

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



---

**“EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO DE LA  
LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN CONDICIONES DEL CIFO– UNHEVAL,  
HUÁNUCO 2020”**

---

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

**TESISTA:**

**Bach. MARTÍNEZ ESTEBAN, NELSON VALERIANO**

**ASESOR:**

**M.Sc. IGNACIO CÁRDENAS, SEVERO**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación logrado con esfuerzo y perseverancia para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, dedico a mis padres Balwis Fortunato Martínez Rivas, Yolanda Esteban Lucas y a Christian Thiago Martínez Chávez; por el amor que me brindan, su comprensión y esfuerzo; a mis padres por traerme a este mundo para ser un individuo próspero para desarrollar la sabiduría y merecer el logro soñado y logrado con empeño y dedicación.

## **AGRADECIMIENTO**

En el presente trabajo de investigación dejó constancia de mi eterno agradecimiento a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán – Huánuco, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por haberme permitido formarme.

A todos los docentes quienes día a día impulsaron mi formación profesional, sembrando en mi cerebro la semilla del saber, inculcándome el espíritu para la lucha y perseverancia en mi desempeño profesional y personal en la sociedad del mundo actual.

De manera especial mi agradecimiento leal y profundo reconocimiento al Ing. M.Sc. Severo Ignacio Cárdenas, por haber su liderazgo en la ejecución de mi tesis, impartiendo su experiencia y conocimiento para la culminación exitosa de la investigación.

A los miembros del jurado de calificación de Tesis en las personas del Ing. Mg. Eugenio Fausto Pérez a la Ing. Mg. Liliana Vega Jara especialista en suelos y al Dr. Wáter Vizcarra Arbizu quienes enriquecieron con mucha sabiduría en mi formación profesional y me formaron profesionalmente a lo largo de esta investigación.

## RESUMEN

La investigación se realizó en 178 m<sup>2</sup> del campus del Centro de Investigación Frutícola Olerícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNHEVAL, con 32 unidades experimentales de 3.2 m<sup>2</sup> cada una; ubicado en el distrito de Pillco Marca provincia y departamento de Huánuco. La finalidad fue evaluar los efectos de los abonos de fuentes orgánicas, compost, humus de lombriz y guano de isla, en el desarrollo y producción de dos cultivares de lechuga (Grazion y Fabietto); utilizando como comparativo a la fertilización basada en fertilizantes inorgánicos. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de 2 x 4. Se evaluaron las variables: altura de planta, diámetro ecuatorial de planta y peso fresco de planta. Se organizaron los datos en una base para ser analizados mediante métodos estadísticos descriptivos e inferenciales. Los resultados muestran que la mayor altura de planta se obtuvo para el cv. Grazion con el abonamiento orgánico utilizando compost más EM, pero similar a la altura promedio con guano de las islas más EM e incluso al promedio obtenido con fertilizantes inorgánicos; para el cv. Fabietto la mejor altura se obtuvo con Humus de lombriz más EM diferente estadísticamente a los promedios de las plantas obtenidas con los otros tratamientos. No se encontró diferencias para el diámetro ecuatorial para los abonos, mientras que entre cultivares, el cv. Grazion presentó mayor diámetro ecuatorial que el cv. Fabietto. El peso fresco por planta fue mayor para el cv. Grazion abonado con fertilizantes inorgánicos y en el cv. Fabietto con humus más EM, resultando ambos promedios estadísticamente iguales, pero diferentes a los otros promedios. En futuros estudios es necesario realizar estudios metabolómicos en ensayos sobre nutrición con fuentes orgánicas en el cultivo de lechuga.

**Palabras clave:** *abonamiento orgánico, crecimiento y desarrollo, cultivar, cultivo de lechuga, rendimiento.*

## ABSTRACT

The research was developed in 178 m<sup>2</sup> of the campus at the Research Center of Fruit and Vegetables of the Agrarian Sciences College of the UNHEVAL, with 32 experimental units of 3.2 m<sup>2</sup> each it; located in the district of Pillco Marca province and department of Huánuco. The aim was to evaluate the effects of fertilizers from organic sources, compost, earthworm humus and “guano de las islas”, in the development and production of two cultivars of lettuce (Grazion and Fabietto); using as a comparison to fertilization based on inorganic fertilizers. A randomized complete block design with a 2 x 4 factorial arrangement was used. The evaluated variables were: plant height, plant equatorial diameter, and fresh plant weight. The data were organized on a base to be analyzed using descriptive and inferential statistical methods. The results show that the highest plant height was obtained for cv. Grazion with organic fertilization using compost plus EM, but similar to the average height with guano of the islands plus EM and even to the average obtained with inorganic fertilizers; for cv. Fabietto, the best height was obtained with worm humus plus ME statistically different from the averages of the plants obtained with the other treatments. No differences were found for the equatorial diameter for the fertilizers, while between cultivars, cv. Grazion had a greater equatorial diameter than cv. Fabietto. The fresh weight per plant was higher for cv. Grazion fertilized with inorganic fertilizers and in the cv. Fabietto with humus plus EM, both of which were statistically equal, but different from the other averages. In future studies, it is necessary to carry out metabolomic studies in nutrition trials with organic sources in lettuce cultivation.

**Key words:** *cultivar, lettuce crop, organic fertilizer, plant growing, yield.*

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGREDECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1.1. Botánica de la lechuga.....	4
2.1.1.1. Ciclo fenológico del cultivo.....	5
2.1.1.2. Variedades y cultivares de lechuga.....	6
2.1.1.3. Requerimientos de clima y suelo de la lechuga.....	8
2.1.2. La nutrición de plantas y el uso de fuentes orgánicas para el <b>abonamiento</b> .....	9
2.1.2.1. Fundamentos del manejo orgánico de la lechuga.....	10
2.1.2.2. Principios del uso de abonos orgánicos en el cultivo de <b>lechuga</b> .....	11
2.1.2.3. Guano de las islas.....	13
2.1.2.4. Compost.....	13
2.1.2.5. Humus de lombríz.....	14
2.2. ANTECEDENTES.....	16
2.3. HIPÓTESIS.....	17
2.3.1. Operacionalización de variables.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	19
3.2. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS.....	21
3.3. NIVEL Y TIPO DE ESTUDIO.....	21
3.4. FACTORES EN ESTUDIO.....	22
3.5. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.....	22
3.5.1. Características de la parcela experimental.....	23

3.5.2. Prueba de hipótesis.....	25
3.6. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	26
3.7. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO.....	27
3.8. PROCEDIMIENTO.....	28
3.8.1. Conducción de la investigación.....	28
3.8.2. Aplicación de tratamiento: abonamiento al suelo.....	30
3.8.3. Datos registrados.....	32
3.9. TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	32
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Pruebas a priori del análisis de variancias.....	33
4.2. Altura de planta de la altura de planta de lechuga, cv. Grazion y Fabietto.....	33
4.3. Diámetro ecuatorial de planta de lechuga, cv. Grazion y Fabietto	34
4.4. Peso fresco (g) de planta de lechuga, cv. Grazion y Fabietto .....	37
4.5. RENDIMIENTO.....	39
4.6. Asociaciones y relaciones funcionales de las características biométricas de lechuga.....	41
V. DISCUSIÓN.....	43
5.1. Altura de planta.....	43
5.2. Diámetro ecuatorial de planta (DEP).....	43
5.3. Peso fresco de planta.....	44
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48



<b>Cuadro 16.</b> Analisis de varianza del rendimiento tn/ha por efecto del manajo organico en el cultivo de lechuga.....	39
<b>Cuadro 17.</b> Prueba de Tukey al 0.05 DM=4.82205 para la variable rendimiento tn/ha por efecto de la variedad.....	39
<b>Cuadro 18.</b> Prueba de Tukey al 0.05 DM=2.888888 para la variable rendimiento tn/ha por efecto de la nutrición orgánica.....	40
<b>Cuadro 19.</b> Prueba de Tukey al 0.05 DM=4.82205 para la variable rendimiento tn/ha por efecto de la interacción.....	40

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 01.</b> Mapa de ubicación del trabajo de investigación.....	20
<b>Figura 02.</b> Croquis de la parcela experimental con distribución de los tratamientos.....	24
<b>Figura 03.</b> Croquis de la unidad experimental con su respectivo unidad neta experimental.....	24
Gráfico 04. Promedio de altura (cm) y diámetro ecuatorial de planta/cabeza (cm) según variedad y manejo nutricional.....	36
<b>Gráfico 05.</b> La interacción variedad nutrición para altura de planta (cm) y diámetro ecuatorial de planta (cm).....	36
<b>Gráfico 06.</b> Promedio de peso fresco (g) de planta.....	38
<b>Gráfico 07.</b> De la interacción variedad y nutrición para el peso de planta (g) de lechuga.....	38
<b>Gráfico 08.</b> De la interacción variedad * Fuentes de nutrición orgánica según la prueba de Tukey al 0.05.....	40

## I. INTRODUCCIÓN

Las hortalizas actualmente tienen importancia en la alimentación humana del Perú y el mundo. La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es importante por ser rico en vitaminas y minerales y de muy fácil uso en el consumo (Japón 1977); Así como por su utilidad en ensayos por ser una planta indicadora, permitiendo obtener resultados inmediatos a la aplicación de muchos insumos agrícolas (La Rosa 2015). Esta especie presenta gran diversidad de variedades y cultivares, cuyas hojas frescas presentan efectos refrescantes, tranquilizadores, fortifican los nervios, reduce el nivel de azúcar en la sangre y el látex es utilizado como calmante y narcótico (Vallejo y Estrada 2004).

En los últimos años en el Perú la demanda de productos orgánicos, principalmente los de consumo en fresco, se incrementa cada vez más. En la región Huánuco su producción es en campo abierto, atravesando serias dificultades en cuanto a su nutrición y manejo fitosanitario debido a la falta de tecnologías amigables con el ambiente. Los agricultores generalmente hacen uso inadecuado de las fuentes orgánicas por su inexperiencia. Por ello, la nutrición de los cultivos con base a fuentes orgánicas es una alternativa. Diferentes insumos, como abonos verdes, residuos agrícolas, compost y biofertilizantes han sido probados en diferentes cultivos obteniendo resultados prometedores. Sin embargo, existen dudas respecto a su uso en la fertilización de los suelos (Salazar *et al.* 2003).

Entre los principales problemas asociados con el rendimiento de la lechuga destaca la degradación de los suelos que afecta el volumen de biomasa cosechable, la calidad y por lo tanto su aceptación en el mercado. Por ser, los componentes de la agricultura a campo abierto, la nutrición de los cultivos y el manejo de la fertilidad de los suelos, actualmente caracterizado por el uso desmedido de agroquímicos y con impactos irreversibles en el ambiente. La validación de alternativas de fertilización de los suelos agrícolas para la nutrición del cultivo de lechuga es importante (Santander 2015); por ejemplo, validar procesos de su elaboración y uso de las fuentes

orgánicas puesto que su aporte de nutrientes depende principalmente del proceso de su elaboración y su composición (Ojeda 2017).

Las fuentes orgánicas para el abonamiento son un recurso al alcance del agricultor por su utilidad y bajo costo, su uso se remonta a tiempos inmemoriales, porque mejoran la estructura del suelo y por lo mismo retiene la humedad y garantiza una buena producción. Son sustancias que resultan de la descomposición de restos vegetales y/o animales (Salazar *et al.* 2003). Existen muchas fuentes de abonos orgánicos que se emplean en la agricultura, pero necesarios investigar su potencial, viabilidad y sostenibilidad en diferentes cultivos para.

El trabajo de investigación se centró en analizar el efecto de las diferentes fuentes de abono orgánico y las formas de uso en la nutrición del cultivo para producir lechugas con estándares de calidad y accesibles para diferentes segmentos de mercado (amas de casa, pollerías, restaurantes, hoteles, etc.), pero al mismo tiempo preservando los suelos agrícolas, el agua, la flora y la fauna. Se estudió los efectos del abonamiento con fuentes orgánicas (compost, humus, guano de las islas), inoculados con microorganismos eficientes (EM, siglas en inglés), en el marco del concepto de balance de nutrientes primarios en un suelo de cultivo de lechuga ubicado en el Centro de Investigación Frutícola Olerícola (CIFO) de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL).

Los beneficiarios directos de los aportes de esta investigación serán los agricultores, quienes conocerán la fórmula, el uso y manejo de los abonos orgánicos en el cultivo de la lechuga para mejorar sus rendimientos. La población en general recibirá un beneficio indirecto, ya que la lechuga es fuente de vitaminas y otras sustancias necesarias para la nutrición del ser humano.

**Objetivo general**

Comparar los efectos del manejo nutricional con fuentes orgánicas en el rendimiento obtenible del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones del CIFO – UNHEVAL, Huánuco.

**Objetivos específicos**

- a) Analizar los efectos del humus, compost y guano de las islas enriquecidos con microorganismos eficientes (EM) en los rasgos biométricos de crecimiento y desarrollo de la planta de lechuga.
- b) Conocer los efectos del humus, compost y guano de las islas enriquecidos con microorganismos eficientes (EM) en el rendimiento obtenible del cultivo de lechuga

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1.1. Botánica de la lechuga

Aunque Vavilov pensó que el origen de la lechuga se situada en el Cercano Oriente, entre los botánicos es debatible, pero hay casi un consenso de que la especie silvestre *Lactuca scariola* L. sería el pariente más cercano y el probable ancestro dado que se encuentra en estado silvestre en la mayor parte de las zonas templadas (Maroto 1983). George (2009) y Afroza y Rana (2018) mencionan que *Lactuca serriola* L. sería el ancestro que originó a la lechuga cultivada, dado que este nunca se encuentra en estado silvestre. Además, estos últimos autores resaltan que los silvestres *L. drageana* y *L. altaica* serían especies muy cercanas a *L. serriola*; mientras que Rzedowski y Rzedowski (2005) mencionan que *L. scariola* y *L. serriola* son sinónimos.

Saavedra *et al.* (2017) reproducen que *Lactuca sativa* fue descrita por el científico naturalista sueco Carlos Linneus en el año 1753, publicado en Species Plantarum Nº 2: 795. El nombre genérico de *Lactuca* procede del latín *Lac* que significa “leche”, en referencia al látex lechoso que exuda el tallo de la planta, y *sativa* es un epíteto que hace referencia al carácter de especie cultivada. Según Mallar (1978) la clasificación taxonómica de la lechuga es el siguiente: reino: Plantae, división: Magnoliophyta, clase: Magnoliopsida, orden: Asterales, familia: Asteraceae, subfamilia: Cichorioideae, tribu: Lactuceae, género: *Lactuca*, nombre científico: *Lactuca sativa* L.

La lechuga es una planta herbácea, anual y autógama; en su etapa vegetativo contiene en sus tejidos un látex lechoso, cuya cantidad disminuye con la edad de la planta (Maroto 1983). Es una planta autógama, cuyas flores son parcial cleistógamas y agrupadas en capítulos, de tipo indeterminada y pueden ser de fotoperiodo largo o neutro; sus semillas, en realidad frutos del tipo aquenios, están provistas de un vilano plumoso, generalmente de característica picuda y plana, de color negro, blanco, amarillo o marón, y 1000 semillas pesan entre 0.9 a 1.5 g., según la variedad y cultivar (Gaviola 2020).

Posee un sistema radicular profundo poco ramificado, pero las raíces de absorción se encuentran principalmente a una profundidad de 5 a 25 cm. y son pivotantes, cortas y ramificadas. Presenta un tallo corto, sin ramificaciones, cilíndrico y blando, cubierto de follaje durante la etapa vegetativa, soporta una roseta de hojas que varían de tamaño, textura, forma y color según los cultivares, se aprietan unas con otras formando una cabeza de forma lanceolada, redonda o espatulada. Sin embargo, en presencia de temperaturas superiores a 26 °C y días largos (mayor de 12 horas) el tallo se alarga hasta 1.20 m de longitud y presenta ramificación en el extremo apical y en cada punta de las ramillas terminales una inflorescencia (Maroto 1983).

Según Saavedra *et al.* (2017), la lechuga presenta una gran diversidad de tipos de hoja y hábitos de crecimiento de planta, caracteres relacionados con la diferenciación de las variedades botánicas. González y Zepeda (2013), Maroto (1983) y Salinas (2013) coinciden que las hojas son lisas, sésiles, arrosetadas, ovales, gruesas, enteras y las hojas caulinares son semiamplexicaules, alternas, auriculado abrazadoras y borde puede ser redondo o rizado. Su color varía desde el verde amarillo hasta el morado claro, dependiendo del cultivar.

Según Afroza y Rana (2018), cuando las plantas pasan de la etapa comestible (entre 65 a 130 días), desarrollan inflorescencias con pequeñas flores amarillas, a estas se llaman cabezas de flores o capítulos, y se compone de múltiples flores (18 a 20), cada flor presenta un cáliz modificado llamado pappus (que se convierte en el paracaídas plumoso del aquenio), una corola de cinco pétalos fusionados en una lígula y las partes reproductoras. Estos incluyen anteras fusionadas que forman un tubo, que envuelve un estil

#### **2.1.1.1. Ciclo fenológico del cultivo**

Según Afroza y Rana (2018) el ciclo vegetativo de la lechuga varía entre 65 y 130 días desde la siembra hasta la cosecha; pero Montesdeoca (2008) menciona que dicho ciclo productivo puede variar entre los 40 días y los tres meses, por ello se puede cultivada durante todo el año. Este cultivo presenta una etapa de plántula, de entre cuatro a cinco semanas después del

almácigo; y un período en campo que oscila entre 6 a 12 semanas dependiendo de la variedad. Maroto (1983) considera que desde el punto de vista agronómico la lechuga presenta tres fases: fase de formación de una roseta de hojas, fase de formación del cogollo y fase de reproducción. Mientras que Montesdeoca (2008) refiere las siguientes fases:

- Etapa de plantación: comprende desde la emergencia hasta la aparición de la tercera o cuarta hoja verdadera, y tiene una duración de tres a cinco semanas.
- Etapa roseta: durante esta etapa disminuye la relación larga/ancho de las hojas y se forman de 12 a 14 hojas verdaderas.
- Etapa de formación de cabeza: continúa el descenso de la relación largo/ancho en las nuevas hojas, caracterizado por el crecimiento de la planta, las hojas curvadas continúan saliendo hasta que son completamente envueltas por las hojas exteriores. Las hojas se disponen primeramente en roseta y después se compactan unas a otras formando el cogollo que varía según las variedades. Aunque hay variedades que no forman cabeza.
- Etapa de madurez: se forman un gran número de hojas en el interior, generando un cogollo firme, tiene una duración de 60 a 120 días. Las hojas se continúan expandiendo hasta que se forman grietas.

Etapa de floración: el tallo de la inflorescencia emerge por la parte superior del cogollo, a los 50 a 70 días. Después de 12 a 14 días del desarrollo de la flor, el involucro se seca y se abre para dispersar las semillas

#### **2.1.1.2. Variedades y cultivares de lechuga**

George (2009) y Afroza y Rana (2018) coinciden en clasificar en cuatro variedades botánicas a las lechugas cultivadas, según la variación de los caracteres morfológicos:

- *Lactuca sativa* var. *longifolia* Lam., llamado también lechugas

romanas; las hojas de esta variedad son oblongas alargadas, con bordes enteros, erguidas, relativamente estrechas y crujientes, por lo general no forman cabeza, pero en algunos casos sí. Ejemplo, Romana y Baby.

- *Lactuca sativa var. capitata* L., se conoce también como lechuga arrepollada o acogolladas debido a la disposición similar de sus hojas; se distinguen dos tipos, el de cabeza crujiente (iceberg, en inglés) y el de cabeza de mantequilla (butter head, en inglés) de sabor más delicado; los primeros presentan corazones más firmes o compactos. Ejemplo, Batavia, Mantecosa o Seda, etc.
- *Lactuca sativa var. crispa* L., conocido también como lechuga rizada; estas lechugas no forman corazón, pero tienen una cabeza o roseta de hojas sueltas; algunos cultivares tienen hojas muy rizadas y con flecos. Ejemplo, Red Salad Bowl, Cracarelle, etc.
- *Lactuca sativa var. espárrago* Bailey (sinónimo *angustana* Irish); llamado también *lechuga de tallo*, son lechugas de tallos carnosos y gruesos; algunos cultivares de esta variedad tienen hojas de color gris claro. Ejemplo, Celtuce.

Las variedades utilizadas en el experimento son la var. *capitata* de cabeza mantequilla y la var. *crispa*. Los cultivares fueron tipo butterhead var. Fabietto y tipo Batavia var. Grazion, que según Rijk Zwaan (2021) sus características son:

- Variedad Fabietto: lechuga tipo española, es una variedad de gran vigor y cierre lento, lo que le confiere una gran estabilidad, apta tanto para procesado como para fresco tolerancia a bajas temperaturas y es recomendada para cosechas en otoño e invierno.
- Variedad Grazion: lechuga tipo italiana, de color verde intenso, sus hojas son rizadas y presentan gran uniformidad en tamaño y forma, es compacta y pesada.

### 2.1.1.3. Requerimientos de clima y suelo de la lechuga

Según Japón (1977), la lechuga es una planta de gran adaptabilidad a distintos climas. La temperatura óptima de germinación oscila entre 18 - 20 °C, en el crecimiento vegetativo varía entre 14 – 18 °C por el día y 5 – 8 °C por la noche; pero exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante la fase de formación del cogollo requieren temperaturas alrededor de 12 °C en el día y de 3° a 5 °C por la noche; como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima hasta -6 °C. Las temperaturas altas aceleran el desarrollo del tallo floral, en desmedro de la calidad de la lechuga, debido a la acumulación de látex amargo en su sistema vascular. La Cámara de Comercio de Bogotá (2015) resalta que temperaturas superiores a los 30 °C, inhiben su crecimiento, las hojas pueden ser amargas y se promueve el alargamiento acelerado del tallo. Este fenómeno llamado "espigado" no es deseable, por lo que en verano pueden espigar rápidamente si no se previenen estas. Algunos tipos y variedades de lechuga soportan mejor el calor. Mientras que Goites (2008) resalta que es un cultivo de clima fresco, siendo recomendable cultivar en primavera o finales de verano.

Maroto (1983) menciona que la lechuga se desarrolla bien en suelos diversos, pero son mejores los suelos francos, aireados y con alto contenido de materia orgánica bien descompuesta; su límite óptimo de pH varía entre 6.8 y 7.4. Es una especie que no resiste la acidez del suelo, adaptándose bien entonces a los suelos ligeramente alcalinos. Suelos oscuros, con contenidos bajos de fósforo y potasio provocan que las lechugas no repollen bien, cuya cabeza carecerá de estabilidad y de fuerza, ocasionando la apertura de las hojas. Contenidos bajos de cloruros (Cl<sup>-</sup>) y de sodio (Na<sup>+</sup>), contenidos medios-altos de fósforo asimilable (50-60 ppm con extracción Olsen Watanave) y de K (650-800 ppm con extracción Ac-NH<sub>4</sub>), CE menor de 3.5 dS/m, textura media son óptimos para el cultivo de lechuga (Calsin 2019).

Vallejo y Estrada (2004), resaltan un aspecto agronómico importante, lechuga es muy susceptible a la pérdida de agua; los síntomas de pérdida de agua se reflejan como pérdida de firmeza y turgencia en las hojas y un

deterioro en la apariencia de estas; pierden su apariencia fresca y se tornan marchitas. También es exigente con la humedad del suelo durante las primeras etapas de su ciclo de vida, ya que el sistema radicular está situado entre los 5 – 30 cm de profundidad. La humedad relativa para un adecuado desarrollo del cultivo es de 60% a 80%, aunque en determinados momentos puede ser menos de 60%; y su requerimiento de agua es mayor a 134 mm por ciclo productivo.

Vallejo y Estrada (2004), resaltan un aspecto agronómico importante, lechuga es muy susceptible a la pérdida de agua; los síntomas de pérdida de agua se reflejan como pérdida de firmeza y turgencia en las hojas y un deterioro en la apariencia de estas; pierden su apariencia fresca y se tornan marchitas. También es exigente con la humedad del suelo durante las primeras etapas de su ciclo de vida, ya que el sistema radicular está situado entre los 5 – 30 cm de profundidad. La humedad relativa para un adecuado desarrollo del cultivo es de 60% a 80%, aunque en determinados momentos puede ser menos de 60%; y su requerimiento de agua es mayor a 134 mm por ciclo productivo.

### **2.1.2. La nutrición de plantas y el uso de fuentes orgánicas para el abonamiento**

Los suelos agrícolas sufren pérdidas considerables de nutrientes, lo cual puede agotar su contenido de materia orgánica, por ello se debe restituir permanentemente. Esto se puede lograr con la incorporación de residuos de cultivo, abonos orgánicos, estiércoles etc. Según Altieri (1999), para mantener la fertilidad del suelo en un sistema orgánico es clave el aumento de la eficiencia del flujo de nutrientes de estado fijo a soluble. Se sabe que la principal fuente de nitrógeno es el nitrógeno atmosférico, fijado por bacterias simbióticas, y las fuentes orgánicas. Un déficit de nitrógeno en el suelo es mitigado mediante el nitrógeno residual en este, el reciclaje de estiércol de animales y rastrojos vegetales, y la mineralización de materia orgánica del suelo. Los materiales poco solubles en agua, como la roca fosfórica o la arenisca verde (glaucionita), son las fuentes importantes de fósforo y potasio.

La agricultura orgánica consiste en la gestión integrada de los recursos para disminuir pérdidas económicas en los cultivos a partir del esfuerzo de las comunidades. Se caracteriza por sus alternativas para la resolver el problema fitosanitario y el uso intensivo de fertilizantes sintéticos, y permite producir órganos sanos y de alta calidad para el consumidor. Considera utilizar las fuentes artificiales sólo cuando son necesarios y con asesoramiento técnico para evitar los impactos negativos, como la contaminación del suelo, intoxicaciones, resistencia de las plagas y enfermedades (Gonzales 2013). Desde una perspectiva global, la agricultura sostenible se basa en la utilización racional de los recursos locales disponibles en una parcela, tales como: vegetación en descomposición y los conocimientos de las culturas permanentes para desarrollar una agricultura económicamente factible, ecológicamente protegida (contaminación mínima de los ecosistemas, preservación de la biodiversidad, uso adecuado de los recursos, etc.), culturalmente adaptada y socialmente justa. Su perspectiva es satisfacer las necesidades humanas conservando los recursos naturales, o mejorando cuando sea posible y necesario, manteniendo el equilibrio ecológico, preservando la biodiversidad del agroecosistema. La viabilidad económica de este modelo de agricultura va más allá de un estado de pérdidas y ganancias, sino la posibilidad de que los agricultores pueden producir lo necesario para su autosuficiencia y que les genere utilidades. Sobre todo, busca garantizar la soberanía y seguridad alimentaria como una categoría económico-social trascendental (Altieri 1999).

#### **2.1.2.1. Fundamentos del manejo orgánico de la lechuga**

La agricultura orgánica comprende un sistema de producción de alimentos sin el uso de los fertilizantes y pesticidas sintéticos de uso agrícola. Reemplaza las fuentes externas (sustancias químicas y combustibles) por recursos del mismo predio o localidad. Dichos recursos incluyen la energía solar y eólica, el control biológico de las plagas, el nitrógeno fijado por bacterias y otros nutrientes que se liberan a partir de la materia orgánica o de las reservas del suelo. Este modelo se fundamenta en la rotación de cultivos, uso de rastrojos vegetales, excrementos de animales, leguminosas como

abonos verdes, desechos orgánicos externos a la parcela, cultivo mecanizado, roca fosfórica y control biológico de plagas (Altieri 1999). La agricultura orgánica sostiene, que, una vez alcanzado el equilibrio, la producción del agroecosistema puede acercarse al rendimiento potencial sin la necesidad de utilizar insumos artificiales o sintéticas (Salazar *et al.* 2003).

Es importante resaltar que la cantidad de materia orgánica del suelo está estrechamente relacionada con la productividad del suelo y el control de la erosión. Las fuentes más importantes son los excrementos de animales, los abonos verdes, cultivos de cobertura, entre otros para mantener la materia orgánica del suelo. Sin embargo, el estiércol es mejor cuando se transforma en compost (Altieri 1999). Según Roselló (2003) los abonos orgánicos, se obtienen mediante procesos de fermentación de restos vegetales, excrementos de animales. Los mismos que pueden favorecer el enraizamiento, crecimiento y desarrollo de las plantas, pero su eficacia depende de muchos factores. Las ventajas y bondades de los abonos orgánicos sobre los fertilizantes químicos son:

- ✓ No presentan peligro de intoxicación para el agricultor.
- ✓ No genera enfermedades colaterales al consumidor.
- ✓ No son bioacumulables en la cadena trófica.
- ✓ No destruye los microorganismos del suelo.
- ✓ No contamina aguas subterráneas.
- ✓ Elimina la acidez de los suelos.
- ✓ No presentan residuos tóxicos en los alimentos y fibras.
- ✓ Reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.

#### **2.1.2.2. Principios del uso de abonos orgánicos en el cultivo de lechuga**

Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía, importante para la rápida multiplicación de los microorganismos. Su uso se basa principalmente en el uso adecuado de recursos propios ya que, en cada país, y en el caso del Perú existe en cada región y localidad una extraordinaria

cantidad de fuentes orgánicas. Debido a ello, los abonos orgánicos es una alternativa frente a la dependencia tecnológica que abrumba a la agricultura peruana, y reemplazar competitivamente el uso de estos agroquímicos peligrosos para la salud y el ambiente (Salazar *et al.* 2003)

Los abonos orgánicos favorecen la fertilidad del suelo, incrementan la actividad microbiana y facilitan la absorción de nutrientes por la planta. Las sustancias húmicas incrementan el contenido y distribución de los azúcares en los vegetales, mejorando la calidad de los frutos y flores. El aporte de los nutrientes es fundamental para el desarrollo fisiológico de la planta, ya que alguna carencia en los mismos, pueden provocar deficiencias en la planta que se pueden manifestar de diferentes formas (Félix-Herrán *et al.* 2008).

Los abonos orgánicos incrementan la fertilidad del suelo y Según Félix-Herrán *et al.* (2008), actúan sobre las tres propiedades de este recurso: i) propiedades físicas, permite una mayor absorción de la radiación solar (que se traduce en el color oscuro del suelo), incrementa la temperatura donde los nutrientes pueden ser absorbidos con mayor facilidad por las plantas; también mejora la estructura y textura, haciendo más ligeros a los arcillosos y más compactos a los arenosos; mejoran la permeabilidad ya que influyen en el drenaje y aireación, disminuyendo la erosión hídrica y eólica; aumentan la retención de agua después de la precipitación o riego por mayor tiempo en épocas de verano; ii) propiedades químicas, aumentan el poder tampón del suelo y por lo tanto reducen las oscilaciones del pH y aumentan la capacidad de intercambio catiónico; y iii) propiedades biológicas, favorecen la aireación y oxigenación, que favorecen una mayor actividad radicular y del microbiota.

Existen una amplia gama de fuentes orgánicas que pueden ser utilizadas en el cultivo de la lechuga, tales como la gallinaza, el guano de isla, estiércol de ovino, humus, compost, entre otros.

### 2.1.2.3. Guano de las islas

El guano de las islas es una mezcla de excrementos de aves, como el “guanay” (*Phalacrocorax bouganivilli* Lesson), “piquero” (*Sula variegata* Tshudia) y “pelicano” (*Pelecanus thagus*), plumas, restos de aves muertas y huevos de estas especies que cohabitan las islas y montañas del litoral peruano y que pasa por un proceso de fermentación lenta, lo cual permite mantener su riqueza de su composición química y sales. Es uno de los abonos naturales de mejor calidad por su contenido de nutrientes, así como facilidad de asimilación (Guerrero 1993). Es un recurso natural renovable, utilizado con éxito por los agricultores y ligado desde muchos años a nuestra historia; tiene un alto contenido de nitrógeno (12%), fósforo (11%) y potasio (2%), otros elementos nutritivos para las plantas; además mejora las propiedades del suelo, hace que las plantas crecen fuertes y vigorosas, reducen su periodo vegetativo, pero incrementa su producción y no contamina el suelo (Agrorural s.f)

Biológicamente este abono juega un rol esencial en el metabolismo durante el desarrollo de las raíces, tallos y hojas; y tiene una acción benéfica sobre el microbiota del suelo (Ramírez 1999). En cuanto a sus características, el color del guano es muy variado según las islas, islotes y montañas del litoral; sin embargo, presenta la gama del color naranja en sus múltiples tonalidades y su olor amoniacal. No obstante, esta coloración se pierden consecuencia de su procesamiento y mezclado con los guanos pobres para obtener un guano de mayor concentración de N-P-K (Camasca 1984).

### 2.1.2.4. Compost

La FAO define como compost a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes al cultivo (Roman *et al.* 2013). El compost con contenido adecuado de humus se obtiene mediante el compostaje, que Según Bernal *et al.* (2009), es un proceso de reciclaje de nutrientes a partir de residuos orgánicos. Es un proceso que presenta ventajas ambientales, como la reducción de la masa de estiércol, destruye patógenos

y malas hierbas, lo desodoriza y reduce las emisiones de gases efecto invernadero. Además, Lazcano *et al.* (2008), señala que es uno de los mejores procesos para el manejo de residuos, estabilizar el estiércol pecuario a un bajo costo.

El compost es el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas, convirtiéndose en un rico nutriente para el suelo. Aporta al suelo los nutrientes para las plantas, permiten mejorar su estructura y su uso permanente evita la erosión. Las principales propiedades del compost son lo siguiente (Bernal *et al.* 2009):

- ✓ Mejora las propiedades físicas del suelo: favorece la estabilidad de la estructura de los agregados, aumenta la porosidad, permeabilidad y la capacidad de retención de agua, hace suelos más esponjosos.
- ✓ Mejora las propiedades químicas del suelo: aumenta el contenido de micro y macronutrientes necesarios para los cultivos, la capacidad de intercambio catiónico.
- ✓ Aumenta la actividad biológica del suelo: soporte y alimento de los microorganismos que viven en el suelo y contribuyen a la mineralización. Siendo el microbiota del suelo un indicador de la fertilidad del suelo (Altieri y Litorians 1997).

#### **2.1.2.5. Humus de lombríz**

El humus es materia orgánica descompuesta, amorfa y de color marrón oscuro del suelo, que ha perdido todo indicio de la estructura y la composición de los residuos vegetales y animales que los originó. Es aquella materia orgánica que ha alcanzado la estabilidad y que se utiliza en la agricultura como fuente de nutrientes. La excreta de la lombriz suele llamarse equivocadamente humus, cuando en realidad debe llamarse vermicompost (Román *et al.* 2013).

Hans (1971) menciona que, el humus está compuesto por los restos vegetales y animales que se encuentran en el suelo y que están sometidos constantemente a procesos de descomposición, transformación y resíntesis. Gutiérrez (1987) resalta que el humus es la materia orgánica degradada por acción microbiana a su último estado de descomposición y se encuentra químicamente como coloide, el cual regula la dinámica de la nutrición vegetal. Los elementos minerales del humus de lombriz son: relación C/N de 9.11, nitratos (21.90 ppm), calcio total (1.19%), magnesio total (0.549%), fósforo disponible (150 ppm), potasio disponible (538 ppm) y pH de 7. En el Cuadro 02 se presenta los valores promedios del material.

**Cuadro 01.** Valores medios analíticos del humus de lombriz

ELEMENTOS MINERALES	VALORES MEDIOS
pH	7 – 7.5
Materia Orgánica	50 – 52.00%
Humedad	40 – 50.00 %
Nitrógeno (N)	2 – 3.00 % s.s
Fósforo (P)	1 – 1.50 % s.s
Potasio (K)	1 – 1.50 % s.s
Carbono Orgánico	20 – 33.00 % s.s
Relación C/N	9 – 12.00 %
Ácidos Fúlvicos	2 – 3.00 % s.s
Ácidos Húmicos	5 – 7.00 % s.s
Microelementos (Fe, S, Zn, Cu, Mn, etc)	1.00 %

**Fuente:** Tomados de Gutiérrez (1987).

Ruesta (2013) menciona que, el vermicompost es el excremento de las lombrices transformadoras de residuos orgánicos, incluye también la excreta de la lombriz de tierra. Siendo la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) es la mejor adaptada a las condiciones del Perú. Es el abono orgánico con mayor contenido de bacterias, con 2 billones de bacterias por gramo; por esta razón, su uso es efectivo para mejorar las propiedades biológicas del suelo. Se recomienda utilizar una cantidad mínima de 3 t/ha/año. Su uso está orientado principalmente hacia la fertilización integral (orgánica-mineral) en cultivos de alta rentabilidad, como las hortalizas. La forma de más conveniente de incorporar al suelo es en golpes entre las plantas o en bandas.

## 2.2. ANTECEDENTES

Según Gevawer y Castillo (2018) los abonos orgánicos son una alternativa ambiental para la fertilización de cultivos hortícolas. Ellos realizaron dos experimentos para evaluar el efecto de los bio-fertilizantes comerciales AON®, AON+K® (enriquecido con melaza) comparados con una solución nutritiva convencional (SNC) a conductividades eléctricas (CE) de 1, 2 y 3 mS/cm, en el crecimiento de plántulas de pimiento; y en otro experimento ensayaron el efecto té de compost, té de vermicompost y nitrato de potasio a CE de 1, 2 y 3 mS/cm comparados con agua como testigo absoluto, en el crecimiento de plántulas de pimiento y lechuga en invernadero. Donde las variables estudiadas fueron altura de planta, peso fresco foliar y radicular, porcentaje de materia seca foliar y radicular. En ambos ensayos se utilizaron un arreglo factorial (3×3) en un diseño de bloques completamente aleatorizado. En el primer ensayo, se obtuvo mejores plántulas de pimiento con el tratamiento SNC con mayor altura, peso fresco foliar y peso fresco radicular; mientras que en el segundo obtuvieron mejores pesos frescos foliares con el té de compost y el nitrato de potasio.

Ojeda (2017) manifiesta que el efecto del biofertilizante a base de frutas en el cultivo de lechuga con tratamientos de 3, 5 y 7 ml/l, siendo este último el mejor tratamiento que permitió a la planta tener un mayor aporte de nutrientes, presentando un mayor crecimiento y uniformidad en comparación con los otros tratamientos, y por lo tanto está relacionado con el aumento de la producción y rendimiento en el cultivo de lechuga.

Ccoscco (2015) utilizó, ocho tratamientos y tres repeticiones en un experimento factorial (4 abonos orgánicos x 2 niveles de abonamiento). En cuanto al diámetro de planta no encontró significación estadística para el factor abonos orgánicos; mientras que para el factor niveles de abonamiento señala que hay evidencia significativa estadísticamente, siendo mayor promedio el nivel más alto (58.89 cm) y el nivel bajo (53.59 cm). Para la longitud no se halló significación estadística al factor abonos orgánicos, pero sí para el factor niveles de abonamiento, logrando mayor promedio con el nivel

de fertilización alto (64.38 cm) respecto al nivel de fertilización bajo (61.06 cm). Para costos de producción manifiesta que el tratamiento con abono guano de las islas nivel bajo tuvo la mayor relación B/C y es el tratamiento más rentable, por tanto, es el que recomienda usar.

### **2.3. HIPÓTESIS**

#### **Hipótesis general**

Los efectos del manejo nutricional con fuentes orgánicas presentan diferencias en el rendimiento obtenible del cultivo de lechuga (*L. sativa*).

#### **Hipótesis específicas**

1. El desarrollo y crecimiento vegetativo del cultivo de lechuga con manejo nutricional basado en humus enriquecido con microorganismos eficientes (EM) es mejor respecto a los otros factores de nutrición ensayadas.
2. El rendimiento del cultivo de lechuga con manejo nutricional basado en humus enriquecido con microorganismos eficientes (EM) es mejor respecto a los otros factores de nutrición ensayadas.

### 2.3.1. Definición teórica y operacionalización de variables

**Cuadro 02.** Variables y operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Subindicadores	Etapas fenológicas
Independiente	Variedades de lechuga	Variedad Fabietto variedad Grazion		
	Abonos de fuentes orgánicas	Nutrición desde el suelo	Humus más EM Compost enriquecido con EM Guano de las islas más EM	Al momento del trasplante A los 15 días después del trasplante
		Nutrición foliar	EM más foliar humus EM más foliar compost EM más foliar guano de las islas	Al momento del trasplante A los 15 días después del trasplante
Dependiente	Rendimiento	Altura de planta Diámetro ecuatorial Peso de planta		Al momento de la cosecha
Interviniente. Condiciones edafoclimáticas	Suelo	Temperatura, humedad, radiación solar.	Muestreo en forma de Zígzag. Resultados de análisis de suelos	Un mes antes del trasplante
	Clima	Temperatura Humedad relativa Pluviometría	Datos promedios de la estación más cercana	Un mes antes del trasplante

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

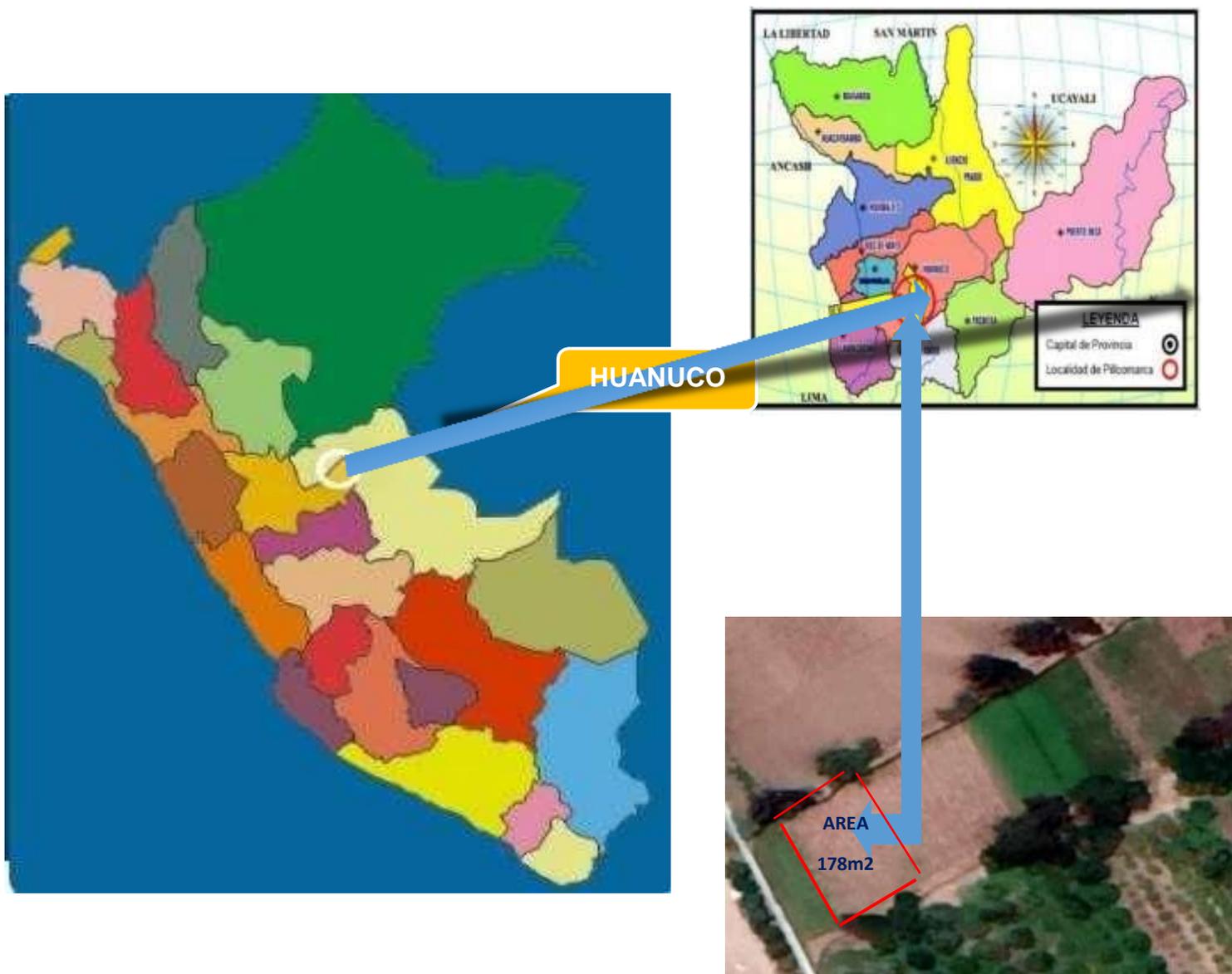
El manejo y la conducción de la investigación se realizó en el campus del Centro de Investigación Frutícola Olerícola (IIFO) de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado a 2 km de la plaza de armas de Huánuco y forma parte del campus de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan. La ubicación política y posición geográfica se presentan a continuación:

Ubicación política	Posición geográfica
Región: Huánuco	Latitud sur: 09° 55' 43"
Provincia: Huánuco	Longitud oeste: 76° 18' 34"
Distrito: Pillco Marca	Altitud: 1947 msnm
Lugar: CIFO - UNHEVAL	

##### 3.1.1. Zona de vida y condiciones agroecológicas del lugar

Según el Mapa Ecológico del Perú, el lugar donde se llevó a cabo el experimento corresponde a la Zona de Vida: monte espinoso – Premontano Tropical (me – PT). La vegetación dominante es de tipo xerofítica y arbustiva. La clase textural del suelo es franco arenoso, anteriormente estuvo sembrado con maíz reventón, presenta topografía plana y agua de riego permanente en épocas de invierno y restringido en época de estiaje. Según los resultados de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, el suelo tiene una textura franco arenoso, pH de 7.40, contenido de materia orgánica de 2.45 (medio) y fósforo 8.42 ppm (medio), potasio 98.96 ppm (bajo), la capacidad de intercambio catiónico 15.37 (medio), y sodio 0.037 (normal) (Anexo 01).

### 3.1.2. Mapa de ubicación de la investigación



**Figura 01.** Mapa de ubicación del trabajo de investigación

**Fuente:** Google (2021)

## **3.2. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANALISIS**

### **3.2.1. Población**

La población estuvo constituida por 1 280 plantas de área experimental, 40 plantas por cada parcela o unidad experimental y un total de 32 unidades experimentales.

### **3.2.2. Muestra**

La muestra estuvo constituida por 320 plantas y 10 plantas por unidad experimental. Obtenidas a través del muestreo estratificado probabilístico, a fin de evitar efectos de borde entre las plantas de cada unidad experimental.

### **3.2.3. Unidad de análisis**

La unidad de análisis estuvo conformado por una planta de lechuga, de la cual se obtuvo los datos de la evaluación.

## **3.3. NIVEL Y TIPO DE ESTUDIO**

Se realizó una investigación cuantitativa (Hernández-Sampieri 2018b) aplicado (Vargas 2009) porque se utilizó los conceptos de nutrición de cultivos y procesamiento de fuentes orgánicas para conocer su aplicabilidad de los “abonos orgánicos” en la producción de dos cultivares de lechuga. El tipo de investigación fue experimental ((Rojas 2015) y de alcance explicativo-correlacional (Hernández-Sampieri 2018b), porque se ensayó fórmulas de abonamiento con fuentes orgánicas en la producción de biomasa cosechable de ambos cultivares de lechuga, cuyos efectos fueron estudiados mediante la relación de las variables biométricas de rendimiento del cultivo.

### 3.4. FACTORES EN ESTUDIO

#### Factor A: variedad de lechuga

- 1) Variedad Grazion (americana): v1
- 2) Variedad Fabietto (seda): v2

#### Factor B: abonos orgánicos

- 1) Compost más EM: a1
- 2) Humus de lombriz más EM: a2
- 3) Guano de isla más EM: a3
- 4) Fertilizantes inorgánicos (NPK): a4

### 3.5. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

La investigación fue un estudio bifactorial (2 x 4): variedad (factor 1 con dos niveles) y abonos (factor 2 con cuatro niveles). En total se tuvo ocho tratamientos. En el Cuadro 03 se presenta los tratamientos.

**Cuadro 03.** Combinación de los niveles de los factores variedad y manejo de nutrición con fuentes orgánicos en el cultivo de lechuga.

Factor		Clave
Variedad	Abonamiento	
Grazion (v1)	Compost mas EM (a1)	v1a1 (T1)
	Humus de lombriz más EM (a2)	v1a2 (T2)
	Guano de isla más EM (a3)	v1a3 (T3)
	Fertilizante inorgánico (a4)	v1a4 (T4)
Fabietto (v2)	Compost mas EM (a1)	v2a1 (T5)
	Humus de lombriz más EM (a2)	v2a2 (T6)
	Guano de isla más EM (a3)	v2a3 (T7)
	Fertilizante inorgánico (a4)	v2a4 (T8)

Los EM fueron adicionados en los abonos orgánicos mediante una solución de 0.25:1 (EM líquido: agua). Las dosis de los tratamientos y del testigo fueron determinados con base al balance del suelo para los macronutrientes esenciales N, P y K, para ello se realizaron los análisis de caracterización del suelo donde se realizó el ensayo. La parcela de ensayo y las unidades experimentales se presentan en los Anexos 04 y 05.

### 3.5.1. Características de la parcela experimental

#### La parcela experimental

Longitud de la parcela experimental	: 10.00 m
Ancho de la parcela experimental	: 17.80 m
Área total de la parcela experimental	: 178.00 m <sup>2</sup>
Total de plantas	: 1280
Total de plantas por unidad experimental	: 40
Tamaño de muestra	: 384

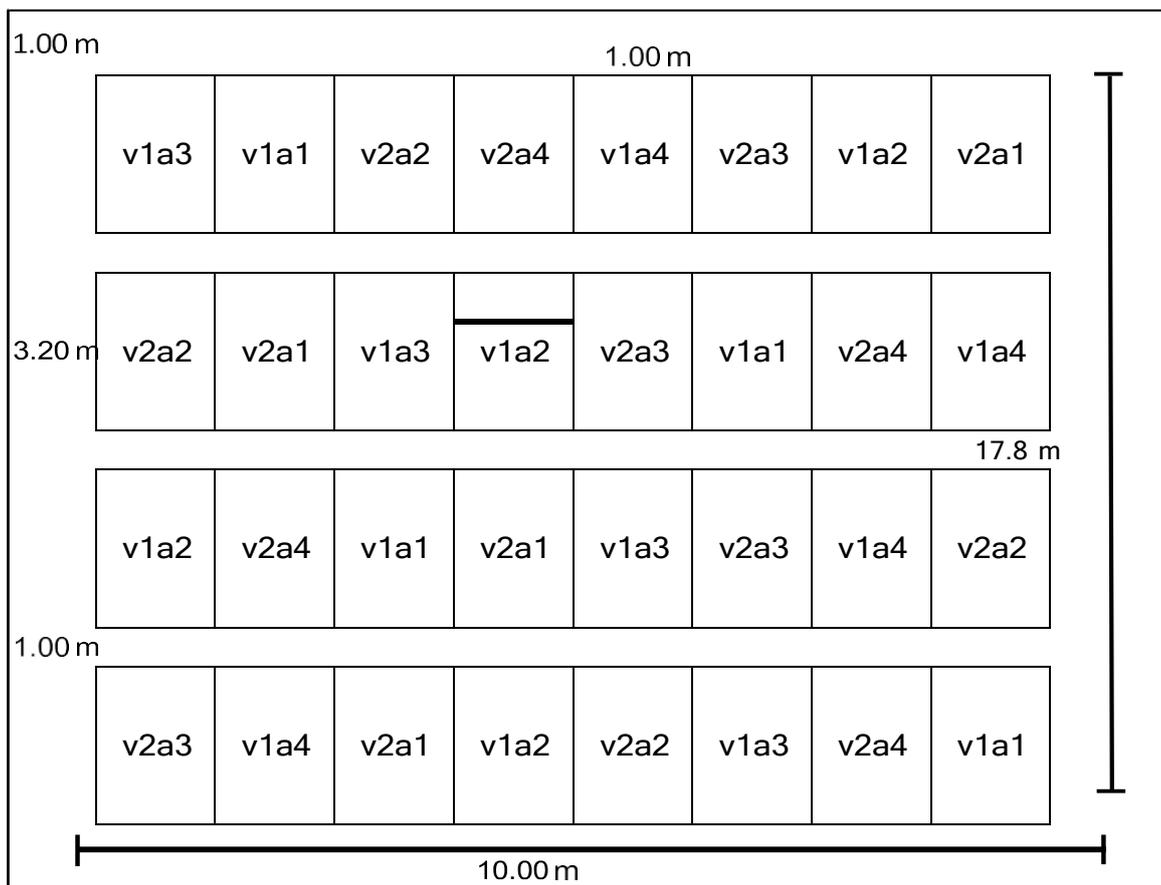
#### Los bloques del ensayo

Número de bloques	: 4.00
Tratamientos por bloque	: 8.00
Longitud del bloque	: 7.00 m
Ancho del bloque	: 3.20 m
Ancho de las calles	: 1.00 m
Área total del bloque	: 22.40 m <sup>2</sup>

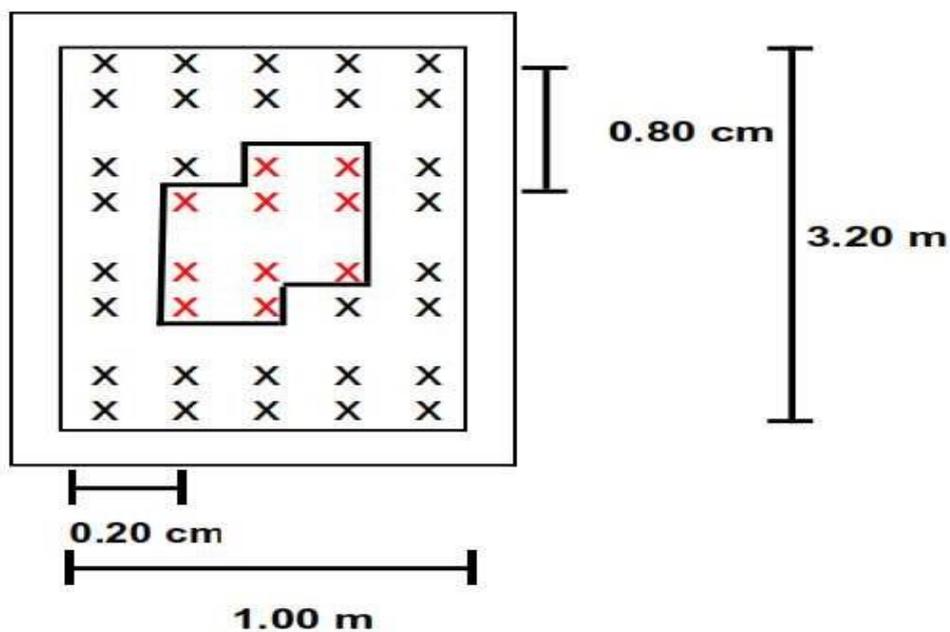
#### Características de los surcos

Longitud de los surcos por parcela	: 1.00 m
Distanciamiento entre surcos	: 0.80 m
Distanciamiento entre plantas	: 0.20 m

El material de estudio fue plantas de lechuga seda (tipo Butterhead var. Fabietto) y americana (tipo Batavia var. Grazion).



**Figura 02.** Croquis de la parcela experimental con distribución de los tratamientos



**Figura 03.** Croquis de la unidad experimental con su respectivo unidad neta experimental.

### 3.5.2. Prueba de hipótesis

El presente trabajo de investigación se realizó en un Diseño de Bloques Completos Aleatorizados (DBCA), con arreglo factorial, con un total de 8 tratamientos y cuatro bloques, haciendo un total de 32 unidades experimentales. El Modelo Aditivo Lineal del ANAVA es:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + V_j + A_k + V_jA_k + E_{ijk}$$

**Dónde:**

$Y_{ijk}$ : variable respuesta en el  $i$ -ésimo bloque de la  $j$ -ésima variedad y en el  $k$ -ésimo abonamiento.

$\mu$ : media general de la variable evaluada (media poblacional).

$A_i$ : Efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor variedad de lechuga.

$B_j$ : Efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor abonos.

$V_jA_k$ : Efecto de interacción de la combinación de los factores (variedad x abonos).

$E_{ijk}$ : Error aleatorio asociado a la  $ijk$ -ésima observación.

En los casos que no exista interacción entre los factores estudiados, se excluirá dicha fuente del modelo matemático.

### 3.5.3. Análisis estadístico

Los datos observados de las variables estudiadas fueron organizados en una base y luego analizados con el software InfoStat (2019e) (Di Rienzo *et al.* 2019). Se realizaron los siguientes análisis (Di Rienzo *et al.* 2009; Balzarini *et al.* 2011):

- ✓ Análisis de estadísticos descriptivos: media, variancia, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimos y máximos para las variables cuantitativas.
- ✓ Análisis de varianza (ANAVA), previa verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad, los contrastes de las hipótesis se realizaron a significancia del 5% y 1% para las varianzas de las variables estudiadas. Se estudiaron las diferencias de los efectos

principales (niveles de ambos factores), así como las interacciones. El esquema del ANAVA se presenta en el Cuadro 04.

- ✓ Prueba a posteriori de Tukey para las fuentes significativas del ANAVA a los niveles de significancia del 5% para las esperanzas matemáticas de las variables.
- ✓ Correlación, mediante el estadístico de Pearson para corroborar asociaciones de las variables.
- ✓ Análisis de regresión lineal simple y múltiple para proponer modelos predictivos sobre el comportamiento de las variables estudiadas.

**Cuadro 04.** Esquema del Análisis de Variancia (ANAVA)

Fuentes de variación (F. V)	Grados de libertad (gl)
Bloque	$(b-1) = 3$
Factor Variedad (V)	$(v-1) = 1$
Factor Abonamiento (A)	$(a-1) = 3$
Variedad x Abonamiento	$(v-1)(a-1) = 7$
Error experimental	$(va-1) (b-1) = 21$
Total	$(n-1) = 31$

### 3.6. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

#### 3.6.1. Técnicas de recolección de información

**Técnicas de investigación documental o bibliográfica:** las fichas bibliográficas se utilizaron para construir el marco teórico y la bibliografía.

#### 3.6.2. Técnicas de campo

**Observación:** se recolectó directamente los valores observados y/o medidos de las variables respuesta.

**Ficha de registro de datos:** se utilizó para registrar datos de las variables observada.

### 3.6.3. Instrumento de recolección de información

**Formato de gestión de la información:** se utilizó para la recopilación de información de manera textual de las fuentes pertinentes, sobre todo digitales, obtenidas de bases de datos de Scienc Direct, Scielo, Redalyc, Google Académico, Latindex, Crossref, entre otros.

**Libreta de campo:** un instrumento de campo utilizado para el registro de los datos de las variables de densidad y fluctuación poblacional de la plaga.

## 3.7. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

No se validó ningún instrumento, se utilizaron instrumentos, equipos y herramientas necesarios para la conducción del ensayo en campo y para el registro de datos, cuyos detalles se describen a continuación.

### 3.7.1. Materiales, herramientas y equipos

#### **Material vegetal e insumos experimentales**

- ✓ Plantines de lechuga variedad Grazion y Fabietto
- ✓ Compost, humus de lombriz y guano de isla

**Materiales de escritorio:** libreta de campo, lápiz, calculadora y croquis de parcela.

**Herramientas de campo:** azadón, pico, mochila pulverizadora (20 L.), wincha, cordel, lámparas.

**Equipos:** cámara fotográfica, laptop, calculadora, GPS, Lupa, estereoscopio.

### **3.8. PROCEDIMIENTO**

#### **3.8.1. Conducción de la investigación**

##### **a. Elección del terreno**

Se eligió un terreno accesible, que presentan buenas características en textura y estructura, con fácil disponibilidad de agua y que presenta un área adecuada para la investigación.

##### **b. Muestreo y análisis del suelo**

Se realizó el análisis de caracterización fisicoquímica del suelo. Para el análisis del suelo se tomaron varias submuestras en forma de zigzag de toda el área del terreno, luego se mezcló todas las submuestras en un recipiente, para obtener 1 kg de muestra compuesta, que fue enviado al laboratorio para el análisis.

##### **c. Riego de machaco**

Se realizó mediante la inundación del terreno para eliminar las larvas y huevos de los insectos, obtener la humedad adecuada para la preparación del terreno y la eliminación de las malezas.

##### **d. Preparación del terreno**

Se realizó mediante tracción mecánica cuando el suelo se encontraba en capacidad de campo. Consistió en el barbecho cruzado, luego se pasó rastra, nivelación y surcado, es decir, se preparó el suelo para generar condiciones propicias para el desarrollo de las plántulas.

##### **e. Trazado del campo experimental**

Luego de la preparación del terreno, que concluyó con el surcado, se procedió a realizar los trazos del diseño experimental, colocando estacas en los ángulos de cada bloque experimental. La parcela se dividió en bloques, unidades experimentales y calles; para ello se utilizó wincha de 50 metros, cordeles y cal.

#### **f. Obtención de la semilla y siembra**

La semilla de los dos cultivares se obtuvieron de un proveedor garantizado, es decir semilla certificada. Previo a la siembra se realizó el almácigo de las semillas y luego para el traslado a campo definitivo. La plantación se realizó en surcos mellizos a un distanciamiento de 0.20 m entre golpes y 0.80 entre surcos.

#### **g. Riegos**

Se realizó riegos por gravedad con la finalidad de mantener a las plantas en las condiciones hídricas óptimas.

#### **h. Control de malezas**

El desmalezado se realizó manualmente a fin de favorecer el desarrollo óptimo de las plantas, evitando competencia por luz, agua y nutrientes, conjuntamente con el cultivado.

#### **i. Control fitosanitario**

El control fitosanitario se efectuó de acuerdo con los umbrales económicos establecidos para cada plaga presente y se utilizó preferentemente productos biológicos u orgánicos o de categoría toxicológica IV como Azoxistrobina dosis 0,5 g/l, clorotalonil dosis 2,5 cc/l, Azufre dosis 2,5 gr/Lt, 7,5 cc/l.

#### **j. Cosecha**

Siendo la lechuga muy susceptible a la pérdida de agua, producto de sus procesos fisiológicos de su desarrollo y crecimiento, como la respiración, evapotranspiración y fotosíntesis; además, de su superficie expuesta al ambiente; la cosecha se realizó en las primeras horas del día y luego las plantas cosechadas fueron protegidas bajo sombra inmediatamente para evitar deshidratación, que influye en el desmedro de la firmeza y turgencia del producto, deteriorando su apariencia. En el Anexo 06 se presentan las fotografías ilustrativas de la cosecha.

### 3.8.2. Aplicación de tratamiento: abonamiento al suelo

La inoculación de los abonos con EM se realizó según las recomendaciones de Soler (2008), cuyo proceso se presenta en el Anexo 07. La incorporación de abono orgánico según el tratamiento se efectuó en dos momentos: al momento del trasplante y a los 15 días después de trasplante en el fondo del surco, mientras que la incorporación de los fertilizantes fue en dos etapas: la primera al momento del trasplante (50% - 50% - 50% de NPK) y la segunda en el primer cultivo (50% - 50% - 50% de NPK restante). Las dosis de nutrientes se calcularon utilizando la siguiente ecuación (INIFAP 2005).

$$Dosis = \frac{\text{Demanda} - \text{Suministro}}{\text{Eficiencia}}$$

La demanda representa el consumo diario de cada nutriente (kg/ha). El suministro es el aporte nutrimental del suelo (kg/ha) estimado mediante análisis de este. La eficiencia es al grado de aprovechamiento del nutrimento que depende del sistema de riego, suelo, fuente de fertilizantes, cuyo valor oscila de 0 a 100%. En los cuadros del 05 al 09 se presentan los cálculos de los abonos por cada caso.

**Cuadro 05.** Cálculo de cantidad de compost por hectárea

Componentes	N disponible (kg/ha)	P2O5 disponible (kg/ha)	K2O disponible (kg/ha)
Concentraciones en suelo	33.00	58.1	142.5
Extracción de nutrientes por el cultivo (kg/45.5t)	100.0	30.0	80.0
Cantidad requerida (kg/ha)	67.0		
Excedente de nutrientes en el suelo (kg/ha)		28.1	62.5
Eficiencia de nutriente (%)	0.6	0.3	0.7
Dosis de fertilización	112.0	0.0	0.0
Nutriente disponible en el compost %	0.65	0.31	0.9
Cantidad de compost requerido (kg/ha)		<b>17 231</b>	

**Cuadro 06.** Cálculo de cantidad de guano de isla por hectárea

Componentos	N disponible (kg/ha)	P2O5 disponible (kg/ha)	K2O disponible (kg/ha)
Concentraciones en suelo	33.0	58.1	142.5
Extracción de nutrientes por el cultivo (kg/45.5t)	100.0	30.0	80.0
Cantidad requerida (kg/ha)	67.0	0.0	0.0
Eficiencia de nutriente (%)	0.6	0.3	0.7
Dosis de fertilización	112.0	0.0	0.0
Nutriente disponible en el guano de las islas %	3.5	5.2	2.1
Guano de isla requerido (kg/ha)		<b>3 200</b>	

**Cuadro 07.** Calculo de cantidad de humus de lombriz por hectárea

Componentos	N disponible (kg/ha)	P2O5 disponible (kg/ha)	K2O disponible (kg/ha)
Concentraciones en suelo	33.0	58.1	142.5
Extracción de nutrientes por el cultivo (kg/45.5t)	100.0	30.0	80.0
Cantidad requerida (kg/ha)	67.0	0.0	0.0
Eficiencia de nutriente (%)	0.6	0.3	0.7
Dosis de fertilización	112.0	0.0	0.0
Nutriente disponible en el guano de las islas %	1.0	2.0	1.0
Guano de isla requerido (kg/ha)		<b>11 200</b>	

**Cuadro 08.** Cantidad de abono utilizado por planta para una densidad poblacional de 125 000 plantas por hectárea.

Componentes	Compost	Guano de isla	Humus de lombriz
kg/ha	17231	3200	11200
kg/planta	0.14	0.03	0.09
kg/unidad experimental	5.50	1.00	3.60
kg/parcela experimental	44	8	29

**Cuadro 09.** Fraccionamiento de los abonos: 50% al momento del trasplante y el 50% restante a los 15 días después del trasplante

Componentes	Compost	Guano de isla	Humus de lombriz
Al momento del trasplante (g/planta)	70	15	45
A 15 dias des del trasplante (g/planta)	70	15	45
Total (g/planta)	140	30	90

### **3.8.3. Datos registrados**

#### **Altura de planta al momento de la cosecha**

Se midió cada planta de la muestra desde la base o cuello hasta la parte superior de la cabeza, utilizando una regla graduada. Los valores observados se registraron en la ficha de registro de datos empíricos.

#### **Diámetro de la cabeza**

Se midió con un calibrador graduada de base fija y extremo abatible; el instrumento se colocó en la parte media de la planta que conformó la muestra y los datos se registraron en la ficha de registro datos empíricos.

#### **Peso de planta**

Se determinó al momento de la cosecha, pesando las plantas con una balanza de precisión de 1 gramo, previamente se cortaron las raíces para determinar el peso de la cabeza (producto u órgano comercial). En el Anexo 08 se presentan fotografías ilustrativas de la toma de datos de las variables estudiadas.

#### **Rendimiento**

Se evaluó el rendimiento en campo, transformando el peso de planta multiplicado por 125 000 plantas que teóricamente es la densidad poblacional por hectárea expresado en kilogramos por hectárea.

### **3.9. TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

La unidad de análisis fue la planta de lechuga, en el cual se realizaron las mediciones para las variables aleatorias estudiadas. Los datos medidos en la muestra fueron tabulados en una base según el modelo matemático de los ANAVA.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Pruebas a priori del análisis de variancias

Estas pruebas se realizaron para determinar que las variables estudiadas presentan distribuciones normales y las variancias son homogéneas, para poder proceder luego con la prueba estadística paramétrica del ANDEVA. Para la prueba Q-Q plot se utilizó el siguiente criterio:

- Si  $r =$  es mayor o igual a 0.95 los datos poseen distribución normal
- Si  $r =$  es menor que 0.95 los datos no poseen distribución normal

En el Anexo 09 se presentan los gráficos QQ-Plot para las tres variables aleatorias estudiadas, cuyos valores de son  $r = 0.985$  para altura de plantas,  $r = 0.998$  para diámetro ecuatorial de planta y  $r = 0.991$  para, con una  $n = 320$  para las tres variables. Los valores de  $r$  superan 0.95 en todos los casos, lo que indican que los valores observados están asociados a una recta teórica y por lo tanto los datos observados para las variables aleatorias si presentan distribuciones normales. Los gráficos de dispersión de los residuos sobre predichos de las variables estudiadas evidencian la homogeneidad de varianzas de los valores observados para las tres variables aleatorias (Anexo 10).

### 4.2. Altura de planta de la altura de planta de lechuga, cv. Grazion y Fabietto

Según el ANAVA (Cuadro 10), la variable de altura de planta al finalizar el periodo vegetativo presentó variación estadísticamente significativa a los niveles de los factores ensayados debido a que el p-valor es menor que el nivel de significancia 0.05, esta variación es corroborado el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2$  Aj. = 0.9) que se explica en gran medida por los niveles de dichos factores ensayados.

**Cuadro 10.** Análisis de varianza de la altura de planta (cm) de lechuga

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	6320.48	10	632.05	293.42	<0.0001
Bloque	101.41	3	33.80	15.69	<0.0001
Variedad	5907.34	1	5907.34	2742.38	<0.0001
Nutrición	46.45	3	15.48	7.19	0.0001
Variedad*Nutrición	265.28	3	88.43	41.05	<0.0001
Error	665.61	309	2.15		
Total	6986.09	319			
R <sup>2</sup> Aj = 0.90			CV = 7.35		

Según la prueba de comparación de promedios de Tukey (Cuadro 11) los mejores resultados se obtuvieron con la combinación de la variedad americana con compost más EM, fuentes minerales NPK y guano de isla más EM que son estadísticamente iguales, mientras que la variedad seda se comportó mejor con el abonamiento al suelo con Humus de lombriz más EM difiriendo estadísticamente de los tratamientos.

**Cuadro 11.** Prueba de Tukey para la interacción de los factores de estudio sobre la altura de planta (cm) de lechuga.

Variedad	Nutrición	Media	n	E.E.	Significancia
Grazion	Compost más EM	25.16	40	0.23	A
Grazion	Fertilizante inorgánico	25.15	40	0.23	A
Grazion	Guano de Isla más EM	24.24	40	0.23	A
Grazion	Humus más EM	22.56	40	0.23	B
Fabietto	Humus más EM	16.88	40	0.23	C
Fabietto	Fertilizante inorgánico	16.13	40	0.23	C D
Fabietto	Guano de Isla más EM	15.29	40	0.23	D E
Fabietto	Compost más EM	14.45	40	0.23	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### 4.3. Diámetro ecuatorial de planta de lechuga, cv. Grazion y Fabietto

En el cuadro 12 del análisis de la varianza se muestra significancia de los factores analizados, donde se aprecia que existe significación al 0.01 para el factor variedad y al 0.05 para el factor nutrición, lo que significa al menos uno de los niveles de los factores variedad y nutrición son estadísticamente diferentes.

**Cuadro 12.** Análisis de varianza de la variable diámetro ecuatorial (cm) de la planta de lechuga

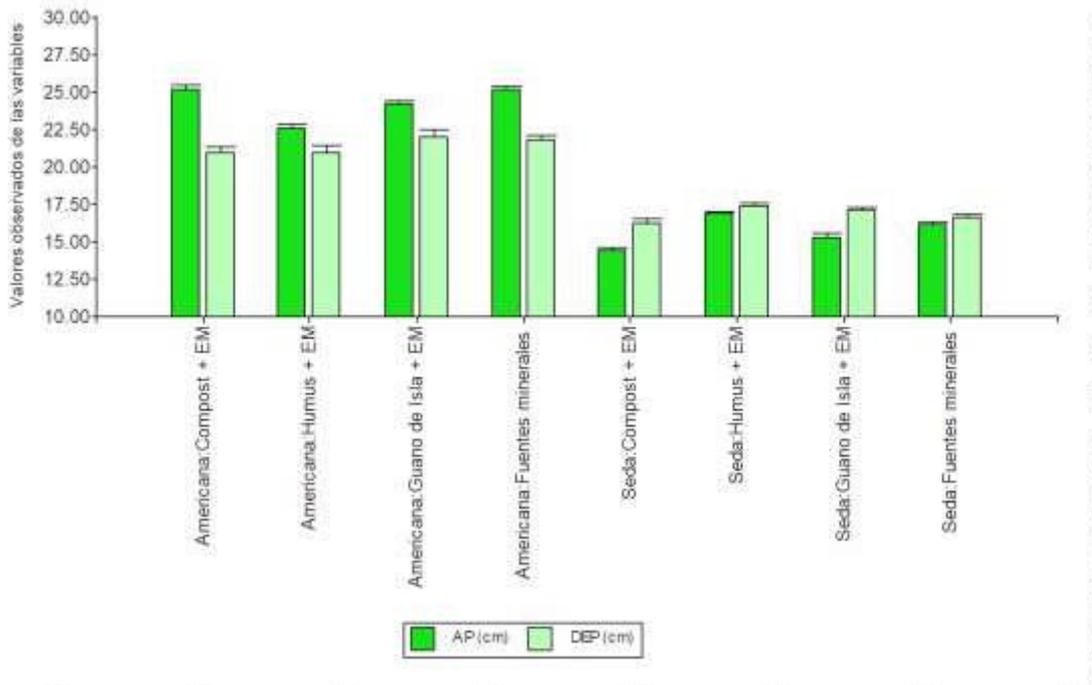
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1930.82	10	193.08	49.45	<0.0001
Bloque	187.96	3	62.65	16.05	<0.0001
Variedad	1673.99	1	1673.99	428.73	<0.0001
Nutrición	37.06	3	12.35	3.16	0.0248
Variedad*Nutrición	31.81	3	10.60	2.72	0.0449
Error	1206.5	309	3.90		
Total	3137.33	319			
R <sup>2</sup> Aj = 0.6			CV = 10.32		

En el Cuadro 13 se presenta la comparación de las medias de diámetro ecuatorial de la planta de lechuga donde se observa que no existe diferencias significativas entre los niveles del factor nutrición a base de abonos orgánicos lo que significa que son estadísticamente iguales.

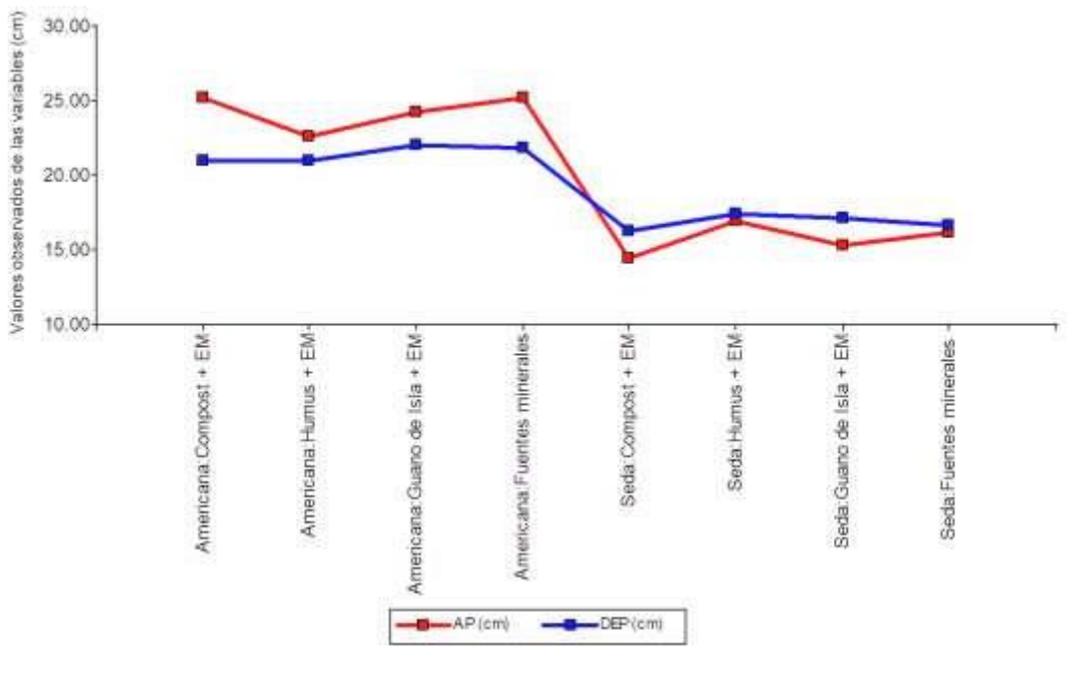
**Cuadro 13.** Prueba de Tukey de la interacción de los factores en estudio sobre el diámetro ecuatorial (cm) de las cabezas/planta de lechuga

Variedad	Nutrición	Medias	n	E.E.	Significancia
Grazion	Guano de Isla más EM	22.05	40	0.31	A
Grazion	Fertilizante inorgánico	21.79	40	0.31	A
Grazion	Compost más EM	20.95	40	0.31	A
Grazion	Humus más EM	20.94	40	0.31	A
Fabietto	Humus más EM	17.41	40	0.31	B
Fabietto	Guano de Isla más EM	17.09	40	0.31	B
Fabietto	Fertilizante inorgánico	16.64	40	0.31	B
Fabietto	Compost más EM	16.29	40	0.31	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Gráfico 04.** Promedio de altura (cm) y diámetro ecuatorial de planta/cabeza (cm) según variedad y manejo nutricional



**Gráfico 05.** La interacción variedad nutrición para altura de planta (cm) y diámetro ecuatorial de planta (cm)

#### 4.4. Peso fresco (g) de planta de lechuga, cv. Grazion y Fabietto

Según el ANAVA (Cuadro 14) para el peso de planta se observa que existe significancia para los niveles tanto de la variedad como del manejo nutricional a base de fuentes orgánicas. Lo que significa que por lo menos uno de los niveles de los factores es diferente estadísticamente de los demás. Por lo tanto, se procede a realizar la prueba de Tukey para determinar el tratamiento sobresaliente.

**Cuadro 14.** Análisis de varianza del peso fresco (g) de la planta de lechuga

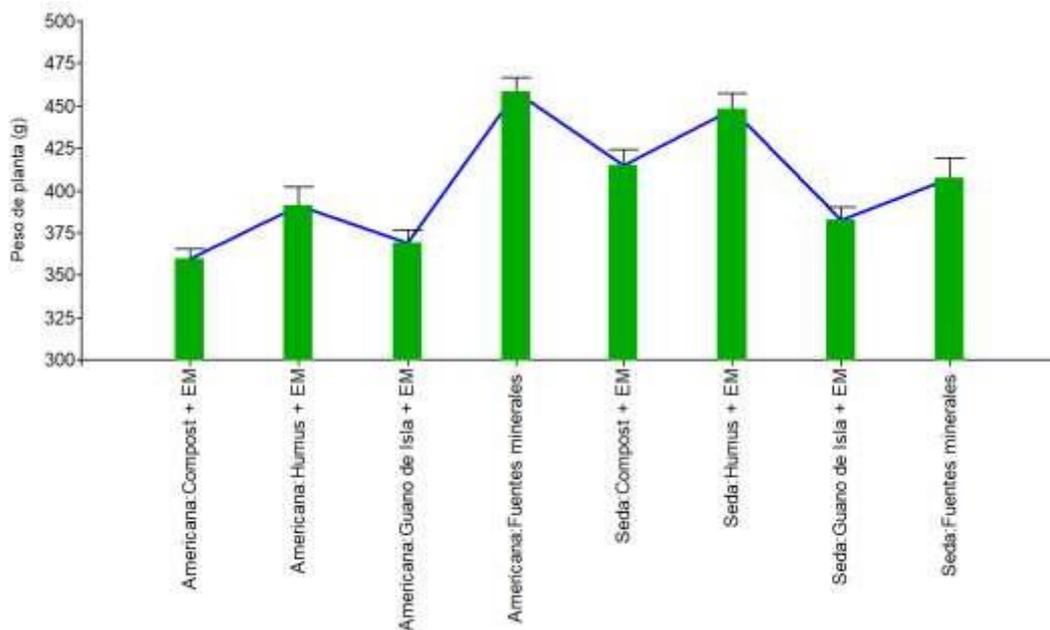
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	395977.73	10	39597.77	12.27	<0.0001
Bloque	40634.28	3	13544.76	4.2	0.0062
Variedad	29146.61	1	29146.61	9.03	0.0029
Nutrición	172613.98	3	57537.99	17.83	<0.0001
Variedad*Nutrición	153582.86	3	51194.29	15.87	<0.0001
Error	996888.28	309	3226.18		
Total	1392866	319			
$R^2$ Aj = 0.26			CV = 14.07		

Según la prueba de Tukey (Cuadro 15) los mejores resultados se obtuvieron con la variedad americana abonados con fuentes minerales (NPK) y la variedad seda con humus más EM siendo estadísticamente iguales y difiriendo de los demás tratamientos.

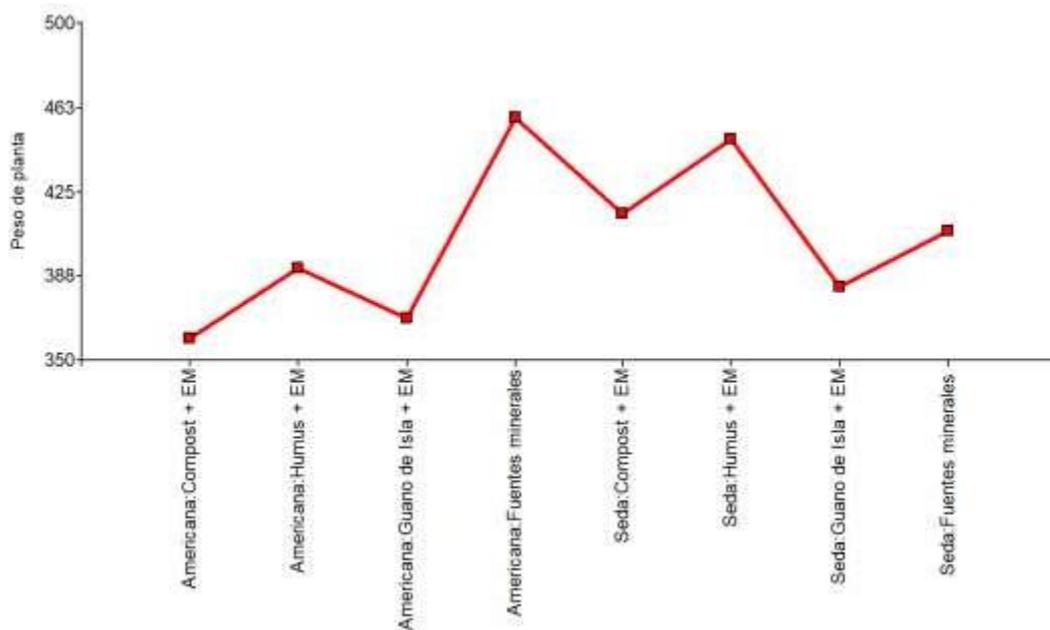
**Cuadro 15.** Prueba de tukey para la combinación de los factores en estudio sobre el peso fresco (g) de la planta de lechuga

Variedad	Nutrición	Medias	N	E.E.	Significancia ( $\alpha = 0.05$ )	
Grazion	Fertilizante inorgánico	458.00	40	8.98	A	
Fabietto	Humus más EM	448.35	40	8.98	A	B
Fabietto	Compost más EM	414.83	40	8.98	B	C
Fabietto	Fertilizante inorgánico	407.43	40	8.98		C
Grazion	Humus más EM	390.78	40	8.98		C D
Fabietto	Guano de Isla más EM	382.58	40	8.98		C D
Grazion	Guano de Isla más EM	368.63	40	8.98		D
Grazion	Compost más EM	359.43	40	8.98		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Gráfico 06.** Promedio de peso fresco (g) de planta



**Gráfico 07.** De la interacción variedad y nutrición para el peso de planta (g) de lechuga

#### 4.5. RENDIMIENTO

**Cuadro 16.** Análisis de varianza del rendimiento tn/ha por efecto del manejo orgánico en el cultivo de lechuga.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6187.15	10	618.72	12.27	0.0001
BLOQUE	634.91	3	211.64	4.2	0.01
VARIEDAD	455.42	1	455.42	9.03	0.0001
NUTRICION	2697.09	3	899.03	17.83	<0.0001
VARIEDAD*NUTRICION	2399.73	3	799.91	15.87	<0.0001
Error	15576.38	309	50.41		
Total	21763.53	319			
R <sup>2</sup> Ajustado= 0.26	CV= 14.07				

Según ANOVA (cuadro 16) para la variable rendimiento se observa que existe significancia para los niveles tanto de la variedad como del manejo nutricional a base de fuentes orgánicas y la interacción. Lo que significa que por lo menos uno de los niveles de los factores es diferente estadísticamente de los demás. Por lo tanto, se procede a realizar la prueba de Tukey para determinar el tratamiento sobresaliente.

además el Coeficiente de Variación es de 14.07 aceptable a nivel de campo, con un coeficiente de determinación 0.26.

Según la prueba de Tukey en la variable rendimiento por efecto de variedad (cuadro 17) se observa que la variedad Seda es la que obtuvo mayor rendimiento en comparación de la variedad Americana, por efecto de la nutrición con abonos orgánicos (cuadro 18) se observa que las fuentes minerales y Humus más EM son estadísticamente iguales y mejores en comparación con compost y guano de isla; por efecto de la interacción (cuadro 19) la mayor interacción se obtuvo con la variedad Americana más Fuentes minerales NPK estadísticamente diferente de las demás.

**Cuadro 17.** Prueba de Tukey al 0.05 DM=4.82205 para la variable rendimiento tn/ha por efecto de la variedad.

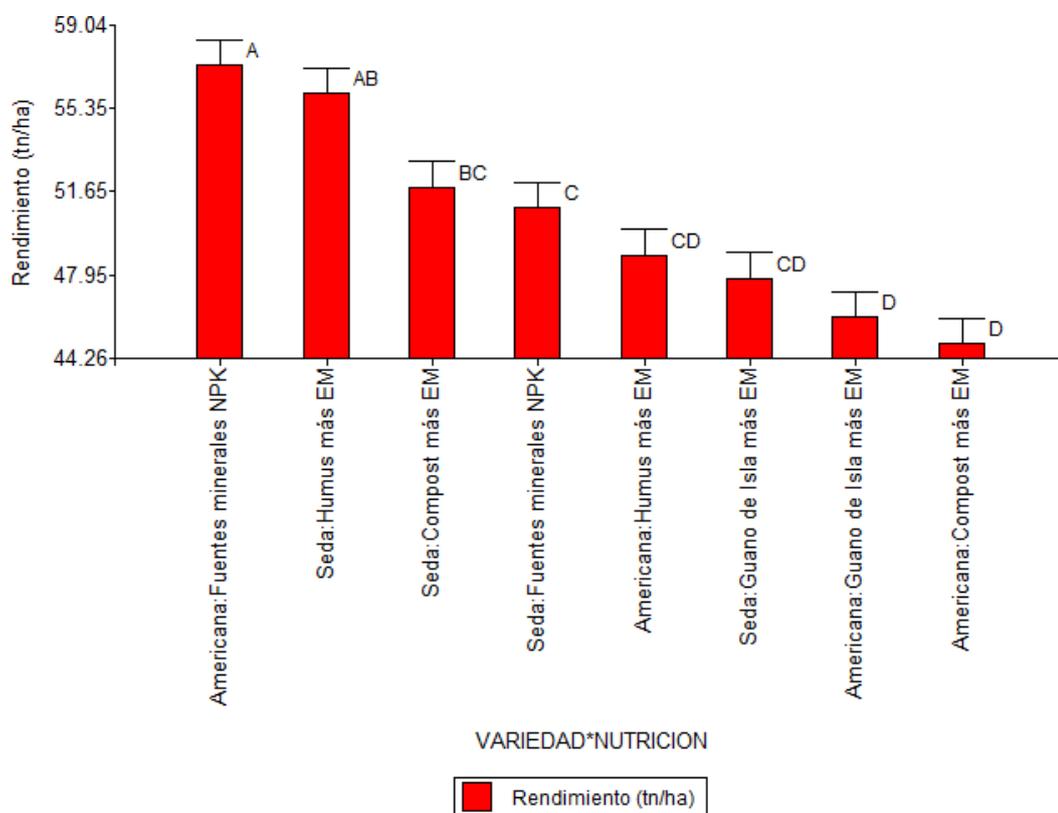
VARIEDAD	Medias	n	E.E.	Significancia
Seda	51.66	160	0.56	A
Americana	49.28	160	0.56	B

**Cuadro 18.** Prueba de Tukey al 0.05 DM=2.888888 para la variable rendimiento tn/ha por efecto de la nutrición orgánica.

NUTRICION	Medias	n	E.E.	Significancia
Fuentes minerales NPK	54.09	80	0.79	A
Humus más EM	52.45	80	0.79	A
Compost más EM	48.39	80	0.79	B
Guano de Isla más EM	46.95	80	0.79	B

**Cuadro 19.** Prueba de Tukey al 0.05 DM=4.82205 para la variable rendimiento tn/ha por efecto de la interacción.

VARIEDAD	NUTRICION	Medias	n	E.E.	Significancia
Americana	Fuentes minerales NPK	57.25	40	1.12	A
Seda	Humus más EM	56.04	40	1.12	A B
Seda	Compost más EM	51.85	40	1.12	B C
Seda	Fuentes minerales NPK	50.93	40	1.12	C
Americana	Humus más EM	48.85	40	1.12	C
Seda	Guano de Isla más EM	47.82	40	1.12	C
Americana	Guano de Isla más EM	46.08	40	1.12	
Americana	Compost más EM	44.93	40	1.12	



**Grafico 08.** De la interacción variedad \* Fuentes de nutrición orgánica según la prueba de Tukey al 0.05

#### 4.6. ASOCIACIONES Y RELACIONES FUNCIONALES DE LAS CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE LECHUGA

En la matriz de coeficiente de correlación lineal de Pearson (Anexo 11) se aprecia asociaciones positivas significativas al 5% y 1% de probabilidad con ( $r = 0.73$ ,  $p = 0.00000000014$ ) para las variables altura de planta y diámetro ecuatorial de planta, lo que significa que a medida que incrementa la altura de planta también incrementará el diámetro ecuatorial de planta o viceversa, así se encontró una relación negativa casi nula y no significativa para peso de planta con la variable altura de planta con ( $r = -0.06$ ,  $p = 0.29$ ) y una relación positiva baja no significativa del peso de planta con el diámetro ecuatorial de planta con ( $r = 0.10$ ,  $p = 0.060$ ).

Para verificar la relación funcional entre el peso fresco de planta (variable importante comercialmente) con las variables altura de planta y diámetro ecuatorial de planta, se realizó un análisis de regresión lineal múltiple, donde el peso fresco de planta fue la variable dependiente y la altura de planta y diámetro ecuatorial de planta como regresoras (Anexo 12)

En el análisis de regresión lineal múltiple entre las variables mencionadas en el párrafo anterior se encontró un modelo que explica sólo el 4% ( $R^2_{Aj} = 0.04$ ) de la variación del peso fresco de planta está relacionado con la variable altura de planta y la densidad ecuatorial de planta para las condiciones agroclimáticas del lugar de estudio. La ecuación de la regresión ajustada, cuyo error puro no muestra evidencias de la falta de ajuste, corroborando que dicho modelo predictivo es el apropiado para el conjunto de datos ( $p$ -valor = 0.0851 para el Lack of Fit del ANAVA), es:

$$\text{Peso fresco de planta} = 413.29 - 4.10 AP + 6.69 DEP + E_j$$

**Donde:**

$AP$  = Altura de planta

$DEP$  = diámetro ecuatorial de planta

$E_j$  = Variación no explicada por el modelo para la  $j$ -ésima observación

El estimador de las pendientes ( $\beta_1 = -4.1$ ;  $\beta_2 = 6.69$ ) indica que por cada incremento unitario de la altura de planta, el peso de planta se disminuirá en -4.1 unidades siempre en cuando la DEP se mantenga constante, y por cada incremento unitario del diámetro ecuatorial de planta, el peso de planta se incrementará en 6.69 unidades; el valor estimado de la ordenada al origen ( $\alpha = 413.29$ ) (anexo 13).

## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1. ALTURA DE PLANTA**

Los mejores resultados de abonamiento, desde la perspectiva de manejo de los tres principales nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), se obtuvieron con compost más EM en el cv. Grazion, estadísticamente similares con los obtenidos con la fertilización inorgánica y Guano de las Islas más EM; mientras que el cv. Fabietto se comportó mejor con el abonamiento de humus de lombriz, llamado también vermicompost, más EM, con promedio estadísticamente diferente al de los otros tratamientos. Según Amores (2007) el humus de lombriz es de gran calidad por su gran capacidad de intercambio catiónico y una buena relación C/N; está comprobado también que retiene mejor la humedad, un aspecto importante para la producción de lechuga.

Islam et al. (2012) encontraron también que los abonos orgánicos aumentan el crecimiento de las plantas de lechuga, además señalan que las plantas fertilizadas con fuentes orgánicas acumulan mayores concentraciones de fósforo, un elemento muy importante en las plantas por su participación en funciones vitales, como la fosforilación, la fotosíntesis, respiración, e básicamente en la síntesis y descomposición de los glúcidos, proteínas y ácidos grasos. En otro estudio sobre el uso de compost enriquecidos con humus, Saliman et al. (2019) encontraron que los abonos enriquecidos con humus aumentan considerablemente el crecimiento de los brotes y de las raíces de la lechuga, así como el crecimiento de los hongos micorrízicos arbusculares en las raíces, esenciales para los ciclos de los nutrientes.

### **5.2. DIÁMETRO ECUATORIAL DE PLANTA (DEP)**

La variedad que produjo mayor diámetro ecuatorial de planta/cabeza fue el cv. Grazion con promedio de 22.05 cm por unidad experimental con Guano de las Islas, pero sin diferencias estadísticas con los otros abonos utilizados; y el cv. Fabietto con humus de lombriz más EM tuvo un DEP mayor en promedio (17.41 cm) pero igualmente sin diferencia significativa estadísticamente con respecto a los promedios de los otros tratamientos.

Los abonos orgánicos utilizados aportan materia orgánica y nutrientes, mejorando además las características físicas y el microbiota del suelo relacionado con la nutrición (Quinatoa 2012). Los mejores promedios de DEP tanto para el cv. Grazion, como para el cv. Fabietto se debería a los nutrientes que aportan el Guano de las Islas y el humus de lombriz. Dicha diferencia además se puede atribuir a los rasgos genéticos, como la forma de hoja, relacionado con la capacidad fotosintética y este a su vez con la producción de fotoasimilados que no fue evaluado en la investigación. Por ejemplo, Křístková et al. (2008) diferencian que existen cultivares que no forman cabeza, y entre los que forman pueden desarrollar cabezas pequeñas (< 25 cm), mediana (25 – 40 cm) y grande (> 40 cm).

### **5.3. PESO FRESCO DE PLANTA (PFP)**

Entre los abonos orgánico que fueron ensayados, en el tratamiento de humus de lombriz más EM es el que se encontró mayor peso de la lechuga, producto comercial, con 448.35 g en promedio en el cv. Fabietto, sin diferencia estadística con lo obtenido en el tratamiento de fertilizantes inorgánicos en el cv. Grazion; mientras que en el resto de los tratamientos los pesos de los productos comerciales resultaron estadísticamente inferiores. En estudios realizados en otros países como Irak, Mohammed et al. (2018) encontraron mejores rendimientos de lechuga con vermicompost o humos de lombriz, incluso mejor en comparación a los fertilizantes inorgánicos; incluso utilizando en mezclas con otros abonos igualmente encontraron mejores rendimientos del producto cosechable de la lechuga, lo que hace suponer que el humus de lombriz es un abono importante para usar tal cual o para mejorar otros abonos para el cultivo de lechuga. Por otro lado, Villas et al. (2004) encontraron mejores resultados para el peso fresco de la lechuga utilizando compost de restos de frijol, además este abono mejora el contenido de la cantidad de N, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe y Zn en las plantas de lechuga; corroborados por Hernández et al. (2010) quienes revelan que el humus de lombriz aporta mayores contenidos de Mg, Fe, Zn y Cu en la hoja de la lechuga. También es importante reiterar, que los resultados obtenidos con el humus sobre el rendimiento de la lechuga, cv. Favietto se puede atribuir a la riqueza de

elementos nutritivos y otras bondades. Por ejemplo, Adhikary (2012) menciona que el excremento de lombriz es rico en humus, macro y micronutrientes, microorganismos benéficos; bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fosfato, actinomicetos y hormonas de crecimiento como auxinas, giberelinas y citoquininas.

Gutiérrez (1987) por su parte resalta que el vermicompost es un excelente fertilizante natural porque posee cantidades equilibradas de macro y micronutrientes de rápida disponibilidad para las plantas, tiene un pH neutro baja relación carbono/nitrógeno (9-13/1), alberga una elevada cantidad de colonias de microorganismos, ácidos orgánicos y fitohormonas que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como la capacidad de retener volúmenes importantes de agua, nutrientes y modificar la estructura del suelo.

Como mencionan Altieri (1999) las bondades del humus y otros “abonos orgánicos” utilizados en realidad han generado condiciones favorables para el desarrollo del sistema radicular de las plantas de lechuga, como menciona Maroto (1983) son superficiales y permitió a anclar adecuadamente a las raíces principales que son profundas según Afroza y Rana (2018). Así mismo, como encontraron Islam et al. (2012) que las lechugas de hojas sueltas como la Grazion contienen mayores cantidades de nitrato en comparación a las lechugas arrepolladas. Hacer un análisis metabolómico en estudios similares al realizado proporcionará información importante que permita explicar la relación planta y “abonos orgánicos”.

A pesar de que existe una correlación significativa de  $r = 0.73$  entre la altura de planta y diámetro ecuatorial de planta, que evidencia que a ambos rasgos podrían estar asociados positivamente con una buena nutrición (que debe ser corroborado con estudios metabolómicos); el modelo relacional explica que el peso de la planta no está relacionado con el diámetro ecuatorial de planta, entonces la correlación evidencia que un buen manejo de la nutrición potencia la asociación de ambos rasgos (que puede ser genético) y por lo tanto el peso de la planta.

## CONCLUSIONES

Con base a los resultados del estudio se concluye lo siguiente:

1. La altura de planta fue mayor en el cv. Grazion en el tratamiento abonamiento orgánico al suelo con compost más EM y con el guano de isla más EM, incluso similares estadísticamente a las plantas fertilizadas con fertilizantes inorgánicos; mientras que el cv. Fabietto el mejor desarrollo se dio con el abonamiento al suelo utilizando Humus de lombriz más EM, estadísticamente diferente al resto de los tratamientos. Mientras que para diámetro de planta no se encontró diferencia entre los promedios de las plantas fertilizados con los diferentes “abonos orgánicos”, sólo se encontró diferencias entre cultivares, siendo el de mayor diámetro el cv, Grazion con respecto a Favieto, el cual se puede deber básicamente a las variaciones de sus rasgos morfológicos y por ende fisiológicos.
2. El peso fresco por planta fue mayor en el cv. Grazion abonados con fuentes minerales (NPK), mientras que en el cv. Fabietto fue mayor con el abonamiento utilizando humus más EM, pero estadísticamente similar al promedio de las plantas abonadas con las otras fuentes de abono.

## RECOMENDACIONES

Con base a la experiencia del estudio realizado, se recomienda lo siguiente:

1. Los agricultores dedicados al rubro de la lechuga pueden adaptar el uso de las fuentes orgánicas más microorganismos eficaces para la nutrición de los cultivos, el cual le permitirá abarcar segmentos de mercado más exigentes en calidad de productos.
2. Utilizar abonos de fuentes orgánicas en el cultivo de lechuga para reducir el uso indiscriminado de fertilizantes inorgánicos, sobre todo aquellas fuentes de nitrógeno y fósforo.
3. Realizar más ensayos que permitan demostrar la efectividad de los abonos de fuentes orgánicas, en otras variedades de lechuga. Así mismo, complementar con estudios metabolómicos en las plantas ensayadas para explicar la dinámica de los nutrientes en el proceso que las plantas producen órganos cosechables y explicar cómo dichos nutrientes incluso maximizan su capacidad productiva.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adhikary, S. 2012. Vermicompost, the story of organic gold: A review (en línea). *Agricultural Sciences*, 3(7): 24396. Consultado 22 ago. 2021. doi: [10.4236/as.2012.37110](https://doi.org/10.4236/as.2012.37110)
- Afroza, B. y Rana, MK. 2018. Lettuce. *In* Rana, MK (ed.). *Vegetable crops science*. U.S., CRC Press. p. 169-182. Agrorural. s.f. Guano de las islas (en línea). Consultado 04 jun. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3xQgLmG>
- Altieri, M; Litorians, K. 1997. Vegetation arrangement and biological control agrositerms. *Crep protection*, 1:405 - 430 p. TP – UNH AGRON. 0033 .pdf
- Altieri, MA. 1999. *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Nordan-Comunidad. California, Berkeley. 325 p.
- Amores, P. M. (2007). Plan de lanzamiento de humus de lombriz del IASA (en línea). Tesis C. Mercadotecnia. Ecuador, ESPE. Consultado 10 set. 2021. Disponible en <https://bit.ly/3otX5IM>
- Rijk Zwaan. 2021. Lechuga (en línea). Consultado 20 jul. 2021. Disponible en <https://bit.ly/3ymiEYV>
- Balzarini, M; Di Rienzo, J; Tablada, M; Gonzalez, L; Bruno, C; Córdoba, M; Robledo; R; Casanoves, F. 2011. *Estadística y biometría: Ilustraciones del uso de InfoStat en problemas de Agronomía*. Argentina, Brujas. 382 p.
- Bernal, MP. Albuquerque, JA. Moral R. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review (en línea). *Bioresource Technology*. 100(22): 5444-5453. Consultado 15 de ago. 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>
- Calsin, M. 2019. Efecto de abonos orgánicos foliares en las características agronómicas de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) en condiciones de

- invernadero. Tesis Ing. Agr. Puno, Perú, UNA. Consultado 22 abr. 2020. Disponible en <https://bit.ly/31MxXM3>
- Cámara de Comercio de Bogotá. 2015. Manual lechuga (en línea). Colombia, Programa de Apoyo Agrícola y Agroindustrial. 53 p. Consultado 20 may. 2020. Disponible en <https://bit.ly/2NX41EP>
- Camasca, A. 1984. Horticultura práctica. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - COCYTEC. Ayacucho - Perú.
- Ccoscco, FP. 2015. Efecto de tres abonos orgánicos sólidos en la producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*) var. Capitata en la comunidad de Conchacalla - distrito y provincia de Anta - región Cusco. Tesis Ing. Agr. Moquegua, Perú, UJCM. Consultado 24 abr 2020. Disponible en <https://bit.ly/3e4jEVD>
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. V. 2011-2019. InfoSrat/E (en línea, software estadístico). Córdoba, Argentina. Consultado 30 may. 2020. Disponible en <https://www.infostat.com.ar/>
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; González, LA; Tablada, EM; Díaz, MP; Robledo, CW; Balzarini, MG. (2009). Estadística para las ciencias agropecuarias. 7 ed. Córdoba, Argentina, Brujas. 356 p.
- Félix-Herrán, JA.; Sañudo-Torres, RR.; Rojo-Martínez, GE.; Martínez-Ruiz, R.; Olalde-Portugal, V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos (en línea). Revista Ra Ximhai, 4(1): 57-67. Consultado 11 may. 2020. Disponible en <https://bit.ly/2AB2YYe>
- Gaviola, JC. 2020. Producción de semillas hortícolas (en línea). 1 ed. Buenos Aires, Argentina, INTA. 08 p. Consultado 25 set. 2021. Disponible en <https://bit.ly/3E00azm>
- George, RAT. 2009. Vegetable seed production. 3 ed. Wallingford, Reino Unido, CABI International. 320 p.

- Gevawer Cerrato, OA; Castillo Pérez, ME. 2018. Evaluación de soluciones nutritivas para la producción de plántulas de lechuga y chile pimiento (en línea). Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 26 p. Consultado 10 mar. 2021. Disponible en <https://bit.ly/3wtdAAX>
- Goites, E. 2008. Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar. Buenos Aires: Inst. Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA. Huerta Orgánica. Ed. Lit. II. 634. 136 p.
- Gonzales, RH. 2013. Influencia de musgo descompuesto *sphagnum* y tres abonos orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de Acobamba (en línea). Tesis Ing. Agr. Huancavelica, Perú, UNH. Disponible en <https://bit.ly/2C5hzLO>
- Guerrero, J. 1993. Abonos orgánicos. Red de Acción en Agricultura Alternativa- RAAA. Lima, Perú. 47 p.
- Gutiérrez, RJ. (1987). Lombricultura: Alternativa ambiental/socio-económica ilimitada. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo.Spp.
- Hans, F. 1971. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. 398 pp. Editorial IICA.
- Hernández, A; Castillo, H; Ojeda, D; Arras, A; López, J; Sánchez, E. 2010. Effect of vermicompost and compost on lettuce production (en línea). Chilean Journal of Agricultural Research, 70(4):583-589. Consultado 25 set. 2021. Disponible en <https://bit.ly/3y6tnq7>
- Hernández-Sampieri, R. 2018a. Definición del alcance de la investigación en la ruta cuantitativa: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. In Hernández-Sampieri, R; Mendoza, CP (eds.). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México, México, McGrawHill Education. p. 104-121.

- Hernández-Sampieri, R. 2018b. Las tres rutas de la investigación científica: Enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto. *In* Hernández-Sampieri, R; Mendoza, CP (eds.). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México, México, McGrawHill Education. p. 1-23.
- Humus-Rich Compost Increases Lettuce Growth, Nutrient Uptake, Mycorrhizal Colonisation, and Soil Fertility,
- Intagri, 2017. Fuentes orgánicas de N-P-K para la nutrición de los cultivos (en línea, sitio web). Intagri. Consultado 23 may. 2020. Disponible en <https://bit.ly/2VJdHqT>
- Islam, S; Ahmed, A; Mahmud, S; Tusher, TR; khamon, S. 2012. Effects organic fertilizer on the growth and the yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) used as vegetables (en línea). International Journal of Agricultural Science and Research, 2(2):116-128. Consultado 25 set. 2021. Disponible en <https://bit.ly/3pbf3Zv>
- Japon, QJ. 1977. La lechuga. Ministerio de agricultura. Hoja divulgativa: Núm. 10/77 HD. Madrid. 20 p.
- Kim, MJ; Moon, Y; Tou, JC; Mou, B; Waterland, NL. 2016. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.) (en línea). Journal of Food Composition and Analysis, 49:19-34. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.03.004>
- Křístková, E; Doležalová, I; Lebeda, A; Vinter, V; Novotná, A. 2008. Description of morphological characters of lettuce (*Lactuca sativa* L.) genetic resources (en línea). Hort. Sci. (Prague), 35(3):113-129. Consultado 30 set. 2021. doi: <https://doi.org/10.17221/4/2008-HORTSCI>
- La Rosa, V. 2015. Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo condiciones del valle del Rímac, Lima, Perú (en línea). Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, UNALM. Consultado 23 mar. 2020. Disponible en

<https://bit.ly/2NWLhFF>

Lazcano, C; Gómez-Brandón, M; Domínguez, J. 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere* 72:1013-1019

Mallar, A. 1978. La lechuga. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur, S.A. 1, 5, 10, 18-19 p.

Mamani, EB. 2006. Efecto de la aplicación de abonos en el cultivo de lechuga suiza (*Valerianella locusta*) en walipinis de la localidad de Ventilla (en línea). Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia, UMSA. Consultado 11 may. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3f2M2c5>

Maroto, JV. 1983. Horticultura herbácea especial: lechuga. Madrid, España, Mundi- Prensa. p. 189-204.

Mohammed, SJ; Al-Kubaisy, JS; Saleh, JM. 2018. Effect of earthworm on lettuce production through the recycling of organic and bio-compost production (en línea). *Journal of Plant Biology and Agriculture Sciences*, 2(1:4):1-7. Consultado 10 set. 2021. Disponible en <https://bit.ly/3IMIEZf>

Montesdeoca, P. 2008. Caracterización física, química y funcional de la Lechuga rizada, para la creación de una norma técnica ecuatoriana, por parte del instituto ecuatoriano de normalización (en línea). Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador, UTE. Consultado 17 mar. 2020. Disponible en <https://bit.ly/2Axt7XL>

Ojeda, V. 2017. Evaluación del biofertilizante foliar a base de frutas en la asimilación de nutrientes en la lechuga (*Lactuca sativa L.*) (en línea). Tesis Ing. Agr. Cevallos, Ecuador, UTA. Consultado 16 mar. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3gwVm8v>

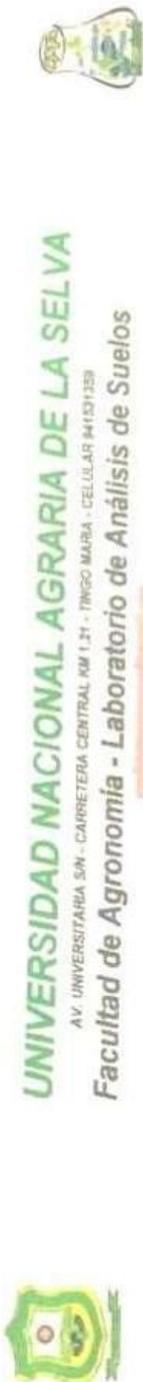
Quinatoa, J. 2012. Estandarización del proceso de producción de Compost con fines comerciales utilizando tres fuentes de inóculo con la

- Asociación Santa Catalina del cantón Píllaro (en línea). Tesis Ing. Agr. Cevallos, Ecuador, UTA. Consultado 10 set. 2021. Disponible en <https://bit.ly/338wanj>
- Ramírez, D. 1999. Consumo de fertilizantes en el Perú (en línea). FAO. Consultado 12 jun. 2021. Disponible en [http://www.fao.org/agl/agll/gateway/recurso\\_nutrientes.pdf](http://www.fao.org/agl/agll/gateway/recurso_nutrientes.pdf)
- Rojas, M. 2015. Tipos de investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación (en línea). Revista Electrónica de Veterinaria 16(1):1-14. Consultado 10 set. 2021. Disponible en <https://bit.ly/3mDsscG>
- Román, P; Martínez, M; Pantoja, A. 2013. El compostaje en la agricultura (en línea). Consultado 15 oct. 2021. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/019/i3388s/i3388s.pdf>
- Roselló, J. (2003). Uso de fuentes orgánicas utilizados en agricultura ecológica Atabey, Playa, La Habana, Cuba. 18 p.
- Ruesta C, NA. 2013. Lombricultura, techo a dos aguas. Manual. INIA. Lambayeque, Perú. 69 p.
- Rzedowski, CG de; Rzedowski, J. 2005. Flora fanerógama del Valle de México (en línea). 2 ed. Pátzcuaro (Michoacán), México, Instituto de Ecología, A.C. 1406 p. Consultado 25 ago. 2021. Disponible en <https://bit.ly/3xSaiaW>
- Saavedra del R; Corradini, SF; Felmer, ES; Estay, PP. 2017. Manual de producción de Lechuga. Boletín INIA / N° 374. Santiago, Chile, 2017. 153 p.
- Salazar Sosa E.; Fortis Hernández M.; Vázquez Alarcón A.; Vázquez Vázquez C. 2003. Agricultura orgánica. México, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED. 271 p

- Salinas, T. 2013. Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio Santa Fe de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato (en línea). Tesis Ing. Agr. Ambato, Ecuador, UTA. Consultado 20 abr. 2021. Disponible en <https://bit.ly/2ZG4nFb>
- Santander, H. 2015. Desarrollo técnico de un hidrolizado líquido de gallinaza como fertilizante foliar (en línea). Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, UNALM. Consultado 30 mar. 2020. Disponible en <https://bit.ly/2C7QgAu>
- Solaiman, ZM; Yang, H; Archdeacon, D; Tippett, O; Tibi, M y Whiteley, AS. 2019. Humus-rich compost increases Lettuce growth, nutrient uptake, mycorrhizal colonisation, and soil fertility (en línea). *Pedosphere*, 29(2):170-179. Consultado 16 ago. 2021. doi: [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(19\)60794-0](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(19)60794-0)
- Vallejo, F; Estrada, El. 2004. El cultivo de Lechuga *Lactuca sativa* L. En Vallejo Cabrera, F; Estrada Salazar, El. Producción de hortalizas de clima cálido. Palmira, Colombia. 315-340 pp.
- Vargas, ZR. 2009. La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1):155-165. Consultado 10 set. 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v33i1.53>

ANEXOS

Anexo 01. Resultado de análisis de suelos



**ANÁLISIS DE SUELOS**

SOLICITANTE		Nelson Martínez Esteban										CIFO - UNNEVAL HUANUCO												
N°	COD. LAB.	DATOS		ANÁLISIS QUÍMICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIOLES (mg/kg)										
		REFERENCIAS	CULTIVO ANTERIOR	Arroz	Arroz	Arroz	Arroz							Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICs	N	N	N	
10	54532	EFAR-MAIZ	MAIZ	63	18	19	Frío	7.40	2-45	0.11	8.42	98.94	15.37	13.12	1.93	0.10	0.14	-	-	-	100.00	0.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
 RECIBO N° 001-0661172  
 TINGO MARIA 11 DE DICIEMBRE 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARIA  
 FACULTAD DE AGRONOMÍA  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS  
 Jefe: *[Firma]*  
 JEFES

### Anexo 02. Cronograma de actividades

Actividades	Año 2020															
	Junio				Julio				Agosto				Setiembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Selección de terreno	X															
Análisis de suelo	X															
Preparación de suelo		X														
Siembra		X														
Riego			X		X		X		X		X		X		X	
Primer cultivo					X	X										
Aporque							X	X								
Nutrición					X		X	X	X		X		X		X	
Aplicación de tratamiento					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cosecha																X
Evaluaciones realizadas				X		X		X		X		X		X		X

## Anexo 03. Presupuesto

Descripcion de actividades e insumos	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario(S/)	Costo total(s/.)
<b>Costos directos</b>				
<b>I. Preparacion de terreno</b>				
a) Barbecho	Jornal	2	30	60.00
b) Mullido	Jornal	2	30	60.00
c) surcado	Jornal	2	30	60.00
<b>Subtotal</b>			<b>180.00</b>	
<b>II. Siembra</b>				
a) Siembra directa	Jornal	2	30	60.00
<b>Subtotal</b>			<b>60.00</b>	
<b>III. Labores culturales</b>				
a) Riegos	Jornal	6	30	180.00
b) Deshierbo	Jornal	2	30	60.00
c) Aporque	Jornal	2	30	60.00
d) Control fitosanitario	Jornal	2	30	60.00
e) Aplicacion de tratamientos	Jornal	2	30	60.00
<b>Subtotal</b>			<b>240.00</b>	
<b>IV. Insumo</b>				
a) Semilla	kg	0.25		20.00
<b>b) Fertilizantes</b>				
➤ Humus	½ Saco	1		50.00
➤ Compost	Saco	1	20	50.00
➤ Guano de las Islas	Saco	1	20	50.00
<b>Subtotal</b>			<b>170.00</b>	
c) Fertilizante sintético	Saco	1	90.00	<b>90.00</b>
<b>Total</b>				<b>740.00</b>

**Anexo 04.** Panel de fotos de la parcela experimental

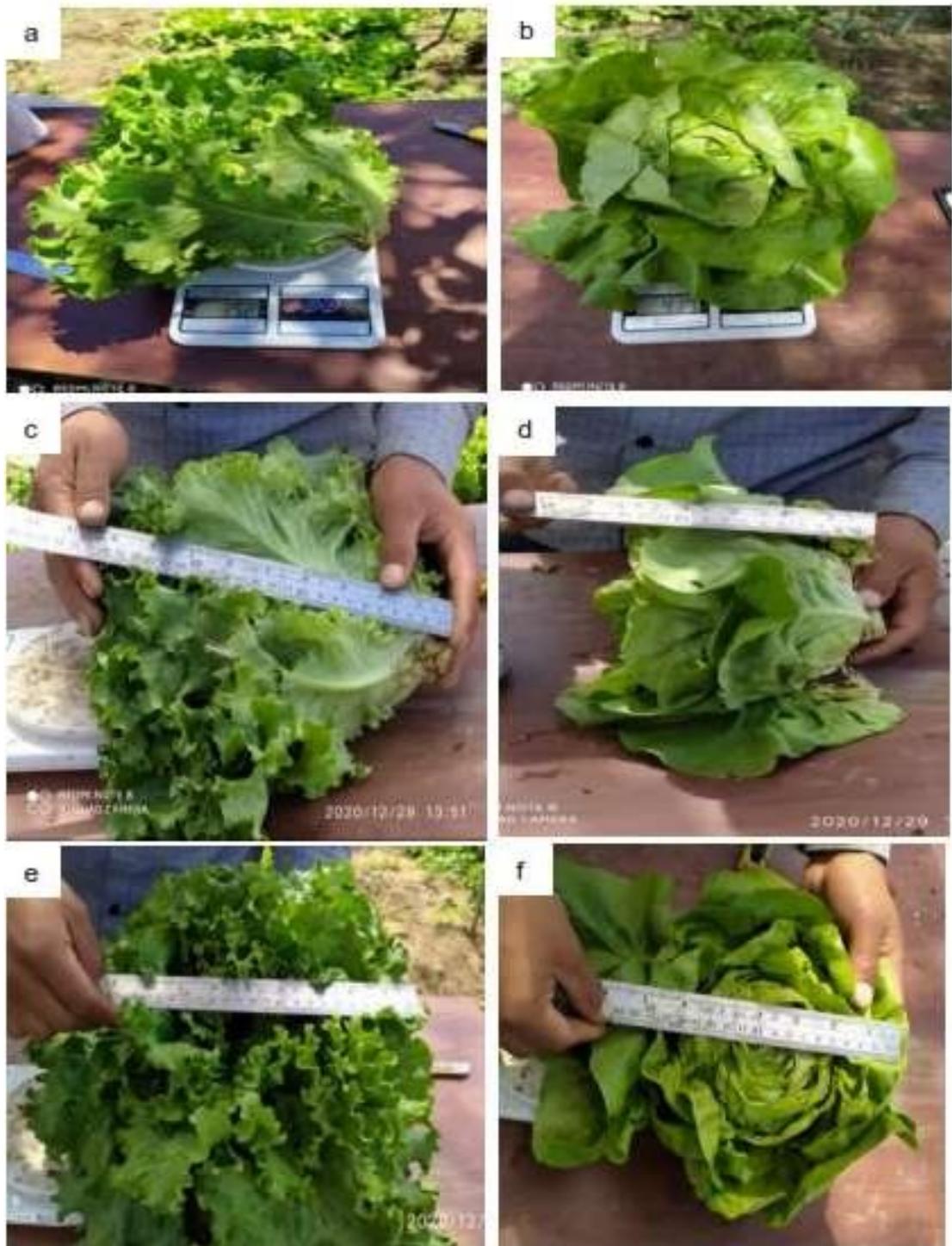
**Anexo 05.** Unidades experimentales del ensayo

**Anexo 06.** Cosecha de las plantas de lechugas

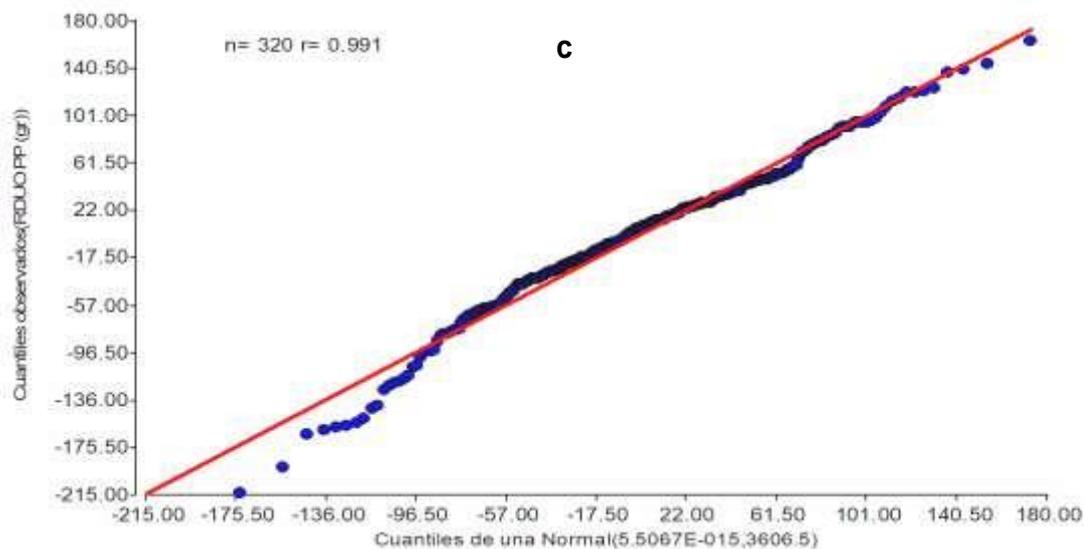
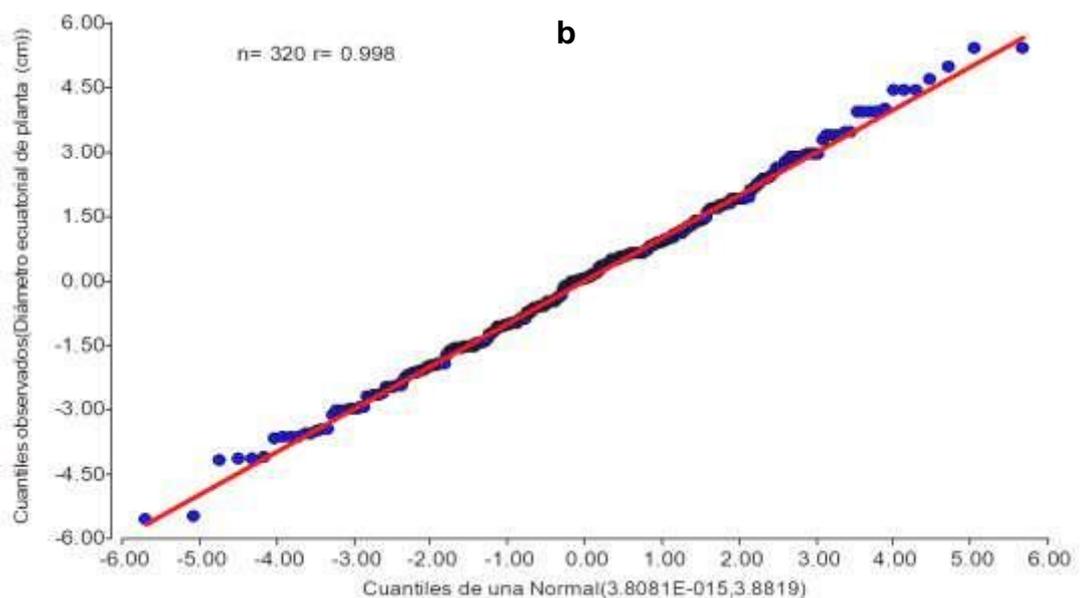
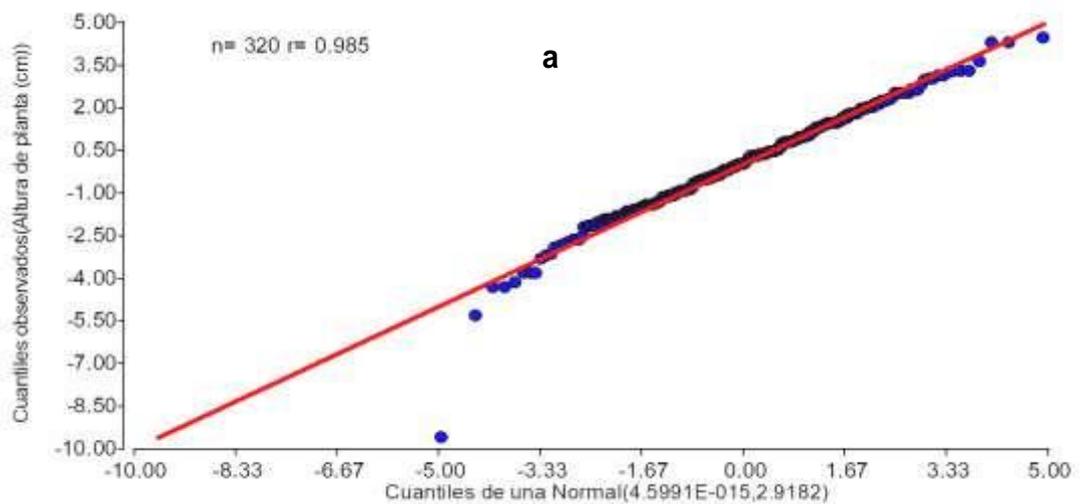
### Anexo 07. Inoculación con EM a los abonos orgánicos



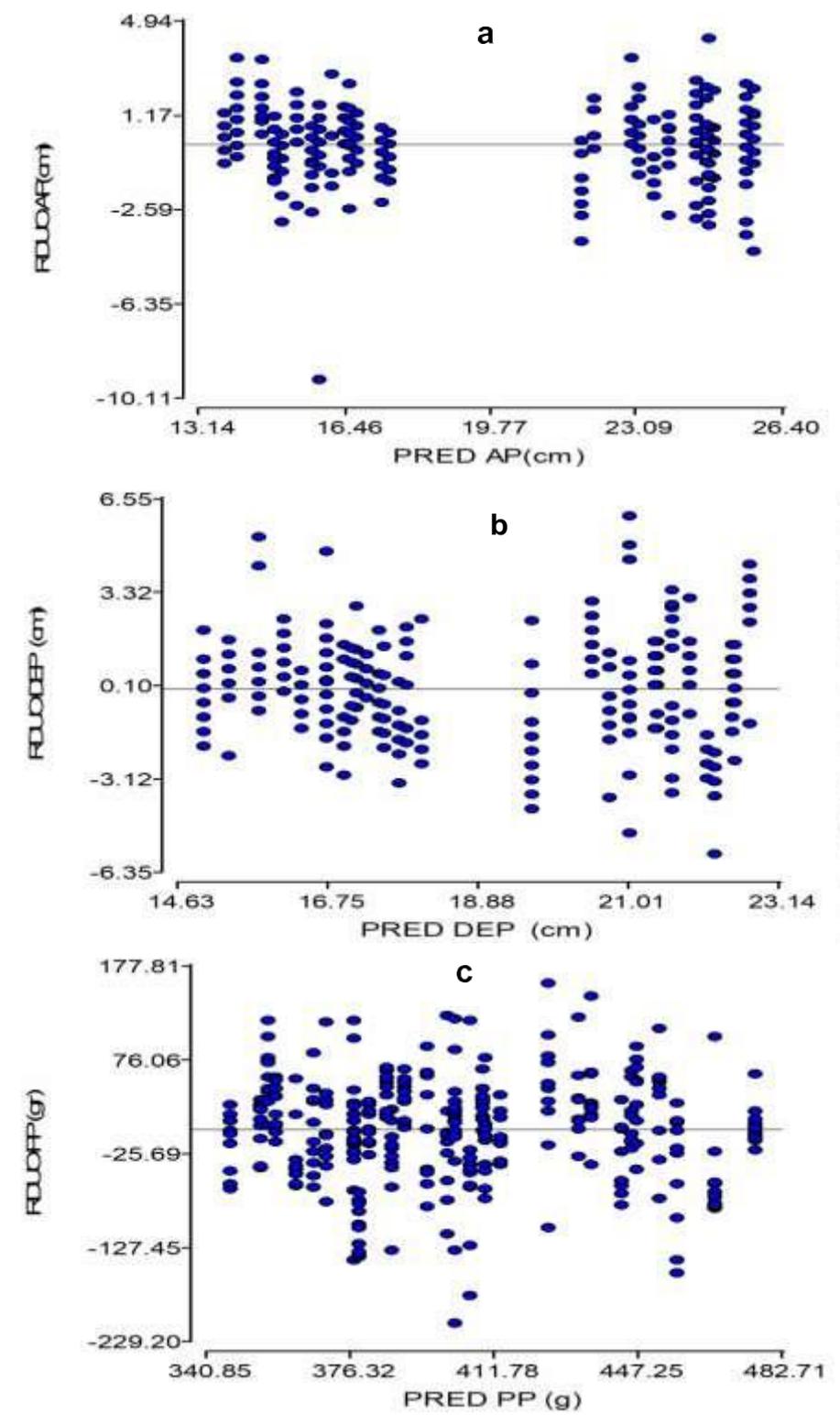
**Anexo 08.** Panel de fotos de los registros de datos de las variables aleatorias correspondientes al área foliar: peso de planta (a, b), altura de planta (c, d) diámetro ecuatorial planta (e, f). cv Grazion (a, c, e) y cv. FABIETTO (b, d, f).



**Anexo 09.** Gráficos QQ-plot de los valores observados para altura de planta (cm) (a), diámetro ecuatorial de planta (cm) (b) y peso por planta (g) (c)



**Anexo 10.** Gráficos de dispersión de los residuos y predichos de las variables aleatorias estudiadas: altura de planta (cm) (a), diámetro ecuatorial de la planta (cm) (b) y peso de planta (g) (c)



**Anexo 11. Matriz de Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades.**

	AP (cm)	DEP (cm)	PP (g)
AP (cm)	1	0.00000	0.2900
DEP (cm)	0.73	1	0.0600
PP (g)	-0.06	0.10	1

**Anexo 12. Análisis de regresión lineal**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
PP (g)	320	0.05	0.04	4408.39	3582.49	3601.33

**Anexo 13. Coeficientes de regresión y estadísticos asociados**

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	413.29	169.31	80.17	746.41	2.44	0.0152		
AP (cm)	-4.1	1.14	-6.34	-1.86	-3.59	0.0004	14.92	2.17
DEP (cm)	6.69	1.7	3.34	10.03	3.93	0.0001	17.47	2.17
Atkinson	0.14	0.43	-0.71	1	0.33	0.7398	2.11	1.01



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO

En la ciudad de Huánuco a los 04 días del mes de marzo del año 2022, siendo las 10 horas de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco, y en virtud de la **Resolución Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL** (Aprobando la Directiva de Asesoría y Sustentación Virtual de PPP, Trabajos de Investigación y Tesis), se reunieron en la Plataforma del Cisco Webex de la **UNHEVAL**, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 063-2022-UNHEVAL-FCA-D, de fecha 10/02/2022, para proceder con la evaluación de la sustentación virtual de la tesis titulada:

### "EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN CONDICIONES DEL CIFO-UNHEVAL, HUÁNUCO 2020"

Presentada por los (la) Bachiller en Ingeniería Agronómica:

NELSON VALERIANO MARTINEZ ESTEBAN

Bajo el asesoramiento de la M. Sc. Severo Ignacio Cárdenas

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

**PRESIDENTE** : Mg. Eugenio Pérez Trujillo  
**SECRETARIO** : Dra. Liliana Vega Jara  
**VOCAL** : Dr. Walter Viscarra Arbizú  
**ACCESITARIO** : Dr. Antonio Cornejo y Maldonado

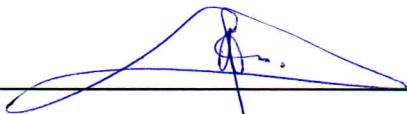
Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APTO\_ por unanimidad\_\_ con el cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO, quedando el sustentante APTO para que se le expida el TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las ... 13:00 horas.

Huánuco, 04 de marzo de 2022.

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

OBSERVACIONES:

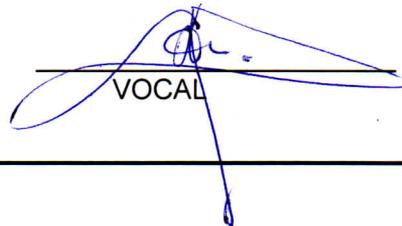


SIN OBSERVACIONES

Huánuco, 04 de marzo de 2022.

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Four horizontal lines for recording observations.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN – HUÁNUCO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DIRECCION DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE TURNITIN N° 58 - 2021- UNHEVAL- FCA

**CONSTANCIA DEL PROGRAMA  
TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS**

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**“EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO DE LA  
LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN CONDICIONES DEL CIFO- UNHEVAL,  
HUÁNUCO 2020”**

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias,  
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

**MARTÍNEZ ESTEBAN, Nelson Valeriano**

La misma que fue aplicado en el programa: **“turnitin”**

La TESIS; para Revision.pdf, con Fecha: 10 de diciembre del 2021.

Resultado: **25 % de similitud general**, rango considerado: **Apto**, por disposición  
de la Facultad.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Cayhuayna, 10 de diciembre de 2021

58

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CONSTANCIA N°  
Dr. Antonio S. Comejo y Maldonado  
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN  
DE LA F.C.A.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		<b>REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES</b>		
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN	RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
	OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	1 de 2

## ANEXO 2

### AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

#### 1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: MARTÍNEZ ÉSTEBAN, NELSON VALERIANO

DNI: 47806336 Correo electrónico: martinezlne132@gmail.com

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular 921089638 Oficina \_\_\_\_\_

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular \_\_\_\_\_ Oficina \_\_\_\_\_

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular \_\_\_\_\_ Oficina \_\_\_\_\_

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

<b>Pregrado</b>	
Facultad de:	<u>CIENCIAS AGRARIAS</u>
E. P. :	<u>INGENIERIA AGRONÓMICA</u>

Título Profesional obtenido:

INGENIERO AGRONOMO

Título de la tesis:

"EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		<b>REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES</b>		
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN	RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
	OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	2 de 2

LECHUGA (Lactuca sativa) EN CONDICIONES DEL CIFO - UNHEVAL,  
HUANUCO 2020"

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web [repositorio.unheval.edu.pe](http://repositorio.unheval.edu.pe), por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- ( ) 1 año
- ( ) 2 años
- ( ) 3 años
- ( ) 4 años

Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma:

Firma del autor y/o autores:

