

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



“EFICIENCIA DE CUATRO ABONOS FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE OLLUCO (*Ullucus tuberosus* L.) EN CHOTA CAJAMARCA”

T E S I S

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

Presentado Por El Bachiller:

LUIS IVÁN SEMPÉRTEGUI ROJAS

Asesor:

Dr. EDIN EDGARDO ALVA PLASENCIA

CAJAMARCA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Av. Atahualpa 1050



CONSTANCIA

La que suscribe el asesor de tesis denominada **"EFICIENCIA DE CUATRO ABONOS FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE OLLUCO (*Ullucus tuberosus* L.) EN CHOTA CAJAMARCA"**.

Hace constar:

Que el bachiller **Luis Iván Sempértegui Rojas**, identificado con DNI N° 74655344, tiene un índice permitido de similitud en su investigación denominada, con un total de 25 %, según el software especializado conocido como **TURNITIN** dando conformidad a dicha entrega.

Se expide la constancia a la parte solicitante en señal de conformidad para los fines que él destine conveniente.

Cajamarca, 26 de enero del 2024.



Dr. EDIN EDGARDO ALVA PLASENCIA
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los diecinueve días del mes de enero del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según Resolución de Consejo de Facultad N° 318-2023-FCA-UNC, de fecha 27 de junio del 2023, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "EFICIENCIA DE CUATRO ABONOS FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE OLLUCO (*Ullucus tuberosus* L.) EN CHOTA CAJAMARCA", realizada por el Bachiller LUIS IVÁN SEMPÉRTEGUI ROJAS para optar el Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

A las once horas y quince minutos, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de quince (15); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

A las doce horas y cuarenta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.


Dr. Juan Edmundo Chávez Rabanal
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. Attilio Israel Cadenillas Martinez
SECRETARIO


Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL


Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres Alberto y Mavila, a mis hermanos, a todos ellos, por inculcarme valores y principios que me han permitido ser cada día un mejor profesional y poder cumplir con mis sueños y logros que han fortalecido mi formación profesional.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios, hermanos, padres y familiares por ese sustento absoluto tanto moral como económico, además, facilitarme el material biológico y el área del trabajo para desarrollar la investigación y al Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia, por su desinteresado asesoramiento en el presente trabajo de Tesis.

EL AUTOR

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Páginas
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.2 Problema de investigación	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Antecedentes	5
2.2 Marco teórico	7
2.2.1 Origen y distribución del olluco (<i>Ullucus tuberosus</i> L.).....	7
2.2.2 Clasificación botánica	8
2.2.3 Morfología.....	8
2.2.4 Fenología	10
2.2.5 Requerimientos agroecológicos	12
2.2.6 Labores culturales.....	13
2.2.7 Fertilización.....	16
2.2.8 Rendimiento	20
2.3 Definiciones de términos.....	22

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación	23
3.2 Materiales	25
3.3 Análisis físico químico del suelo	26
3.4 Metodología	27
3.4.1 Descripción de tratamientos en estudio y diseño experimental.....	27
3.4.2 Dimensiones del campo experimental.....	28
3.4.3 Conducción del campo experimental	29
3.4.4 Variables evaluadas	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	32
4.1 Análisis estadístico de características agronómicas del cultivo de olluco	32
4.1.1 Peso total de tubérculos ($t\ ha^{-1}$).....	33
4.1.2 Peso comercial ($t\ ha^{-1}$).....	38
4.1.3 Altura de planta (cm).....	41
4.1.4 Número de tubérculos por planta	44
4.1.5 Peso no comerciales ($t\ ha^{-1}$).	47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1 CONCLUSIONES	51
5.2 RECOMENDACIONES	52
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Selección de tubérculos de olluco de acuerdo a su peso y tamaño.....	15
Tabla 2 Velocidad de absorción foliar.	17
Tabla 3 Producción del olluco en los principales departamentos del Perú.....	20
Tabla 4 Producción de olluco por regiones de la campaña enero - marzo del 2017.....	21
Tabla 5 Datos meteorológicos registrados durante el periodo de investigación.....	23
Tabla 6 Resultados del análisis de suelo del experimento	26
Tabla 7 Tratamientos en estudio del experimento del cultivo de olluco.	27
Tabla 8 Resultados del peso total, peso comercial, altura de planta, número de tubérculos por planta y peso no comercial.....	32
Tabla 9 Análisis de varianza del peso total.....	34
Tabla 10 Prueba de Duncan al 5 % del peso total de tubérculos de olluco.	35
Tabla 11 Análisis de varianza del peso comercial.	38
Tabla 12 Prueba de Duncan al 5 % del peso comercial de tubérculos de olluco.....	39
Tabla 13 Análisis de varianza de altura de planta.....	41
Tabla 14 Análisis de varianza del número de tubérculos por planta.	45
Tabla 15 Análisis de varianza del peso no comercial.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del experimento en estudio.....	24
Figura 2 Distribución del campo experimental.....	28
Figura 3 Peso total de tubérculos del cultivo de olluco (t ha ⁻¹)	35
Figura 4 Peso comercial de tubérculos del cultivo de olluco (t ha ⁻¹).....	39
Figura 5 Altura de planta del cultivo de olluco (cm).....	42
Figura 6 Número de tubérculos por planta del cultivo olluco.	45
Figura 7 Peso no comercial de tubérculos del cultivo de olluco (t ha ⁻¹).....	48
Figura 8 Delimitación de parcelas y surcos en el área de investigación.....	65
Figura 9 Abono foliar Oligomix – Co	65
Figura 10 Abono foliar Nitromax	66
Figura 11 Abono foliar Super abono 20 – 20 – 20	66
Figura 12 Abono foliar Fertifol 11.8.6	67
Figura 13 Encalado del suelo.....	67
Figura 14 Siembra y Deshierbo	68
Figura 15 Aporque y fumigación.....	68
Figura 16 Medición de altura y cosecha del olluco	69
Figura 17 Conteo y peso de los tubérculos de olluco	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Promedios del peso total ($t\ ha^{-1}$) del cultivo de olluco.....	61
Anexo 2	Promedios del peso comercial ($t\ ha^{-1}$) del cultivo de olluco.....	61
Anexo 3	Promedios del peso no comercial ($t\ ha^{-1}$) del cultivo de olluco.....	61
Anexo 4	Promedios del número de tubérculos por planta del cultivo de olluco.....	62
Anexo 5	Datos transformados con \sqrt{x} del número de tubérculos por planta.....	62
Anexo 6	Promedios de la altura de planta (cm) del cultivo de olluco.....	62
Anexo 7	Informe de ensayo de análisis de suelo.....	63
Anexo 8	Catálogo fotográfico del trabajo en la comunidad de la Quinua-Chota.....	65

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la eficiencia de cuatro abonos foliares en el rendimiento del cultivo de olluco (*Ullucus tuberosus* L.) en la comunidad "La Quinua" del distrito Chota Cajamarca. Cuyas coordenadas UTM (17) son de 765092.99 m E, 9279418.54 m S. Estos tratamientos son: Fertifol, Super abono, Nitromax, Oligomix-co y un testigo. Se empleó el Diseño de tres Bloques o repeticiones Completamente al Azar (DBCA). Cada tratamiento en el campo es una parcela de 6 surcos y 10 plantas por surco. A la cosecha se evaluaron las variables agronómicas del rendimiento de olluco como son: altura de planta, número de tubérculos por planta, peso total de tubérculos, peso comercial de tubérculos y peso no comercial de tubérculos. El tratamiento con Oligomix-co produjo el mayor peso total de tubérculos, equivalente a $7,06 \text{ t ha}^{-1}$, seguido de los tratamientos Nitromax, Fertifol y Super abono, con valores de $6,38 \text{ t ha}^{-1}$, $6,26 \text{ t ha}^{-1}$ y $6,08 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. El mayor peso comercial se registró en el tratamiento con Oligomix-co ($5,33 \text{ t ha}^{-1}$), seguido de los tratamientos Super abono y Fertifol con valores de $4,75 \text{ t ha}^{-1}$ y $4,68 \text{ t ha}^{-1}$ correlativamente. La mayor altura de planta se registró en el tratamiento con Nitromax (65,58 cm). El tratamiento con Nitromax produjo el mayor número de tubérculos por planta y el mayor peso no comercial con valores de 66,5 tubérculos por planta y $2,08 \text{ t ha}^{-1}$ respectivamente. Se encontró diferencias estadísticamente significativas para el peso total y peso comercial, en comparación al testigo. Las demás variables no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Palabras claves: Olluco, fertilización foliar, abonos foliares, peso total, peso comercial.

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the efficiency of four foliar fertilizers on the yield of the olluco crop (*Ullucus tuberosus* L.) in the "La Quinoa" community of the Chota Cajamarca district. Whose UTM coordinates (17) are 765092.99 m E, 9279418.54 m S. These treatments are: Fertifol, Super fertilizer, Nitromax, Oligomix-co and a control. The Design of three Blocks or Completely Randomized Repetitions (DBCA) was used. Each treatment in the field is a plot of 6 rows and 10 plants per row. At harvest, the agronomic variables of olluco yield were evaluated, such as: plant height, number of tubers per plant, total weight of tubers, commercial weight of tubers and non-commercial weight of tubers. The Oligomix-co treatment produced the highest total tuber weight, equivalent to 7,06 t ha⁻¹, followed by the Nitromax, Fertifol and Super fertilizer treatments, with values of 6,38 t ha⁻¹, 6,26 t ha⁻¹ and 6,08 t ha⁻¹, respectively. The highest commercial weight was recorded in the treatment with Oligomix-co (5,33 t ha⁻¹), followed by the Super fertilizer and Fertifol treatments with values of 4,75 t ha⁻¹ and 4,68 t ha⁻¹ correlatively. The highest plant height was recorded in the Nitromax treatment (65,58 cm). The Nitromax treatment produced the highest number of tubers per plant and the highest non-commercial weight with values of 66,5 tubers per plant and 2,08 t ha⁻¹ respectively. Statistically significant differences were found for total weight and commercial weight, compared to the control. The other variables did not show statistically significant differences.

Keywords: Olluco, foliar fertilization, foliar fertilizers, total weight, commercial weight.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La región andina es uno de los mayores centros de domesticación de plantas del mundo (Sánchez et al., 2023), se han domesticado numerosos cultivos de tubérculos y entre ellos destaca *Ullucus tuberosus* L. (Rojas et al., 2020). Este tubérculo exhibe resistencia a plagas, condiciones ambientales extremas como sequía o heladas y diversos tipos de suelo (Bragard et al., 2021). También muestra diversidad morfológica en términos de forma, color y tamaño, así como variación nutricional dependiendo de la variedad específica cultivada y el tipo de propagación empleada (Goicochea et al., 2021). Si bien algunos requisitos agronómicos son similares en el *Ullucus tuberosus* L., otros difieren debido a factores como el manejo del cultivo, las técnicas de fertilización que influyen directamente en altura de la planta y número de tubérculos por planta (Bragard et al., 2021), ante ello, los abonos foliares químicos surgen como alternativa para mejorar los rendimientos en los cultivos.

En América Latina el olluco es ampliamente cultivado porque se adapta a diferentes tipos de suelo (Sánchez et al., 2023), sin embargo, los rendimientos no son los esperados debido a que está influenciado por el tipo de cultivar, el área de cultivo y la dosis de fertilización (Luziatelli et al., 2020). En Ecuador, el olluco es la segunda especie más cultivada y su rendimiento promedio es de 3,5 t ha⁻¹ (Scott, 2021), asimismo, en el Perú es la tercera especie de mayor importancia, se cultiva alrededor de 26 000 ha y su rendimiento es de 4-5 t ha⁻¹ (García, 2021).

Por ello, en el contexto peruano el cultivo del olluco ha experimentado un continuo crecimiento debido a su creciente demanda en el mercado local, entre el 2018 y 2022, se incrementó en 5,9 % (Fajardo, 2022). Las regiones de mayor rendimiento en cosecha son

Huánuco con 8,1 t ha⁻¹, Junín con 7,8 t ha⁻¹ y Cusco con 6,1 t ha⁻¹ (Ramírez et al., 2021); en cambio, la región de Cajamarca a pesar que cuenta con amplias áreas dedicadas a la producción de olluco su rendimiento es solamente de 4,6 t ha⁻¹ (Rafael et al., 2021), ante ello, las prácticas de abonamiento foliar juegan un papel fundamental y aumentan la productividad, por su parte Lemos (2018) sugiere utilizar semillas de 10 a 20 gramos y aplicar una fertilización química con mezclas de 60-90-00 y 60-60-00 (NPK), que permitan alcanzar rendimientos sobresalientes hasta 12,8 t ha⁻¹.

En Chota el cultivo de olluco en los últimos años ha tomado mayor protagonismo y es ampliamente demandado en la canasta familiar Guevara (2019) reportó que dentro de la preferencia del consumo de raíces y tubérculos andinos el olluco ocupó el 52 %. Sin embargo, aún existen estudios incipientes sobre la utilización de abonos foliares para mejorar el rendimiento del cultivo y alcanzar mayores rendimientos en el número de tubérculos por planta y el tamaño del fruto.

1.1 Descripción del problema

Olluco (*Ullucus tuberosus* L.) es un cultivo de tubérculo básico tradicional de los altos Andes (Cereda y Vilpoux, 2023). Tiene un alto valor nutricional, rico en almidón, azúcar y proteínas; por su alto contenido en fibra y bajo contenido calórico que son muy aptos para la dieta alimenticia (Chauhan et al., 2022). Entre el 2019 y el 2020 las intenciones de siembra fueron de 28 365 ha, alcanzando un incremento de siembra de 1,8 % respecto al 2020 (INEI, 2021).

Cajamarca es la quinta región productora de olluco en el Perú alcanza una producción promedio de 4,6 t ha⁻¹ (Rafael et al., 2021), sin embargo, en la zona de estudio aún existen incipientes investigaciones para incrementar la productividad, como la utilización de abonos

foliares que permita obtener mejores resultados tanto de tamaño como cantidad de tubérculos. Ante ello, la investigación tuvo como propósito evaluar la eficiencia de cuatro abonos foliares en el rendimiento del cultivo de olluco (*Ullucus tuberosus* L.) en Chota. Con el propósito que sirva de base de información y alternativa para incrementar la producción en los agricultores de la zona de estudio.

1.2 Problema de investigación

¿Cuál es la respuesta del cultivo de olluco (*Ullucus tuberosus* L.) a la aplicación de cuatro abonos foliares?

1.3 Justificación

El rendimiento del olluco es variable y depende de factores tales como: variedad, semilla, área cultivada, dosis de fertilizante, cantidad de abono utilizado, precipitación y de valores culturales que se realicen (Drucker y Ramirez, 2022).

Las áreas de producción del olluco se distribuyen desde Colombia hasta Argentina suelen variar entre 2 y 10 t ha⁻¹, en condiciones agrícolas tradicionales (Sánchez et al., 2023), sin embargo, últimamente ha sido afectada por la sequía y las heladas severas, que disminuyen su rendimiento del cultivo y a esto se asocia la falta de utilización de técnicas industriales como la aplicación de abonos foliares (Goicochea et al., 2021).

En la provincia de Chota el rendimiento del olluco es de 5 t ha⁻¹ en promedio, este valor es considerado bajo debido que el óptimo de producción es de 10 t ha⁻¹ (Martínez, 2023), por ello, se deben desarrollar diversas técnicas como la utilización de abonos foliares que mejoren el rendimiento por hectárea, asimismo, el tamaño de frutos, con la finalidad que el agricultor mejore sus ingresos económicos. Con el desarrollo de la investigación se buscó

generar información científica con datos reales que permitan tomar decisiones acertadas al utilizar abonos foliares.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia de cuatro abonos foliares en el rendimiento del cultivo de olluco (*Ullucus tuberosus* L.) en Chota Cajamarca.

1.4.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto de la aplicación de los cuatro abonos foliares (Fertifol, Super abono, Nitromax y Oligomix-co) en el rendimiento del cultivo de olluco.

Evaluar el efecto de los cuatro abonos foliares en altura de planta, número de tubérculos por planta, peso total, peso comercial y peso no comercial de tubérculos del cultivo de olluco.

1.5 Hipótesis

Los abonos foliares tienen efecto favorable en el crecimiento y productividad del cultivo de olluco.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

Quispe (2014) en Bolivia, evaluó el comportamiento productivo de tres variedades de olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas.) con tres densidades de siembra, se utilizó un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) distribuidos en tres bloques y tres tratamientos. Como resultados reportó que los ecotipos de olluco rojo, jaspeado y amarillo, presentaron diferencias significativas en cuanto al peso promedio de los tubérculos por planta y en la cantidad de tubérculos producidos. Concluyó que el promedio del peso de los tubérculos por planta fue de 0,42 kg y un promedio de 85 a 95 tubérculos por planta.

Córdova (2013) evaluó el impacto del Chlorpropham (inhibidor de brotes) en el brotamiento de tubérculos de olluco durante el almacenamiento. Se seleccionó la variedad "tarmeño" de olluco (*Ullucus tuberosus* L.) fue almacenada a una humedad relativa del 85% y temperatura de 15 °C, a los cuales se aplicaron diferentes concentraciones de Chlorpropham (5, 10, 20 y 30 mg), para el cual se utilizó un DCA. Como resultados se reportaron que todos los tratamientos con Chlorpropham no presentaron una influencia significativa en el número de brotes por tubérculo, longitud de los brotes, presencia de brotes en los tubérculos y pérdida de peso.

Manrique (2014) en Colombia, evaluó el potencial de rendimiento del cultivo de olluco mediante la aplicación de cuatro tipos de abonos orgánicos. Utilizó los abonos orgánicos bovinaza, cuyaza y un fertilizante químico. Se evaluaron las variables rendimiento del cultivo, número de tubérculos por categoría, altura de la planta, número de tubérculos por planta y número total de tubérculos por planta. Se utilizó un DBCA. Los resultados obtenidos indicaron que el tratamiento con gallinaza a una dosis de 4,5 t ha⁻¹ obtuvo la mayor altura de

planta. El uso del fertilizante químico, la cuyaza y la combinación de bovinaza + cuyaza + gallinaza permitieron obtener un mayor número de tubérculos por planta en las categorías de gruesa, segunda y delgada, en cambio, el tratamiento con fertilizante químico mostró el mayor promedio de rendimiento de olluco con $8,79 \text{ t ha}^{-1}$.

Lemos (2018) en su investigación realizada en Huánuco, evaluaron el potencial agronómico de olluco en el Perú, para el desarrollo de la investigación utilizó un DBCA de 41 tratamientos y 3 repeticiones, con parcelas de 3,2 m de longitud y 1,5 m de ancho, se analizaron las variables longitud de planta, madurez fisiológica, floración, peso de tubérculo, diámetro de tubérculo y rendimiento por planta. Como resultados reportó que la fase fenológica días de emergencia fue a los 38 días, floración 101 días y fructificación a los 201 días, el mejor diámetro de tubérculos alcanzó el T30 (3,60 cm), el T12 mayor longitud de tubérculos (7,81 cm), el T31 obtuvo mayor número de tubérculos y el mayor rendimiento fue alcanzado por el T22 ($79,06 \text{ t ha}^{-1}$).

Rojas (2019) en la Libertad, describió el manejo agronómico del olluco, se evaluaron el tipo de semilla, siembra y fertilización, para la recolección de información se utilizó un cuestionario, que fue aplicado a 15 productores con diferentes áreas cultivadas que oscila desde 10 a 40 m^2 , como resultados reportaron que el 80 % de los agricultores utilizan olluco amarillo y el 20 % olluco rojo, asimismo, el 67 % siembran en el mes de octubre y el 33 % en noviembre, finalmente el 80 % de los agricultores hacen uso de materia orgánica (80-40-20, N-P-K) y el 29 % cultiva sin fertilización

Campos (2022) en Huánuco, describieron las características morfológicas de las entradas colectadas de olluco (*Ullucus tuberosus*) instaladas ex situ en condiciones agroecológicas del Marañón. La investigación fue descriptiva, básica y cuantitativa, como

resultados reportó que las plantas alcanzaron una altura promedio de 18,39 cm, alcanzó un rendimiento promedio de 37,69 t ha⁻¹, con una producción media de 1,50 kg por planta.

Celestino (2023) en Junín, evaluaron el efecto de cuatro abonos foliares en el rendimiento de caigua, para el desarrollo de la investigación utilizaron cinco tratamientos y tres repeticiones, se analizaron las variables número de frutos cuajados por planta, número de flores por planta, peso del fruto y número de frutos comerciales. Como resultados reportaron que T5 alcanzó mejor promedio de frutos (6,47 frutos), el T2 obtuvo mayor número de flores por planta (8,43 flores), el mayor peso de fruto alcanzó el T3 con un promedio de 220 g y el mayor número de frutos comerciales fue alcanzado por el T1 (5,48 frutos). Concluyó que el abono Aquasmaster (T5) alcanzó mejores resultados.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Origen y distribución del olluco (*Ullucus tuberosus* L.)

El olluco fue originario de Europa y se distribuye en los países de Francia, Nueva Zelanda y Finlandia. En cambio, en la región andina fue domesticada en el año 5400 A.C (Bragard et al., 2021). Este tubérculo se distribuye en gran parte de América del Sur, especialmente en las regiones andinas, como Perú, Chile, Bolivia, Ecuador, Venezuela y Argentina (Sánchez et al., 2023), el rango altitudinal de su distribución es de los 2600 hasta los 4000 m.s.n.m (Chauhan et al., 2022). En el Perú el olluco se cultiva en 18 departamentos, los mayores productores son Junín, Huánuco, Cusco y Cajamarca, donde se comercializan en sus dos variedades tanto largo y redondo (Mesía y Weber, 2023).

2.2.2 Clasificación botánica

El género *Ullucus* de la familia *Basellaceae* es monoespecífico. *Ullucus tuberosus* comprende dos subespecies: *aborigineus* y *tuberosus* (Fox et al., 2019). El ulluco cultivado pertenece a la subespecie *tuberosus* y se planta por sus tubérculos comestibles (Goicochea et al., 2021). Dentro de la subespecie *aborigenus* se encuentran las formas silvestres de ulluco, que forman pequeños tubérculos de 1 - 1,5 cm de diámetro, de color rosado, rojo, marrón o en ocasiones blanco (Fox et al., 2019).

2.2.3 Morfología

a. Altura

El olluco crece hasta los 50 cm de altura, se caracteriza por ser de crecimiento rastrero en la etapa final de su desarrollo (Sánchez et al., 2023). Por su parte, Luziatelli et al. (2023) establece que es una planta herbácea anual que crece de 20 a 50 cm de altura y son de ámbito rastrero y erecto.

b. Tallos

El olluco tiene dos tipos de tallos, aéreos y subterráneos, en cambio, sus variedades son de tallos cortos y compactos (Sánchez et al., 2023). Asimismo, los tallos de este tubérculo son de diferentes tonalidades como rojo grisáceo, verde y amarillo, esto depende del tipo de semilla. Los tallos del olluco son de ámbito de crecimiento carnosos, erectos, rastreros, semirastreros, suculentos y angulosos que llegan a medir de 39 a 60 cm (Goicochea et al., 2021).

c. Hojas

Las hojas de este tubérculo son pecioladas, puntiagudas, alternadas y de colores variables, además, simples y anchas presentan cuatro formas deltoide, cordada, ovadas y semi reniforme de ápice redondeado, con lámina de 2,5 a 7,5 x 5 cm y pecíolo de 2,5 a 7,5 cm de longitud (Goicochea et al., 2021). Además, se caracterizan por ser gruesas, acorazonadas succulentas, mucilaginosas y alternas, el peciolo se caracteriza por ser de color verde oscuro y en la parte del envés más claro (Sánchez et al., 2023).

d. Flores

Tiene inflorescencias axilares en forma de púas que surgen de la división de tallos aéreos y sus flores también son hermafroditas pequeñas, numerosas, con racimos espiciformes, cáliz simple de forma de estrella y miden de 5 a 8 mm de diámetro (Sánchez et al., 2023).

e. Fruto

Márquez (2019) demostró que el cultivo de olluco rara vez forma fruto, y cuando lo hace es un utrículo puntiagudo, además, es de color morado en la base de la semilla y contiene una sola semilla que está en una pirámide invertida y muy alto, esquinas visibles de color amarillo; de modo que el fruto no sería una baya, como en otras baseláceas, sino una nuez, es decir, un fruto seco y no dehiscente cuyas semillas contienen carpelos. De manera similar, Lemos (2018) señaló que el olluco rara vez forma fruto, pero cuando lo hace es un aquenio piramidal de 2 - 2.5 mm de tamaño y 1.5 - 2 mg de peso.

f. Semillas

Las semillas de olluco se encuentran dentro del fruto, parecen cápsulas triangulares con las esquinas muy prominentes y una superficie ondulada de color morado o verde y germinan a los dos meses (Sánchez et al., 2023).

g. Raíz

Las raíces del cultivo de olluco son fibrosas y pivotantes con color blanco a amarillo limón, además, su piel es claramente distinta del interior y sin fibras perceptibles (Luziatelli et al., 2020).

h. Tubérculo

Los tubérculos del olluco poseen atractivos colores como, amarillo, blanco, verde claro, rosado, violeta o morado, anaranjado, y las formas más comunes son redondo, cilíndrico, semifalcado y retorcido (Bragard et al., 2021).

2.2.4 Fenología

Campos (2022) refirió las siguientes fases fenológicas:

a. Fase de emergencia

La fase de emergencia se presenta entre los 36 a 51 días después de la siembra, para la ocurrencia de esta fase requiere promedios mensuales de precipitación de 63 a 90 mm, temperatura de 13,4 a 14,2 °C y 45 % de humedad (Bragard et al., 2021).

b. Establecimiento de la planta

Este periodo dura 85 días después del nacimiento de la planta, se caracteriza por desarrollarse la altura de la planta, rápido crecimiento de raíces y hojas jóvenes, además,

marca el final de la fase de este fenómeno basada en la aparición de hojas maduras (Luziatelli et al., 2020). La altura de la planta y la longitud de la raíz son inicialmente idénticas, se acelera y alcanza hasta los 85 días desde el nacimiento (Sánchez et al., 2023).

c. Macollamiento

Comienza 85 días después de la emergencia y continúa hasta los 155 días, caracterizándose por un crecimiento lento de las hojas jóvenes, un crecimiento rápido de las hojas maduras y un rápido aumento en el número de tallos principales y laterales en el tallo principal. Esta fenofase finaliza cuando la planta comienza a desprender hojas jóvenes y maduras, y al cabo de unos 155 días se produce una disminución por envejecimiento y posterior caída de hojas (Manuel et al., 2020).

d. Desarrollo reproductivo

Esta fase se presenta entre los 85 y 169 días, se caracteriza por un rápido aumento en el número de hojas maduras, inflorescencias, estomas subterráneas y estomas climatéricas. Esta fenofase finaliza cuando la planta deja de crecer en sus climas. Por otro lado, un rasgo muy característico de algunas variedades de olluco es el desarrollo de eclosiones climatéricas. Comienza 99 días después de la germinación a razón de uno por cada 7 cm de planta y crece rápidamente hasta los 169 días encontrándose en 16 zonas climáticas con una longitud máxima de 40 cm por planta (Manuel et al., 2020).

e. Tuberización

Esta fenofase ocurre entre 85 y 169 días después de la germinación y se determina por un rápido aumento en el número, tamaño y peso de los tubérculos (Manuel et al., 2020). La formación de tubérculos se forma a los 43 días inmediatamente de la germinación según

número, diámetro, longitud y peso de los tubérculos. El desarrollo de los tubérculos es idéntico y se manifiesta en tres momentos (Sánchez et al., 2023).

f. Fase de maduración

Durante esta etapa, se observa un amarillamiento generalizado de las hojas (Manuel et al., 2020). La maduración fisiológica se extiende por un período de aproximadamente 206 a 216 días y también marca la fase final de la floración (Sánchez et al., 2023).

2.2.5 Requerimientos agroecológicos

a. El clima

Para el desarrollo del cultivo se requiere un rango de temperatura de 8 a 18 °C, una precipitación anual de 600 a 1 000 mm y un rango de altitud entre los 2600 a 4000 m.s.n.m. En América del Sur se cultiva entre los 1000 a 4100 m.s.n.m, con una precipitación entre 350 y 800 mm anuales y una temperatura promedio anual entre 7 y 14 °C (Manuel et al., 2020).

b. Suelos

El cultivo de Olluco se adapta mejor a suelos sueltos y livianos de textura arcillosa, una capa de campo de 30 cm de profundidad con pendiente moderada, con cierta tendencia a la acidez (pH entre 6-7) (Manuel et al., 2020). De manera similar, Lemos (2019) afirma que el olluco prospera particularmente bien en suelos de textura ligera con un pH de 5,5 a 6,5.

c. Fotoperiodo

El olluco tiene una preferencia por los días cortos, lo que ayuda la formación de tubérculos. Para su crecimiento óptimo, requiere de 10 a 12 horas de luz. Esto se debe a que

el olluco es una planta de tipo C3, lo cual significa que su fotosíntesis depende principalmente de la luz visible (Manuel et al., 2020).

2.2.6 Labores culturales

a. Preparación del terreno

El terreno para cultivar este tubérculo puede prepararse mediante yuntas, con tractor o a mano, dependiendo de la economía del agricultor. Realizar este trabajo con el equipo consiste en recorrer el campo al menos dos veces 15 - 30 días antes de la siembra (Sánchez et al., 2023).

b. Época de siembra

Se debe realizar en el periodo de octubre a diciembre con la finalidad de aprovechar las primeras lluvias y romper la dormancia de la semilla (Rojas, 2019).

c. Densidad de siembra

Para el desarrollo de este tubérculo es recomendable utilizar distanciamientos promedios entre surcos de 0,80 m y entre plantas de 0,35 m, la densidad de siembra puede variar entre 35 700 y 41 600 plantas ha⁻¹ (Manuel et al., 2020). Sin embargo, Márquez (2019) establece que la cantidad de semilla en la siembra, puede variar de 7 000 a 10 000 kg ha⁻¹ con una frecuencia de 2 a 3 tubérculos por brote.

d. Deshierbo

Este trabajo se realiza cuando la planta ha alcanzado una altura de 10 cm y consiste en retirar un poco de tierra para eliminar las malas hierbas que se encuentran alrededor del tubérculo, esta actividad se efectúa de forma manual y es realizado por los agricultores

utilizando la lampa como herramienta bandera que también se utiliza en las labores de siembra y cosecha (Manuel et al., 2020).

e. Aporque

Esta operación debe realizarse cuando la planta alcance una altura media de 18-30 cm y tenga 2 - 5 tallos principales. Además, a la hora de abonar el cultivo hay que tener cuidado de no quitar tierra de partes muy cercanas a las plantas y raíces, porque eso provocaría que los estolones se rompieran (Rojas, 2019).

f. Cosecha

Rojas (2019) establece que debe realizarse cuando la planta cumpla con su madurez fisiológica el tubérculo y sus síntomas se manifiesten en la planta como el secamiento de tallo, color y macidez del tubérculo, sin embargo, esta actividad es recomendable entre 7 - 8 meses.

g. Manejo de postcosecha

Después de la cosecha, los tubérculos de olluco pasan por un proceso de curado. Este proceso implica colocar los tubérculos en sacos y mantenerlos a la sombra durante un período de tiempo. Una vez que se ha completado el curado, los tubérculos de olluco se lavan y se seleccionan por categorías. Durante este proceso de selección, se pueden detectar fácilmente los daños causados por plagas, enfermedades o causas mecánicas, lo cual suele llevar de 3 a 7 días.

Las categorías de clasificación de tubérculos de olluco son: comercial (extra, primera y segunda) y no comercial (tercera y descarte). Los tubérculos de calidad comercial están completamente intactos con una longitud mínima de 5 a 12 cm y un peso de

aproximadamente 7 a 35 gramos, los tubérculos adicionales miden de 7 a 12 cm de largo y pesan de 25 a 35 gramos, los primeros miden de 5 a 7 cm de largo, miden 5-7 cm y pesan 15-25 g, otros miden 4 - 5 cm y pesan 7 - 15 g, y la tercera categoría no comercial son los tubérculos pequeños de 2 - 4,0 cm de largo y pesan 2 - 7,0 gramos. Además, los tubérculos de tercera categoría suelen dejarse en el campo a luz directa para que sean verdeados, para después ser seleccionados y utilizados como tubérculos semilla (Bardales et al., 2019). Así mismo, Rojas (2019) mencionó que el almacenamiento se debe realizar en lugares fríos donde la temperatura se mantenga por debajo de los 6 °C. Además, se pueden utilizar inhibidores de crecimiento para prolongar la vida útil de los tubérculos almacenados.

Tabla 1

Selección de tubérculos de olluco de acuerdo a su peso y tamaño.

Categoría	Peso (gr)	Longitud (cm)	Observaciones
Comercial	7 a 35	5 a 12	Tubérculos sanos
Extra	25 a 35	7 a 12	Tubérculos sanos
Primera	15 a 25	5 a 7	Tubérculos sanos
Segunda	7 a 15	4 a 5	Tubérculos sanos
Tercera	2 a 7	2 a 4	Para semilla
Descarte	<2	<2.0	Alimentación (porcino) o semilla.

Nota: Bardales et al. (2019).

2.2.7 Fertilización

2.2.7.1 Fertilización al suelo.

En Perú el cultivo de olluco se siembra sin fertilización, pero debido a la demanda del mercado se introdujo la fertilización sintética para obtener mayores rendimientos de tubérculos de calidad comercial, con un alto grado de variación en las tasas de fertilización. Los rendimientos experimentales varían de 3 a 41 t ha⁻¹, y los momentos de fertilización más adecuados son en fracciones (siembra y aporque), debido a que aplicando fertilizante en dos etapas del período de cosecha se obtienen 47 y 52 tubérculos de calidad comercial (Campos, 2022).

2.2.7.2 Fertilización foliar

Fertilizar las hojas nos aporta efectos adicionales como aumento de la eficiencia fotosintética, reducción del envejecimiento, cambios en la fisiología y aumento de la capacidad fotosintética de las hojas. De manera similar, la fertilización foliar es una opción más adecuada en la agricultura porque proporciona pequeñas dosis de macro y micronutrientes durante determinadas temporadas de crecimiento de los cultivos. Los fertilizantes foliares se aplican foliar y pasan a través de grietas, irregularidades en la superficie de la hoja (moho de la cutícula) o en la epidermis (estomas, tricomas, lenticelas y pelos absorbentes) (Vásquez, 2021).

a. Translocación

El movimiento de translocación es fuera de las hojas. Luego de la fertilización foliar dependen del movimiento de nutrientes con la xilema y el floema (Vásquez, 2021). Los nutrientes móviles en el floema son N, K, P y Mg, se distribuyen básicamente en el interior de

la hoja y acropetalmente a través de la xilema, así como los nutrientes con movilidad limitada en el floema son Cu, Fe y Mn y viceversa: se propagan acropetalmente a la hoja sin transferencia significativa fuera de ella (Rodríguez, 2020).

Tabla 2

Velocidad de absorción foliar.

Nutrimento	Tiempo para que se absorba el 50 % del producto
Mn	1 - 2 días
P	5 - 10 días
N	0,5 - 2 h
K	10 - 24 h
S	8 días
Zn	1 - 2 días
Ca	1 - 2 días
Mo	10 - 20 días
Mg	2 - 5 h

Nota: Vásquez (2021).

b. Abonos foliares

b.1 Oligomix-co

Es un abono foliar polvo soluble (Boro (B) 1,2 % Molibdeno (Mo) 0,1 %, Hierro (Fe) (***) 4,0 %, Manganeso (Mn) (*) 1,5 %, Cobre (Cu) (*) 0,1 %, Zinc (Zn) (*) 2,0 %, Óxido de Magnesio (MgO) (*) 4,0 %, (***) Quelatado con EDTA, DTPA y (*) Quelatado con EDTA), este fertilizante foliar altamente concentrado, presenta una amplia gama de micronutrientes. Su composición completa y equilibrada puede prevenir y corregir deficiencias graves de micronutrientes, restablecer el metabolismo normal de las plantas, y la composición que contiene cobalto ayuda a que otros micronutrientes funcionen mejor, permitiendo la formación de aminoácidos, proteínas y la unión de nitrógeno (Cantaro et al., 2019).

b.2 Super abono 20 - 20 - 20

Es un abono foliar polvo soluble (Nitrógeno total (N) 20 %, Anhídrido fosfórico (P_2O_5) 20 %, Óxido de potasio (K_2O) 20 % y micronutrientes en trazas como Calcio (Ca), Azufre (S), Magnesio EDTA (Mg), Vitamina B1, Zinc EDTA (Zn), Hierro EDTA (Fe), Cobre EDTA (Cu), Manganeso EDTA (Mn), Ácidos Húmicos, Aminoácidos, Fitohormonas), el cual contiene una alta concentración de Nitrógeno, fósforo y potasio, además posee una mínima concentración de elementos menores para cubrir las deficiencias nutricionales en el proceso de crecimiento mejorando la formación de flores y hojas (Agrofarma, 2023).

b.3 Nitromax

Es un fertilizante foliar en polvo soluble (Fósforo 10 %, Nitrógeno 30 %, Potasio 10 %, Zinc 0,006 %, Magnesio 0,640 %, Cobre 0,60 %, Manganeso 0,030 %, Boro 0,030 %, Hierro 0,060 %, Azufre 0,00 %, que contiene un alto porcentaje de nitrógeno asimilable, además de fósforo, potasio y oligoelementos quelados. El nitrógeno es necesario para el crecimiento vegetativo que participa activamente en el proceso de fotosíntesis (clorofila), y las deficiencias de este elemento reducen la enzima, que se manifiesta como amarillamiento (tallos y hojas), lo que reduce la productividad de la planta (Farmagro, 2023).

b.4 Fertifol 11.8.6

Es un abono foliar líquido (Nitrógeno (N) 110 g L⁻¹, Fósforo (P) 80 g L⁻¹, Potasio (K) 60 g L⁻¹, Magnesio (Mg) 0,5 g L⁻¹, Zinc (Zn) 0,03 g L⁻¹, Hierro (Fe) 0,026 g L⁻¹, Cobre (Cu) 0,03 g L⁻¹, Boro (B) 0,5 g L⁻¹, Fitohormonas trazas y Coadyuvantes), el cual es un nutriente foliar multipropósito que además de P, K y N, aporta nutrientes, vitaminas, fitohormonas y ajusta el pH a neutro en el caldo de aspersión. Por otro lado, permite el desarrollo y recuperación de las plantas ante ataques de plagas, enfermedades y daños por heladas (Genp Perú, 2023).

2.2.8 Rendimiento

El rendimiento del cultivo de olluco es muy variable y depende de muchos factores como son el tipo de cultivar, semilla, tubérculo, zona de cultivo, dosis de fertilización, cantidad de materia orgánica utilizado y ejecución de las labores culturales de manera oportuna; además, el rango de rendimiento de las zonas de Argentina y Colombia varía de 2 a 10 t ha⁻¹. En cambio, en el Perú se cultiva anualmente alrededor de 26,000 hectáreas de olluco con un rendimiento promedio de 6 a 7 t ha⁻¹ (Bardales et al. 2019).

Tabla 3

Producción del olluco en los principales departamentos del Perú.

Departamentos	Superficie cosechada		Producción		Rendimiento
	t ha ⁻¹	%	T	%	t ha ⁻¹
Junín	3, 057	12,6	23, 859	18,1	7, 805
Huánuco	2, 609	10,7	21, 182	16,1	8, 119
Cajamarca	3, 962	16,3	18, 075	13,7	4, 562
Cuzco	2, 779	11,4	16, 558	12,6	5, 958
Perú	24, 287		131, 497		5, 414

Nota: Vásquez (2021).

Tabla 4*Producción de olluco por regiones de la campaña enero - marzo del 2017*

Regiones	Superficie			Producción (t)			Rendimiento			Precio al		
	Cosechada (ha ⁻¹)						(t ha ⁻¹)			productor (s/x t)		
	Ene	Feb	Mar	Ene	Feb	Mar	Ene	Feb	Mar	Ene	Feb	Mar
Amazonas	9	7	4	55	34	19	6,5	5,2	5,4	1807	861	984
Apurímac	0	113	19	0	2033	520	-	18,0	27,4	-	1924	558
Ayacucho	0	12	41	0	39	161	-	3,3	3,9	-	1267	1413
Cajamarca	0	9	253	0	51	1735	-	5,7	6,9	-	1331	1134
Cusco	0	55	1350	0	266	6480	-	4,8	4,8	--	2134	2100
Huancavelica	60	129	150	288	699	813	4,8	5,4	5,4	1000	1000	1000
Huánuco	76	220	232	1169	3270	2935	15,4	14,9	12,7	1110	911	835
Ica	0	0	2	0	0	7	-	-	3,7	-	-	2200
Junín	37	171	203	217	996	1144	-	-	5,6	1413	1000	910
Lima	0	0	12	0	0	50	-	-	4,2	-	-	1168
Puno	0	0	15	0	0	106	-	-	7,1	-	-	1982
Nacional	182	716	2281	1 729	7388	13970	9,5	10,3	6,1	1152	1259	1482

Nota: Lemos (2018).

2.3 Definiciones de términos

Abono foliar: es un producto que permite fertilizar a los cultivos a través de las hojas, su aplicación de la solución es de manera pulverizada en la masa foliar (Niu et al., 2021).

Olluco: es un cultivo andino y una planta herbácea anual que crecen de 20 a 50 cm de altura y son de ámbito rastrero y erecto (Sánchez et al., 2023).

Rendimiento: está definido como la productividad agrícola o la cantidad de peso obtenido de un cultivo por hectárea (Bardales et al., 2019).

Peso comercial: el peso comercial trata de tubérculos de calidad de mercado que es el valor más importante del rendimiento y más beneficioso en la productividad agrícola de un determinado cultivo (Niu et al., 2021).

Peso no comercial: el peso no comercial trata de tubérculos con fines de ser utilizado para semilla o eliminados ya que es el descarte del rendimiento (Bardales et al. 2019).

Taxonomía: es una ciencia que se ocupa de los métodos, principios y objetivos de la clasificación. Se utiliza en biología para ordenar grupos de plantas de forma jerárquica y sistemática según sus nombres (Niu et al., 2021).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El presente estudio de investigación se realizó en la comunidad de la Quinua, ubicado en el distrito y provincia de Chota de la región de Cajamarca. La comunidad se encuentra a una altitud de 3115 m, con coordenadas geográficas UTM de 765092.99 m E, 9279418.54 m S. Su clima se caracteriza por ser lluvioso y frío, la temperatura máxima varía entre 10 a 25 °C. La precipitación pluvial anual promedio es de 780 a 800 mm y la humedad relativa media se sitúa entre el 75 % a 90 % (SENAMHI, 2023). Los datos meteorológicos recopilados durante el ciclo del cultivo se encuentran detallados en la Tabla 5 del estudio.

Tabla 5

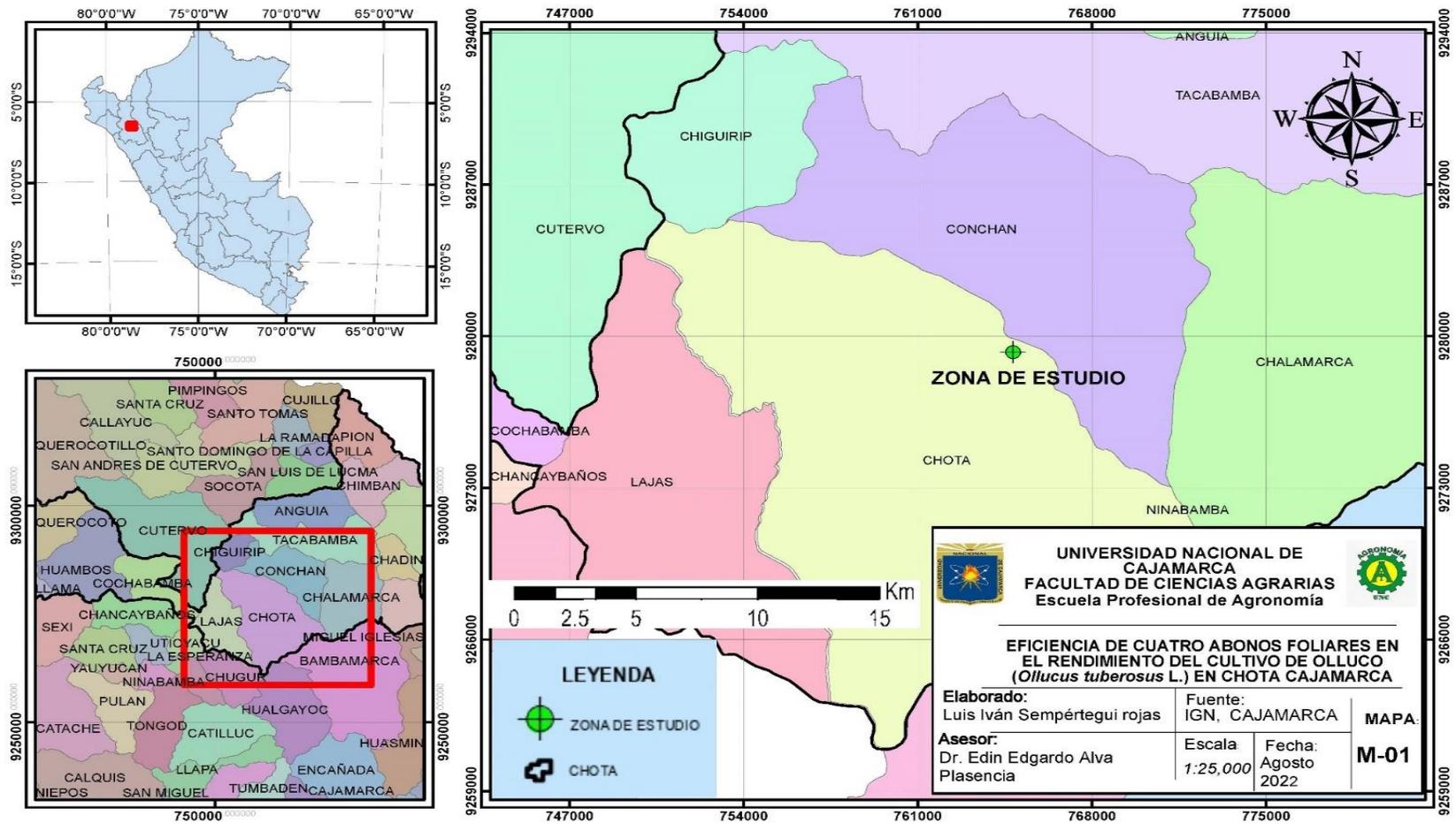
Datos meteorológicos registrados durante el periodo de investigación

Factores	Meses							
	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Precipitación (mm)	20,3	42	30,6	45	65,2	98,6	120,3	85,3
Humedad relativa (%)	84	83,2	75,3	60,9	70,2	80	82	78
Temperatura promedio (C°)	20,5	19,2	21	19,8	18,2	16,5	17,5	18,3

Nota: Estación Meteorológica – “Augusto Weberbauer”, CONVENIO UNC - SENAMHI (2022 - 2023).

Figura 1

Ubicación del experimento en estudio



3.2 Materiales

3.2.1 Material biológico

Semilla de tubérculos de olluco

(Ullucus tuberosus L.).

Abonos foliares.

Cal agrícola.

3.2.2 Materiales de escritorio

Cinta scotch.

Lapiceros.

Lápiz.

Plumones de tinta indeleble.

Copias.

Perforador.

Tijera.

Folder.

Regla.

Borrador.

Marcadores.

3.2.3 Materiales de campo

Libreta de apuntes.

Letreros.

Estacas.

Mochila de fumigar.

Rafia.

Vernier.

Pico.

Lampa.

Wincha.

Sacos.

Bolsas de polietileno.

Baldes.

3.2.4 Equipos

Balanza digital.

Cámara fotográfica.

Computadora.

3.3 Análisis físico químico del suelo

Antes de la siembra se realizó un análisis físico-químico del suelo, donde se tomaron 10 muestras parciales del área de estudio (272,0 m²), luego de lo cual se mezclaron todas las muestras parciales en un recipiente y una muestra de 1,0 kg de suelo. El análisis se realizó en el laboratorio de campo del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en Cajamarca. Los resultados se presentan (Tabla 6).

Tabla 6

Resultados del análisis físico – químico del campo experimental.

Nombre de parcela	Código de laboratorio	P (ppm)	K (ppm)	Al %	M.O %	pH	Clase textural
Olluco	SU0415- EEBI-22	17,17 Alto	202 Bajo	1,5	8,47 Muy alto	4,43 Fuertemente ácido	ArA (Arcillo – Arenoso)
Cantidad de nutrientes	N	P ₂ O ₅		K ₂ O	Cal		
	95	120		110	2 (t/ha)		

Nota: Análisis de suelos en laboratorio - INIA

3.4 Metodología

Durante el periodo del mes de agosto de 2022 hasta marzo de 2023, se llevó a cabo el experimento utilizando el cultivar pavón de olluco, el cual es conocido también como colorado chico (Manrique et al., 2017). Este cultivo fue recolectado en la misma comunidad "La Quinua " de distrito, provincia de Chota de la región Cajamarca.

3.4.1 Descripción de tratamientos en estudio y diseño experimental

El estudio consistió en un solo ensayo experimental y se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres bloques, el cual se organizaron de cinco tratamientos en cada bloque (Tabla 7) y se llevó a cabo con tres repeticiones. Lo que resultó en un total de 15 tratamientos en todo el ensayo experimental (Figura 2).

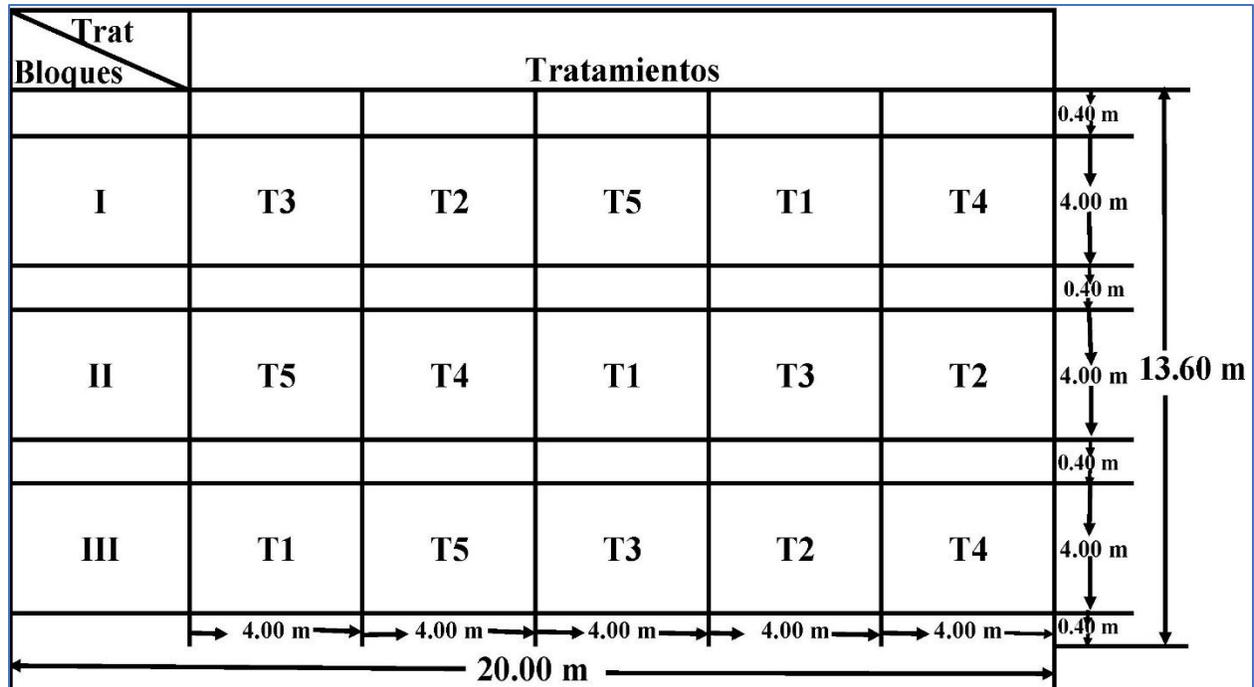
Tabla 7

Tratamientos en estudio del experimento del cultivo de olluco.

Tratamientos	Código	Descripción
1	T1	Testigo
2	T2	Fertifol (11- 8 - 6)
3	T3	Super abono (20 - 20 - 20)
4	T4	Nitromax
5	T5	Oligomix-co

Figura 2

Distribución del campo experimental.



3.4.2 Dimensiones del campo experimental

a. Bloques

Número de bloques: 3

Número de tratamientos por bloque: 5

Largo: 20,0 m

Ancho: 4,0 m

Área de bloque: 80,0 m²

Área total de bloques: 256,0 m²

b. Tratamientos

Largo: 4,0 m

Ancho: 4,0 m

Área de tratamiento: 16,0 m²

Área total de tratamientos: 240,0 m²

c. Calles dentro de bloques

Área total de las calles: 16,0 m²

d. Área total del experimento

Número total de tratamientos del experimento: 15

Área total del experimento: 272,0 m²

3.4.3 Conducción del campo experimental

– **Preparación del terreno:** esta labor se realizó en agosto de 2022, comprendió en la remoción y desmenuzando del suelo ya que es rotativo al cultivo de la papa, para finalmente ser surcado.

– **Selección de la semilla:** este proceso fue dos meses antes de la siembra donde se realizó la selección de 900 semillas del cultivar pavón (colorado chico y redondo anaranjado), donde se tuvo en consideración la apariencia sana, sin daños físicos, los factores de tamaño, color, brotamiento múltiple, números de brotes apicales y el peso de los tubérculos de 2,0 a 7,0 g.

– **Marcación del campo según el (DBCA):** esta actividad se realizó el mismo día de la siembra, con la ayuda de un cordel, wincha y estacas. El fin de esta labor fue trazar y tener un plano adecuado del experimento para favorecer la siembra en el trazado de surcos.

– **Fertilización al suelo:** no se aplicó fertilizantes químicos u orgánicos al suelo, solo se optó a tratar la acides del suelo con la aplicación de 54,4 kg de cal a toda el área del experimento que abarcó (272,0 m²). Este proceso se realizó durante la labor de la siembra y antes de ser colocados los tubérculos.

– **Siembra:** se realizó el 30 de agosto de 2022, la semilla seleccionada, se distribuyó de acuerdo al croquis experimental de la (Figura 2). La siembra se realizó con distancias entre surcos de 0,80 m y entre plantas de 0,40 m, donde, se colocó a golpe de un tubérculo en el fondo del surco con una profundidad de 10,0 cm. Cada tratamiento fue dispuesto en una superficie de 16,0 m², compuesto por 60 plantas distribuidas en 6 surcos. En total, el experimento contó con 900 plantas distribuidas en tres bloques, lo que equivalió a una superficie total de 272,0 m².

– **Fertilización foliar:** se aplicó en cada estado fenológico del cultivo y de acuerdo a los tratamientos en estudio de la (Tabla 7).

– **Deshierbo:** se realizó manualmente cuando la planta de olluco obtuvo una longitud de 8,0 cm a 12,0 cm de altura, con la finalidad de evitar malas hierbas que puedan competir con el cultivo en la absorción de nutrientes, uso de luz y agua.

– **Aporque:** se realizó manualmente cuando la planta de olluco obtuvo una longitud de 15,0 a 30,0 cm de altura, previo a la floración. Así mismo se realizó con el fin de prevalecer los surcos en el bordeado de tierra para que los estolones formen tubérculos y tener una tuberización oportuna.

– **Cosecha:** se realizó manualmente a los 202 días después de la siembra cuando el cultivo olluco alcanzó su madurez fisiológica y comercial.

3.4.4 Variables agronómicas evaluadas

– **Altura de planta:** la medición se realizó desde la base (nivel del suelo) hasta el ápice de la planta con ayuda de una regla graduada, a los 180 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron el 80 % de floración.

– **Número de tubérculos por planta:** esta medición se realizó a los 202 días después de la siembra, donde se llevó a cabo con el conteo de todos los tubérculos presentes en cada una de las 6 plantas evaluadas de cada tratamiento. Posteriormente, se dividió entre el número de plantas evaluadas para así tener un número promedio de tubérculos de forma homogénea.

– **Peso total de tubérculos:** consistió en pesar los tubérculos comerciales y no comercial de cada una de las 6 plantas evaluadas en cada tratamiento, luego se sumaron los pesos de cada una de las plantas. Posteriormente se dividió entre el número de plantas evaluadas para así obtener un peso total promedio de los tubérculos en cada tratamiento. Para ello, se utilizó una balanza manual portátil (Electronic Scale).

– **Peso comercial:** se evaluó en función a la categoría comercial (extra, primera y segunda) de clasificación. Posteriormente se realizó la selección de tubérculos de un peso superior a 7,0 g de cada una de las 6 plantas evaluadas, luego se pesó todos los tubérculos seleccionados de cada tratamiento.

– **Peso no comercial:** se evaluó en función a la categoría no comercial (tercera) de clasificación. Posteriormente se realizó la selección de tubérculos de un peso 2,0 a 7,0 g de cada una de las 6 plantas evaluadas, luego se pesó todos los tubérculos seleccionados de cada tratamiento.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Análisis estadístico de características agronómicas del cultivo de olluco

Tabla 8

Resultados del peso total, peso comercial, altura de planta, número de tubérculos por planta y peso no comercial.

Tratamientos	Peso total (t ha⁻¹)	Peso comercia (t ha⁻¹)	Altura de planta (cm)	Número de tubérculos por planta	Peso no comercial (t ha⁻¹)
Oligomix - co	7.06 A	5.33 A	60.50	62.92	1.73
Nitromax	6.38 A	4.75 A	65.58	66.25	2.08
Super abono	6.26 A	4.68 AB	64.28	58.82	1.34
Fertifol	6.08 AB	4.30 AB	61.25	58.83	1.59
Testigo	5.26 B	3.67 B	55.05	58.57	1.59

En la Tabla 8, se presentan las cinco variables evaluadas (peso total, peso comercial, altura de planta, número de tubérculos por planta y peso no comercial), se observa que los mayores resultados se obtuvieron bajo el efecto de los abonos foliares (Oligomix - co, Nitromax, Super abono, Fertifol y Testigo) y el menor resultado de las variables evaluadas (peso total, peso comercial, altura de planta y número de tubérculos por planta) se obtuvo con el testigo, excepto en la variable del peso no comercial donde el abono foliar obtuvo el menor peso no comercial, posiblemente pueda deberse ser influenciado por el menor número de aporques realizado, por el efecto significativo del nitrógeno en la planta, por la condiciones climáticas presentes y por la menor presencia de nutrientes específicos en el proceso enzimático respectivamente, considerando lo aportado por Hou et al. (2020) quienes establecen que, si las plantas reciben un exceso de

nitrógeno, esto puede llevar a un crecimiento vegetativo excesivo a expensas de la formación de frutos. En este caso, las plantas pueden tener muchas hojas, tallos altos, pero los tubérculos pueden ser pequeños debido a la asignación de recursos a otras partes de la planta.

Estos resultados probablemente se deben a los compuestos que presentan los abonos foliares, tales como macronutrientes y micronutrientes, los mismos que ayudan al desarrollo y crecimiento de raíces, tallos y hojas, lo que permite una mayor traslocación de nutrientes (Vásquez, 2021). La aplicación de abonos foliares actúa de una manera más rápida y eficiente en la aportación de nutrientes al cultivo (Escobar 2015).

4.1.1 Peso total de tubérculos ($t\ ha^{-1}$)

En la Tabla 9, se muestra los resultados obtenidos de análisis de varianza (ANOVA) para el peso total de tubérculos ($t\ ha^{-1}$) del cultivo olluco, el valor de significación para los tratamientos obtenidos fue menor al 5 % (p -valor = 0,0276), con lo que se concluye que las medias de los tratamientos difieren, es decir, que los abonos foliares tuvieron un efecto significativo en el peso total de los tubérculos del olluco. El coeficiente de variación (CV) es de 8,19 %, el cual indica que la variabilidad del peso total dentro de cada tratamiento fue relativamente baja. Además, es adecuado para las condiciones del experimento que se desarrolló. Es probable como se observa que las condiciones del suelo y ambientales fueron similares.

Tabla 9*Análisis de varianza del peso total de tubérculos.*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	0,95	2	0,48	1,84	0,2194
Tratamientos	5,03	4	1,26	4,87**	0,0276
Error	2,07	8	0,26		
Total	8,05	14			

CV = 8,19 %

En la Tabla 10 se muestra los resultados de la prueba de Duncan, se observó que el tratamiento con Oligomix-co, obtuvo mejores resultados alcanzando un peso total de 7,06 t ha⁻¹, seguido de los tratamientos Nitromax y Fertifol con 6,38 y 6,26 t h⁻¹ respectivamente, el tratamiento con Super abono también produjo un rendimiento relativamente alto, con un valor de 6,08 t ha⁻¹, aunque se encontró una diferencia significativa entre este tratamiento y los tres primeros, lo que lo agrupa en la categoría AB. Por último, el testigo presentó el menor peso, con un valor de 5,26 t ha⁻¹, el cual es significativamente menor al obtenido con los demás tratamientos.

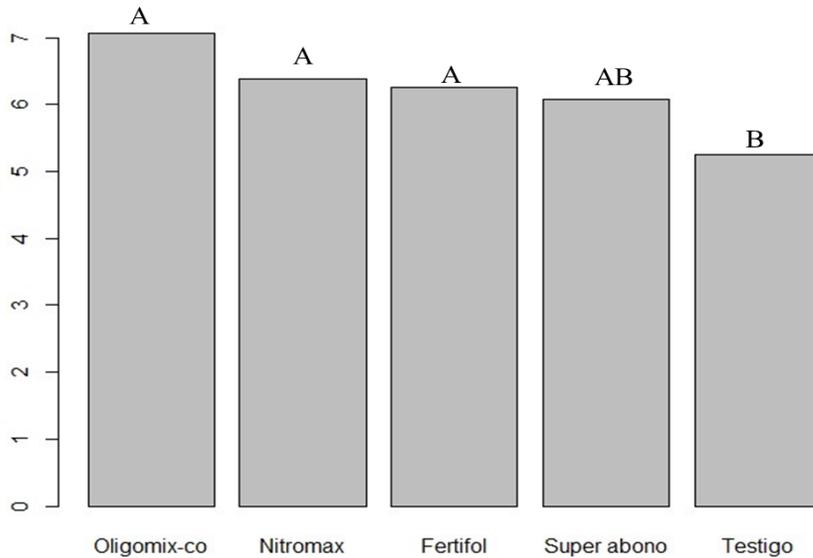
Tabla 10

Prueba de Duncan al 5 % del peso total de tubérculos de olluco.

Tratamientos	Peso total (t ha⁻¹)	Agrupación
Oligomix-co	7,06	A
Nitromax	6,38	A
Fertifol	6,26	A
Super abono	6,08	AB
Testigo	5,26	B

Figura 3

Peso total de tubérculos del cultivo de olluco (t ha⁻¹)



Con el abono foliar Oligomix-co (T5) se obtuvo mejores resultados de peso total de tubérculos (t ha⁻¹), esta diferencia significativa está relacionada con la presencia de microelementos quelatizados, específicamente el hierro (4 %), el óxido de magnesio (4 %), el zinc (2 %), el manganeso (1,5 %) y el boro (1,2 %), que fueron en mayores concentraciones en

comparación con los demás abonos foliares utilizados en el estudio. En particular, estos elementos influyen fisiológicamente en la producción fotosintética, energética y enzimática. Además, estos microelementos contribuyen en la síntesis de proteína, transporte de azúcares, formación de hormonas y la formación de paredes celulares; concordando con lo establecido por Vásquez (2021), quien estableció que los microelementos desempeñan funciones esenciales en los cultivos al participar activamente en los procesos fisiológicos de la producción fotosintética, activación enzimática, respiración y metabolismo.

Resultados inferiores reportó Quispe (2014), quien evaluó el comportamiento productivo de tres ecotipos de olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas.), mediante la fertilización de estiércol de ovino y ceniza a una tasa de 2,4 t ha⁻¹, concluyó que el rendimiento más alto se registró en el ecotipo amarillo con 6,35 t ha⁻¹. En otras regiones también ocurre lo mismo, en La Libertad Rojas (2019) obtuvo un rendimiento promedio de 0,681 t ha⁻¹, posiblemente esta inferioridad de resultados pueda atribuirse a la falta de fertilización química, considerando lo establecido por Moe et al. (2019) quienes aportaron que la fertilización química suministra nutrientes esenciales para el óptimo crecimiento de los cultivos.

Sin embargo, otros estudios obtuvieron mejores resultados como lo reportado por Manrique (2014) quien aplicó el abonamiento químico para mejorar la producción de olluco y obtuvo un rendimiento de 8,79 t ha⁻¹. Así mismo, en Huánuco Lemos (2018) evaluó el potencial agronómico en accesiones de olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas.) y reportó un rendimiento de 79,06 t ha⁻¹. Por su parte, Campos (2022), analizó las características morfológicas de las entradas colectadas de olluco (*Ullucus tuberosus* L.), mediante la fertilización 1 t ha⁻¹ de guano de isla y obtuvo un rendimiento de 68,33 t ha⁻¹, con lo que se puede asumir que estos resultados muy altos puedan deberse a la fertilización edáfica de fertilizantes formulados, tanto químicos como

orgánicos, concordando con lo establecido Bhatt et al. (2019) quienes establecen que los fertilizantes químicos y orgánicos comerciales formulados son una estrategia efectiva, debido que los fertilizantes químicos proporcionan nutrientes precisos de manera rápida y los orgánicos mejoran el suelo y contribuyen a la fijación de nutrientes.

Los rendimientos obtenidos con Nitromax (6,38 t ha⁻¹) y Super abono (6,08 t ha⁻¹) fueron más bajos que el obtenido con Oligomix-co, estos fertilizantes contienen 30 y 20 % de nitrógeno, con lo que se puede establecer que el nitrógeno excedente de estos fertilizantes foliares afectó negativamente al rendimiento del cultivo de olluco, considerando lo establecido por Aiswarya et al. (2023) quienes establecen que el exceso de nitrógeno provoca un pobre sistema radicular, tejido blando, plantas débiles, retraso en la producción y rendimiento de baja calidad.

Por lo tanto, según Luziatelli et al. (2023), señalaron que los parámetros productivos del cultivo de olluco varían dependiendo de los factores como el cultivar, tubérculos, área cultivada, el clima, régimen hídrico, preparación del suelo, labores culturales, condiciones edáficas, oportunidad de siembra y manejo del cultivo. Según Marquez (2019) el rango de rendimiento para las zonas productoras desde Colombia a Argentina, varía de 2 a 10 t ha⁻¹, lo que sugiere una notoria similitud con los resultados de la presente investigación, puesto que según Bhatt et al. (2019), establecieron que las aplicaciones de fertilizantes foliares actúan de una manera más rápida y más eficiente en la aportación de nutrientes al cultivo. Además, en general los resultados se aproximan a lo reportado por MINAGRI (2021), donde reportaron que el rendimiento promedio a nivel nacional del olluco es de 10,3 t ha⁻¹, sin embargo, en el departamento de Cajamarca se registró un rendimiento promedio de 6,9 t ha⁻¹, lo que indica que la región tiene un rendimiento inferior al ensayo experimental, esta disminución en el rendimiento podría atribuirse a un manejo agronómico inadecuado por parte de los agricultores.

4.1.2 Peso comercial (t ha⁻¹)

En la Tabla 11, se muestra los resultados de análisis de varianza (ANOVA) para el peso comercial (t ha⁻¹) del cultivo olluco, el valor de significación para los tratamientos obtenidos fue menor al 5 % (p-valor = 0,0391), con lo que se concluye que las medias de los tratamientos difieren, es decir, que los abonos foliares tuvieron un efecto significativo en el peso comercial de los tubérculos del olluco. El coeficiente de variación (CV) es de 11,36 %, el cual indica que la variabilidad del peso comercial dentro de cada tratamiento fue relativamente baja. Lo que demuestra que existe confianza muestral.

Tabla 11

Análisis de varianza del peso comercial.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	0,57	2	0,29	1,07	0,3861
Tratamientos	4,52	4	1,13	4,25 **	0,0391
Error	2,13	8	0,27		
Total	7,22	14			

CV = 11,36 %

Los resultados de la prueba de Duncan (Tabla 12) muestran que el peso comercial alcanzó diferencias significativas, el abono foliar Oligomix-co tuvo el mayor peso comercial con un valor de 5,33 t ha⁻¹, seguido del tratamiento con Super abono con un valor de 4,75 t ha⁻¹. El tratamiento con Fertifol también mostró un rendimiento relativamente alto con un valor de 4,68 t ha⁻¹, aunque se agrupó en la categoría AB, lo que indica que hay una diferencia significativa entre este tratamiento y el tratamiento con Oligomix-co en términos de su efecto sobre el rendimiento

comercial. Los tratamientos con Nitromax y el testigo mostraron los rendimientos comerciales más bajos, con valores de 4,3 t ha⁻¹ y 3,67 t ha⁻¹, respectivamente.

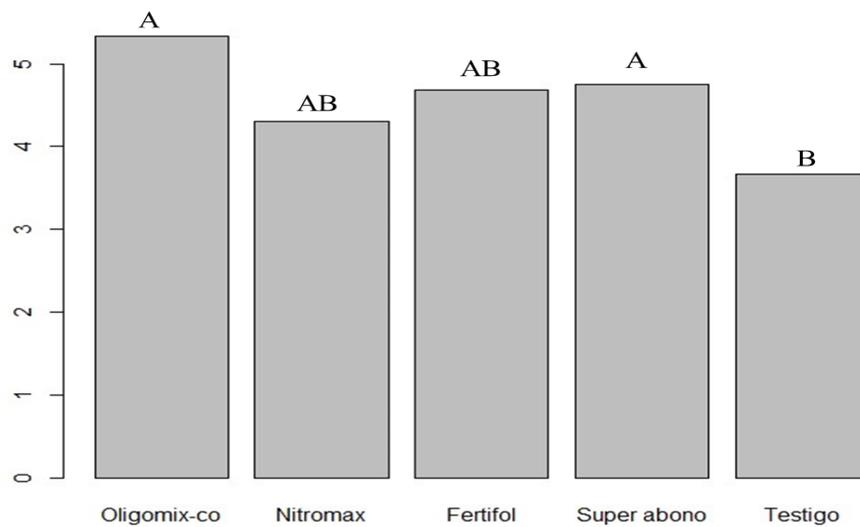
Tabla 12

Prueba de Duncan al 5 % del peso comercial de tubérculos de olluco.

Tratamientos	Peso comercial (t ha⁻¹)	Agrupación
Oligomix-co	5,33	A
Super abono	4,75	A
Fertifol	4,68	AB
Nitromax	4,3	AB
Testigo	3,67	B

Figura 4

Peso comercial de tubérculos del cultivo de olluco (t ha⁻¹).



Con el abono foliar Oligomix-co (T5) se obtuvo mejores resultados de peso comercial de tubérculos ($t\ ha^{-1}$) de olluco, alcanzó un rango promedio $5,33\ t\ ha^{-1}$ ($0,682\ kg/planta$), valor superior a lo reportado por Quispe (2014), quien evaluó el comportamiento productivo de tres ecotipos de olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas.), mediante la fertilización de estiércol de ovino y ceniza a una tasa de $2,4\ t\ ha^{-1}$, registró el mayor peso promedio de $0,505\ kg/planta$ en el ecotipo amarillo, así mismo, Lemos (2018) establece que el peso comercial del cultivo de olluco depende de muchos factores como el tipo de cultivar, las propiedades fisicoquímicas del suelo, las condiciones climáticas y las prácticas de manejo del cultivo. Así mismo, nuestros resultados muestran un rendimiento inferior a lo reportado por López y Hermann (2004) en Huánuco tuvo un rendimiento promedio de $16\ t\ ha^{-1}$, pero siendo afectado por la demanda del mercado que es baja y temporal; el cultivar Canario alcanzó un rendimiento de $11\ t\ ha^{-1}$. En cambio, el rendimiento obtenido con el Oligomix-co fue de $5,33\ t\ ha^{-1}$, este resultado probablemente se debe a que el oligomix es un fertilizante foliar de microelementos quelatizados y su efecto es rápido con respecto a los demás abonos foliares, sin embargo, los resultados obtenidos con el Oligomix-co son mayores a los obtenidos con el Nitromax, Super abono y Fertifol.

Por lo tanto, los resultados de la Figura 4 el Oligomix-co proporcionó una dosificación de microelementos específicos con respecto a los demás abonos foliares, puesto que Cantaro et al. (2019) establecieron que de la fertilización de $1,5\ kg\ ha^{-1}$ de Boro propicia una mejor absorción de nitrógeno, calcio y junto al potasio se relaciona en procesos eficientes de translocación de azúcares.

4.1.3 Altura de planta (cm)

El valor de significación para los tratamientos obtenido en el ANOVA es mayor al 5 % (p-valor = 0,2211), lo cual significa que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos respecto a la altura de planta, es decir, que los diferentes tipos de abonos foliares no tuvieron un efecto significativo en la altura de las plantas de olluco, en comparación al grupo control. El coeficiente de variación (CV) fue de 8,57 %, el cual indica que la variabilidad de la altura de planta dentro de cada tratamiento fue relativamente baja, lo que demuestra que existe confianza muestral.

Tabla 13

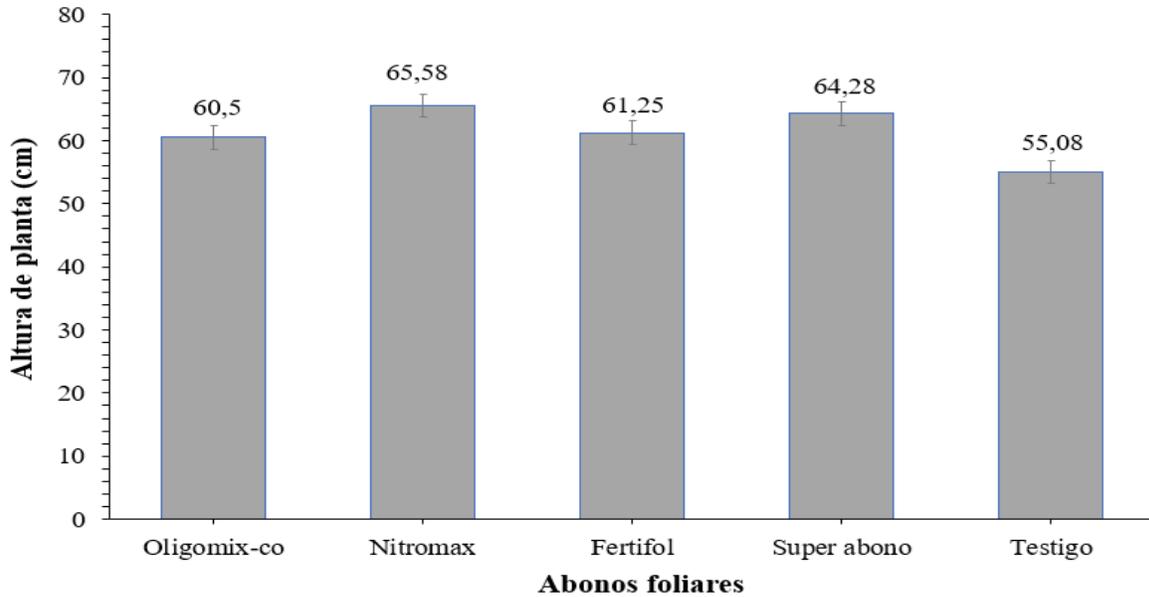
Análisis de varianza de altura de planta.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	573,12	2	286,56	10,37	0,0060
Tratamientos	199,59	4	49,90	1,81	0,2211 NS
Error	221,12	8	27,64		
Total	993,83	14			

CV = 8,57 %

Figura 5

Altura de planta del cultivo de olluco (cm).



Se muestra los resultados (Figura 5) de la altura de planta del cultivo de olluco obtenido en cada tratamiento, los cuales indican que con los abonos foliares obtuvieron mayor altura en comparación al testigo. En particular, la altura promedio fue mayor en las plantas que recibieron Nitromax con 65,58 cm, seguido de Super abono con 64,28 cm, Fertifol con 61,25 cm y Oligomix-co con 60,50 cm, mientras que a las plantas que no se les aplicó abonos foliares tuvo una altura promedio de 55,08 cm (una diferencia del 9,02 % con respecto al Nitromax). Sin embargo, el análisis de varianza indicó que no existen diferencias estadísticas significativas entre los resultados obtenidos con los abonos foliares y el testigo.

La altura de planta de la presente investigación obtenidos con Super abono (64,28 cm) y Fertifol (61,25 cm) fueron más bajos que el obtenido con Nitromax (65,58 cm), estos fertilizantes foliares (20 % y 110 g L⁻¹) contienen menos nitrógeno que el Nitromax (30 %) y el Oligomix-co (60,5 cm) no contuvo nitrógeno alguno. Con lo que se puede mencionar que el abono foliar

Nitromax obtuvo mejores resultados debido que el nitrógeno favoreció positivamente en la altura de planta del cultivo de olluco, al respecto. Anas et al. (2020) mencionaron que los macroelementos son nutrientes esenciales requeridos en grandes cantidades y tienen un efecto positivo directo en la altura de las plantas, en cuanto los microelementos son requeridos en proporciones mínimas y tienden a influir en la altura de las plantas de manera más indirecta. Sin embargo, la altura de planta obtenida con el testigo, fue significativamente diferente y menor a los obtenidos con los fertilizantes foliares, esto se debe a que las plantas del testigo no se les aplicó algún tipo de abono foliar, por consiguiente, las plantas no obtuvieron los macro y micronutrientes necesarios para su desarrollo.

Así mismo el efecto del Nitromax corroboró superioridad a los resultados de la investigación reportados por Manrique (2014) quien aplicó abono orgánico de gallinaza y obtuvo un valor promedio de 16,83 cm a los 90 días, en cambio, con la fertilización química se obtuvo el mejor promedio con un valor de 24,29 cm, estos resultados resaltan la influencia positiva del nitrógeno en el desarrollo de las plantas en las etapas iniciales de crecimiento. Del mismo modo fue superior a lo reportado por Quispe (2014) quien aplicó fertilización de estiércol de ovino y ceniza a una tasa de $2,4 \text{ t ha}^{-1}$, registrando la mayor altura a los 237 días en el ecotipo rojo con un valor de 16,8 cm. Además, también fue superior a lo reportado por Campos (2022) utilizó fertilización 1 t ha^{-1} de guano de isla y obtuvo una altura de planta de 33,00 cm. En este sentido esta inferioridad en los resultados puede atribuirse, en parte, al tipo de cultivar y a las condiciones climáticas del lugar, puesto que según Campbell et al. (2019), indicaron que la altura de planta se ve influenciada por el tipo de cultivar, el clima, la densidad de siembra y el manejo del cultivo.

Por otra parte, la mayor altura en la Figura 5 corresponde al diferente porcentaje existente de nutrientes en los abonos foliares, siendo el Nitromax con mayor concentración frente al resto de abonos foliares. Es por ello que el Nitromax con mayor porcentaje de Nitrógeno, presentó mayor altura de planta, esto se sustenta a lo indicado por Xu et al. (2020), quien indicó que el elemento (N) es el principal responsable del crecimiento vegetativo de las plantas. Así mismo, Abrol y Sharma (2019) establecieron que el nitrógeno es esencial para la síntesis de proteínas y clorofila, lo que a su vez influye en el desarrollo de la estructura foliar y la elongación celular de los tallos.

4.1.4 Número de tubérculos por planta

Los resultados presentados en la Tabla 14 indican que los tratamientos evaluados no presentan efectos estadísticamente significativos con el número total de tubérculos por planta. Debido que con el análisis estadístico se obtuvo un valor equivalente $p\text{-valor} = 0,8816$, el cual supera al valor de F calculado; por lo tanto, se puede deducir que la aplicación de los diferentes abonos foliares en el cultivo de olluco no hubo cambios estadísticamente significativos en los resultados obtenidos en lo que al número de tubérculos se refiere. El coeficiente de variación (CV) es de 9,05 % que relativamente es bajo se deduce que los tratamientos utilizados en la presente investigación no repercuten en la cantidad de tubérculos de olluco, este comportamiento singular se puede observar en la Figura 6, que no hay mucha variación.

Tabla 14

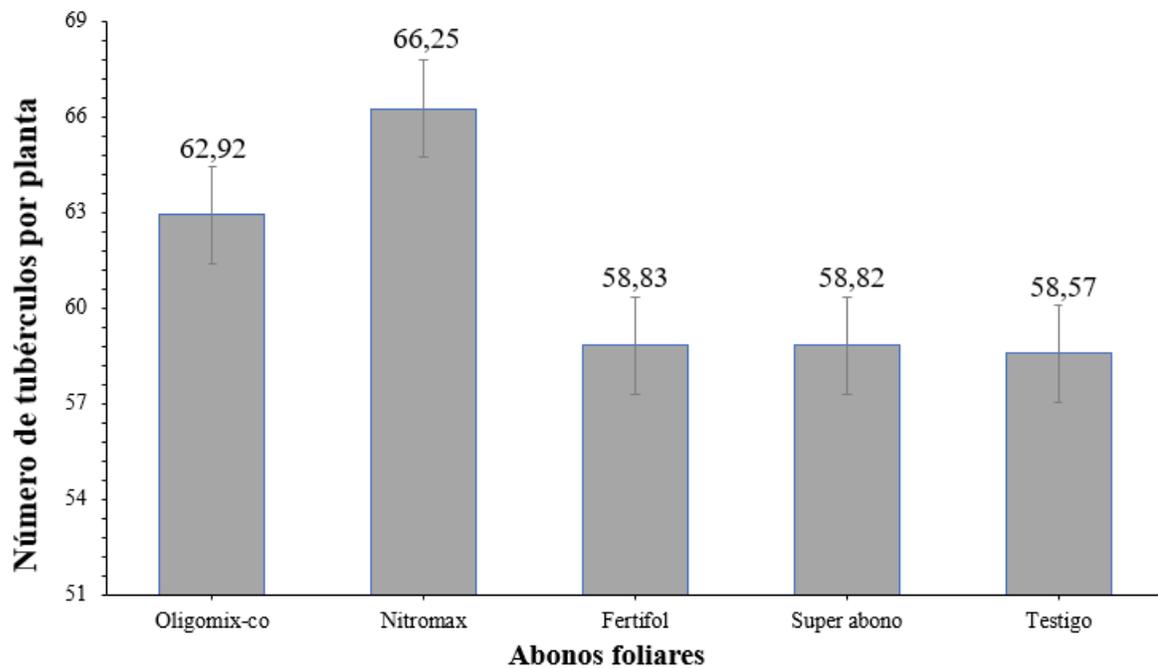
Análisis de varianza del número de tubérculos por planta (Datos transformados con \sqrt{x}).

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	0,50	2	0,25	0,50	0,6242
Tratamientos	0,56	4	0,14	0,28	0,8816 NS
Error	3,99	8	0,50		
Total	5,05	14			

CV = 9,05 %

Figura 6

Número de tubérculos por planta del cultivo olluco.



Se muestra los datos correspondientes en la Figura 6 el número de tubérculos por planta obtenidos en el cultivo de olluco, donde se han evaluado diferentes tratamientos con abonos foliares. Los resultados indican que el Nitromax (T4) obtuvo el mayor número promedio de tubérculos por planta con un valor de 66 tubérculos, seguido de Oligomix-co (T5) con 62 tubérculos, cifras que superan a los obtenidos con los tratamientos de Fertifol, Super abono y el grupo de control. Sin embargo, el análisis de varianza indica que no existen diferencia estadística entre los resultados obtenidos con los abonos foliares y el testigo.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación, se observa que el efecto de los abonos foliares Nitromax y Oligomix-co en el número de tubérculos por planta es mayor en comparación a los tratamientos de Fertifol, Super abono y el grupo de control (testigo). Esta diferencia probablemente se debe a que los abonos foliares (T4 y T5) utilizados contengan una concentración más equitativa tanto de micronutrientes como macronutrientes, los cuales contribuyen al estímulo del crecimiento de las partes verdes de la planta, incluyendo las hojas, los tallos y los tubérculos inmaduros (Aiswarya et al., 2023). Además, se destaca que el abono foliar "Oligomix-co" sigue de cerca al "Nitromax", debido que la concentración de micronutrientes de estos abonos foliares desempeña un papel importante en el aumento del número de tubérculos, concordando con lo establecido por Saquee et al. (2023) mencionaron que los macroelementos como los micronutrientes son esenciales para la formación y el número de frutos en los cultivos. Ambos grupos de nutrientes desempeñan roles fundamentales en el desarrollo de las plantas y en la producción de frutos.

Así mismo, los resultados de los abonos foliares Nitromax y Oligomix-co son superiores a lo reportado por Lemos (2018) en Huánuco evaluó el número de tubérculos por planta y registró en la accesión 31 (201457) un promedio de 62,33 . Del mismo modo, también es superior a los resultados reportados por Manrique (2014) quien aplicó un fertilizante químico y obtuvo un rendimiento de 17,3 tubérculos por planta, sin embargo, Sánchez et al. (2023) establecen que el número de tubérculos del cultivo olluco varían dependiendo de factores como el cultivar, fertilización, oportunidad de siembra y el manejo del cultivo.

Sin embargo, los resultados de la presente investigación son inferiores a los reportado por Quispe (2014), quien aplicó $2,4 \text{ t ha}^{-1}$ de estiércol de ovino y ceniza para el cultivo de olluco y obtuvo un rendimiento de 84,6 tubérculos por planta en la D3 (1.0 - 0.8 m), estos resultados sobresalientes observados en este estudio podrían estar relacionados con la influencia de la densidad de siembra utilizada, considerando lo establecido Brophy et al. (2022), aportaron que la densidad de siembra influye directamente en el número de tubérculos, ya que, a más espacio permite tener acceso a más nutrientes y fomenta un crecimiento más óptimo y una mayor producción.

4.1.5 Peso no comerciales (t ha^{-1}).

En la Tabla 15 se muestra el valor de significación del peso no comercial del olluco, se obtuvo un p-valor de 0,1209, lo cual significa que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, es decir, que los diferentes tipos de abonos foliares no tuvieron un efecto significativo en el peso no comercial del olluco en comparación con el grupo "control". Se obtuvo un coeficiente de variación (CV) de 17,71 %, lo cual indica que la variabilidad del peso no comercial dentro de cada tratamiento fue relativamente moderada.

Tabla 15

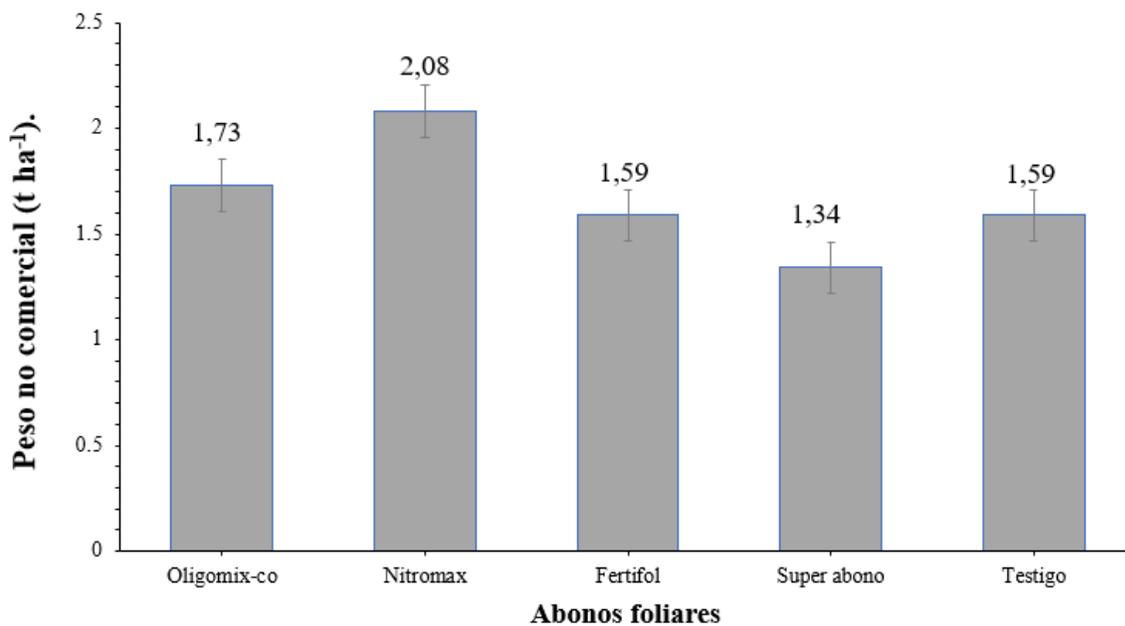
Análisis de varianza del peso no comercial.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	0,05	2	0,02	0,28	0,7638
Tratamientos	0,89	4	0,22	2,55	0,1209 NS
Error	0,70	8	0,09		
Total	1,63	14			

CV = 17,71 %

Figura 7

Peso no comercial de tubérculos del cultivo de olluco ($t\ ha^{-1}$).



En la Figura 6 se muestra los resultados del peso no comercial del cultivo de olluco obtenido con cada tratamiento, los cuales indican que las plantas que recibieron los diferentes tipos de abonos foliares tuvieron un peso no comercial mayor al grupo de control (testigo). En particular, los grupos que recibieron Nitromax y Oligomix-co alcanzaron los pesos más altos de tubérculos no comerciales con 2,08 y 1,73 t ha⁻¹ respectivamente, en cambio, que el grupo de control tuvo un peso de 1,59 t ha⁻¹. Sin embargo, el análisis de varianza indica que no existen diferencia estadística entre los resultados obtenidos con los abonos foliares y el testigo.

El peso no comercial con el Super abono fue de 1,34 t ha⁻¹ siendo menor que el peso no comercial obtenido con el Nitromax (2,08 t ha⁻¹), este resultado probablemente se debe a que el Super abono es un fertilizante foliar de NPK muy balanceado y su efecto es más lento que los demás fertilizantes foliares, en ese sentido se puede interpretar que el abono foliar (T3) su efecto asido mayor peso de tubérculos comerciales, sin embargo, los resultados obtenidos con el Nitromax son mayores a los obtenidos con el Oligomix, Fertifol y testigo, esto se fundamenta con lo establecido por Sánchez et al. (2023) quienes establecen que el fertilizante foliar formulado con mayor concentración de nitrógeno aumenta el nitrógeno amoniacal por lo que la planta tiene mejor disponibilidad de nitrógeno y mejor absorción.

Así mismo, los resultados de la presente investigación (0,298 kg/planta), del peso no comercial son muy superiores a lo reportado en su investigación realizada por Quispe (2012), quien aplicó 2,4 t ha⁻¹ de estiércol de ovino y ceniza para el cultivo de olluco y registró en el ecotipo rojo el mayor peso no comercial de tubérculos con un valor de 0,181 kg por planta respectivamente, estos resultado inferior observado en este estudio podrían estar relacionados con la influencia en el número de aporques, sin embargo, Márquez (2019) estableció que el número de aporque influye indirectamente en el peso no comercial de tubérculos, ya que, a más aporques realizado menor número de tubérculos no comerciales respectivamente.

Por lo tanto, en la Figura 6 el peso no comercial osciló entre 1,34 a 2,08 t ha⁻¹, perteneciendo al menor peso no comercial al Super abono y el mayor al Nitromax. Posiblemente pueda deberse ser influenciado por el menor número de aporques realizado en el ensayo experimental, por el efecto significativo del nitrógeno en la planta y por la menor presencia de nutrientes específicos en el proceso enzimático respectivamente, considerando lo aportado por Hou et al. (2020) quienes establecen que, si las plantas reciben un exceso de nitrógeno, esto puede llevar a un crecimiento vegetativo excesivo a expensas de la formación de frutos. En este caso, las plantas pueden tener muchos brotes y hojas, pero los frutos pueden ser pequeños debido a la asignación de recursos a otras partes de la planta. Además, Bardales et al. (2019), mencionaron que los tubérculos de tercera categoría suelen dejarse en el campo a luz directa para que sean verdeados y posteriormente ser seleccionados y utilizados como tubérculos de semilla.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Los resultados encontrados fueron altamente significativos para las variables peso total y peso comercial, cuya diferencia se observó en la superioridad del abonamiento foliar con Oligomix-co con respecto a las aplicaciones de los demás abonos foliares y testigo. Sin embargo, para la altura de planta, número de tubérculos por planta y peso no comercial no se presentó significación estadística en las unidades experimentales.

Se determinó que los abonos Oligomix-co, Nitromax, alcanzaron diferencias estadísticas entre tratamientos rendimiento del cultivo de olluco (*Ullucus tuberosus* L.) en Chota

Se determinó que el abono foliar Oligomix-co, obtuvo mejores resultados en las variables peso total de tubérculos (7,06 t ha⁻¹) y peso comercial (5,33 t ha⁻¹), en cambio, el abono Nitromax alcanzó mejor altura de planta (65,65 cm) y el abono foliar Nitromax, obtuvo mejores resultados en las variables número de tubérculos (66,25) y peso no comercial (t ha⁻¹).

5.2 RECOMENDACIONES

Replicar el experimento en otros lugares del departamento de Cajamarca con los mismos abonos foliares para comparar y comprobar el peso total y comercial del cultivo de olluco (*Ullucus tuberosus*).

Aplicar el abono foliar Oligomix-co ya que está compuesto por microelementos quelatizados y es eficiente en el efecto del rendimiento del cultivo de olluco (*Ullucus tuberosus*).

Aplicar abonos foliares en el cultivo de olluco (*Ullucus tuberosus*) en Chota, ya que es eficiente en crecimiento y tuberización, que permiten alcanzar mayor peso comercial.

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

- Abrol, V., Sharma, P. (2019). *Biochar: An Imperative Amendment for Soil and the Environment*. BoD – Books on Demand.
- Aiswarya, A. (2023). Plant Nutrient Deficiency Detection and Classification A Review. *2023 5th International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, 796-802. <https://doi.org/10.1109/ICIRCA57980.2023.10220778>
- Anas, M., Liao, F., Verma, K., Sarwar, A., Mahmood, A., Chen, Z., Li, Q., Zeng, X., Liu, Y., Li, Y. (2020). Fate of nitrogen in agriculture and environment: Agronomic, eco-physiological and molecular approaches to improve nitrogen use efficiency. *Biological Research*, 53(1), 47. <https://doi.org/10.1186/s40659-020-00312-4>
- Bardales, A., Agostino, A., Lizarme Ruiz, G. (2019). Plan de negocio sobre el desarrollo y comercialización de un snack a base de Olluco “*Ullucus tuberosus*” deshidratado, con proyección a revalorizar el cultivo de Olluco “*Ullucus tuberosus*” en el Perú. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://doi.org/10.19083/tesis//648689>
- Bhatt, M., Labanya, R., Joshi, H. (2019). Influence of Long-term Chemical fertilizers and Organic Manures on Soil Fertility -A Review. *Universal Journal of Agricultural Research*, 7, 177-188. <https://doi.org/10.13189/ujar.2019.070502>
- Bragard, C., Dehnen, K., DiSerio, F., Gonthier, P., Jacques, M., Jaques Miret, A., Justesen, F., MacLeod, A., Magnusson, S., Milonas, P., Navas, A., Parnell, S., Potting, R., Reignault, L., Thulke, H., Vander, W., Vicent, A., Zappalà, L., Lucchi, A., Yuen, J. (2021). Commodity risk assessment of *Ullucus tuberosus* tubers from Peru. *EFSA Journal*, 19(3). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6428>

- Brophy, J., Magallon, J., Duan, L., Zhong, V., Ramachandran, P., Kniazev, K., Dinneny, R. (2022). Synthetic genetic circuits as a means of reprogramming plant roots. *Science*, 377(6607), 747-751. <https://doi.org/10.1126/science.abo4326>
- Campbell, B., Berrada, A., Hudalla, C., Amaducci, S., McKay, J. K. (2019). Genotype Environment Interactions of Industrial Hemp Cultivars Highlight Diverse Responses to Environmental Factors. *Agrosystems, Geosciences Environment*, 2(1), 180057. <https://doi.org/10.2134/age2018.11.0057>
- Campos, L. (2022). *Colección y caracterización morfológica de entradas de olluco (Ullucus tuberosus L.) instaladas ex situ en condiciones agroecológicas de la localidad de Huachaj distrito de Huacrachuco – Marañon - 2020*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Hermilio Valdizan, Huanuco - Perú]. Repositorio institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7822>
- Cantaro, H., Huaranga, A., Zúñiga, D., Cantaro, H., Huaranga, A., Zúñiga, D. (2019). Efectividad simbiótica de dos cepas de *Rhizobium* sp. En cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Perú. *Idesia (Arica)*, 37(4), 73-81. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000400073>
- Celestino, M. (2023). *Efecto de cuatro abonos foliares en el rendimiento del cultivo de la caigua (Cyclanthera pedata) en el distrito de Monobamba*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco - Perú]. Repositorio institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3278>

- Cereda, P., Vilpoux, F. (2023). Chapter Introduction Overview of research on underground starchy crops of South American origin. En M. Pascoli Cereda O. François Vilpoux (Eds.), *Varieties and Landraces* (Vol. 2, pp. 1-18). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90057-7.00012-7>
- Chauhan, V., Mallick, S., Pati, K., Nedunchezhiyan, M. (2022). *Status and Importance of Underexploited Tuber Crops in Relation to Nutritional Security and Economic Prosperity* (pp. 246-264).
- Drucker, G., Ramirez, M. (2022). *Application of Four Cell Method prioritisation to orient government conservation strategy and PACS interventions on potato and tuber crops in 4 Peruvian regions*. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/117587>
- Escobar, S. 2015. *Respuesta del cultivo de fréjol caraota (Phaseolus vulgaris L.) la aplicación foliar complementaria de tres bioestimulantes Tumbaco, Pichincha (en línea)*. Tesis Ing. Agrónomo. Quito, Ecuador. 132p. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4547/1/T- UCE-0004-13.pdf>
- Fajardo, L. (2022). Size, color, and freshness: Standards and heritage of native potatoes in Peru. *Food and Foodways*, 30(3), 165-184. <https://doi.org/10.1080/07409710.2022.2089826>
- Fox, A., Fowkes, R., Skelton, A., Harju, V., Buxton, A., Kelly, M., Forde, S., Pufal, H., Conyers, C., Ward, R., Weekes, R., Boonham, N., Adams, P. (2019). Using high-throughput sequencing in support of a plant health outbreak reveals novel viruses in *Ullucus tuberosus* (Basellaceae). *Plant Pathology*, 68(3), 576-587. <https://doi.org/10.1111/ppa.12962>
- Garcia, E. (2021). “*Evaluación bromatológica del olluco silvestre (Ullucus tuberosus subsp. Aborigineus) Procedente del distrito de ticrapo para su uso agroindustrial*”. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3791>

- Goicochea, R., Carolim, M., Teodoro, C. (2021). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión. *PURIQ*, 2(3). <https://shs.hal.science/halshs-03093532>
- Guevara, H. (2019). La agrobiodiversidad y el consumo de alimentos andinos tradicionales en los mercados de la ciudad de Chota. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4430>
- Hou, P., Liu, Y., Liu, W., Liu, G., Xie, R., Wang, K., Ming, B., Wang, Y., Zhao, R., Zhang, W., Wang, Y., Bian, S., Ren, H., Zhao, X., Liu, P., Chang, J., Zhang, G., Liu, J., Yuan, L., Li, S. (2020). How to increase maize production without extra nitrogen input. *Resources, Conservation and Recycling*, 160, 104913. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104913>
- INEI. (2021). *Producción nacional*. https://www.inei.gob.pe/media/principales_indicadores/10-informe-tecnico-produccion-nacional-ago-2021.pdf
- Lemos, V. (2018). *Potencial agronómico en accesiones de olluco (Ullucus tuberosus Caldas.) del Perú, bajo condiciones climáticas de monte azul - Kichki - Huánuco*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huanuco - Perú]. Repositorio institucional UNHV. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4514/TAG0784L44.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Luziatelli, G., Alandia, G., Rodríguez, P., Manrique, I., Jacobsen, S., Sørensen, M. (2023). Chapter 6 - Ethnobotany of Andean minor tuber crops: Tradition and innovation Oca (*Oxalis tuberosa* Molina Oxalidaceae), Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz Pav. Tropaeoleaceae) and Ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas Basellaceae). En M. Pascoli Cereda

- O. François Vilpoux (Eds.), *Varieties and Landraces* (Vol. 2, pp. 79-100). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90057-7.00009-7>
- Luziatelli, G., Sørensen, M., Jacobsen, S. (2020). Current uses of Andean Roots and Tuber Crops in South American gourmet restaurants. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100270. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100270>
- Manrique, I., Arbizu, C., Vivanco, F., Gonzáles, R., Ramírez, A., Chávez, O., Tay, D., Ellis, D. (2017). *Ullucus tuberosus* Caldas: Colección de germoplasma de ullucu conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP). Centro Internacional de la Papa.
<https://doi.org/10.4160/9789290604822>
- Manrique, L. (2014). *Respuesta del cultivo de melloco rosado (Ullucus tuberosum L.) a la aplicación de cuatro abonaduras orgánicas en el sector de San Antonio de Ibarra, provincia de Imbabura*. [Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Babahoyo, sede el Angel provincia de Carchi - Ecuador]. Repositorio institucional UTB.
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/724/T-UTB-FACIAG-AGR-000129.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Manuel, T., Patricia, G., María, Cristina, B. (2020). *El cubio (mashua): Producción, transformación y beneficios*. Universidad de la Salle.
- Marquez, H. (2019). *Composición nutricional y de mucílago de tres variedades de olluco (Ullucus tuberosus Loz.) para la obtención de chuño de olluco en el distrito de Santo Tomás - Cusco*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Cusco - Perú].
 Repositorio institucional UNSAAC.
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3694>

- Martínez, M. (2023). Comercialización de los principales productos insecticidas en la provincia de Chota – Cajamarca, 2023. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5821>
- Mesía, C., Weber, L. (2023). Starch Analyses on Culinary Equipment from Chavin de Huantar. *Latin American Antiquity*, 1-13. <https://doi.org/10.1017/laq.2023.28>
- MINAGRI. (2021). *Boletín Estadístico de Producción Agrícola, Pecuaria y Avícola | Plataforma Nacional de Datos Abiertos*. <https://www.datosabiertos.gob.pe/node/1260/revisions/2434/view>
- Moe, K., Moh, M., Htwe, Z., Kajihara, Y., Yamakawa, T. (2019). Effects of Integrated Organic and Inorganic Fertilizers on Yield and Growth Parameters of Rice Varieties. *Rice Science*, 26(5), 309-318. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2019.08.005>
- Niu, J., Liu, C., Huang, M., Liu, K., Yan, D. (2021). Effects of Foliar Fertilization: A Review of Current Status and Future Perspectives. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(1), 104-118. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00346-3>
- Quispe, B. (2014). *Comportamiento productivo de tres ecotipos de papalisa (Ullucus tuberosus Caldas.) bajo tres densidades de siembra en la localidad de Quilima, provincia Camacho, departamento de la Paz*. [Tesis de pregrado. Universidad mayor de san Andrés, La Paz - Bolivia]. Repositorio institucional USAB. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/4390>
- Rafael, R., Fustamante, L., Chávarry, K., Ruíz, F., & Arango, Á. (2021). Evaluación de una crema hidratante de olluco (*Ullucus tuberosus*) y linaza (*Linum usitatissimum*): Evaluation of a moisturizing cream made from olluco (*Ullucus tuberosus*) and flaxseed (*Linum*

- usitatissimum*). *Revista Ciencia Nor@ndina*, 4(2), Article 2.
<https://doi.org/10.37518/2663-6360X2021v4n2p85>
- Ramirez-Tixe, E., Salazar, M., Castro, J. (2021). Caracterización socioeconómica y producción agropecuaria de pobladores de Junín-Perú: Socioeconomic characterization and agricultural production of residents of Junín-Peru. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2021v4n1p54>
- Rojas, G., Sanchez, H., Barahona, I., Ayme, V., Segura, M., Jimenez, E. (2020). Alternative inputs for micropropagation of *Solanum tuberosum*, *Ullucus tuberosus* and *Oxalis tuberosa* in semisolid and liquid medium and temporary immersion system. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(2), Article 2. <https://doi.org/10.56369/tsaes.2991>
- Rojas, P. (2019). *Manejo agronómico de (Ullucus tuberosus L.) en Santiago de Chuco, Libertad*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo - Peru]. Repositorio institucional UNITRU. <https://repositorio.unitru/handle/sunedu/2992967>
- Sánchez, S., Sánchez, S., Solanilla, J. F., Herrera, R. (2023). Andean Tubers, Morphological Diversity, and Agronomic Management: A Review. *Plant Science Today*, 10(sp2), Article sp2. <https://doi.org/10.14719/pst.2504>
- Saquee, S., Diakite, S., Kavhiza, J., Pakina, E., Zargar, M. (2023). The Efficacy of Micronutrient Fertilizers on the Yield Formulation and Quality of Wheat Grains. *Agronomy*, 13(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020566>
- Scott, G. (2021). A review of root, tuber and banana crops in developing countries: Past, present and future. *International Journal of Food Science Technology*, 56(3), 1093-1114. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14778>

Xu, X., Du, X., Wang, F., Sha, J., Chen, Q., Tian, G., Zhu, Z., Ge, S., Jiang, Y. (2020). Effects of Potassium Levels on Plant Growth, Accumulation and Distribution of Carbon, and Nitrate Metabolism in Apple Dwarf Rootstock Seedlings. *Frontiers in Plant Science*, *11*, 904. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00904>

ANEXOS

Anexo 1

Promedios del peso total ($t\ ha^{-1}$) del cultivo de olluco.

Bloques	Testigo	Fertifol	Super abono	Nitromax	Oligomix -co
I	5,30	6,45	5,59	5,91	7,40
II	5,51	5,99	7,07	7,24	6,94
III	4,97	6,35	5,59	5,98	6,85
Promedio:	5,26	6,26	6,08	6,38	7,06

Anexo 2

Promedios del peso comercial ($t\ ha^{-1}$) del cultivo de olluco.

Bloques	Testigo	Fertifol	Super abono	Nitromax	Oligomix -co
I	4,18	4,67	4,27	3,88	5,43
II	3,46	4,67	5,60	5,17	5,13
III	3,36	4,69	4,37	3,84	5,43
Promedio:	3,67	4,68	4,75	4,30	5,33

Anexo 3

Promedios del peso no comercial ($t\ ha^{-1}$) del cultivo de olluco.

Bloques	Testigo	Fertifol	Super abono	Nitromax	Oligomix-co
I	1,12	1,78	1,32	2,03	1,97
II	2,05	1,32	1,47	2,07	1,81
III	1,61	1,66	1,22	2,14	1,42
Promedio	1,59	1,59	1,34	2,08	1,73

Anexo 4

Promedios del número de tubérculos por planta del cultivo de olluco.

Bloques	Testigo	Fertifol	Super abono	Nitromax	Oligomix-co
I	57,00	60,50	62,20	55,00	78,00
II	58,20	43,00	60,50	74,50	50,50
III	60,50	73,00	53,75	69,25	60,25
Promedio	58,57	58,83	58,82	66,25	62,92

Anexo 5

Datos transformados con \sqrt{x} del número de tubérculos por planta.

Bloques	Testigo	Fertifol	Super abono	Nitromax	Oligomix-co
I	7,55	7,78	7,89	7,42	8,83
II	7,63	6,56	7,78	8,63	7,11
III	7,78	8,54	7,33	8,32	7,76
Promedio	7,65	7,63	7,67	8,12	7,90

Anexo 6

Promedios de la altura de planta (cm) del cultivo de olluco

Bloques	Testigo	Fertifol	Super abono	Nitromax	Oligomix-co
I	62,50	66,75	70,10	73,00	71,00
II	53,25	61,00	72,50	68,75	53,50
III	49,50	56,00	50,25	55,00	57,00
Promedio	55,08	61,25	64,28	65,58	60,50

Anexo 7

Informe de ensayo de análisis de suelo



INFORME DE ENSAYO N° 050277-22/SU/BAÑOS DEL INCA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : LUIS IVAN SEMPETEGUI ROJAS
 Propietario / Productor : LUIS IVAN SEMPETEGUI ROJAS
 Dirección del cliente : AV SAN MARTIN S/N - CAJAMARCA
 Solicitado por : Cliente
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 1
 Producto declarado : Suelo Agrícola
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) : QUINUA - CHOTA - CAJAMARCA
 Fecha(s) de muestreo : No proporcionado por el cliente
 Fecha de recepción de muestra(s) : 04/05/2022
 Lugar de ensayo : LABSAF Baños del Inca
 Fecha(s) de análisis : 06/05/2022
 Cotización del servicio : 0112-EEABI-2022
 Fecha de emisión : 24/05/2022

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1		
Código de Laboratorio	SU0415-EEBI-22		
Matriz Analizada	Suelo		
Fecha de Muestreo	NI		
Hora de inicio de Muestreo (h)	NI		
Condición de la muestra	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			
Ensayo	Unidad	LC	Resultados
pH	unid. pH	--	4.43
Aluminio	%	--	1.50
Materia Orgánica	%	--	8.47
Fósforo	ppm	--	17.17
Potasio	ppm	--	202
Análisis de Textura			
Arena	%		52
Limo	%		8
Arcilla	%		40
Clase Textural			ARCILLO ARENOSO
Parametros Hídricos			
CC	%	--	24.18
PMP	%	--	13.58
AD	%	--	10.60
D ap	%	--	1.35

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.10 AS-10. 2000. Determinación de Fósforo.
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.2.6 AS-19. 2000. Determinación de Potasio.
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9 AS-09. 2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Aluminio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. ítem 7.3.29 AS-33. 2000. Aluminio intercambiable.

IV. CONSIDERACIONES

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



FIN DE INFORME DE ENSAYO

LABSAF EEABI
 Dirección: Jr. Wiracocha S/N Baños del Inca-Cajamarca
 Telf. 076-612045
 Email: labsafbi_informes@inia.gob.pe

RECOMENDACIONES

Código de Muestra	Cultivo a Instalar	Cantidades de Nutriente				ESTIERCOL	
		N2	P2O5	K2O	CAL	Tn/ha	Tn/ha
SU0415-EEBI-22	PAPA	95	120	110	2.00		

PLAN DE FERTILIZACION QUIMICA

PLAN DE ABONO ORGANICO



COMENTARIOS:

Anexo 8

Catálogo fotográfico del trabajo en la comunidad de la Quinua-Chota.

Figura 8

Delimitación de parcelas y surcos en el área de investigación



Figura 9

Abono foliar Oligomix – Co



Figura 10

Abono foliar Nitromax



Figura 11

Abono foliar Super abono 20 – 20 – 20



Figura 12

Abono foliar Fertifol 11.8.6



Figura 13

Encalado del suelo



Figura 14

Siembra y Deshierbo



Figura 15

Aporque y fumigación



Figura 16

Medición de altura y cosecha del olluco



Figura 17

Conteo y peso de los tubérculos de olluco

