio comparado por tratamiento (cm)

Tratamiento	Ancho de hoja promedio (cm)
Compost	34.75
Biol	29.48
Guano de isla	27.69
Testigo	24.28

Gráfico 9: Ancho de hoja (cm)



En la tabla 29 y gráfico 8 se presenta la comparación entre los promedios obtenidos para ancho de hoja, en ella se aprecia que el tratamiento compost tuvo el promedio más alto con 34.75 cm, mientras que, el tratamiento testigo sin aplicación de abono orgánico tuvo el promedio más bajo con 24.28 cm, sin embargo, estas diferencias son aritméticas al no existir diferencias significativas entre los tratamientos al 95% de confianza.

6.2.5. Diámetro de tallo

Tabla 30: Diámetro de tallo (cm)

Tratamiento	BLOQUES				Promedio
	I	II	III	IV	
Guano de isla	7.23	4.85	6.20	16.20	8.62
Compost	6.18	6.70	6.40	6.61	6.47
Biol	6.27	5.43	6.45	6.28	6.11
Testigo	3.48	4.17	3.88	3.97	3.87
Promedio	5.79	5.29	5.73	8.26	6.27

En la tabla 30 se observa el diámetro de tallo promedio de 6.27 cm, este promedio es menor al reportado por Muñoz & Untuña (2014) quienes evaluando niveles de fertilización inorgánica y orgánica mencionan que el diámetro del tallo varía de 13.17 a 14.23 cm, estos resultados son mayores a la de la presente investigación debido a que fueron aplicados fertilizantes inorgánicos con mayor eficiencia. El

tratamiento de guano de isla presentó el máximo valor con 8.62 cm y el testigo mostró el promedio mínimo con 3.87 cm de diámetro de tallo.

Tabla 31: Análisis de varianza - Diámetro de tallo (cm)

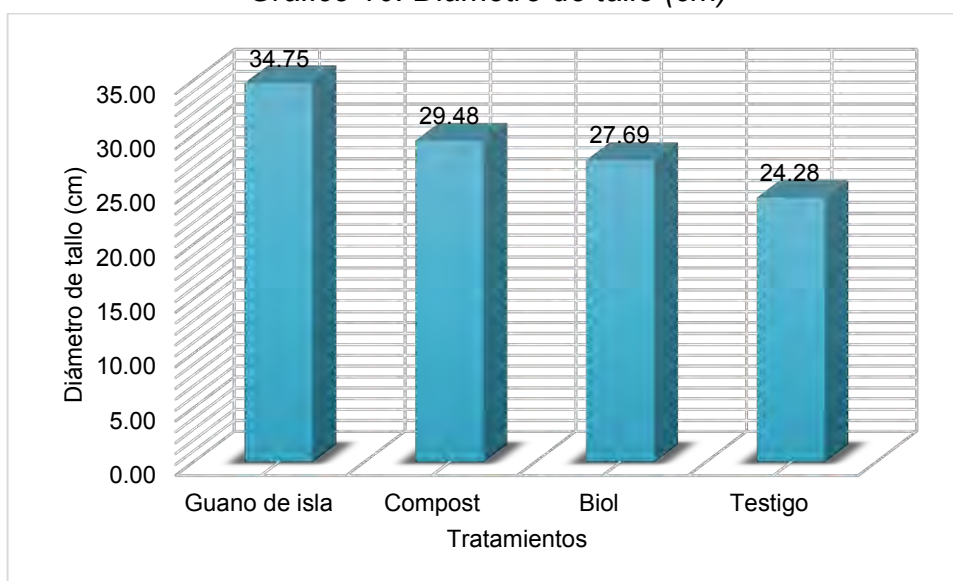
Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T. (0.05)	Sig (0.05)
Bloques	3	21.84393125	7.281310	1.12	3.86	NS
Tratamientos	3	45.32928125	15.109760	2.32	3.86	NS
Error	9	58.65558125	6.517287			
Total	15	125.82879375			CV	40.73%

Según el análisis de varianza, realizado al 95% de confianza y presentado en la tabla 31 no se han presentado diferencias significativas entre los tratamientos, igualmente, tampoco se presentaron diferencias significativas entre los bloques, lo cual implica que el campo experimental elegido fue uniforme en sus características principales. El coeficiente de variabilidad calculado fue de 40.73% este valor relativamente alto implica cierta reserva en los resultados.

Tabla 32: Diámetro de tallo promedio comparado por tratamiento (cm)

Tratamiento	Diámetro de tallo (cm)
Guano de isla	8.62
Compost	6.47
Biol	6.11
Testigo	3.87

Gráfico 10: Diámetro de tallo (cm)



En la tabla 32 y gráfico 10 se presenta la comparación entre los promedios obtenidos para diámetro de tallo, en ella se aprecia que el tratamiento guano de isla tuvo el promedio más alto con 8.62 cm, mientras que, el tratamiento testigo sin aplicación de abono orgánico tuvo el promedio más bajo con 3.87 cm, sin embargo, estas diferencias son aritméticas al no existir diferencias significativas entre los tratamientos al 95% de confianza.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

CONCLUSIONES

1. El abono orgánico que tuvo mejor resultado fue guano de isla, a una dosis de 100 g/planta, permitió obtener: el rendimiento de cormos más alto con 32.69 t/ha, peso de corno por planta más alto con 3.74 kg/planta y mayor número de cormos por planta con 39.13 cormos/planta, estas diferencias entre los promedios fueron significativas al 95% de confianza.
2. El abono orgánico biol y guano de isla tuvieron mejor resultado para peso de corno con 96.0 y 95.69 g respectivamente, estas diferencias fueron significativas al 95% de confianza. Los abonos orgánicos guano de isla, biol y compost tuvieron mejor resultado para altura de planta con 87.2, 83.5 y 69.15 cm respectivamente, estas diferencias fueron significativas al 95% de confianza. La longitud y ancho de hoja, así como el diámetro del tallo, no fueron afectados por el abonamiento orgánico, ya que, no se presentaron diferencias significativas entre ellos, el promedio general para longitud de hoja fue de 38.78 cm, para ancho de hoja 29.05 cm y para diámetro de tallo 6.27 cm.

SUGERENCIAS

1. Se sugiere evaluar el efecto de abonos orgánicos considerando diferentes dosis de aplicación y diferentes momentos de aplicación.
2. Se sugiere evaluar el efecto de diferentes dosis del biol comparando y bioestimulantes sintéticos en el rendimiento del cultivo de uncucha.
3. Se sugiere evaluar efecto de abonos orgánicos en diferentes pisos altitudinales y con diferentes dosis de aplicación.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, E. (2022). *Manual de Aráceas*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Alvarez, F. (2010). *Preparación y usos del biol*. Intermediate Technology Development Group, ITDG.
- Arróliga, L., & Blandón, N. (2015). *Evaluación del comportamiento agronómico de ocho variedades de Malanga (Colocasia Esculenta) en las condiciones edafoclimáticas, Finca Buena Vista, comunidad El Tepeyac; departamento de Matagalpa, I Semestre 2015*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Croat, T., & Acebey, A. (2015). *Flora de Veracruz - Araceae*. Instituto de Ecología A.C.
- DESCO. (2013). *Achiote, papayo, arroz seco y pituca Cultivos promisorios para la selva central Manual técnico*. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo.
- Estrada, M. (2005). *Manejo y procesamiento de la gallinaza*. Revista La Sallista de Investigación.
- FAO. (2024). *Estadísticas de producción agrícola -FAOESTAT*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Félix, A., Sañude, R., Rojo, G., Martínez, R., & Olalde, V. (2008). *Importancia de los abonos orgánicos*. Ra Ximhai.
- FONCODES. (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humu*. Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social.
- García, E. (2023). *Efecto de la fertilización química a base de NPK sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de pituca (Colocasia esculenta Schott) en la zona de Aucayacu*. Universidad Nacional de Ucayali.
- García, P., Lucena, J., Ruano, S., & Nogales, M. (2010). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Garro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.

- Gil, L., Leiva, F., Lezama, M., Bardales, C., & León, C. (2023). *Biofertilizante biol: caracterización física, química y microbiológica*. La Paz, Bolivia : Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias.
- Guanopatín, M. (2012). *Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (Medicago sativa)*. Universidad Técnica de Ambato.
- Guerrero, R. (1998). *Fertilización de cultivos en clima frío*. Imprenta Sáenz y Cía. Ltda.
- Haro, A., Chisqa, E., Ruíz, J., & Caicedo, J. (2024). *Tipos y clasificación de las investigaciones*. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades.
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Mc-Graw - Hill.
- Huallpa, J. (2025). *Evaluación de tres abonos orgánicos en la producción de uncucha (Colocasia esculenta (L) schott) en la localidad de Quincemil, distrito de Camanti, provincia de Quispicanchi - Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco .
- INATEC. (2018). *Raíces y tubérculos*. Instituto Nacional Tecnológico - INATEC.
- Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA). (2005). *Aproximación a la zonificación ecológica económica de la provincia La Convención*. Municipalidad Provincial de La Convención.
- Lopez, E., Andrade, A., Herrera, M., Gonzales, O., & Garcia, A. (2017). *Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña* . Santa Clara, Cuba: Universidad Central Marta Abreu de las Villas.
- Lozada, F. (2005). *Producción del cultivo de papa china (Colocasia esculenta) utilizando dos métodos de propagación asexual bajo cuatro niveles de fertilización orgánica*. Escuela Politécnica del Ejercito.
- Machaca. (2018). *Niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy en el rendimiento del cultivo de arveja verde (Pisum sativum L.) en la irrigación Majes de Arequipa*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Mamani, P., Chavez, E., & Ortuño, N. (2022). *El biol, biofertilizante casero para la producción ecológica de cultivos*. Fundación PROINPA.

- Marqués, M., & Urquiaga, R. (2005). *Manual del buen compostador*. Grupo de Acción para el Medio Ambiente.
- Melendez, G., & Molina, E. (2003). *Fertilizantes: Características y manejo*. COSTACAN.
- Mengel, K., & Kirkby, E. (2000). *Principios de nutrición vegetal*. Instituto Internacional del Potasio.
- MIDAGRI. (2025). *Perfil productivo regional*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
- Milián, M. (2018). *Revisión bibliográfica recursos genéticos de la malanga del género *Xanthosoma schott* en Cuba*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Montaldo, A. (1991). *Cultivo de raíces y tubérculos tropicales*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Mosquera, B. (2010). *Abonos orgánicos, Protegen el suelo y garantizan alimentación sana*. Fondo para la Protección del Agua.
- Muñoz, H., & Untuña, J. I. (2014). *Evaluación de dosis de fertilizantes químicos y de fertilización alternativa en el cultivo de malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott) en el sector San Pablo de Maldonado Cantón La Maná – Cotopaxi*. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Murales, T. (2004). *Evaluación de 3 distanciamientos de siembra en cultivo de macal (*Xanthosoma sagittifolium*) con 3 niveles de fertilización en el caserío Santa Cruz, San Francisco, Peten*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Perez, F. (2017). *Fisiología vegetal, parte III nutrición mineral*. Universidad Nacional de Ucayali.
- Perez, J. (2014). *Uso de los fertilizantes y su impacto en la producción agrícola*. Universidad Nacional de Colombia.
- Picado, J., & Añasco, A. (2005). *Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos*. Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense.
- Pineda, N. (2021). *Efecto de tres fuentes y tres dosis de potasio en el rendimiento de papa china, cultivar “blanca” (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) en la parroquia El Triunfo, provincia de Pastaza*. Universidad Técnica de Ambato.

- Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural. (2018). *Manual de abonamiento con guano de las islas*. Digital Print Service E.I.R.L.
- Ribera, B. (2011). *Guía para la preparación y uso del biol*. Centro de Multiservicios Educativos - CEMSE.
- Robles, S. (1995). *Diccionario genético y filogenético*. Editorial Trillas S.A.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor Experiencias en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Sanchez De La Puente, L. (1984). *La alimentación mineral de las plantas*. Centro de Edafología y Biología Aplicada.
- Seminario, J. (Ed.). (2004). *Raíces andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación*. Centro Internacional de la Papa.
- Sierra, C. (2013). *Fertilización y manejo del suelo en hortalizas*. Centro Regional de Investigación Intihuasi, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Tem, A. (2018). *Caracterización agromorfológica y evaluación del rendimiento de tres cultivares de malanga (Colocasia esculenta, Schott), en Aldea Barrios, Nuevo San Carlos, Retalhuleu*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Trujillo, J. L. (2022). *Caracterización morfológica, color, propiedades funcional y térmica de dos variedades de pituca (Colocasia esculenta L. Schott) en Tingo María*. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Vasquez, J. (2007). *Influencia de tres métodos de preparación del suelo en las características agronómicas y rendimiento de Colocasia esculenta (L.) Schott (pituca), fundo UNAP Iquitos*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Zapata, J., & Velasquez, C. (2013). *Estudio de la producción y comercialización de la malanga: estrategias de incentivos para la producción en el país y consumo en la ciudad de Guayaquil*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Zuñiga, V. J. (2007). *Efecto del peso de la semilla y la distancia de siembra sobre el crecimiento y la producción de tiquisque blanco (Xanthosoma sagittifolium)*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

**ANEXOS:
RESULTADOS DE CAMPO**

Tabla 33: Rendimiento (t/ha) – Bloque I

BLOQUE I		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	33.44	14.08	26.40	8.80
02	36.96	14.96	25.52	10.56
03	34.80	18.48	22.00	8.36
04	30.80	15.84	23.76	8.36
05	26.40	13.20	19.36	10.56
06	34.10	14.08	18.48	13.20
07	32.56	15.84	22.00	12.32
08	31.68	17.60	22.88	8.36
09	29.92	16.72	24.64	8.80
10	28.16	18.48	23.76	12.32
Promedio	31.88	15.93	22.88	10.16

Tabla 34: Rendimiento (t/ha) – Bloque II

BLOQUE II		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	36.50	17.60	22.00	8.36
02	26.70	16.72	24.64	8.80
03	26.40	16.72	28.16	9.24
04	36.08	15.84	26.49	10.56
05	33.44	18.48	22.88	11.88
06	27.72	13.20	20.24	12.32
07	31.20	14.96	27.28	13.20
08	36.96	14.08	18.48	13.20
09	35.20	16.28	20.24	9.68
10	34.32	17.60	18.48	10.56
Promedio	32.45	16.15	22.89	10.78

Tabla 35: Rendimiento (t/ha) – Bloque III

BLOQUE III		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	27.28	18.48	20.24	10.56
02	26.40	14.96	19.36	13.20
03	36.96	13.20	26.40	11.44
04	40.48	14.08	23.76	9.68
05	30.80	14.96	22.88	8.80
06	36.52	14.08	22.00	8.80
07	35.20	13.64	21.12	8.36
08	32.50	15.40	21.12	9.24
09	29.92	14.08	20.24	11.00
10	34.32	16.28	24.64	11.44
Promedio	33.04	14.92	22.18	10.25

Tabla 36: Rendimiento (t/ha) – Bloque IV

BLOQUE IV		Tratamientos			
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo	
01	34.32	14.08	22.00	8.36	
02	25.52	17.16	24.64	8.80	
03	36.08	14.96	18.48	9.68	
04	32.56	14.08	23.76	13.20	
05	31.68	13.20	22.00	8.36	
06	29.92	15.84	23.76	8.36	
07	34.50	14.96	27.28	9.68	
08	35.20	14.08	25.52	11.44	
09	34.32	17.60	20.24	11.00	
10	39.60	18.48	20.24	12.76	
Promedio	33.37	15.44	22.79	10.16	

Tabla 37: Peso de cormos por planta (kg) – Bloque I

BLOQUE I		Tratamientos			
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo	
01	3.80	1.60	3.00	1.00	
02	4.20	1.70	2.90	1.20	
03	4.00	2.10	2.50	0.95	
04	3.50	1.80	2.70	0.95	
05	3.00	1.50	2.20	1.20	
06	4.10	1.60	2.10	1.50	
07	3.70	1.80	2.50	1.40	
08	3.60	2.00	2.60	0.95	
09	3.40	1.90	2.80	1.00	
10	3.20	2.10	2.70	1.40	
Promedio	3.65	1.81	2.60	1.16	

Tabla 38: Peso de cormos por planta (kg) – Bloque II

BLOQUE II		Tratamientos			
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo	
01	4.50	2.00	2.50	0.95	
02	3.00	1.90	2.80	1.00	
03	3.00	1.90	3.20	1.05	
04	4.10	1.80	3.01	1.20	
05	3.80	2.10	2.60	1.35	
06	3.15	1.50	2.30	1.40	
07	3.50	1.70	3.10	1.50	
08	4.20	1.60	2.10	1.50	
09	4.00	1.85	2.30	1.10	
10	3.90	2.00	2.10	1.20	
Promedio	3.72	1.84	2.60	1.23	

Tabla 39: Peso de cormos por planta (kg) – Bloque III

BLOQUE III		Tratamientos			
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo	
01	3.10	2.10	2.30	1.20	
02	3.00	1.70	2.20	1.50	
03	4.20	1.50	3.00	1.30	
04	4.60	1.60	2.70	1.10	
05	3.50	1.70	2.60	1.00	
06	4.15	1.60	2.50	1.00	
07	4.00	1.55	2.40	0.95	
08	3.70	1.75	2.40	1.05	
09	3.40	1.60	2.30	1.25	
10	3.90	1.85	2.80	1.30	
Promedio	3.76	1.70	2.52	1.17	

Tabla 40: Peso de cormos por planta (kg) – Bloque IV

BLOQUE IV		Tratamientos			
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo	
01	3.90	1.60	2.50	0.95	
02	2.90	1.95	2.80	1.00	
03	4.10	1.70	2.10	1.10	
04	3.70	1.60	2.70	1.50	
05	3.60	1.50	2.50	0.95	
06	3.40	1.80	2.70	0.95	
07	4.40	1.70	3.10	1.10	
08	4.00	1.60	2.90	1.30	
09	3.90	2.00	2.30	1.25	
10	4.50	2.10	2.30	1.45	
Promedio	3.84	1.76	2.59	1.16	

Tabla 41: Número de cormos por planta – Bloque I

BLOQUE I		Tratamientos			
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo	
01	40.00	17.00	32.00	12.50	
02	45.00	18.00	30.00	15.00	
03	41.00	22.00	26.00	11.88	
04	39.00	19.00	28.00	11.88	
05	35.00	16.00	23.00	15.00	
06	40.00	16.00	22.00	18.75	
07	38.00	19.00	26.00	17.50	
08	32.00	21.00	27.00	11.88	
09	38.00	20.00	29.00	12.50	
10	31.00	22.00	28.00	17.50	
Promedio	37.90	19.00	27.10	14.44	

Tabla 42: Número de cormos por planta – Bloque II

BLOQUE II		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	47.00	21.00	26.00	12.00
02	31.00	20.00	29.00	13.00
03	31.00	20.00	34.00	13.00
04	43.00	19.00	32.00	15.00
05	40.00	22.00	27.00	17.00
06	33.00	16.00	24.00	18.00
07	37.00	18.00	32.00	19.00
08	44.00	17.00	22.00	19.00
09	42.00	19.00	24.00	14.00
10	41.00	21.00	22.00	15.00
Promedio	38.90	19.30	27.20	15.50

Tabla 43: Número de cormos por planta – Bloque III

BLOQUE III		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	33.00	22.00	24.00	15.00
02	31.00	18.00	23.00	19.00
03	44.00	16.00	31.00	16.00
04	48.00	17.00	28.00	14.00
05	37.00	18.00	27.00	13.00
06	43.00	17.00	26.00	13.00
07	42.00	16.00	25.00	12.00
08	39.00	18.00	25.00	13.00
09	36.00	17.00	24.00	16.00
10	41.00	19.00	29.00	16.00
Promedio	39.40	17.80	26.20	14.70

Tabla 44: Número de cormos por planta – Bloque IV

BLOQUE IV		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	41.00	17.00	26.00	12.00
02	30.00	20.00	29.00	13.00
03	43.00	18.00	22.00	14.00
04	39.00	17.00	28.00	19.00
05	38.00	16.00	26.00	12.00
06	36.00	19.00	28.00	12.00
07	46.00	18.00	32.00	14.00
08	42.00	17.00	30.00	16.00
09	41.00	21.00	24.00	16.00
10	47.00	22.00	24.00	18.00
Promedio	40.30	18.50	26.90	14.60

Tabla 45: Peso de corno (g) – Bloque I

BLOQUE I		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	95.00	94.12	93.75	79.80
02	93.33	94.44	96.67	80.00
03	97.56	95.45	96.15	80.20
04	89.74	94.74	96.43	79.80
05	85.71	93.75	95.65	80.00
06	102.50	100.00	95.45	80.00
07	97.37	94.74	96.15	79.20
08	112.50	95.24	96.30	80.40
09	89.47	95.00	96.55	80.00
10	103.23	95.45	96.43	80.20
Promedio	96.64	95.29	95.95	79.96

Tabla 46: Peso de corno (g) – Bloque II

BLOQUE II		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	95.74	95.24	96.15	79.17
02	96.77	95.00	96.55	76.92
03	96.77	95.00	94.12	80.77
04	95.35	94.74	94.06	80.00
05	95.00	95.45	96.30	79.41
06	95.45	93.75	95.83	77.78
07	94.59	94.44	96.88	78.95
08	95.45	94.12	95.45	78.95
09	95.24	97.37	95.83	78.57
10	95.12	95.24	95.45	80.00
Promedio	95.55	95.03	95.66	79.05

Tabla 47: Peso de corno (g) – Bloque III

BLOQUE III		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	93.94	95.45	95.83	80.00
02	96.77	94.44	95.65	78.95
03	95.45	93.75	96.77	81.25
04	95.83	94.12	96.43	78.57
05	94.59	94.44	96.30	76.92
06	96.51	94.12	96.15	76.92
07	95.24	96.88	96.00	79.17
08	94.87	97.22	96.00	80.77
09	94.44	94.12	95.83	78.13
10	95.12	97.37	96.55	81.25
Promedio	95.28	95.19	96.15	79.19

Tabla 48: Peso de corno (g) – Bloque IV

BLOQUE IV		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	95.12	94.12	96.15	79.17
02	96.67	97.50	96.55	76.92
03	95.35	94.44	95.45	78.57
04	94.87	94.12	96.43	78.95
05	94.74	93.75	96.15	79.17
06	94.44	94.74	96.43	79.17
07	95.65	94.44	96.88	78.57
08	95.24	94.12	96.67	81.25
09	95.12	95.24	95.83	78.13
10	95.74	95.45	95.83	80.56
Promedio	95.29	94.79	96.24	79.04

Tabla 49: Altura de planta (cm) – Bloque I

BLOQUE I		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	60.00	55.00	76.00	60.00
02	70.00	60.00	89.00	65.00
03	75.00	53.00	90.00	55.00
04	80.00	58.00	95.00	45.00
05	81.00	50.00	98.00	50.00
06	84.00	60.00	75.00	62.00
07	85.00	62.00	76.00	55.00
08	90.00	57.00	80.00	42.00
09	92.00	56.00	82.00	48.00
10	94.00	55.00	95.00	50.00
Promedio	81.10	56.60	85.60	53.20

Tabla 50: Altura de planta (cm) – Bloque II

BLOQUE II		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	112.00	62.00	60.00	62.00
02	95.00	65.00	70.00	55.00
03	83.00	61.00	72.00	61.00
04	105.00	70.00	63.00	71.00
05	99.00	73.00	64.00	80.00
06	73.00	81.00	68.00	50.00
07	110.00	86.00	70.00	55.00
08	75.00	92.00	80.00	42.00
09	103.00	90.00	65.00	48.00
10	76.00	89.00	85.00	59.00
Promedio	93.10	76.90	69.70	58.30

Tabla 51: Altura de planta (cm) – Bloque III

BLOQUE III		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	85.00	63.00	92.00	50.00
02	95.00	78.00	90.00	48.00
03	90.00	80.00	89.00	68.00
04	110.00	83.00	79.00	60.00
05	80.00	85.00	93.00	51.00
06	102.00	70.00	94.00	54.00
07	90.00	69.00	78.00	63.00
08	110.00	70.00	92.00	67.00
09	110.00	74.00	98.00	59.00
10	140.00	76.00	81.00	61.00
Promedio	101.20	74.80	88.60	58.10

Tabla 52: Altura de planta (cm) – Bloque IV

BLOQUE IV		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	89.00	60.00	95.00	48.00
02	79.00	59.00	89.00	36.00
03	61.00	55.00	90.00	39.00
04	67.00	80.00	91.00	40.00
05	66.00	75.00	95.00	41.00
06	64.00	71.00	85.00	60.00
07	74.00	73.00	79.00	63.00
08	80.00	75.00	86.00	41.00
09	79.00	68.00	96.00	38.00
10	75.00	67.00	95.00	43.00
Promedio	73.40	68.30	90.10	44.90

Tabla 53: Longitud de hoja (cm) – Bloque I

BLOQUE I		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	42.00	35.00	42.00	32.00
02	38.00	38.00	42.00	33.00
03	40.00	33.00	41.00	36.00
04	38.00	36.00	40.00	40.00
05	45.00	31.00	45.00	28.00
06	55.00	38.00	38.00	29.00
07	38.00	39.00	42.00	30.00
08	42.00	35.00	38.00	31.00
09	55.00	34.00	37.00	31.00
10	50.00	35.00	59.00	32.00
Promedio	44.30	35.40	42.40	32.20

Tabla 54: Longitud de hoja (cm) – Bloque II

BLOQUE II		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	42.00	45.00	40.00	33.00
02	34.00	46.00	38.00	36.00
03	38.00	43.00	41.00	42.00
04	34.00	55.00	37.00	40.00
05	36.00	55.00	45.00	48.00
06	31.00	58.00	55.00	38.00
07	45.00	57.00	46.00	36.00
08	31.00	59.00	50.00	28.00
09	37.00	21.00	42.00	29.00
10	36.00	50.00	43.00	29.00
Promedio	36.40	48.90	43.70	35.90

Tabla 55: Longitud de hoja (cm) – Bloque III

BLOQUE III		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	32.00	38.00	34.00	36.00
02	35.00	40.00	39.00	38.00
03	35.00	45.00	38.00	41.00
04	37.00	46.00	38.00	32.00
05	32.00	47.00	39.00	30.00
06	37.00	38.00	44.00	29.00
07	32.00	49.00	40.00	34.00
08	42.00	35.00	51.00	31.00
09	38.00	41.00	45.00	30.00
10	45.00	39.00	41.00	33.00
Promedio	36.50	41.80	40.90	33.40

Tabla 56: Longitud de hoja (cm) – Bloque IV

BLOQUE IV		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	41.00	39.00	36.00	31.00
02	30.00	41.00	32.00	32.00
03	43.00	39.00	32.00	34.00
04	39.00	48.00	38.00	33.00
05	38.00	39.00	36.00	29.00
06	36.00	42.00	30.00	38.00
07	46.00	40.00	30.00	38.00
08	42.00	43.00	30.00	31.00
09	41.00	41.00	35.00	34.00
10	47.00	40.00	36.00	36.00
Promedio	40.30	41.20	33.50	33.60

Tabla 57: Ancho de hoja (cm) – Bloque I

BLOQUE I		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	31.00	28.00	31.00	21.00
02	28.00	30.00	30.00	23.00
03	32.00	27.00	29.00	24.00
04	30.00	28.00	30.00	26.00
05	33.00	25.00	32.00	19.00
06	41.00	30.00	26.00	20.00
07	32.00	31.00	30.00	22.00
08	36.00	28.00	26.00	21.00
09	47.00	26.00	26.00	25.00
10	43.00	27.00	37.00	24.00
Promedio	35.30	28.00	29.70	22.50

Tabla 58: Ancho de hoja (cm) – Bloque II

BLOQUE II		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	31.00	32.00	21.00	23.00
02	23.00	38.00	28.00	26.00
03	29.00	37.00	29.00	31.00
04	28.00	41.00	25.00	28.00
05	29.00	46.00	31.00	29.00
06	23.00	49.00	40.00	27.00
07	35.00	48.00	35.00	29.00
08	29.00	49.00	36.00	17.00
09	29.00	46.00	32.00	19.00
10	24.00	42.00	31.00	20.00
Promedio	28.00	42.80	30.80	24.90

Tabla 59: Ancho de hoja (cm) – Bloque III

BLOQUE III		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	24.00	30.00	29.00	26.00
02	25.00	31.00	29.00	29.00
03	27.00	32.00	29.00	31.00
04	24.00	38.00	31.00	22.00
05	24.00	39.00	28.00	20.00
06	27.00	31.00	32.00	19.00
07	27.00	39.00	30.00	26.00
08	29.00	28.00	39.00	25.00
09	28.00	36.00	30.00	24.00
10	33.00	28.00	30.00	27.00
Promedio	26.80	33.20	30.70	24.90

Tabla 60: Ancho de hoja (cm) – Bloque IV

BLOQUE IV		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	23.40	32.00	29.00	21.00
02	17.40	36.00	27.00	26.00
03	24.60	31.00	27.00	28.00
04	22.20	41.00	30.00	26.00
05	21.60	32.00	26.00	20.00
06	20.40	36.00	25.00	28.00
07	26.40	35.00	25.00	27.00
08	0.24	38.00	25.00	23.00
09	23.40	37.00	26.00	24.00
10	27.00	32.00	27.00	25.00
Promedio	20.66	35.00	26.70	24.80

Tabla 61: Diámetro de tallo (cm) – Bloque I

BLOQUE I		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	7.00	5.50	6.50	4.50
02	6.00	6.00	7.10	3.00
03	6.00	5.60	7.00	3.10
04	5.90	6.00	8.00	4.00
05	8.00	6.20	4.50	4.00
06	8.00	5.90	6.10	4.50
07	7.00	7.00	4.50	3.00
08	8.00	6.60	6.50	2.80
09	8.10	6.00	6.00	2.90
10	8.30	7.00	6.50	3.00
Promedio	7.23	6.18	6.27	3.48

Tabla 62: Diámetro de tallo (cm) – Bloque II

BLOQUE II		Tratamientos		
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo
01	5.00	7.00	5.00	4.00
02	3.50	6.00	7.00	3.00
03	5.50	7.00	6.00	4.00
04	5.00	6.00	5.00	5.00
05	6.50	8.00	4.50	5.50
06	4.00	6.00	4.80	4.50
07	7.00	7.00	5.50	4.00
08	3.00	8.00	6.00	3.50
09	5.50	6.00	5.00	4.00
10	3.50	6.00	5.50	4.20
Promedio	4.85	6.70	5.43	4.17

Tabla 63: Diámetro de tallo (cm) – Bloque III

BLOQUE III		Tratamientos			
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo	
01	5.00	5.00	6.10	3.10	
02	6.00	6.00	5.00	2.90	
03	6.50	8.00	6.15	3.00	
04	6.20	7.00	4.50	4.00	
05	7.20	6.50	5.20	4.00	
06	7.00	4.50	8.00	4.50	
07	5.90	6.00	5.50	4.60	
08	6.20	6.00	10.50	4.80	
09	7.00	7.00	6.50	4.00	
10	5.00	8.00	7.00	3.90	
Promedio	6.20	6.40	6.45	3.88	

Tabla 64: Diámetro de tallo (cm) – Bloque IV

BLOQUE IV		Tratamientos			
N° de planta	Guano de isla	Compost	Biol	Testigo	
01	16.00	6.00	6.00	4.00	
02	12.00	7.40	7.00	3.00	
03	17.00	7.50	6.50	3.50	
04	16.00	6.80	5.50	3.80	
05	15.00	5.90	6.50	4.00	
06	14.00	6.40	5.90	4.00	
07	19.00	6.30	7.00	5.00	
08	17.00	7.10	6.20	4.20	
09	17.00	6.20	5.90	4.15	
10	19.00	6.50	6.30	4.00	
Promedio	16.20	6.61	6.28	3.97	

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 13: Cultivo en pleno crecimiento



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 14: Control de malezas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 15: Identificación de plantas para evaluación



Fotografía 16: Cultivo en madurez fisiológica



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 17: Unidad experimental con guano de isla – antes de la cosecha



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 18: Cosecha de la unidad experimental con guano de isla



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 19: Cosecha del campo experimental



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 20: Cosecha del campo experimental



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 21: Cormos cosechados del tratamiento testigo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 22: Cormos cosechados del tratamiento Biol



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 23: Cormos cosechados del tratamiento Compost



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 24: Preparación de biol



Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE SUELO



LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO, FISICO DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

CALLE ALMAGRO Nº 190
TELF.: 277471 - CEL: 984 163025
SAN JERÓNIMO - CUSCO



INFORME DE ANALISIS

TIPO ANALISIS : FERTILIDAD – FISICO MECANICO.
 PROCEDENCIA DE MUESTRAS : KEMALUYOC, CHAHUARES, ECHARATI, LA CONVENCION-CUSCO.
 INSTITUCION SOLICITANTE : EDY RAMOS LEON.

ANALISIS DE FERTILIDAD:

Nº	CLAVE	mmhos/cm. C.E.	pH	% CaCO ₃	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	A-ABAJO	0.29	5.90	--	4.33	0.22	5.9	54
02	B-ARRIBA	0.67	6.50	--	5.16	0.26	13.6	78

ANALISIS CARACTERIZACION:

Nº	CLAVE	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
01	A-ABAJO	29	28	43	ARCILLOSO
02	B-ARRIBA	43	26	31	FRANCO-ARCILLOSO

CUSCO, 23 DE AGOSTO DEL 2,021.



ING. AGRO. Marco Antonio Yapura Cayo
CIP - 217601
QUIMICA DE SUELOS Y FERTILIZANTES



FAUSTO YAPURA CONDORI
ANALISTA QUIMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS