



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Efecto de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como
fertilizante para la producción de *Raphanus sativus***

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Guillen Salcedo, Everly Karina (ORCID: 0000-0003-3094-9236)

Tecsi Solórzano, Shianell (ORCID: 0000-0002-5440-2238)

ASESOR:

Mg. Sc. Pillpa Aliaga, Freddy (ORCID: 0000-0002-8312-6973)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, a nuestros queridos padres y familia cercana por su inmenso amor, confianza y paciencia, porque siempre estuvieron a nuestro lado brindándonos su apoyo, consejos y por anhelar lo mejor para nuestras vidas.

Agradecimiento

Gracias a nuestros padres: Melba Salcedo, Soraya Solórzano y Emilio Tecsi por ser los principales impulsores de nuestros sueños, por depositar su confianza y creer en nosotras, por las sugerencias, principios y valores inculcados a lo largo de nuestras vidas.

Agradecemos a nuestros familiares Consuelo Paredes, Francisco Salcedo, Emilio Salcedo, Franco Salcedo, Rossy Salcedo, Phool Salcedo, Andrés Salcedo, Máxima Chirinos, Viviana Solórzano, María Jesús Tecsi y Nick Pool Tecsi quienes fueron nuestra mayor fortaleza durante este proceso.

De igual manera agradecemos al Ing. M. Sc. Víctor Nina, Ing. Virgilio Yallercco, Ing. Juan José Zúñiga, Ing. Atilio Sarmiento y al Mg. Sc. Freddy Pillpa por todo el apoyo brindado y por los conocimientos transmitidos.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de ilustraciones	vi
Índice de abreviaturas	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2 Variable y operacionalización.....	12
3.3 Población, muestra y muestreo.....	12
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	13
3.5 Procedimientos.....	14
3.6 Método de análisis de datos.....	16
3.7 Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS	48

Índice de tablas

Tabla 1. Composición química de la Harina de Cuernos y Pezuñas	9
Tabla 2. Contenido de nutrientes de algunos residuos orgánicos	9
Tabla 3. Resultados de los análisis químicos.....	17
Tabla 4. Datos de las variables agronómicas del <i>Raphanus sativus</i>	18
Tabla 5. Descriptivos del diámetro del bulbo (cm)	19
Tabla 6. Análisis de varianza para el parámetro de diámetro del bulbo expresado en centímetros.....	19
Tabla 7. Comparaciones múltiples de Tukey del diámetro del bulbo.....	21
Tabla 8. Datos de la prueba estadística Tukey en el diámetro del bulbo (cm).....	22
Tabla 9. Tabla cruzada entre diámetro del bulbo (cm) y tratamientos.....	23
Tabla 10. Pruebas de Chi-cuadrado entre tratamientos y diámetro del bulbo.....	24
Tabla 11. Descriptivos de la altura de la planta (cm)	25
Tabla 12. Análisis de varianza para el parámetro de altura de la planta expresado en centímetros.....	25
Tabla 13. Comparaciones múltiples de Tukey de la altura de la planta	27
Tabla 14. Datos de la prueba estadística Tukey en la altura de la planta (cm).....	28
Tabla 15. Tabla cruzada entre altura de la planta (cm) y tratamientos.....	29
Tabla 16. Pruebas de Chi-cuadrado entre tratamientos y altura de la planta.....	30
Tabla 17. Descriptivos del número de hojas	31
Tabla 18. Análisis de Varianza para el parámetro del número de hojas	31
Tabla 19. Comparaciones múltiples de Tukey del número de hojas	33
Tabla 20. Datos de la prueba estadística Tukey del número de hojas	34
Tabla 21. Tabla Cruzada del número de hojas y tratamientos	35
Tabla 22. Pruebas de Chi-cuadrado entre tratamientos y número de hojas	36
Tabla 23. Matriz de operacionalización de variables	50
Tabla 24. Variables agronómicas del <i>Raphanus sativus</i> - Tratamiento 0 (Testigo absoluto) ..	52
Tabla 25. Variables agronómicas del <i>Raphanus sativus</i> - Tratamiento 1 (5 g de HCP)	53
Tabla 26. Variables agronómicas del <i>Raphanus sativus</i> - Tratamiento 2 (10 g de HCP)	54
Tabla 27. Variables agronómicas del <i>Raphanus sativus</i> - Tratamiento 3 (15 g de HCP)	55
Tabla 28. Datos de las variables agronómicas del <i>Raphanus sativus</i> - T0	57
Tabla 29. Datos de las variables agronómicas del <i>Raphanus sativus</i> - T1	58
Tabla 30. Datos de las variables agronómicas del <i>Raphanus sativus</i> - T2	59
Tabla 31. Datos de las variables agronómicas del <i>Raphanus sativus</i> - T3	60

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama del proceso de HCP.....	15
Ilustración 2. Diámetro del bulbo (cm) según tratamientos	23
Ilustración 3. Altura de la planta (cm) según tratamientos.....	29
Ilustración 4. Número de hojas según tratamientos	35
Ilustración 5. Análisis fisicoquímico del HCP y muestras de suelo con aplicación y sin aplicación de HCP.....	61
Ilustración 6. Materia prima (cuernos y pezuñas de bovino).....	62
Ilustración 7. Pesaje de la materia prima	62
Ilustración 8. Secado en estufa de los cuernos y pezuñas de bovino	63
Ilustración 9. Hidrolización de proteínas de los cuernos y pezuñas de bovino	63
Ilustración 10. Molienda de los cuernos y pezuñas de bovino.....	64
Ilustración 11. Tamizaje del HCP en malla N° 16	64
Ilustración 12. Instalación de las parcelas experimentales.....	65
Ilustración 13. Cercado de las parcelas experimentales	65
Ilustración 14. Fertilización a diferentes concentraciones	66
Ilustración 15. Plantas de <i>Raphanus sativus</i> en desarrollo.....	66
Ilustración 16. Plantas de <i>Raphanus sativus</i> en el tratamiento 0 (Testigo absoluto).....	67
Ilustración 17. Plantas de <i>Raphanus sativus</i> en el tratamiento 1 (5 g de HCP).....	67
Ilustración 18. Plantas de <i>Raphanus sativus</i> en el tratamiento 2 (10 g de HCP)	68
Ilustración 19. Plantas de <i>Raphanus sativus</i> en el tratamiento 3 (15 g de HCP)	68
Ilustración 20. Diferencias entre los tratamientos	69
Ilustración 21. Planta de <i>Raphanus sativus</i> en el tratamiento 0 (Testigo absoluto).....	69
Ilustración 22. Planta de <i>Raphanus sativus</i> en el tratamiento 3 (15 g de HCP)	70
Ilustración 23. Cosecha (Día 45)	70

Índice de abreviaturas

HCP	: Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino
SENASA	: Servicio Nacional de Sanidad Agraria
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
H. P	: Altura de la planta
Nº H	: Número de hojas
D. B	: Diámetro del bulbo
cm	: Centímetros
N	: Nitrógeno
P	: Fósforo
K	: Potasio
T0	: Tratamiento 0 (Testigo absoluto)
T1	: Tratamiento 1 (5 g de HCP)
T2	: Tratamiento 2 (10 g de HCP)
T3	: Tratamiento 3 (15 g de HCP)

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante para la producción de *Raphanus sativus*. El procedimiento que se siguió para la elaboración del fertilizante fue selección y limpieza, cocción simple, desprendimiento de la clavija ósea, hidrolización de las proteínas presentes en los cuernos y pezuñas, molienda y tamizaje, seguido por la aplicación del fertilizante a concentraciones de 5 g, 10 g y 15 g y un testigo absoluto (sin aplicación de HCP) en parcelas experimentales de 2 m x 2 m (4 m²) ubicadas en el Sector Andén Andén – Larapa; se utilizó el *Raphanus sativus* como indicador de crecimiento donde se evaluó diámetro del bulbo, altura de la planta y número de hojas. En la evaluación del ensayo se realizó un Diseño Completo al Azar (DCA), el cual estuvo constituido por 4 tratamientos, incluyendo al testigo absoluto y 5 repeticiones. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor con la prueba de comparación Tukey al 0.05% de significancia. Se determinó que el T3 (15 g de HCP) presentó la mejor concentración del fertilizante, dando mejores resultados en la producción de *Raphanus sativus*.

Palabras clave: Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino, fertilizante, producción de *Raphanus sativus*.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of bovine horn and hoof meal as a fertilizer for the production of *Raphanus sativus*. The procedure followed for the preparation of the fertilizer was selection and cleaning, simple cooking, detachment of the bone plug, hydrolyzing the proteins present in the horns and hooves, grinding and screening, followed by the application of the fertilizer at concentrations of 5 g , 10 g and 15 g and an absolute control (without application of HCP) in experimental plots of 2 mx 2 m (4 m²) located in the Anden Anden - Larapa Sector; *Raphanus sativus* was used as a growth indicator where bulb diameter, plant height and number of leaves were evaluated. In the evaluation of the trial, a Complete Random Design (DCA) was carried out, which consisted of 4 treatments, including the absolute control and 5 repetitions. With the data obtained, a one-way analysis of variance (ANOVA) was performed with the Tukey comparison test at 0.05% significance. It was determined that T3 (15 g of HCP) presented the best fertilizer concentration, giving better results in the production of *Raphanus sativus*.

Key words: Bovine horn and hoof meal, fertilizer, *Raphanus sativus* production.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú uno de los dilemas más cuestionados es la generación de importantes volúmenes de residuos sólidos producto del proceso de faenado de los animales. El país cuenta con 358 camales municipales, de las cuales el 26% están autorizadas y solo el 1% reúne las condiciones y el nivel técnico adecuado, lo que representa 4 camales en todo el ámbito nacional (Ministerio de Agricultura, 2006, p. 42).

Cun & Álvarez (2017, p. 336) mencionaron que la cantidad promedio y el tipo de desperdicio que producen los bovinos adultos sacrificados, es de un peso promedio de 375 libras (100% del peso vivo), donde el 31% corresponde a los productos líquidos residuales como el contenido del rumen y el sistema gastrointestinal, sangre, orina y agua del aseo del animal y sólidos (huesos, tejidos, grasas y heces), del mismo modo se cuenta con data de los residuos que genera la ganadería bovina; pudiéndose identificar que el 16% de la producción total son los residuos como sangre, pezuñas, cuernos y excretas (Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - OEEE, 2011, como se citó en Porras & Gonzales, 2016, p. 100). De acuerdo a Document (2015, p. 1) solo una pequeña parte de los cuernos y pezuñas se logra reutilizar en la producción de artesanías.

Por tanto, si no existe una correcta gestión ambiental de los residuos sólidos, se generaría graves problemas de contaminación ambiental (malos olores, contaminación al suelo, contaminación de cuencas hídricas por descarga de aguas residuales sin previo tratamiento, propagación de enfermedades, entre otras). Estos residuos de origen orgánico a la actualidad no cuentan con una correcta disposición final hacia un lugar autorizado por alguna autoridad competente.

De acuerdo a lo señalado por Document (2015, p. 1) los cuernos y pezuñas de ganado bovino son subproductos con una alta concentración de queratina; si la materia prima se procesa para debilitar su estructura y luego se muele, se obtendrá una harina rica en nitrógeno, que podrá utilizarse como fertilizante. Si no se utilizan estos subproductos, se perderá un valioso potencial fertilizante. Aguirre & Alegre

(2015, p. 159) refieren que los cuernos y pezuñas de bovino tienen un contenido promedio de 13.58% de Nitrógeno, en comparación de otros fertilizantes provenientes de fuentes orgánicas. El uso de estos fertilizantes orgánicos no convencionales es una técnica que se ha mejorado en los últimos años como una opción en el sector agrario (Aguirre, 2016, p. 5).

A partir de la realidad problemática presentada se planteó el problema general de la investigación que fue ¿Cuál es el efecto de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante para la producción de *Raphanus sativus*? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿Cuál es la concentración de macronutrientes primarios de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino?
- **PE2:** ¿Cuál es la concentración adecuada de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante para la producción de *Raphanus sativus*?

Es así que este proyecto procura establecer qué concentración del fertilizante logra obtener mejores resultados en la producción de *Raphanus sativus*, de tal manera que estos resultados puedan ser utilizados como base para futuras investigaciones relacionadas a la elaboración de fertilizantes utilizando residuos orgánicos como son los cuernos y pezuñas de bovino.

Así mismo el proyecto parte de la necesidad de querer contribuir en la solución de uno de los principales problemas ambientales provocados por los residuos sólidos como consecuencia del proceso de faenado de animales y más aún cuando estos no cuentan con una disposición final adecuada, por eso se busca aprovechar especialmente los residuos sólidos orgánicos como los cuernos y pezuñas de los bovinos generados en los camales.

El uso de los residuos orgánicos producidos en el faenado de animales debe verse como una opción de fertilización a largo plazo, con el fin de proteger el ambiente y conservar la fertilidad del suelo, siendo una alternativa viable a la fertilización mineral

(Sosa, Orcellet & Gambaudo, 2016, p. 18); así mismo, la Agencia Extremeña de la Energía (2007, p. 15) señaló que el aprovechamiento de residuos orgánicos es buen ejemplo de reciclaje de nutrientes y si se usa adecuadamente puede minimizar la utilización de grandes cantidades de fertilizantes minerales. De esta forma, se ayuda a resolver el problema del ganadero, generando un ahorro para el agricultor y se lograría una mejor gestión ambiental.

En ese sentido el objetivo general fue evaluar el efecto de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante para la producción de *Raphanus sativus*. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Analizar la concentración de macronutrientes primarios de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino.
- **OE2:** Analizar los parámetros fisicoquímicos del suelo.
- **OE3:** Determinar la concentración adecuada de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante para la producción de *Raphanus sativus*.
- **OE4:** Evaluar las variables agronómicas en el cultivo de *Raphanus sativus*.

En cuanto a la hipótesis general se planteó que la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante tendrá un efecto positivo en la producción de *Raphanus sativus*. Las hipótesis específicas fueron:

- **HE1:** La Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino presenta concentraciones de N, P y K para el crecimiento de *Raphanus sativus*.
- **HE2:** Existen diferencias significativas entre los tratamientos en las concentraciones de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante con respecto al testigo.
- **HE3:** Las variables agronómicas evaluadas en el cultivo de *Raphanus sativus* presentan diferencias considerables.

II. MARCO TEÓRICO

Mazariegos (2017) evaluó el efecto del bocashi, gallinaza, compost y lombricompost en la productividad del cultivo de camote. Utilizó un Diseño de Bloques al Azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Como resultado de la investigación concluyó que el compostaje es la mejor manera de producir camotes pequeños y medianos y el lombricompost para la producción de camotes grandes.

Ochoa (2015) evaluó el crecimiento y desempeño del cultivo de rábano, utilizó compost, biofertilizante y urea 46%. Empleó un Diseño de Bloques Completo al Azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Concluyó que los mejores resultados se obtuvieron con el compostaje porque mejoró la textura, aireación, porosidad del suelo y ayudó en la fijación de nitrógeno. Sugirió evaluar el impacto de estos fertilizantes orgánicos en otras variedades de rábano y otros cultivos actuales.

Huaca (2013) determinó la eficacia de agregar fertilizantes de origen animal en el cultivo de haba. Utilizó un Diseño de Bloques Completo al Azar, con 7 tratamientos y 3 repeticiones con Bovinaza y Gallinaza (4, 8 y 12 T/ha) y un testigo, sujetos a un análisis de varianza con la prueba de Tukey. Concluyó que el cultivo de haba logró magníficos resultados con la Gallinaza de 12,0 t/ha. Recomienda probar otras variedades de haba empleando diferentes dosis de fertilización orgánica.

Ramírez y Pérez (2006) evaluaron el potencial de los biosólidos en el cultivo de rábano. Utilizaron Bloques Completos al Azar, considerando 5 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos comprenden las siguientes dosis: 100 %, 75 %, 50 %, 25 % de biosólido y un testigo. En conclusión, los biosólidos en la agricultura proveen gran cantidad de nutrientes y materia orgánica, pero también existen metales pesados que disminuyen la producción del cultivo de rábano.

Armas (2019) evaluó el uso de la harina de cuernos y pezuñas de ganado bovino (HCP) como abono no convencional. Utilizó un Diseño Completo al Azar y una fertilización con HCP, urea, gallinaza, compost, humus y un testigo, consideró 10

repeticiones. En su análisis obtuvo 14.80 % de nitrógeno siendo apta como fuente nitrogenada de abono no convencional. Recomienda repetir el experimento probando nuevas dosis de HCP y la interacción con otros abonos orgánicos.

Cabos *et al.* (2019) evaluaron las concentraciones de NPK del biol y biosol para observar si existe diferencia entre ambos. Las aguas residuales se prepararon a partir de estiércol fresco de vaca, utilizaron el método estadístico T-student. Los resultados mostraron que no existe diferencia significativa entre los componentes de cada tipo de agua residual, por lo que la concentración de los dos es la misma.

Chipana (2019) utilizó la harina de cuernos y pezuñas de bovino (HCP) como fertilizante para mejorar el crecimiento del maíz. Realizó 10 tratamientos con 2 testigos y cada tratamiento y control se repitieron 4 veces. En conclusión, la harina de cuernos y pezuñas de bovino presenta un aporte potencial de nitrógeno con un 15.57 %, haciendo del HCP una fuente potencial de nitrógeno para las plantas.

Saldaña (2018) buscó probar el efecto del fertilizante elaborado con despojos de pescado sobre la fertilidad del suelo y el crecimiento del pimiento. Utilizó dos diseños bifactoriales: la concentración del biofertilizante aplicado al suelo y el crecimiento del cultivo bajo diferentes dosis del biofertilizante. Después de haber evaluado concentraciones de 5%, 10% y 15% del fertilizante en el suelo, concluyó que el fertilizante tiene un efecto favorable en la fertilidad del suelo y el resultado es el crecimiento de los pimientos. Recomendó que el pimiento se evalúe hasta el rendimiento, para obtener datos más exactos sobre los efectos del biofertilizante.

Barandrirán (2017) estudió el impacto del estiércol, guano de isla, biofertilizante y fertilizante químico en el rendimiento de cuatro variedades de quinua. Utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con 5 tratamientos por cada variedad, teniendo un total de 20 tratamientos y cada uno con 3 repeticiones. De este modo concluyó que el estiércol es el mejor tratamiento.

Oliva *et al.* (2017) estudiaron tres abonos orgánicos sobre el rendimiento del repollo, a través de un Diseño Completamente Aleatorio. Utilizaron 4 tratamientos: T1 (sin abono), T2 (con humus de lombriz), T3 (con bokashi) y T4 (con guano de isla), con 4 repeticiones cada una. Concluyeron que el guano de isla presentó las mejores particularidades nutricionales entre todos los abonos empleados.

Aguirre y Alegre (2015) compararon la utilización de harina de cuernos y pezuñas de bovino (HCP) y de residuos hidrolizados (RH) del sector pesquero, con un fertilizante de origen mineral en el cultivo de maíz. Encontraron que el mayor rendimiento de biomasa y grano es para NPK, HCP+PK y RH+NPK y bajos rendimientos para los RH. Concluyeron que la HCP actúa como fuente potencial de nitrógeno; sin embargo, se requiere estudiar más a fondo la utilización de RH.

Document (2015) evaluó la utilización de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino (HCP) como abono orgánico. Utilizó el maíz como planta indicadora. Para obtener el HCP se realizaron tres tratamientos diferentes: 1.- Cocción simple, 2.- Tratamiento con detergente y 3.- Tratamiento enzimático. Concluyó que la HCP debe ser considerada como fertilizante potencialmente nitrogenado con un 15%. Recomendó realizar investigaciones para obtener HCP a escala industrial, por medio de tratamientos que minimicen el olor u otras cuestiones ambientales.

Mora (2015) evaluó los efectos de diferentes concentraciones de fertilizantes minerales y orgánicos en cultivos de café. Empleó un diseño metodológico de 3 tratamientos con 3 repeticiones y un testigo en un periodo de dos años, aplicando el fertilizante dos veces por año. Concluyendo que la aplicación de fertilizantes orgánicos y minerales influyen en las características químicas del suelo.

Mosquera *et al.* (2015) evaluaron los efectos del bokashi, lombricompost y fertilización orgánica tradicional en cultivos de café. Utilizaron el Diseño de Bloques Completos al Azar. Concluyeron que cuando se utilizan fertilizantes orgánicos, se pueden obtener los mismos o mejores resultados en comparación con la fertilización tradicional en el área de estudio.

González *et al.* (2013) evaluaron el efecto de diferentes concentraciones de fertilizantes orgánicos. Establecieron un experimento factorial 4x3; 14 tratamientos, 12 con gallinaza, cachaza-1, cachaza-2 y pinzote y concentraciones del 1, 2 y 3 %, se comparó con 2 tratamientos de control (uno con urea y otro de control). Concluyeron que la gallinaza a una concentración de 2 % estimula el crecimiento de la planta de *Citrange troyer* en condiciones de vivero.

Los camales son lugares en el cual se sacrifican los animales (Ruiz, 2011, p. 9). Con respecto al sacrificio de animales de consumo, debe realizarse en un camal con permiso de SENASA (Ministerio de Agricultura - SENASA, 2012, p. 3). Los residuos orgánicos aprovechables de los animales, son: sangre, huesos, pezuñas, cuernos y estiércol (Reglamento Tecnológico de Carnes. Decreto Supremo N° 22-95-AG, s.f, p. 23). Por otra parte Rafael (2015, p. 1) indica que luego de tratar técnicamente los desechos de camales, se reduce el porcentaje de residuos.

Según el Capítulo XXIV Decreto Nacional N° 4238/68 (2015, p. 9) asta es el estuche córneo de la prolongación ósea del hueso frontal que tienen algunos rumiantes, el cuerno es el asta con la prolongación ósea del hueso frontal y la harina de astas es el producto obtenido de la trituración de astas deshidratadas, limpias y sin cuerpos extraños; según Arteaga (2011, p.19) los cuernos son fuentes de nitrógeno no proteico y son utilizados para enriquecer abonos. En cuanto a las pezuñas se definen como el estuche córneo que recubre la tercera falange de los miembros de los artiodáctilos y perisodáctilos, mientras que la harina de pezuñas se obtiene triturando pezuña deshidratada y libre de materias extrañas (Capítulo XXIV. Decreto Nacional N° 4238/68, 2015, p. 9).

De acuerdo a lo señalado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO (2002, p. 33) los fertilizantes son cualquier material natural o sintético, que contenga al menos 5% de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P₂O₅, y K₂O). Si hay un suministro adecuado de nutrientes, los cultivos pueden producir mayores rendimientos. Sin embargo, si hay escasez de un solo nutriente esencial, el crecimiento de las plantas estará restringido y el

rendimiento de los cultivos será bajo. Por tanto, usando fertilizantes, la productividad de los cultivos se pueden duplicar o incluso triplicar (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, 2002, p. 3).

Los nutrientes primarios deben ser suministrados en mayores proporciones para el desarrollo de las plantas, así como:

El nitrógeno es fundamental para el crecimiento de la planta. Suple de 1 – 4 % del extracto seco de la planta. Asimilado del suelo en forma de nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, 2002, p. 8). Según Barcelo *et al.* (1985, p. 780) el nitrógeno es imprescindible en la síntesis de clorofila, cumpliendo un rol muy importante en la fotosíntesis. También Salcedo (2016, p. 1) refiere que el nitrógeno forma proteínas, por lo que es necesario para el desarrollo de las plantas y para Cirilo (2004, p. 9) su existencia en el suelo es vital para el desarrollo de las mismas. En cuanto a la deficiencia del nitrógeno, Pérez (2017, p. 22) menciona que las plantas que crecen con niveles inferiores de nitrógeno tendrán un color verde claro y presentarán una clorosis. También Navarro y Navarro (2003, p. 180) señalan que la planta se desarrolla menos y existe un descenso en la productividad.

El fósforo en la planta representa entre el 0,1% y el 0,4% del extracto seco de la planta y desempeña un valioso rol en la transmisión de energía (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, 2002, p. 8). Así mismo Barcelo *et al.* (1985, p. 780) muestra que el fósforo es beneficioso para la floración y la maduración del fruto. No obstante Navarro y Navarro (2003, p. 231) describen que los síntomas de la deficiencia de fósforo provocan un crecimiento anormal del sistema aéreo y radicular de las plantas. También Pérez (2017, p. 61) menciona que el color de las hojas de las plantas es verde oscuro o azul verdoso.

El Potasio suple del 1 - 4 % del extracto seco de la planta, mejora el estado hídrico e incrementa su tolerancia a la sequía, heladas y la salinidad (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, 2002, p. 8). Por otra

parte, Pérez (2017, p. 40) refiere que el síntoma ante la deficiencia de potasio es la manifestación de un moteado de manchas cloróticas y la presencia de zonas necróticas en la punta de las hojas.

Gros y Domínguez (1992, p. 153) mencionan que los abonos orgánicos nitrogenados deben presentar al menos 3% de nitrógeno orgánico de origen exclusivamente vegetal o animal. En la Tabla 1, se muestra la composición química de la HCP.

Tabla 1. Composición química de la Harina de Cuernos y Pezuñas

Harina de cuernos y pezuñas	
pH	6.20
CE (dS/m)	10.90
Materia orgánica	96.52 %
N	13.58 %
P ₂ O ₅	0.16 %
K ₂ O	0.32 %

Fuente: Aguirre y Alegre (2015, p. 159)

Guerrero (1993) y Aguirre (2016, p. 14) caracterizaron diferentes residuos procedentes de fuentes orgánicas; en la Tabla 2 se aprecia el contenido de nutrientes de estos materiales.

Tabla 2. Contenido de nutrientes de algunos residuos orgánicos

Material	Nitrógeno %	Fósforo %	Potasio %
Harina de sangre	15	1.3	0.7
Harina de huesos	4.0	22	0.2
Estiércol de vaca fresca	3.0	0.2	0.4
Estiércol de vaca seco	0.6	0.4	0.4
Harina de pescado	10	3.0	0.0
Pezuña y cuerno	13	1.5	0.0
Estiércol equino fresco	0.4	0.2	0.4
Estiércol equino seco	0.7	0.5	0.6
Estiércol de oveja	0.7	0.4	0.3
Paja	0.6	0.3	0.9
Cabello humano	12.2	0.075	0.13
Pelo de cuy	13.0	0.02	0.06
Lana de carnero	13.2	0.035	0.22
Estiércol de camélido	1.46	0.64	0.99

Fuente: Guerrero (1993) y Aguirre (2016, p. 14)

El rábano (*Raphanus sativus* L.) es una hortaliza de origen chino y se cultiva por sus raíces comestibles (Maroto, 1995, p. 33). Es un cultivo de tamaño pequeño y de corto periodo vegetativo. Gosálbez (2011, "Cómo y cuándo cultivar el Rábano", párr. 9 y 10) indica que, en buenas condiciones de siembra, pasada una semana y media se podrá ver las primeras plántulas y a los 30 días se puede cosechar.

Taxonomía y morfología según INFOAGRO (1997, "Taxo y Morfo", párr. 2):

-Familia: Cruciferae.

-Nombre científico: *Raphanus sativus* L.

-Sistema radicular: Raíces carnosas de color rojo, blanco y rojiblancos.

-Hojas: Piloso, con 1-3 pares de nudos laterales con bordes dentales irregulares.

-Flores: Racimos abiertos, los pétalos son blancos, rosados o amarillentos.

-Frutos: Semillas rosadas, casi esféricas; cada fruto tiene de 1 a 10 semillas.

El ciclo de crecimiento va desde 20 días hasta más de 70 días. La temperatura ideal es entre 18 – 22 °C. Aunque prefiere suelos arcillosos y neutros, es apto para cualquier tipo de suelo (INFOAGRO, 1997, "Requerimientos edáficos", párr. 3).

Una de las limitantes que restringe la producción de la mayoría de plantas es la salinización del suelo, provocada de forma natural o la saturación de sal del suelo por abuso de fertilizantes. Esta situación afectará seriamente la fisiología de la planta, resultando en la restricción del desarrollo de la misma, lo que se refleja en el rendimiento de la cosecha final (Africano & Pinzón, 2014, p. 11).

Según Acevedo (2007, como se citó en Africano & Pinzón, 2014, p. 16) el *Raphanus sativus* es una planta moderadamente sensible a la salinidad tolerando de 1,3 a 3,0 dS/m, el aumento en el crecimiento de área foliar, peso del tubérculo y peso fresco de la raíz aérea pueden indicar que la concentración aplicada y el tiempo de exposición son insuficientes para afectar el crecimiento de la planta, permitiéndole continuar con su desarrollo relativamente normal o potenciar un mecanismo para evitar el estrés salino, de modo que pueda sobrevivir y desarrollarse normalmente.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Para Sarduy (2007, p. 5) la investigación cuantitativa se basa en recopilar, procesar y analizar datos cuantitativos sobre variables previamente identificadas. La investigación cumple con dichas particularidades ya que se recopiló y procesó estadísticamente datos de las variables agronómicas de las plantas de *R. sativus*.

De acuerdo a la naturaleza de la investigación se considera que fue una investigación aplicada dado que se propuso una alternativa que puede resolver el problema de los residuos orgánicos producidos por el faenado de animales, convirtiéndose en un fertilizante nitrogenado; por tanto, se ajusta a las características de la investigación aplicada que menciona Baena (2017, p. 18) que es el de aportar hechos nuevos e información que será valiosa para las teorías.

El diseño de investigación fue experimental, porque según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 129) se manipuló la variable independiente que fue el fertilizante elaborado con Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino para estudiar su efecto sobre la variable dependiente que fue la producción de *Raphanus sativus*. Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual estuvo constituido por 4 tratamientos, incluyendo el testigo absoluto y sus 5 repeticiones. Con la información obtenida se hizo un análisis de varianza (ANOVA) de un factor con la prueba de comparación Tukey al 0.05% de significancia.

El nivel de investigación es explicativo cuando: “Se enfoca en interpretar por qué sucede un fenómeno” (Hernández *et al.*, 2014, p. 30). En ese sentido, la investigación busca explicar cuál es el efecto de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante para la producción de *Raphanus sativus*.

3.2 Variable y operacionalización

3.2.1 Variable independiente

Una variable independiente es manipulada por el investigador (Pérez, 2007, p. 171). En la investigación la variable independiente fue el fertilizante elaborado con Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino.

3.2.2 Variable dependiente

No se manipula la variable dependiente, pero se mide para ver el efecto que la variable independiente tiene en ella (Hernández *et al.*, 2014, p. 131). En la investigación la variable dependiente fue la producción de *Raphanus sativus*.

3.2.3 Operacionalización de variable

Ver Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población se estableció en el área del Sector Andén Andén – Larapa, distrito de San Jerónimo, lugar que presentó cultivos menores de hortalizas, incluyendo el cultivo de *Raphanus sativus*.

3.3.2 Muestra

La muestra estuvo conformada por cuatro parcelas experimentales de 4 m² cada una (2m x 2m). Los tratamientos a diferentes concentraciones de Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino fueron de 5 g, 10 g y 15 g incluyendo el testigo absoluto, donde no se aplicó el fertilizante.

3.3.3 Muestreo

El muestreo de suelo para su posterior análisis químico en laboratorio se realizó mediante la técnica para muestras superficiales con una profundidad de 30 cm, ya que el suelo es de uso agrícola, según la Guía para el Muestreo de Suelos, en el marco del Decreto Supremo N.º 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo 2014.

Para el cultivo de *Raphanus sativus* se tomó datos de las variables agronómicas, como diámetro del bulbo, altura de la planta y número de hojas. La cosecha se realizó a 45 días de la siembra.

3.3.4 Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo conformada por 4 parcelas experimentales con una densidad poblacional de 71 plantas de *R. sativus* para el T1, 71 plantas de *R. sativus* para el T2, 73 plantas de *R. sativus* para el T3 y 74 plantas de *R. sativus* para el T4, teniendo una densidad poblacional total de 287 plantas de *R. sativus*.

3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1 Técnica e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizó fue la observación, porque permitió observar los hechos tal como ocurren, sobre todo aquellos que fueron de interés y se consideraron significativos. El instrumento de recolección de datos fue la guía de observación, ya que permitió determinar de manera objetiva el desempeño de las variables.

3.4.2 Validez y confiabilidad

Para la validación y confiabilidad del análisis que se registró en la guía de observación, se consideró el juicio de investigadores con experiencia profesional y con publicaciones en temas relacionados al tema de investigación.

3.5 Procedimientos

3.5.1 Instalación de tratamientos

Se delimitaron las parcelas experimentales con un área de 4 m² (2m x 2m) cada una, las mismas que fueron sembradas el 29 de octubre del 2020 en el Sector Andén Andén – Larapa del distrito de San Jerónimo, provincia y región Cusco.

3.5.2 Obtención de cuernos y pezuñas de bovino

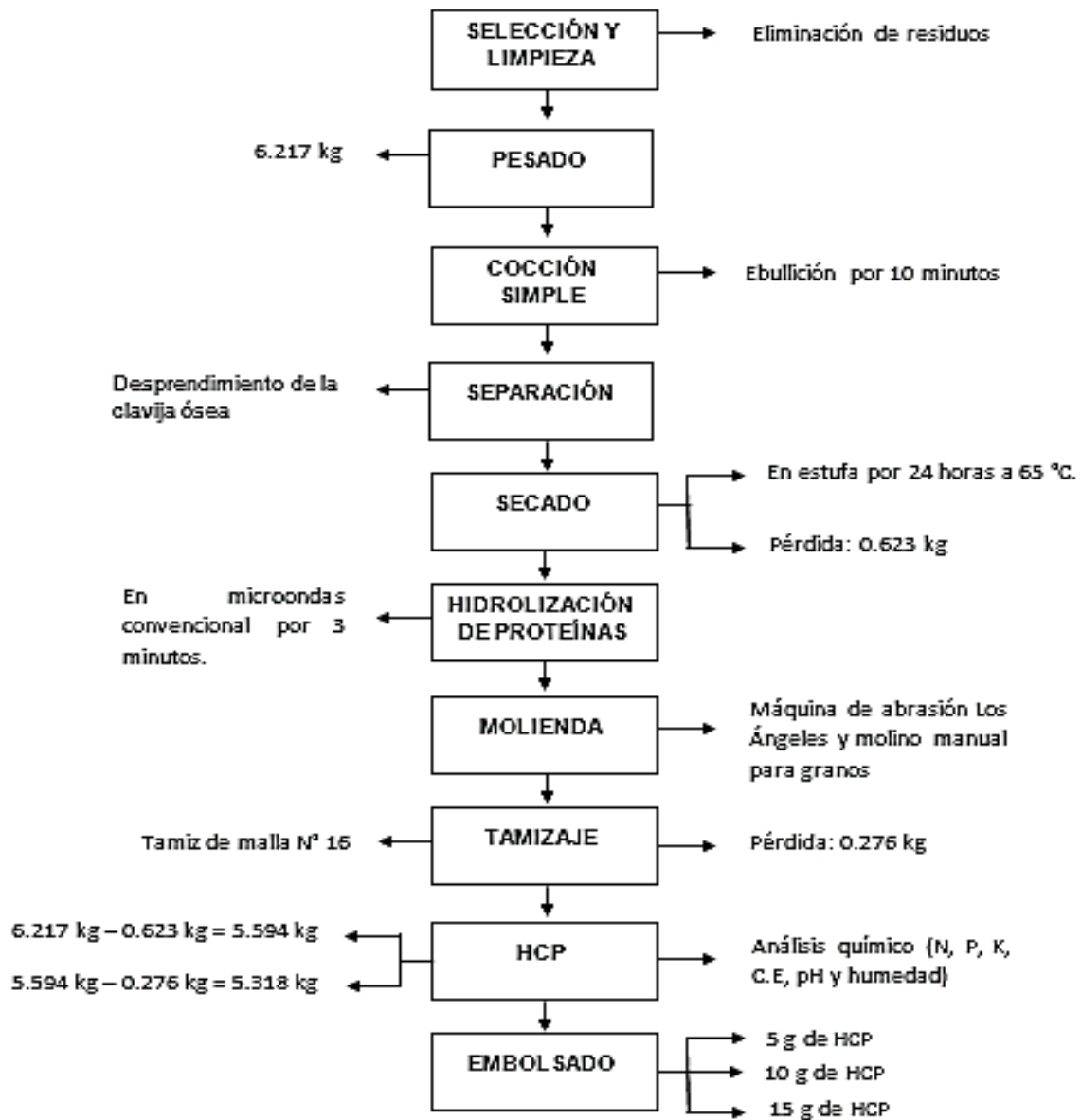
Los Cuernos y Pezuñas de bovino se adquirieron del Camal Municipal y del Mercado de Abastos Vinocanchón del distrito de San Jerónimo, Cusco.

3.5.3 Elaboración de la harina de cuernos y pezuñas de bovino (HCP)

Se siguió la metodología propuesta por Document (2015, p. 26), que consistió en:

- a) **Selección y limpieza:** Se le retiraron los pelos a los cuernos y pezuñas de bovino y se eliminó residuos como: piedras, clavos, pelos y otros.
- b) **Tratamiento - cocción simple:** Se sumergió los cuernos y pezuñas en agua hasta cubrirlos y se esperó a que hierva, por un lapso de 10 minutos.
- c) **Desprendimiento de la clavija ósea:** Se golpearon los cuernos contra una base rígida, para que se desprenda la clavija ósea del estuche córneo. Luego se pusieron a secar en una estufa por un lapso de 24 horas a 65 °C.
- d) **Hidrolización de proteínas:** Se puso los cuernos y pezuñas de bovino en un microondas convencional, introduciéndolos de 3 a 4 minutos.
- e) **Molienda:** Se utilizó la Máquina de abrasión Los Ángeles, para reducir el tamaño de los cuernos y pezuñas hasta pasar por un molino para granos.
- f) **Tamizaje:** La harina obtenida pasó por un tamiz de malla N° 16.

Ilustración 1. Diagrama del proceso de HCP



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 1 se observa la cantidad de residuos utilizados que fueron 6.217 kg de cuernos y pezuñas de bovino, del cual 0.899 kg se pierde durante el secado, molienda y tamizaje, obteniendo un peso final de 5.318 kg de HCP; por lo tanto, para 1 kg de cuernos y pezuñas de bovino, se obtiene 0.855 kg de HCP.

3.5.4 Aplicación del HCP en las parcelas experimentales

La Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino (HCP) se aplicó en concentraciones diferentes a cada parcela experimental, la primera concentración fue de 5 g, la segunda concentración de 10 g, la tercera concentración de 15 g y el testigo absoluto no recibió la aplicación del HCP.

La HCP se aplicó a cada planta de *Raphanus sativus*; la forma de aplicación fue localizada, para que el fertilizante sea asimilado por las raíces; así mismo, el momento de la aplicación del fertilizante fue a los 14 días post siembra.

3.6 Método de análisis de datos

Se utilizó el SPSS® para realizar el análisis de varianza (ANOVA) a todos los tratamientos y sus repeticiones, así como el análisis estadístico de Tukey por medio del cual se compararon cada uno de los tratamientos y el nivel de significancia que tuvieron los resultados obtenidos con la aplicación de diferentes concentraciones de Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante y los resultados de las mediciones de las variables agronómicas del cultivo de *Raphanus sativus*.

3.7 Aspectos éticos

Los resultados de esta investigación son verídicos; por lo tanto, como equipo de investigación nos comprometimos a presentar con honestidad los resultados de los análisis, así como respetar la originalidad y autenticidad de las investigaciones tomadas como antecedentes, realizar con responsabilidad la recolección de datos y el muestreo, considerando las Guías Nacionales e Internacionales, destacando así que en todo momento la información presentada será fidedigna y confiable.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis químico de macronutrientes primarios del Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino (HCP) y análisis fisicoquímico del suelo sin aplicación y con aplicación del HCP

Tabla 3. Resultados de los análisis químicos

Determinaciones	Unidad	Macronutrientes primarios de la HCP	Sin aplicación de HCP	Con aplicación de HCP
Nitrógeno total	%	12	0.05	0.1
Fósforo disponible P ₂ O ₅	mg/100	30	2.6	4.0
Potasio disponible K ₂ O	mg/100	50	5.0	10
pH		6.2	7.1	7.2
Conductividad eléctrica	dS/m	6.0	0.54	1.34
Humedad	%	5.0	11.8	6.76
Materia orgánica	%	-	1.1	-
Textura (malla 2mm)				
Arena (%)		-	22.5	
Arcilla (%)		-	2.0	
Limo (%)		-	75.5	
Clase textural (%)		-	Franco Limoso	

Fuente: Laboratorio de Ciencias Naturales, Aguas, Suelos, Minerales y Medio Ambiente – MC QUIMICALAB.

4.2 Resultados de la evaluación de las variables agronómicas de la planta

Tabla 4. Datos de las variables agronómicas del *Raphanus sativus*

Tratamientos	Repeticiones (N° de surco)	Variables agronómicas de la planta		
		D.B (cm)	H.P (cm)	N°H
		Media por cada repetición		
Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	1	2.67	26.57	7.3
	2	2.31	28.67	7.2
	3	2.09	28.21	7
	4	2.07	27.5	7.18
	5	2.06	26.23	6.73
	Media total	2.25	27.43	7.04
Tratamiento 1 (5 g de HCP)	1	3.13	29.41	7.2
	2	3.21	26.63	7.35
	3	3.17	28.57	7.53
	4	2.99	26.84	7.2
	5	3.16	24.35	6.93
	Media total	3.14	26.86	7.2
Tratamiento 2 (10 g de HCP)	1	4.89	28.45	7.54
	2	4.22	27.49	7.27
	3	3.55	29.27	7.53
	4	3.38	25.91	7
	5	3.49	29.22	7.27
	Media total	3.88	28.01	7.3
Tratamiento 3 (15 g de HCP)	1	4.73	26.63	7.4
	2	5	26.62	6.69
	3	5.36	26.89	7.73
	4	5.6	29.57	7.6
	5	5.6	30.69	7.4
	Media total	5.26	28	7.36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Descriptivos del diámetro del bulbo (cm)

	N	Media	Desv.	Desv. Error	Mínimo	Máximo
Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	71	2.25	0.38	0.05	1.40	3.01
Tratamiento 1 (5 g de HCP)	71	3.14	0.29	0.03	2.43	3.66
Tratamiento 2 (10 g de HCP)	73	3.88	0.68	0.08	2.91	5.70
Tratamiento 3 (15 g de HCP)	74	5.26	0.57	0.07	4.07	6.13
Total	289	3.65	1.22	0.07	1.40	6.13

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Interpretación:

El valor promedio del diámetro del bulbo de *Raphanus sativus* en el tratamiento 0 fue de 2.25, mientras que el valor promedio del diámetro del bulbo del *Raphanus sativus* en el tratamiento 1 fue de 3.14, en el tratamiento 2, el valor promedio fue de 3.88 y en el tratamiento 3 fue de 5.26, siendo este el que presenta el mayor diámetro del bulbo de *Raphanus sativus* comparado a los demás tratamientos.

Tabla 6. Análisis de varianza para el parámetro de diámetro del bulbo expresado en centímetros

	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	354.591	3	118.197	460.358	0.000
Dentro de grupos	73.174	285	0.257		
Total	427.765	288			

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Prueba estadística: Análisis de Varianza.

Prueba de hipótesis

1. H0: $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$: Las medias de los grupos son iguales.

El promedio de las medidas del diámetro del bulbo del *Raphanus sativus* es igual en los cuatro tratamientos, con un 95% de confiabilidad.

2. H1: Al menos dos medias son distintas.

El promedio de las medidas del diámetro del bulbo del *Raphanus sativus* difiere en al menos un tratamiento, con un 95% de confiabilidad.

Donde:

\bar{x}_1 : El valor promedio de las medidas del diámetro del bulbo del tratamiento 0.

\bar{x}_2 : El valor promedio de las medidas del diámetro del bulbo del tratamiento 1.

\bar{x}_3 : El valor promedio de las medidas del diámetro del bulbo del tratamiento 2.

\bar{x}_4 : El valor promedio de las medidas del diámetro del bulbo del tratamiento 3.

Regla de decisión: Si el valor $p = \text{Sig.} \leq 0.05$ no se acepta H0.

Interpretación:

En la tabla 6 se observa el análisis de varianza de un factor ANOVA, el cual indica que el valor p (significancia) $\text{Sig.} = 0,00$, siendo menor a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis alterna; seguido de este resultado se realizó la prueba de comparación de Tukey de estas diferencias.

Tabla 7. Comparaciones múltiples de Tukey del diámetro del bulbo

Variable dependiente: Diámetro del bulbo (cm)							
(I) Tratamiento	J	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
HSD Tukey	1. Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	Tratamiento 1 (5 g de HCP)	-0.89	0.09	0.00	-1.11	-0.67
		Tratamiento 2 (10 g de HCP)	-1.63	0.08	0.00	-1.85	-1.41
		Tratamiento 3 (15 g de HCP)	-3.02	0.08	0.00	-3.23	-2.80
	2. Tratamiento 1 (5 g de HCP)	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	0.89	0.09	0.00	0.67	1.11
		Tratamiento 2 (10 g de HCP)	-0.74	0.08	0.00	-0.96	-0.52
		Tratamiento 3 (15 g de HCP)	-2.13	0.08	0.00	-2.34	-1.91
	3. Tratamiento 2 (10 g de HCP)	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	1.63	0.08	0.00	1.41	1.85
		Tratamiento 1 (5 g de HCP)	0.74	0.08	0.00	0.52	0.96
		Tratamiento 3 (15 g de HCP)	-1.38	0.08	0.00	-1.60	-1.17
	4. Tratamiento 3 (15 g de HCP)	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	3.02	0.08	0.00	2.80	3.23
		Tratamiento 1 (5 g de HCP)	2.13	0.08	0.00	1.91	2.34
		Tratamiento 2 (10 g de HCP)	1.38	0.08	0.00	1.17	1.60

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Prueba estadística: HSD Tukey.

Prueba de hipótesis

H0: $m_i - m_j = 0$ para todo; $i, j = 1, 2, 3, 4$ = número de tratamientos

H1: $m_i - m_j \neq 0$ para al menos para uno; $i, j = 1, 2, 3, 4$

Regla de decisión: Si el valor $p = \text{Sig.} \leq 0.05$ no se acepta H0

Interpretación:

La prueba de Tukey señala que existen diferencias estadísticamente significativas entre el valor promedio de las medidas del diámetro del bulbo (cm) de los cuatro tratamientos.

Tabla 8. Datos de la prueba estadística Tukey en el diámetro del bulbo (cm)

	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
HSD	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	71	2.24875			
	Tratamiento 1 (5 g de HCP)	71	3.13803			
Tukey	Tratamiento 2 (10 g de HCP)	73	3.87958			
	Tratamiento 3 (15 g de HCP)	74	5.26381			
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Interpretación:

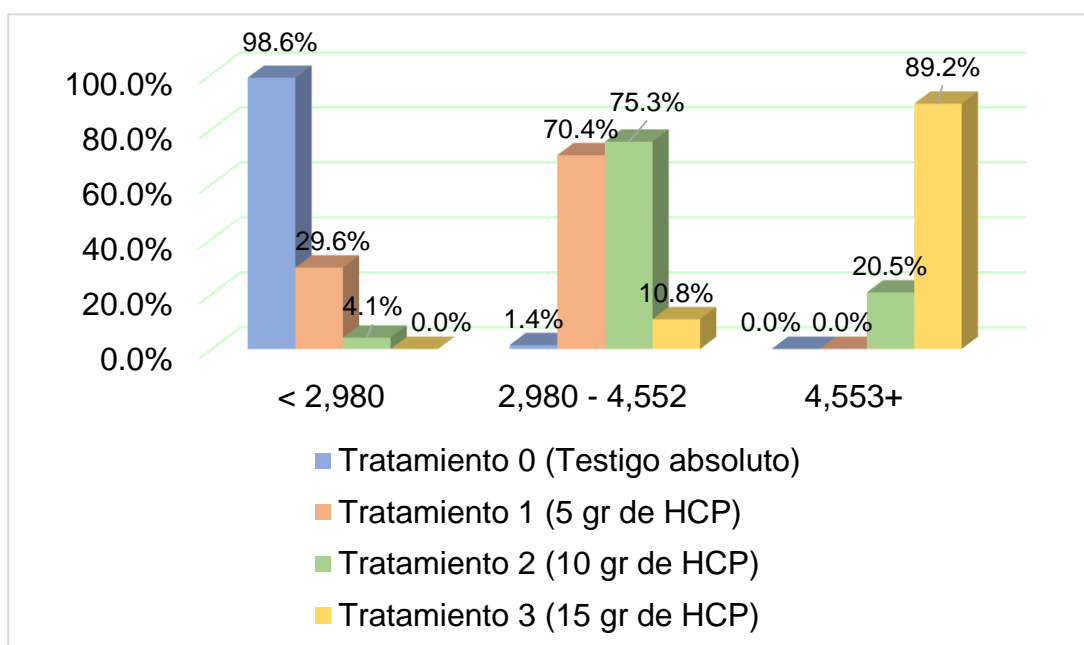
La prueba de Tukey indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos 0, 1, 2 y 3, agrupando cada tratamiento como un grupo diferente y creando 4 subconjuntos homogéneos; es decir, no existe similitud entre los 4 tratamientos respecto al diámetro del bulbo (cm).

Tabla 9. Tabla cruzada entre diámetro del bulbo (cm) y tratamientos

		Tratamientos				Total	
		Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	Tratamiento 1 (5 g de HCP)	Tratamiento 2 (10 g de HCP)	Tratamiento 3 (15 g de HCP)		
Diámetro del bulbo (cm)	< 2,980	f	70	21	3	0	94
		%	98.6%	29.6%	4.1%	0.0%	32.5%
	2,980 - 4,552	f	1	50	55	8	114
		%	1.4%	70.4%	75.3%	10.8%	39.4%
	4,553 +	f	0	0	15	66	81
		%	0.0%	0.0%	20.5%	89.2%	28.0%
Total	f	71	71	73	74	289	
	%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Ilustración 2. Diámetro del bulbo (cm) según tratamientos



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Interpretación:

En la tabla 9 e ilustración 2 se aprecia que el 98.6% de las plantas de *Raphanus sativus* del T0, tienen un diámetro del bulbo menor a 2.980 cm, es decir un menor diámetro; el 70.4% de las plantas del T1, tienen un diámetro del bulbo de entre 2,980 y 4,552 cm, es decir un diámetro medio; el 75.3% de las plantas del T2, tienen un diámetro del bulbo de entre 2,980 y 4,552 cm, es decir un diámetro medio y el 89.2% de las plantas del T3, tienen un diámetro del bulbo mayor a 4,553 cm, es decir un diámetro mayor.

Tabla 10. Pruebas de Chi-cuadrado entre tratamientos y diámetro del bulbo

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	360,220 ^a	6	0.000
Razón de verosimilitud	384.098	6	0.000
Asociación lineal por lineal	222.186	1	0.000
N de casos válidos	289		

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Prueba estadística: Pruebas de chi-cuadrado.

Prueba de hipótesis

1. H1: Existe una asociación estadísticamente significativa entre los diámetros del bulbo de las plantas de *Raphanus sativus* y los tratamientos.
2. H0: No existe una asociación estadísticamente significativa entre los diámetros del bulbo de las plantas de *Raphanus sativus* y los tratamientos.

Regla de decisión: Si el valor $p = \text{Sig.} \leq 0.05$ no se acepta H0.

Interpretación:

El p valor (Significación asintótica) = 0.000 indica que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre el diámetro del bulbo y los tratamientos.

Tabla 11. Descriptivos de la altura de la planta (cm)

	N	Media	Desv.	Desv. Error	Mínimo	Máximo
Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	71	27.43	4.48	0.53	19.60	39.10
Tratamiento 1 (5 g de HCP)	71	27.00	5.61	0.67	16.40	40.20
Tratamiento 2 (10 g de HCP)	73	28.08	5.93	0.69	16.50	40.60
Tratamiento 3 (15 g de HCP)	74	28.10	3.82	0.44	18.70	35.90
Total	289	27.66	5.02	0.30	16.40	40.60

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Interpretación:

El valor promedio de la altura de la planta de *Raphanus sativus* en el tratamiento 0 fue de 27.43 cm, mientras que el valor promedio en el tratamiento 1 fue de 27.00 cm, en el tratamiento 2 fue de 28.08 cm y en el tratamiento 3 de 28.10 cm, por lo tanto, el tratamiento 2 y 3 presentan cierta similitud en esta variable agronómica.

Tabla 12. Análisis de varianza para el parámetro de altura de la planta expresado en centímetros

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	61.956	3	20.652	0.817	0.485
Dentro de grupos	7205.822	285	25.284		
Total	7267.778	288			

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Prueba estadística: Análisis de Varianza.

Prueba de hipótesis

1. H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$: Las medias de los grupos son iguales.

El promedio de las medidas de la altura de la planta de *Raphanus sativus* es igual en los cuatro tratamientos, con un 95% de confiabilidad.

2. H1: Al menos dos medias son distintas.

El promedio de las medidas de la altura de la planta de *Raphanus sativus* difiere en al menos un tratamiento, con un 95% de confiabilidad.

Donde:

\bar{x}_1 : El valor promedio de las medidas de la altura de la planta del tratamiento 0.

\bar{x}_2 : El valor promedio de las medidas de la altura de la planta del tratamiento 1.

\bar{x}_3 : El valor promedio de las medidas de la altura de la planta del tratamiento 2.

\bar{x}_4 : El valor promedio de las medidas de la altura de la planta del tratamiento 3.

Regla de decisión: Si el valor $p = \text{Sig.} \leq 0.05$ no se acepta H0.

Interpretación:

En la tabla 12 se observa el análisis de varianza de un factor ANOVA, el cual indica que el valor p (significancia) $\text{Sig.} = 0.485$ siendo mayor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna; seguido de este resultado se procede a realizar la prueba de comparación de Tukey de estas diferencias.

Tabla 13. Comparaciones múltiples de Tukey de la altura de la planta

Variable dependiente: Altura de la planta (cm)							
(I) Tratamiento	J	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
HSD Tukey	1. Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	Tratamiento 1 (5 g de HCP)	0.44	0.84	0.95	-1.74	2.62
		Tratamiento 2 (10 g de HCP)	-0.64	0.84	0.87	-2.81	1.52
		Tratamiento 3 (15 g de HCP)	-0.66	0.84	0.86	-2.82	1.49
	2. Tratamiento 1 (5 g de HCP)	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	-0.44	0.84	0.95	-2.62	1.74
		Tratamiento 2 (10 g de HCP)	-1.08	0.84	0.57	-3.25	1.08
		Tratamiento 3 (15 g de HCP)	-1.10	0.84	0.55	-3.26	1.06
	3. Tratamiento 2 (10 g de HCP)	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	0.64	0.84	0.87	-1.52	2.81
		Tratamiento 1 (5 g de HCP)	1.08	0.84	0.57	-1.08	3.25
		Tratamiento 3 (15 g de HCP)	-0.02	0.83	1.00	-2.16	2.12
	4. Tratamiento 3 (15 g de HCP)	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	0.66	0.84	0.86	-1.49	2.82
		Tratamiento 1 (5 g de HCP)	1.10	0.84	0.55	-1.06	3.26
		Tratamiento 2 (10 g de HCP)	0.02	0.83	1.00	-2.12	2.16

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Prueba estadística: HSD Tukey.

Prueba de hipótesis

H0: $m_i - m_j = 0$ para todo; $i, j = 1, 2, 3, 4$ = número de tratamientos.

H1: $m_i - m_j \neq 0$ para al menos para uno; $i, j = 1, 2, 3, 4$.

Regla de decisión: Si el valor $p = \text{Sig.} \leq 0.05$ no se acepta H0.

Interpretación:

La prueba de Tukey indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el valor promedio de las medidas de la altura de la planta (cm) del *Raphanus sativus* entre los cuatro tratamientos.

Tabla 14. Datos de la prueba estadística Tukey en la altura de la planta (cm)

	Tratamiento	N	Subconjunto para
			alfa = 0.05
HSD Tukey	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	71	1 26.996
	Tratamiento 1 (5 g de HCP)	71	27.434
	Tratamiento 2 (10 g de HCP)	73	28.078
	Tratamiento 3 (15 g de HCP)	74	28.099
	Sig.		0.552

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Interpretación:

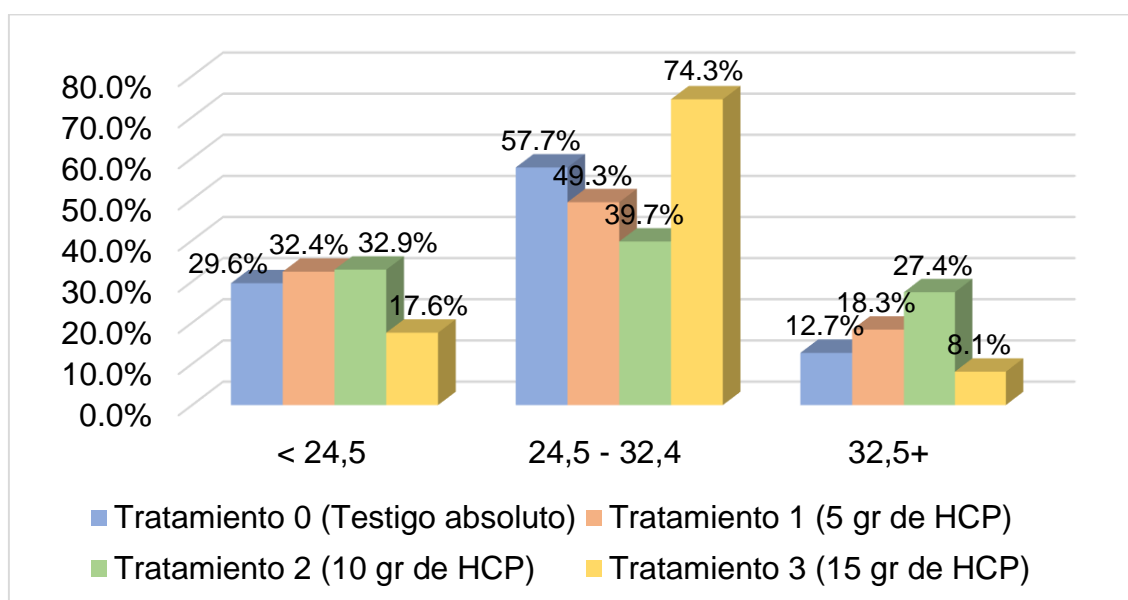
La prueba de Tukey indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos 0, 1, 2 y 3, agrupando los 4 tratamientos y creando 1 subconjunto homogéneo, es decir, existe cierta similitud entre los 4 tratamientos respecto a la altura de la planta (cm) del *Raphanus sativus*.

Tabla 15. Tabla cruzada entre altura de la planta (cm) y tratamientos

		Tratamientos				Total	
		Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	Tratamiento 1 (5 g de HCP)	Tratamiento 2 (10 g de HCP)	Tratamiento 3 (15 g de HCP)		
Altura de la planta (cm)	< 24,5	f	21	23	24	13	81
		%	29.6%	32.4%	32.9%	17.6%	28.0%
	24,5 - 32,4	f	41	35	29	55	160
		%	57.7%	49.3%	39.7%	74.3%	55.4%
	32,5+	f	9	13	20	6	48
		%	12.7%	18.3%	27.4%	8.1%	16.6%
Total	f	71	71	73	74	289	
	%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Ilustración 3. Altura de la planta (cm) según tratamientos



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Interpretación:

En la tabla 15 e ilustración 3 se aprecia que el 57.7% de las plantas de *Raphanus sativus* del T0, tienen un altura de la planta entre 24,5 y 32,4 cm, es decir presentan una altura media; el 49.3% de las plantas del T1, tienen un altura de la planta de entre 24,5 y 32,4 cm, es decir una altura media; el 39.7% de las plantas del T2, tienen un altura de la planta de entre 24,5 y 32,4 cm, es decir una altura media, seguido de un 32.9% con una altura de la planta menor a 54.5 cm, por lo que el T2 tiene altura de media a baja y el 74.3% de las plantas del T3, tienen una altura de la planta de entre 24,5 y 32,4 cm, presentando también una altura media.

Tabla 16. Pruebas de Chi-cuadrado entre tratamientos y altura de la planta

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	21,740	6	0.001
Razón de verosimilitud	21.997	6	0.001
Asociación lineal por lineal	0.786	1	0.375
N de casos válidos	289		

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Prueba estadística: Pruebas de chi-cuadrado.

Prueba de hipótesis

1. H1: Existe una asociación estadísticamente significativa entre la altura de la planta de *Raphanus sativus* y los tratamientos.
2. H0: No existe una asociación estadísticamente significativa entre la altura de la planta de *Raphanus sativus* y los tratamientos.

Regla de decisión: Si el valor $p = \text{Sig.} \leq 0.05$ no se acepta H0.

Interpretación:

El p valor (Significación asintótica) = 0.001 indica que, sí existen diferencias estadísticamente significativas entre la altura de la planta del *Raphanus sativus* y los tratamientos, esto debido al tratamiento 2.

Tabla 17. Descriptivos del número de hojas

	N	Media	Desv.	Desv. Error	Mínimo	Máximo
Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	71	7	0.664	0.079	6	9
Tratamiento 1 (5 g de HCP)	71	7	0.898	0.107	6	11
Tratamiento 2 (10 g de HCP)	73	7	0.598	0.070	6	8
Tratamiento 3 (15 g de HCP)	74	7	0.869	0.101	6	11
Total	289	7	0.774	0.046	6	11

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Interpretación:

El valor promedio del número de hojas del *Raphanus sativus* en el tratamiento 0, 1, 2 y 3 fue de 7 hojas.

Tabla 18. Análisis de Varianza para el parámetro del número de hojas

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4.356	3	1.452	2.461	0.063
Dentro de grupos	168.170	285	0.590		
Total	172.526	288			

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Prueba estadística: Análisis de Varianza.

Prueba de hipótesis

1. H0: $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$: Las medias de los grupos son iguales

El promedio del número de hojas del *Raphanus sativus* es el mismo en los cuatro tratamientos, con un 95% de confiabilidad.

2. H1: Al menos dos medias son distintas

El promedio del número de hojas del *Raphanus sativus* difiere en al menos un tratamiento, con un 95% de confiabilidad.

Donde:

\bar{x}_1 : El valor promedio del número de hojas del tratamiento 0.

\bar{x}_2 : El valor promedio del número de hojas del tratamiento 1.

\bar{x}_3 : El valor promedio del número de hojas del tratamiento 2.

\bar{x}_4 : El valor promedio del número de hojas del tratamiento 3.

Regla de decisión: Si el valor $p = \text{Sig.} \leq 0.05$ no se acepta H0.

Interpretación:

En la tabla 18 se observa el análisis de varianza de un factor ANOVA, el cual indica que el valor p (significancia) $\text{Sig.} = 0.063$, siendo mayor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna; seguido de este resultado se procede a realizar la prueba de comparación de Tukey de estas diferencias.

Tabla 19. Comparaciones múltiples de Tukey del número de hojas

Variable dependiente: Número de hojas							
	(I) Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	Tratamiento 1 (5 g de HCP)	-0.18	0.13	0.49	-0.52	0.15
		Tratamiento 2 (10 g de HCP)	-0.27	0.13	0.15	-0.60	0.06
		Tratamiento 3 (15 g de HCP)	-0.32	0.13	0.06	-0.65	0.01
	Tratamiento 1 (5 g de HCP)	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	0.18	0.13	0.49	-0.15	0.52
		Tratamiento 2 (10 g de HCP)	-0.09	0.13	0.90	-0.42	0.24
		Tratamiento 3 (15 g de HCP)	-0.14	0.13	0.69	-0.47	0.19
	Tratamiento 2 (10 g de HCP)	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	0.27	0.13	0.15	-0.06	0.60
		Tratamiento 1 (5 g de HCP)	0.09	0.13	0.90	-0.24	0.42
		Tratamiento 3 (15 g de HCP)	-0.05	0.13	0.98	-0.38	0.28
	Tratamiento 3 (15 g de HCP)	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	0.32	0.13	0.06	-0.01	0.65
		Tratamiento 1 (5 g de HCP)	0.14	0.13	0.69	-0.19	0.47
		Tratamiento 2 (10 g de HCP)	0.05	0.13	0.98	-0.28	0.38

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Prueba estadística: HSD Tukey.

Prueba de hipótesis

H0: $m_i - m_j = 0$ para todo; $i, j = 1, 2, 3, 4$ = número de tratamientos.

H1: $m_i - m_j \neq 0$ para al menos para uno; $i, j = 1, 2, 3, 4$.

Regla de decisión: Si el valor $p = \text{Sig.} \leq 0.05$ no se acepta H0.

Interpretación:

La prueba de Tukey indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el valor promedio del número de hojas del *Raphanus sativus* entre los cuatro tratamientos.

Tabla 20. Datos de la prueba estadística Tukey del número de hojas

	Tratamiento	N	Subconjunto para
			alfa = 0.05
HSD Tukey	Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	71	1 7.04
	Tratamiento 1 (5 g de HCP)	71	7.23
	Tratamiento 2 (10 g de HCP)	73	7.32
	Tratamiento 3 (15 g de HCP)	74	7.36
	Sig.		0.058

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Interpretación:

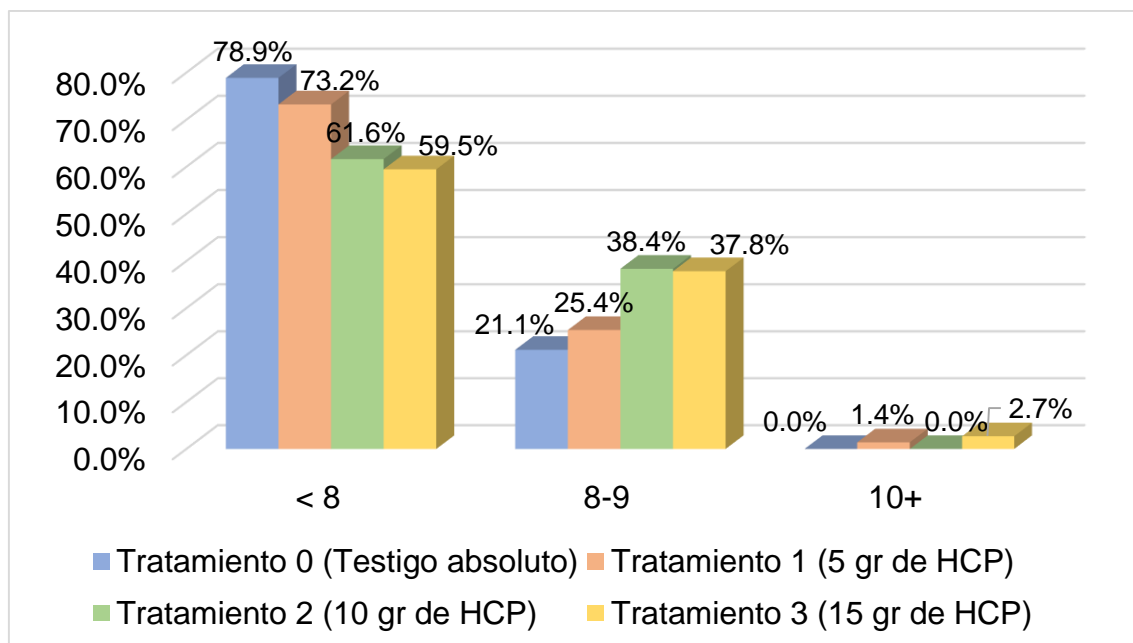
La prueba de Tukey indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos 0, 1, 2 y 3, agrupando los 4 tratamientos y creando 1 subconjunto homogéneo, es decir, existe cierta similitud entre los 4 tratamientos respecto al número de hojas.

Tabla 21. Tabla Cruzada del número de hojas y tratamientos

		Tratamientos				Total	
		Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	Tratamiento 1 (5 g de HCP)	Tratamiento 2 (10 g de HCP)	Tratamiento 3 (15 g de HCP)		
Número de hojas	< 8	f	56	52	45	44	197
		%	78.9%	73.2%	61.6%	59.5%	68.2%
	8 -9	f	15	18	28	28	89
		%	21.1%	25.4%	38.4%	37.8%	30.8%
	10+	f	0	1	0	2	3
		%	0.0%	1.4%	0.0%	2.7%	1.0%
Total	f	71	71	73	74	289	
	%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Ilustración 4. Número de hojas según tratamientos



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Interpretación:

En la tabla 21 e ilustración 4 se aprecia que el 78.9% de las plantas de *Raphanus sativus* del T0, el 73.2% de las plantas del T1, el 61.6% de las plantas del T2 y el 59.5% de las plantas del T3 cuentan con un número de hojas menor a 8 (6 o 7) y un 37.8% de las plantas del T3 tienen un número de hojas de 8 a 9.

Tabla 22. Pruebas de Chi-cuadrado entre tratamientos y número de hojas

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	11,690a	6	0.069
Razón de verosimilitud	12.685	6	0.048
Asociación lineal por lineal	8.741	1	0.003
N de casos válidos	289		

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Prueba estadística: Pruebas de chi-cuadrado.

Prueba de hipótesis

1. H1: Existe una asociación estadísticamente significativa entre el número de hojas de las plantas de *Raphanus sativus* y los tratamientos.
2. H0: No existe una asociación estadísticamente significativa entre el número de hojas de las plantas de *Raphanus sativus* y los tratamientos.

Regla de decisión: Si el valor $p = \text{Sig.} \leq 0.05$ no se acepta H0.

Interpretación:

El p valor (Significación asintótica) = 0.069, indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el número de hojas y los tratamientos.

V. DISCUSIÓN

El resultado del análisis químico de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino fue de un 12 % de Nitrógeno con un pH neutro de 6.2, este valor es cercano a la composición química que realizaron Aguirre y Alegre (2015, p. 159), obteniendo un 13,58 % de Nitrógeno, destacando así que a través del método de cocción simple se logra obtener una harina de cuernos y pezuñas con alto contenido de nitrógeno, siendo uno de los principales macronutrientes primarios; así mismo, se encuentra cercano al 13 % de Nitrógeno que señalan Guerrero (1992) y Aguirre (2016, p. 14); de forma similar Document (2019, p. 58) logró obtener un contenido promedio de 15 % de Nitrógeno; por lo tanto, el 12 % de Nitrógeno que obtuvimos en el estudio es importante ya que tiene un papel muy indispensable en la fotosíntesis y podrá ser asimilada por el *Raphanus sativus*.

El resultado de la conductividad eléctrica (C.E) de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino fue de 6.0 dS/m, considerado muy salino según la clasificación de Andrades & Martínez (2014, p. 18), encontrándose por encima del valor 1.15 dS/m. La muestra de suelo sin la aplicación del fertilizante de HCP fue de 0.54 dS/m en comparación de la muestra de suelo con la aplicación del HCP que fue de 1.34 dS/m; este incremento de la conductividad eléctrica en el suelo con fertilizante se debió principalmente al alto valor que presentó la C.E de la harina de cuernos y pezuñas de bovino; así mismo, este valor también pudo elevarse por el agua de riego que se utilizó en las parcelas agrícolas experimentales. Este incremento en la conductividad eléctrica puede afectar a las variables agronómicas del *Raphanus sativus*, ya que al estar en un medio muy salino influye en la capacidad de asimilación de los macronutrientes que el *Raphanus sativus* y las plantas necesitan para su crecimiento y desarrollo; sin embargo, Acevedo (2007, como se citó en Africano & Pinzón, 2014, p. 16), refiere que el *Raphanus sativus* es una planta moderadamente sensible a la salinidad tolerando de 1,3 a 3,0 dS/m, por lo tanto puede adaptar su desarrollo a medios salinos y considerando que nuestro suelo con la aplicación de la Harina de

Cuernos y Pezuñas de bovino fue de 1.34 dS/m, este valor se encuentra dentro del rango de salinidad tolerable por el *Raphanus sativus*.

Respecto a la metodología empleada la presente investigación, realizó la comparación de 4 tratamientos, con las siguientes concentraciones: tratamiento 0 (Testigo absoluto), tratamiento 1 (5 g de HCP), tratamiento 2 (10 g de HCP) y tratamiento 3 (15 g de HCP), incrementando la concentración de tratamiento a tratamiento de 5 en 5, este incremento en los tratamientos se asemeja al estudio de Saldaña, Vega y Vigo (2018, p. 54) en el cual también se aplicó concentraciones del fertilizante aumentando de 5 en 5 a los cultivos de *Capsicum pubescens*, empleando concentraciones al 5%, 10% y 15% de biofertilizante. El fertilizante empleado en nuestra investigación es la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino y el *Raphanus sativus* y para la otra investigación es el Biofertilizante y el *Capsicum pubescens*, por consiguiente, el fertilizante y la planta empleados son diferentes.

En cuanto a los principales hallazgos según las pruebas estadísticas de Análisis de Varianza y HSD Tukey, se tiene que existen diferencias estadísticamente significativas, con un valor $p= 0.00$, entre el valor promedio de las medidas del diámetro del bulbo (cm) del *Raphanus sativus* en los cuatro tratamientos, ya que el valor promedio del diámetro del bulbo del *Raphanus sativus* en el tratamiento 0 fue de 2.25 cm, mientras que el valor promedio del diámetro del bulbo del *Raphanus sativus* en el tratamiento 1 fue de 3.14 cm, en el tratamiento 2, el valor promedio fue de 3.88 cm y en el tratamiento 3 el valor promedio del diámetro del bulbo del *Raphanus sativus* fue de 5.26 cm. Estos resultados se asemejan a la investigación de Chipana (2019, p. 12), el cual tuvo como objetivo utilizar la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino (HCP) como fertilizante para mejorar el crecimiento del cultivo de *Zea mays. L.*, “maíz” de grano amarillo duro, hallando que los tratamientos presentaron diferencias significativas a la aplicación del HCP como fertilizantes lo que evidencia el uso del HCP como fuente de nitrógeno.

Para la variable agronómica altura de la planta no existen diferencias significativas con un valor $p= 0.485$, se aprecia que las plantas de *Raphanus sativus* del

tratamiento 0, tienen un altura de la planta entre 24,5 y 32,4 cm, es decir una altura media; para el tratamiento 1, tienen una altura de la planta de entre 24,5 y 32,4 cm, es decir una altura media; las plantas de *Raphanus sativus* del tratamiento 2, tienen un altura de la planta de entre 24,5 y 32,4 cm, es decir una altura media, seguido de una altura de la planta menor a 54.5 cm, por lo que el tratamiento 2 tiene altura de media a baja y el tratamiento 3, tienen una altura de la planta de entre 24,5 y 32,4 cm, es decir una altura media. Estos resultados contrastan con la investigación de Saldaña, Vega y Vigo (2018, p. 45), quienes hallaron que, sí existen diferencias significativas entre los promedios del crecimiento de la altura del *Capsicum pubescens* respecto a las aplicaciones del biofertilizante, esto debido a la variedad del fertilizante y la planta empleada.

Para la última variable agronómica número de hojas tampoco existieron diferencias significativas con un valor $p= 0.063$, se aprecia que las plantas de *Raphanus sativus* del tratamiento 0, poseen un número de hojas menor a 8 (6 o 7), es decir un menor número de hojas; el tratamiento 1, tienen un número de hojas menor a 8 (6 o 7), es decir un menor número de hojas; las plantas de *Raphanus sativus* del tratamiento 2, tienen un número de hojas menor a 8 (6 o 7), es decir un menor número de hojas para el tratamiento 3, cuenta un número de hojas menor a 8 (6 o 7), también presenta un número de hojas de 8 a 9, por lo que el tratamiento 3 tiene hojas entre la categoría menor y media.

Las diferencias significativas encontradas fueron únicamente en la variable agronómica “Diámetro del bulbo” con un valor $p= 0,00$, siendo menor a 0.05; para la variable agronómicas “Altura de la planta” con un valor $p= 0.485$ siendo mayor a 0.05 por lo tanto no presenta diferencias significativas y para la variable agronómicas “Número de hojas” con un valor $p= 0.063$, siendo mayor a 0.05, tampoco presenta diferencias significativas; de este modo se puede apreciar que el fertilizante Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino influyó directamente en el diámetro del bulbo del *Raphanus sativus*.

Así mismo en nuestra investigación el fertilizante que logró obtener mejores resultados respecto a su concentración fue el tratamiento 3 (15 g de HCP); se observó un 98.6% de las plantas de *Raphanus sativus* del tratamiento 0, tienen un diámetro del bulbo menor a 2.980 cm, es decir un menor diámetro; el 70.4% de las plantas de *Raphanus sativus* del tratamiento 1, tienen un diámetro del bulbo de entre 2,980 y 4,552 cm, es decir un diámetro medio; el 75.3% de las plantas de *Raphanus sativus* del tratamiento 2, tienen un diámetro del bulbo de entre 2,980 y 4,552 cm, es decir un diámetro medio; el 89.2% de las plantas de *Raphanus sativus* del tratamiento 3, tienen un diámetro del bulbo mayor a 4,553 cm, es decir un diámetro mayor. En ese entender, se demuestra que a medida que se incrementa la concentración de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino, se obtiene mejores resultados; sin embargo, tenemos que mencionar que no siempre la concentración más alta de un fertilizante será la más óptima, sino que dependerá de los cultivos e incluso de las propiedades del suelo.

VI. CONCLUSIONES

1. Habiendo evaluado las diferentes concentraciones 5 g, 10 g y 15 g de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino, se concluye que el fertilizante tiene un efecto positivo en la producción de *Raphanus sativus*.
2. Se analizó la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino presentando un 12% de Nitrógeno total, 30 mg/100 de Fósforo disponible y 50 mg/100 de Potasio disponible; siendo así el HCP un fertilizante con un elevado aporte de nitrógeno.
3. Los parámetros fisicoquímicos del suelo sin la aplicación de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante presentaron una concentración de N del 0.05%, P un 2.6 mg/100, K un 5.0 mg/100, pH de 7.1 considerado neutro, C. E. de 0.54 dS/m, Humedad de 11.8% y una clase textural Franco limoso con 22.5% de arena, 2.0% de arcilla y 75.5% de limo; mientras que los parámetros del suelo post aplicación del HCP presentaron una concentración de N del 0.1%, P en un 4.0 mg/100, K en un 5.0 mg/100, un pH de 7.2 también considerado como neutro, C. E. de 1.34 dS/m y una Humedad de 6.76%.
4. Se determinó que el T3 (15 g de HCP) presentó la mejor concentración del fertilizante, dando mejores resultados en la producción de *Raphanus sativus*, ya que se evidenció que en este tratamiento las plantas presentaron mayor diámetro del bulbo con una media de 4,553 cm haciendo un 89.2 % del total; en comparación al T0 (testigo absoluto) que tuvo un diámetro con una media menor a 2.980 cm, el T1 (5 g de HCP) con un diámetro entre 2,980 y 4,552 cm y el T2 (10 g de HCP) que presentaron un diámetro entre 2,980 y 4,552 cm.
5. Las plantas de *Raphanus sativus* en la variable agronómica diámetro del bulbo presentaron diferencias significativas entre los tratamientos 0, 1, 2 y 3; mientras que en la altura de la planta no existen diferencias significativas entre los tratamientos 0, 1, 2 y 3 y con respecto al número de hojas no existen diferencias significativas entre los tratamientos 0, 1, 2 y 3.

VII. RECOMENDACIONES

Concluido el trabajo de investigación “Efecto de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante para la producción de *Raphanus sativus*” se recomienda lo siguiente:

1. Realizar mayores estudios respecto a la producción de Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante para conocer si es económicamente viable su producción a gran escala.
2. Aplicar la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino a otros cultivos hasta llegar al rendimiento, para obtener información más exacta del efecto del fertilizante.
3. Complementar la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino con otros fertilizantes que puedan coadyuvar en la producción de los cultivos.
4. Al momento de la siembra priorizar la aplicación de un insecticida de preferencia orgánica para evitar la presencia de plagas e insectos.
5. Replicar este ensayo en condiciones de menor salinidad y para observar la relación agua – suelo, realizar un análisis de las propiedades químicas del agua de riego.

REFERENCIAS

- AFRICANO, Karen & PINZÓN, Elberth. Comportamiento fisiológico de plantas de rábano (*Raphanus sativus L.*) sometidas a estrés por salinidad. *CONEXAGRO JDC*, 2014. 11 y 16 pp.
- AGUIRRE, Guillermo & ALEGRE, Julio. Uso de fuentes no convencionales de nitrógeno en la fertilización del maíz (*Zea mays L.*), en Cañete (Perú). I: Rendimiento y extracción de N, P y K. *Ecología aplicada*, 2015. 159 pp.
- AGUIRRE, Víctor. Exploración de fuentes orgánicas y minerales no convencionales como alternativas para la fertilización de cultivos. *Tesis de posgrado*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2016. 5 y 14 pp.
- ANDRADES, Marisol & MARTÍNEZ, Elena. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 3° ed. Logroño: Universidad de La Rioja. Servicio de publicaciones, 2014. 18 pp.
ISBN: 978-84-695-9286-1
- ARMAS, Carolyn & ULLOA, Jhuly. "Uso de la harina a base de cuernos y pezuñas de ganado bovino (*Bos taurus*) como abono no convencional en el distrito de Moche". *Tesis de pregrado*. Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, Trujillo, 2019. 30 pp.
- ARTEAGA, Sebastian. Análisis sobre la Utilización de Subproductos en la Central Ganadera de Medellín. Caldas – Antioquía, 2011. 19 pp. Disponible en http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/362/1/Mercado_subproductos_planta_sacrificio_bovinos.pdf
- BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. 3° ed. Grupo Editorial Patria, 2017. 18 pp.
ISBN: 978-607-744-748-1
- BARANDRIRÁN, Gabriela. Los biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en el Valle del Mantaro. *Tesis de grado*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2017.

- BARCELO, Juan; RODRIGO, Gregorio; SABATER, Bartolomé & SÁNCHEZ, Ricardo. Fisiología vegetal. 3° ed. Madrid: Ediciones Pirámide, 1985. 780 pp. ISBN: 978-84-368-1525-2
- CABOS, Jeisson; BARDALES, Cecilia; LEÓN, Carlos & GIL, Luis. Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa*, 2019. ISBN: 2413-3299
- CAPÍTULO XXIV. DECRETO NACIONAL N° 4238/68. "Reglamento de Inspección de Productos, Subproductos y Derivados de Origen Animal". Buenos Aires, 2015. 9 pp.
- CHIPANA, Sonia. Aprovechamiento de la harina de cuernos y pezuñas de bovino como fertilizante para el desarrollo de *Zea mays* L. variedad marginal 28 tropical en condiciones de invernadero. *Tesis de grado*. Universidad Privada del Norte, Lima, 2019. 12 pp.
- CIRILO, Manuel. Momentos de aplicación y efecto de dos fuentes de nitrógeno en el maíz (*Zea mays* L.). *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, 2004. 9 pp.
- CUN, Milton & ÁLVAREZ, Carlos. Estudio de impacto ambiental de un camal municipal urbano en la provincia de El Oro. Ecuador. Vol 1. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala, 2017. 336 pp. ISSN: 2588-056X
- DOCUMENT, Lourdes. Obtención de harina de cuernos y pezuñas de ganado bovino (bos taurus) y evaluación de su aplicación como abono orgánico. *Tesis de posgrado*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2015. 1 y 26 pp.
- ENERGÍA, Agencia Extremeña. Los residuos ganaderos, 2007. 15 pp. Disponible en <https://www.agenex.net/images/stories/deptos/los-residuos-ganaderos.pdf>
- GONZÁLEZ, Apolinar; RIVERA, María; ORTIZ, Carlos; ALMARAZ, Juan; TRUJILLO, Antonio & CRUZ, Gonzalo. Uso de fertilizantes orgánicos para la mejora de propiedades químicas y microbiológicas del suelo y del crecimiento del cítrico *Citrange troyer*. *Universidad y Ciencia*, 2013.

- GOSÁLBEZ, Celia. Rábano: cultivo rapidísimo, 2011. [Fecha de consulta: 03 de julio de 2020]. 9 y 10 párr. Disponible en https://www.planetahuerto.es/revista/rabano-cultivo-rapidisimo_00022
- GROS, André & DOMINGUEZ, Alonso. Abonos Guía Práctica de la Fertilización. 8° ed. Madrid: Mundi Prensa, 1992. 153 pp.
ISBN: 8471140284
- GUERRERO, José. Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Lima, 1993. 90 pp.
- HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos & BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 6° ed. México D.F: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014. 30, 129 y 131 pp.
ISBN: 978-4562-2396-0
- HUACA, Roberto. “Efectos de la aplicación de tres niveles de abonos orgánicos en el cultivo de haba (*Vicia faba L.*) en la zona de Cuesaca, provincia del Carchi. *Tesis de grado*. Universidad Técnica de Babahoyo, El Ángel, 2013.
- INFOAGRO. El cultivo de rábano, 1997. [Fecha de consulta: 04 de julio de 2020]. 2 y 3 párr. Disponible en <https://www.infoagro.com/hortalizas/rabano.htm>
- MAROTO, J. Horticultura herbácea especial. 4° ed. Madrid: Mundi – Prensa, 1995. 33 pp.
- MAZARIEGOS, L. Efecto de abonos orgánicos sobre rendimiento del cultivo de camote; Malacatán, San Marcos. *Tesis de grado*. Universidad Rafael Landívar, Coatepeque, 2017.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA - SENASA. D.S N° 015-2012-AG. Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto. Lima. Diario Oficial El Peruano, 2012. 3 pp. Disponible en https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/11/DS_015_2012_AG-REGLAMENTO-SANITARIO-DEL-FAENADO-DE-ANIMALES-DE-ABASTO.pdf

- MINISTERIO DE AGRICULTURA. Plan Nacional de Desarrollo Ganadero 2006 - 2015. Lima: Diario Oficial El Peruano, 2006. 42 pp. Disponible en <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per64133Annex.pdf>
- MORA, Edwin. Efecto de la fertilización orgánica y mineral en las propiedades del suelo, la emisión de los principales gases de efecto invernadero y en las diferentes fases fenológicas del cultivo de café (*Coffea arabica* L.). *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2015.
- MOSQUERA, Ana; MELO, María; QUIROGA, Cristian; AVENDAÑO, Diego; BARAHONA, Mónica; GALINDO, Fabián; LANCHEROS, Jhonattan; PRIETO, Sol; RODRIGUEZ, Andrea, & SOSA, Danithsa. Evaluación de fertilización orgánica en cafeto (*Coffea arabica*) con pequeños productores de Santander. *Temas agrarios*, 2015.
- NAVARRO, Gines & NAVARRO, Simon. *Química agrícola*. 2° ed. Mundi-Prensa, 2003. 180 y 231 pp.
- OCHOA, Dayci & MENDOZA, Juan. Evaluar el efecto de enmiendas nutricionales sobre el crecimiento y rendimiento del rábano (*Raphanus sativus* L) en época seca en la finca experimental Las Mercedes. Managua, Nicaragua, 2015. *Tesis de grado*. Universidad Nacional Agraria, Managua, 2015.
- OLIVA, Manuel; NERI, Juan; HUAMÁN, Eyner; OYARCE, Silvia & COLLAZOS, Roicer. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos sobre el rendimiento de repollo Corazón de Buey (*Brassica oleracea*) en Chachapoyas, Amazonas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2017.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA - FAO. Los fertilizantes y su uso. *Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes – IFA*, 2002. 3, 4, 6, 7, 8 y 33 pp.
- PÉREZ, Fernando. Fisiología vegetal. Parte III Nutrición mineral. Universidad Nacional de Ucayali, 2017. 22, 40 y 61 pp.
- PÉREZ, José. Las variables en el método científico. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 2007. 171 pp.

ISSN: 1810-634X

- PORRAS, Álvaro & GONZALES, Alejandra. Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. *Revista Academia y Virtualidad*, 2016. 100 pp.
- RAFAEL, María. Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, 2015. 1 pp.
- RAMÍREZ, Ramiro & PÉREZ, Martha. Evaluación del potencial de los biosólidos procedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de Rábano rojo (*Raphanus sativus L.*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 2006. 3545 pp.
ISSN: 0304-2847
- REGLAMENTO TECNOLÓGICO DE CARNES. D.S. N° 22-95-AG. Lima, s.f. 23 pp.
- RUIZ, Saskia. Plan de gestión de residuos del camal del Cantón Antonio Ante. *Tesis de grado*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2011. 9 pp.
- SALCEDO, Sophia. Comparativo de fuentes nitrogenadas en un suelo arenoso utilizando como cultivo indicador al maíz (*Zea mays l.*). *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2016. 1 pp.
- SALDAÑA, Yomira; VEGA, Tiara, & VIGO, Gerardo. Efecto del fertilizante elaborado con vísceras de pescado en la fertilidad del suelo y crecimiento del *Capsicum pubescens*. *Tesis de pregrado*. Universidad César Vallejo, Trujillo, 2018. 45 y 54 pp.
- SARDUY, Yanetsys. El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. *Revista Cubana de Salud Pública*, 2007. 5 pp.
- SOSA, Nicolás; ORCELLET, Juan & GAMBAUDO, Sebastián. Uso agronómico de residuos orgánicos de origen animal. *IAH 23*, 2016. 18 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Declaratoria de Originalidad de los Autores

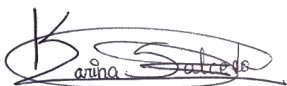

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotras, Everly Karina Guillen Salcedo con DNI N° 73186111 y Shianell Tecsi Solórzano con DNI N° 73098899, egresadas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo (Lima) declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada “Efecto de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante para la producción de *Raphanus sativus*”, es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 01 de febrero del 2021

Apellidos y Nombres del Autor: Guillen Salcedo, Everly Karina	
DNI: 73186111	Firma: 
ORCID: 0000-0003-3094-9236	
Apellidos y Nombres del Autor: Tecsi Solórzano, Shianell	
DNI: 73098899	Firma: 
ORCID: 0000-0002-5440-2238	

Anexo 2. Declaratoria de autenticidad del asesor

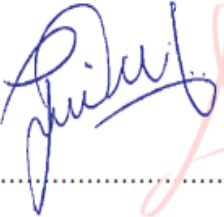
Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Mg. Sc. Pillpa Aliaga, Freddy, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo (Lima), asesor de la Tesis titulada: "Efecto de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino como fertilizante para la producción de *Raphanus sativus*" de los autores Guillen Salcedo, Everly Karina y Teci Solórzano, Shianell, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 30 de enero del 2021

Apellidos y nombres del Asesor: Mg. Sc. Pillpa Aliaga, Freddy	
DNI: 70298990	Firma:  Firmado digitalmente por Freddy Pillpa Aliaga Nombre de reconocimiento (DN): cn=Freddy Pillpa Aliaga, o=Colegio de Ingenieros del Perú, ou=CIP 196897, email=fpillpaa@gmail.com, c=PE Fecha: 2021.02.09 12:44:00 -05'00'
ORCID: 0000-0002-8312-6973	

Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 23. Matriz de operacionalización de variables

Variable		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente	Fertilizante elaborado con harina de cuernos y pezuñas de bovino (HCP)	<p>Es un producto poco convencional con la capacidad de fortalecer el suelo estéril. (Armas & Ulloa, 2019, p. 30)</p> <p>Además de una pequeña cantidad de otros elementos, el HCP también tiene un alto contenido de nitrógeno, presentando un alto potencial como fertilizante. (Kornilowics, 2011, como se citó en Aguirre y Alegre, 2015, p. 159).</p>	Es la harina obtenida de cuernos y pezuñas limpias, deshidratadas, hidrolizadas, trituradas y tamizadas con un alto contenido de nitrógeno.	Concentración de macronutrientes primarios de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino.	Nitrógeno (N)	%
					Fósforo (P)	mg/100
					Potasio (K)	mg/100
				Propiedades químicas de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino.	Humedad	%
					Conductividad eléctrica	μS/cm
					pH	-
Dependiente	Producción de <i>Raphanus sativus</i>	Es el resultado de la siembra y cosecha de <i>Raphanus sativus</i> , que es una hortaliza de rápido crecimiento (cinco semanas), además que presenta un contacto directo entre el sustrato y la parte comestible (Ramírez, R. & Pérez, M., 2006, p. 3545)	Estudio morfológico del <i>Raphanus Sativus</i> .	Variables agronómicas	Diámetro del bulbo	cm
					Altura de la planta	cm
					Número de hojas	Números naturales

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Instrumento de recolección de datos

FICHA DE OBSERVACIÓN

**EFECTO DE LA HARINA DE CUERNOS Y PEZUÑAS DE BOVINO COMO
FERTILIZANTE EN EL CRECIMIENTO DE *RAPHANUS SATIVUS***

DATOS GENERALES:

Fecha de recolección de muestra	
Fecha de entrega de resultados	
Solicitantes	<ul style="list-style-type: none">- Guillen Salcedo, Everly Karina- Tecsi Solórzano, Shianell

**Tabla 24. Variables agronómicas del *Raphanus sativus* - Tratamiento 0
(Testigo absoluto)**

Tratamientos	Repeticiones (N° de surco)	N° de planta de <i>Raphanus sativus</i>	Variables agronómicas de la planta		
			D.B (cm)	H.P (cm)	N°H
Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	1	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	2	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	3	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	4	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	5	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	Media total				

Firmado digitalmente por: Virgilio Quispe Yallercco
 Nombre de reconocimiento (DN): cn= Virgilio Quispe Yallercco
 o=Colegio de Ingenieros del Perú,
 ou=CIP: 185208
 Email=virgiqy@gmail.com
 c=PE
 Fecha: 2021/01/07

Ing. M. Sc. Víctor Hugo Alvarado
 CIP 20364

INGENIERO QUÍMICO
 Registro del Colegio de Ingenieros N° 27662

Fuente: Elaboración propia

Firmado digitalmente por Freddy Pillpa Aliaga
 Nombre de reconocimiento (DN): cn=Freddy Pillpa Aliaga, o=Colegio de Ingenieros del Perú, ou=CIP 196897,
 email=fpillpaa@gmail.com, c=PE
 Fecha: 2021.02.09 12:44:30 -05'00'

Ing. Juan José Zuñiga Negrón
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 203154

**Tabla 25. Variables agronómicas del Raphanus sativus - Tratamiento 1
(5 g de HCP)**

Tratamientos	Repeticiones (N° de surco)	N° de planta de <i>Raphanus sativus</i>	Variables agronómicas de la planta		
			D.B (cm)	H.P (cm)	N°H
Tratamiento 1 (5 g de HCP)	1	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	2	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	3	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	4	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	5	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	Media total				

Firmado digitalmente por: Virgilio Quispe Yallercco
 Nombre de reconocimiento (DN): cn= Virgilio Quispe Yallercco
 o=Colegio de Ingenieros del Perú,
 ou=CIP: 185208
 Email=virgiqy@gmail.com
 c=PE
 Fecha: 2021/01/07

Ing. M. Sc. Víctor Alpa Incañani
 CIP 20364

Ing. Juan José Zuñiga Negrón
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 203154

Fuente: Elaboración propia

Firmado digitalmente por Freddy Pillpa Aliaga
 Nombre de reconocimiento (DN):
 cn=Freddy Pillpa Aliaga, o=Colegio de Ingenieros del Perú, ou=CIP 196897,
 email=fpillpaa@gmail.com, c=PE
 Fecha: 2021.02.09 12:44:00 -05'00'

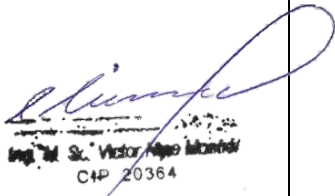
COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Juan José Zuñiga Negrón
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 203154

Tabla 26. Variables agronómicas del *Raphanus sativus* - Tratamiento 2
(10 g de HCP)

Tratamientos	Repeticiones (N° de surco)	N° de planta de <i>Raphanus sativus</i>	Variables agronómicas de la planta		
			D.B (cm)	H.P (cm)	N°H
Tratamiento 2 (10 g de HCP)	1	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	2	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	3	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	4	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	5	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	Media total				



Firmado digitalmente por: Virgilio Quispe Yallercco
 Nombre de reconocimiento (DN): cn= Virgilio Quispe Yallercco
 o=Colegio de Ingenieros del Perú,
 ou=CIP: 185208
 Email=virgiqy@gmail.com
 c=PE
 Fecha: 2021/01/07

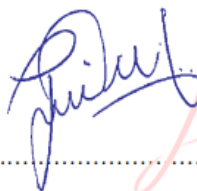


Ing. Víctor Hugo Alvarado
 CIP 20364



ATZU - MEMORIGUE SARMIENTO
 INGENIERO QUÍMICO
 Registro del Colegio de Ingenieros N° 27462

Fuente: Elaboración propia



Firmado digitalmente por Freddy Pillpa Aliaga
 Nombre de reconocimiento (DN): cn=Freddy Pillpa Aliaga, o=Colegio de Ingenieros del Perú, ou=CIP 196897,
 email=fpillpaa@gmail.com, c=PE
 Fecha: 2021.02.09 12:44:30 -05'00'



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Juan José Zuñiga Negrón
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 203154

Tabla 27. Variables agronómicas del *Raphanus sativus* - Tratamiento 3
(15 g de HCP)

Tratamientos	Repeticiones (N° de surco)	N° de planta de <i>Raphanus sativus</i>	Variables agronómicas de la planta		
			D.B (cm)	H.P (cm)	N°H
Tratamiento 3 (15 g de HCP)	1	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	2	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	3	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	4	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	5	1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	Media				
	Media total				

Firmado digitalmente por: Virgilio Quispe Yallercco
 Nombre de reconocimiento (DN): cn= Virgilio Quispe Yallercco
 o=Colegio de Ingenieros del Perú, ou=CIP: 185208
 Email=virgiqy@gmail.com
 c=PE
 Fecha: 2021/01/07

Ing. H. Sr. Víctor Hugo Alvarado
 CIP 20364

ATZO MENDIGURE SARMIENTO
 INGENIERO QUÍMICO
 Registro del Colegio de Ingenieros N° 27662

Fuente: Elaboración propia

Firmado digitalmente por Freddy Pillpa Aliaga
 Nombre de reconocimiento (DN): cn=Freddy Pillpa Aliaga, o=Colegio de Ingenieros del Perú, ou=CIP 196897,
 email=fpillpaa@gmail.com, c=PE
 Fecha: 2021.02.09 12:44:30 -05'00'

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Juan José Zuñiga Negrón
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP 203154

Donde:

HCP : Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino

D.B : Diámetro del bulbo (cm)

H.P : Altura de la planta (cm)

N°H : Número de hojas (Números naturales)

cm : Centímetros

g : Gramos

Tabla 28. Datos de las variables agronómicas del *Raphanus sativus* - T0

Tratamientos	Repeticiones (N° de surco)	N° de planta de <i>Raphanus sativus</i>	Variables agronómicas de la planta			
			D.B (cm)	H.P (cm)	N°H	
Tratamiento 0 (Testigo absoluto)	1	1	2.483	31.1	7	
		2	2.06	30.8	7	
		3	2.873	23.6	7	
		4	2.863	35.5	7	
		5	2.794	28.7	7	
		6	2.204	26.4	7	
		7	2.751	23	7	
		8	2.68	23.6	7	
		9	3.009	20.4	7	
		10	2.662	25.7	7	
		11	2.516	29.8	7	
		12	2.723	30	8	
		13	2.927	26.4	8	
		14	2.568	20.5	6	
		15	2.865	23.1	8	
		Media		2.67	26.57	7.13
		1	1.551	25.6	6	
		2	2.072	24.3	7	
		3	2.499	32.8	9	
		4	2.681	24.9	7	
		5	2.044	22.7	8	
		6	2.253	20.6	7	
		7	2.836	29	8	
		8	2.601	30.9	8	
		9	2.276	27.5	6	
		10	2.57	30.5	7	
		11	2.395	29.2	7	
		12	2.576	29.4	6	
		13	2.574	37.4	8	
		14	1.88	34.2	7	
		15	1.859	31.1	7	
		Media		2.31	28.67	7.20
		1	2.055	30.8	7	
		2	2.053	26.4	6	
		3	2.382	29.4	7	
		4	2.444	30.6	7	
		5	2.163	24	8	
		6	1.964	23	7	
		7	2.003	26.7	7	
		8	2.02	30.6	7	
		9	1.827	29.9	7	
		10	2.081	21.4	7	
		11	1.719	29.3	7	
		12	2.095	28.1	7	
		13	2.135	21.7	7	
		14	2.254	32.1	7	
		15	2.126	39.1	7	
		Media		2.09	28.21	7.00
		1	1.401	34.5	6	
		2	1.811	33.8	7	
		3	2.073	20.8	8	
		4	1.933	34.6	7	
		5	2.482	19.6	8	
		6	2.427	32.4	8	
		7	2.313	28.1	7	
		8	2.034	25.8	7	
		9	2.301	23.2	7	
		10	1.851	24.8	7	
		11	2.155	24.9	7	
		Media		2.07	27.50	7.18
		1	1.647	20.4	7	
		2	1.825	21	7	
		3	2.105	31.3	6	
		4	2.61	27.7	7	
		5	2.272	25.6	8	
		6	1.65	30.1	6	
		7	2.324	24.6	6	
		8	2.483	33.1	8	
		9	1.743	25.8	8	
		10	1.938	29.2	7	
		11	2.354	28.5	6	
	12	2.432	23.4	6		
	13	1.547	24.8	6		
	14	1.636	23.7	6		
	15	2.348	24.3	7		
	Media		2.06	26.23	6.73	
	Media total		2.25	27.43	7.04	
Total de datos		71				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Datos de las variables agronómicas del *Raphanus sativus* – T1

Tratamientos	Repeticiones (N° de surco)	N° de planta de <i>Raphanus sativus</i>	Variables agronómicas de la planta			
			D.B (cm)	H.P (cm)	N°H	
Tratamiento 1 (5 g de HCP)	1	1	3.162	35.1	9	
		2	3.569	40.2	7	
		3	3.084	26.7	6	
		4	2.934	34.9	8	
		5	3.03	26.3	7	
		6	3.567	21.4	6	
		7	3.634	25.7	8	
		8	2.86	28.6	7	
		9	3.281	24.9	7	
		10	3.085	31.3	6	
		11	2.609	28.9	7	
		12	3.148	26.2	7	
		13	2.825	27.8	8	
		14	3.174	30.9	7	
		15	2.991	32.3	8	
	Media			3.13	29.41	7.20
	2	1	3.394	34.6	8	
		2	3.493	19.6	8	
		3	3.461	31.4	7	
		4	3.528	29.2	7	
		5	3.164	27.1	7	
		6	3.029	24.3	7	
		7	2.959	16.4	7	
		8	3.549	16.6	7	
		9	3.49	20.9	8	
		10	3.089	35.7	7	
		11	2.911	23.3	7	
	Media			3.21	26.63	7.35
	3	1	3.489	34.3	9	
		2	3.289	28.8	7	
		3	3.07	35.3	7	
		4	3.268	38.4	8	
		5	3.06	25.9	7	
		6	3.016	18.7	6	
		7	3.097	21.1	7	
		8	3.056	35.9	7	
		9	3.188	27.5	7	
		10	3.506	30.6	11	
		11	3.111	26.6	7	
		12	3.442	22.7	7	
		13	2.75	26.5	7	
		14	3.302	28.7	8	
		15	2.935	27.6	8	
	Media			3.17	28.57	7.53
	4	1	2.786	22.3	6	
		2	2.634	26.4	7	
		3	2.692	21.3	7	
		4	2.622	26.8	9	
		5	2.434	27.1	6	
		6	2.891	26.6	7	
		7	3.121	33.6	9	
		8	3.298	24	7	
		9	3.334	29.6	7	
		10	2.863	26.9	8	
		11	3.266	34.2	9	
		12	3.527	35.3	7	
		13	2.746	20.3	7	
		14	3.13	30.5	6	
		15	3.455	17.7	6	
	Media			2.99	26.84	7.20
	5	1	3.154	23.4	8	
		2	3.346	29.5	7	
		3	3.414	29.8	7	
		4	3.398	34	8	
		5	3.657	21.6	7	
		6	2.764	25.6	7	
		7	3.487	22	7	
		8	2.766	18.4	6	
		9	3.11	31.4	6	
		10	2.698	24.7	6	
		11	3.491	26.1	7	
12		2.937	19.4	7		
13		3.124	18.7	7		
14		3.235	19.8	7		
15		2.821	20.8	7		
Media			3.16	24.35	6.93	
Media total			3.14	26.86	7.20	
Total de datos		71				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Datos de las variables agronómicas del *Raphanus sativus* - T2

Tratamientos	Repeticiones (N° de surco)	N° de planta de <i>Raphanus sativus</i>	Variables agronómicas de la planta		
			D.B (cm)	H.P (cm)	N°H
Tratamiento 2 (10 g de HCP)	1	1	5.373	25.1	8
		2	4.94	21.4	8
		3	4.915	20.8	8
		4	4.761	36.9	8
		5	4.289	33.6	7
		6	5.184	40.6	7
		7	4.892	36.8	7
		8	5.7	21.4	8
		9	4.655	23.4	6
		10	5.124	22.3	7
		11	4.509	28.7	8
		12	4.786	25.2	8
		13	4.442	33.6	8
		Media	4.89	28.45	7.54
	2	1	4.056	21.9	8
		2	4.991	35.9	7
		3	4.443	32.1	8
		4	4.8	31.7	8
		5	4.872	18.8	7
		6	4.734	31.1	7
		7	4.334	22.8	7
		8	4.055	27.4	7
		9	5.385	28.6	8
		10	3.981	23	6
		11	3.863	33.9	7
		12	3.745	31.5	8
		13	3.05	16.5	7
	14	3.384	27.8	7	
	15	3.636	30.9	7	
		Media	4.22	27.59	7.27
	3	1	3.561	19.7	7
		2	3.7	22.7	8
		3	3.513	33.6	7
		4	3.625	29.4	8
		5	3.749	27.6	7
		6	3.312	29.7	8
		7	4.038	22.6	8
		8	3.354	34.2	7
		9	3.073	34.4	8
		10	3.544	31.3	8
		11	3.337	30.6	7
		12	3.595	33.3	7
		13	3.203	21.9	8
		14	4.017	35.2	8
		15	3.609	32.8	7
		Media	3.55	29.27	7.53
	4	1	3.533	27.4	7
		2	3.272	25.8	7
		3	3.19	20.8	7
		4	2.938	38.4	6
		5	3.518	32.9	7
		6	3.732	25.2	8
		7	3.318	22.8	8
		8	3.319	25.7	7
		9	2.906	19.4	7
		10	3.024	35.9	6
		11	3.861	31	8
		12	3.546	22.3	6
		13	3.192	17.1	7
		14	3.899	23.7	7
		15	3.486	20.3	7
		Media	3.38	25.91	7.00
	5	1	3.403	29.8	7
		2	3.119	24.6	7
		3	3.397	35	7
		4	3.413	29.7	8
		5	3.779	31.2	7
		6	3.411	23.4	8
		7	3.816	39.3	7
		8	3.341	29.8	8
		9	2.922	33.7	7
		10	3.424	21.3	7
		11	3.846	37.5	8
12		3.646	31.6	7	
13		3.404	26.2	7	
14		3.753	24.6	7	
15		3.672	20.6	7	
	Media	3.49	29.22	7.27	
	Media total	3.88	28.01	7.30	
Total de datos		73			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Datos de las variables agronómicas del *Raphanus sativus* - T3

Tratamientos	Repeticiones (N° de surco)	N° de planta de <i>Raphanus sativus</i>	Variables agronómicas de la planta			
			D.B (cm)	H.P (cm)	N°H	
Tratamiento 3 (15 g de HCP)	1	1	5.819	30.7	7	
		2	4.365	25.9	8	
		3	4.067	29.1	7	
		4	4.364	26	6	
		5	4.668	28.6	7	
		6	4.744	30.7	8	
		7	5.366	23.9	8	
		8	4.298	20.8	8	
		9	4.881	26.4	9	
		10	5.273	27.4	7	
		11	4.508	23.2	8	
		12	4.648	31.4	8	
		13	5.222	27.7	8	
		14	4.575	22.9	6	
		15	4.09	24.7	6	
		Media		4.73	26.63	7.40
	2	1	4.831	26.8	6	
		2	4.382	35.3	6	
		3	4.237	29.6	7	
		4	4.661	34.9	7	
		5	5.238	28.6	7	
		6	4.705	21.9	7	
		7	4.771	19.7	7	
		8	5.469	24.8	7	
		9	5.203	18.7	6	
		10	5.095	25.2	6	
		11	5.796	28.4	7	
		12	5.442	30.6	7	
		13	5.61	22.3	7	
		14	4.765	25.8	6	
		Media		5.00	26.62	6.69
	3	1	6.073	24.3	7	
		2	5.142	22.6	7	
		3	5.18	21.4	6	
		4	5.051	28.8	8	
		5	5.596	27.1	11	
		6	5.464	22.3	8	
		7	5.647	25.9	7	
		8	4.87	25.9	7	
		9	6.089	35.6	10	
		10	4.911	27.1	7	
		11	5.277	31.9	8	
		12	5.328	27.7	7	
		13	5.135	26.4	8	
		14	5.696	20.4	7	
		15	4.998	35.9	8	
		Media		5.36	26.89	7.73
	4	1	5.503	30.8	8	
		2	5.596	29.2	8	
		3	6.121	32.4	8	
		4	5.847	27.6	7	
		5	4.998	29.8	7	
		6	6.07	30.6	8	
		7	5.741	28.9	8	
		8	5.943	31.5	7	
		9	4.734	26.7	8	
		10	5.722	27.4	8	
		11	6.023	28.1	8	
		12	5.346	30.2	7	
		13	5.642	32.7	7	
		14	5.896	29.3	8	
		15	4.827	28.4	7	
		Media		5.60	29.57	7.60
	5	1	5.392	29.1	7	
		2	6.126	32.8	7	
		3	5.248	29.7	8	
		4	5.433	30.6	7	
		5	6.098	31.2	8	
		6	5.963	30.8	7	
		7	4.741	29.2	7	
		8	5.736	29.7	7	
		9	4.849	30.5	7	
		10	5.791	29.3	8	
		11	6.123	32.4	8	
12		5.949	30.2	7		
13		4.794	31.9	7		
14		5.692	30.7	8		
15		6.028	32.3	8		
	Media		5.60	30.69	7.40	
	Media total		5.26	28.00	7.36	
Total de datos		74				

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 5. Análisis químico de la Harina de Cuernos y Pezuñas de bovino
(HCP) y muestras de suelo**

**Ilustración 5. Análisis fisicoquímico del HCP y muestras de suelo con
aplicación y sin aplicación de HCP**

MC QUIMICALAB
De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N° LO 0383-20
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE SUELO

SOLICITA : Tesistas de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
- Guillen Salcedo Everly Karina.
- Tecsí Solorzano Shianell

PROYECTO : " Efecto de la harina de cuernos y pezuñas de bovina como fertilizante para la producción de *Raphanus Sativus*"

MUESTRAS :
M1.- Muestra sin Fertilizante.
M2.- Muestra con Fertilizante.
M3.- Fertilizante Preparado.

SECTOR : Andén – Andén ,Larapa.
DISTRITO : San Jerónimo.
PROVINCIA : Cusco.
REGION : Cusco
FECHA : 19/12/20

RESULTADOS:

DETERMINACIONES	UNIDAD	M1	M2	M3	MÉTODO
Humedad	%	11.8	6.76	5.0	Gravimétrico (6.4)
MUESTRA SECA					
Nitrógeno total	%	0.05	0.1	12	Kjendahl (5.6b)
Fosforo disponible P ₂ O ₅	mg/100	2.6	4.0	30	Molibdato de amonio(5.9a)
Potasio disponible K ₂ O	mg/100	5.0	10	50	Emisión (5.10)
Materia Orgánica	%	1.1	-	-	Calcinación (5.7a)
Conductividad Eléctrica	µS/cm	540	1340	6000	Instrumental (USDA)
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	meq/100	12			Extracción con hidróxido de sodio (5.3)
pH		7.1	7.2	6.2	Instrumental (5.8a)
Textura(malla 2 mm)					Gravimétrico y Bouyucos (USDA)
Arena	%	22.5	-	-	--
Arcilla	%	2.0	-	-	--
Limo	%	75.5	-	-	--
Clase Textural		F.L	-	-	Triángulo de textura (USDA)

FL = Franco Limoso

MÉTODOS DE ANÁLISIS: El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.

NOTA: La cantidad de Fósforo y Potasio disponibles se refieren a la parte soluble en agua que es aprovechable por la planta en crecimiento. Estos elementos con frecuencia se encuentran en mayor proporción en la parte insoluble la cual no se ha determinado por no tener mayor importancia en el cultivo.


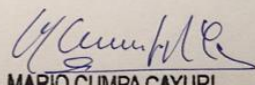


MARIO CUMPA CAYURI
 INGENIERO QUIMICO
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16108

Ilustración 6. Materia prima (cuernos y pezuñas de bovino)



Ilustración 7. Pesaje de la materia prima



Ilustración 8. Secado en estufa de los cuernos y pezuñas de bovino



Ilustración 9. Hidrolización de proteínas de los cuernos y pezuñas de bovino

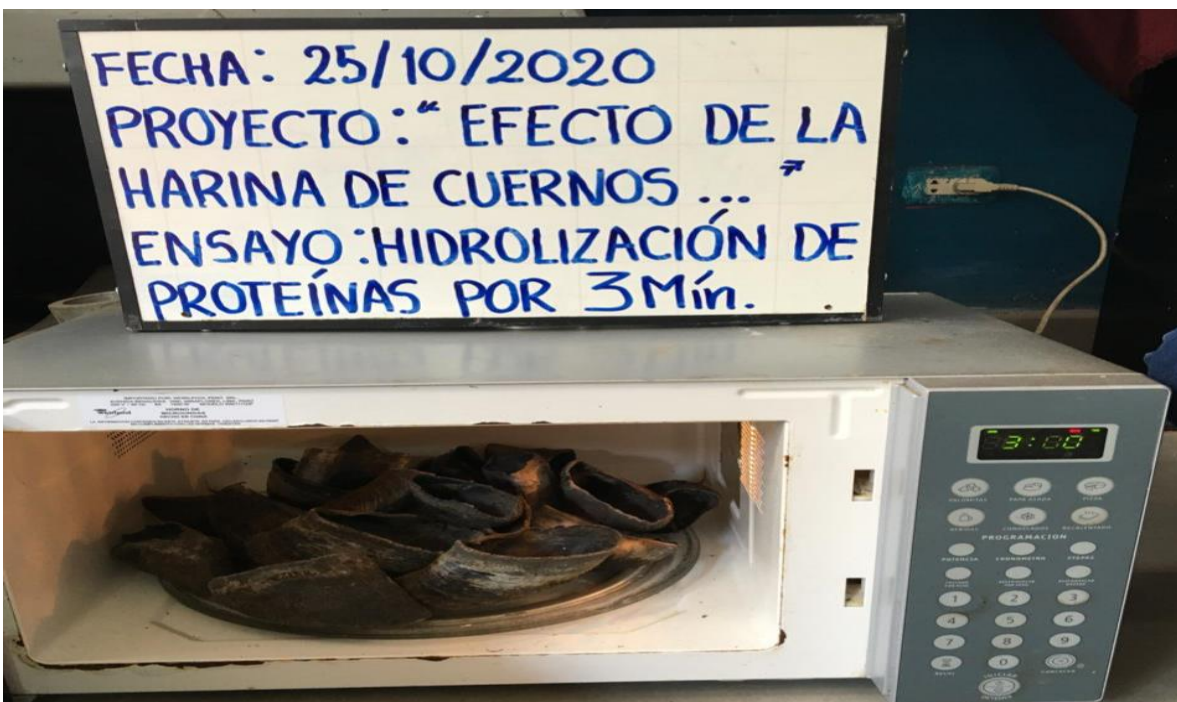


Ilustración 10. Molienda de los cuernos y pezuñas de bovino



Ilustración 11. Tamizaje del HCP en malla N° 16



Ilustración 12. Instalación de las parcelas experimentales



Ilustración 13. Cercado de las parcelas experimentales



Ilustración 14. Fertilización a diferentes concentraciones



Ilustración 15. Plantas de *Raphanus sativus* en desarrollo



Ilustración 16. Plantas de *Raphanus sativus* en el tratamiento 0 (Testigo absoluto)



Ilustración 17. Plantas de *Raphanus sativus* en el tratamiento 1 (5 g de HCP)



Ilustración 18. Plantas de *Raphanus sativus* en el tratamiento 2 (10 g de HCP)



Ilustración 19. Plantas de *Raphanus sativus* en el tratamiento 3 (15 g de HCP)



Ilustración 20. Diferencias entre los tratamientos



Ilustración 21. Planta de *Raphanus sativus* en el tratamiento 0 (Testigo absoluto)



Ilustración 22. Planta de *Raphanus sativus* en el tratamiento 3 (15 g de HCP)



Ilustración 23. Cosecha (Día 45)

