

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN - HUÁNUCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA



**DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO
DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L) VARIEDAD AMERICANA EN
CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE PANA O – HUÁNUCO – 2019.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

TESISTA

Bach. ESTEFANY YAJAIRA DORIA ROJAS

ASESORA

M.Sc. LUISA MADOLYN ALVAREZ BENAUTE

HUÁNUCO - PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios, por ser el inspirador y darme las fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados de mi vida.

A mis señores padres Teodoro y Jacinta, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser tu hija, son los mejores padres que puedo tener.

A mis hermanas (os) por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

Finalmente, a todos mis familiares y amistades, por apoyarme cuando más los necesite, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día en verdad mil gracias siempre los llevare en mi corazón a cada uno de ustedes.

AGRADECIMIENTO

En estas líneas quiero agradecer a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome sabiduría y paciencia para culminar con éxitos mis metas.

A mis padres Teodoro y Jacinta por ser un pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconveniencias que se presentaron.

Agradezco a mi asesora de tesis M.Sc. Luisa Madolyn Álvarez Benaute quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en esta investigación, a la Ing. Enma Trigos por su consejo, enseñanza, apoyo y sobre todo por su amistad brindada en los momentos más difíciles de mi vida.

No puedo dejar de agradecer a mis hermanas, Yuliana, Misariel, Doris, Briss y a mis hermanos Sandro y Esein, por llenarme de alegría día a día, por los consejos brindados, por darme tanto amor y otras cosas más que no los puedo mencionar, pero siempre lo llevare en mi mente y corazón.

Del mismo modo quiero agradecer a Rick Charles, mi compañero en quien encontré en el camino que ilumino mi vida, que con su ayuda alcance mis metas, a través de sus consejos, de su amor, su paciencia y su apoyo incondicional.

Agradezco a todos los ingenieros de la carrera Ingeniería Agronómica quienes fueron mis docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Hermilio Valdizán.

DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L) VARIEDAD AMERICANA EN CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE PANAÓ – HUANUCO – 2019.

RESUMEN

El humus de lombriz es un abono con propiedades que influyen favorablemente en el suelo y la planta; razón de ello el estudio tuvo como objetivo determinar la dosis adecuada de humus de lombriz en el rendimiento de lechuga americana. Se instaló en los suelos en el cercado de Panao, posicionado geográficamente a 09°58'50" LS, 76°11'20" LO y de 2560 msnm de altitud, bajo el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cuatro tratamientos que fueron: fertilización química (T1: testigo), 8 t/ha (T2: dosis baja), 10 t/ha (T3: dosis media) y 12 t/ha (T4: dosis alta) de humus de lombriz. Las variables evaluadas fueron diámetro, cobertura vegetal, peso fresco por planta y área neta experimental de lechuga. Los resultados indican que los tratamientos con humus de lombriz tuvieron un comportamiento similar en el diámetro y cobertura vegetal, solo en el peso fresco los tratamientos T4 y T3 fueron semejantes, pero difirieron del testigo. Se concluye que el humus de lombriz fue superior al testigo (fertilización química) y que el tratamiento T4 (dosis alta) expresó el mayor diámetro (53,79 cm), cobertura vegetal (0,207 m²), peso fresco por planta (1,53 kg), peso por área neta experimental (42,18 kg) y este peso expresado a hectárea fue de 83.02 t/ha, por lo que se recomienda la difusión de la dosis de 12 t/ha de humus de lombriz en el cultivo de lechuga por presentar un resultado destacable.

Palabras clave: Humus de lombriz, dosis, lechuga, rendimiento

**DOSAGE OF EARTHWORM HUMUS THE YIELD OF THE CROP OF
LETTUCE (*Lactuca sativa* L) AMERICAN VARIETY IN
AGROECOLOGICAL CONDITIONS OF PANA O – HUANUCO – 2019**

ABSTRACT

The earthworm humus is a fertilizer with properties that favorably influence the soil and the plant; For this reason, the study aimed to determine the adequate dose of earthworm humus in the yield of American lettuce. It was installed in the soils in the Panao enclosure, geographically positioned at 09°58'50" SL, 76°11'20" WL and 2560 masl, the design of complete random blocks (DBCA), with four treatments that were: chemical fertilization (T1: control), 8 t / ha (T2: low dose), 10 t / ha (T3: medium dose) and 12 t / ha (T4: high dose) of earthworm humus. The evaluated variables were diameter, vegetation cover, fresh weight per plant and experimental net lettuce area. The results indicate that the treatments with earthworm humus had a similar behavior in the diameter and vegetation cover, only in the fresh weight the treatments T4 and T3 were similar, but they differed from the control. It is concluded that the earthworm humus was superior to the control (chemical fertilization) and that the T4 treatment (high dose) expressed the largest diameter (53.79 cm), vegetation cover (0.207 m²), fresh weight per plant (1.53 kg), weight per experimental net area (42.18 kg) and this weight expressed per hectare was 83.02 t, so it is recommended to spread the dose of 12 t / ha of earthworm humus in the cultivation of lettuce for presenting a remarkable result.

Keywords: Earthworm humus, dose, lettuce, yield

INDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE.....	V
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO	3
2.1. Fundamentación teórica	3
2.1.1. La lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	3
2.1.2. Humus de lombriz	9
2.2. Antecedentes.....	12
2.3. Hipótesis.....	15
2.3.1. Hipótesis general	15
2.3.2. Hipótesis específicas.....	15
2.4. Variables.....	15
2.4.1. Operacionalización de variables.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Lugar de ejecución	17
3.1.1. Características agroecológicas de la zona.	17
3.2. Tipo y nivel de investigación	18
3.2.1. Tipo de investigación.....	18
3.2.2. Nivel de investigación.....	18

3.3.	Población, muestra y unidades de análisis	19
3.3.1.	Población	19
3.3.2.	Muestra	19
3.3.3.	Unidad de análisis	19
3.4.	Tratamientos de estudio	19
3.5.	Prueba de hipótesis	20
3.5.1.	Diseño de investigación	20
3.5.2.	Datos registrados	25
3.6.	Materiales y equipos	25
3.7.	Conducción del trabajo de campo.....	26
3.7.1.	Toma de muestras de suelo	26
3.7.2.	Preparación del terreno.....	26
3.7.3.	Almácigo	27
3.7.4.	Surcado.....	27
3.7.5.	Alineamiento y marcado del campo experimental	27
3.7.6.	Trasplante	27
3.7.7.	Incorporación de humus de lombriz.....	27
3.7.8.	Incorporación de fertilizantes.....	28
3.7.9.	Riego.....	28
3.7.10.	Control de malezas	28
3.7.11.	Aporque	28
3.7.12.	Cosecha.....	28
IV.	RESULTADOS.....	29
4.1.	Diámetro de lechuga.....	30
4.2.	Cobertura vegetal	32
4.3.	Peso fresco de lechuga por planta.....	34
4.4.	Peso fresco de lechuga por área neta experimental	36

V. DISCUSIÓN.....	39
5.1. Diámetro de lechuga.....	39
5.2. Cobertura vegetal	39
5.3. Peso de lechuga por planta	40
5.4. Peso de lechuga por área neta	40
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES.....	43
LITERATURA CITADA	44
ANEXOS	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del humus de lombriz.....	10
Tabla 2. Dosificación de humus de lombriz según el cultivo	12
Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables	16
Tabla 4. Resultados del análisis de suelo del campo experimental	18
Tabla 5. Factor y tratamientos en estudio.....	19
Tabla 6. Esquema de Análisis de Varianza (ANDEVA) para un DBCA.....	21
Tabla 7. Indicadores de calidad del coeficiente de variabilidad	21
Tabla 8. Análisis de varianza al 5 y 1% de margen de error para diámetro de lechuga.....	30
Tabla 9. Prueba de Duncan al 5 y 1% de margen de error para diámetro de lechuga.....	31
Tabla 10. Análisis de varianza al 5 y 1% de margen de error para cobertura vegetal de lechuga.....	32
Tabla 11. Prueba de Duncan al 5 y 1% de margen de error para cobertura vegetal de lechuga.....	33
Tabla 12. Análisis de varianza al 5 y 1% de margen de error para peso fresco de lechuga por planta	34
Tabla 13. Prueba de Duncan al 5 y 1% de margen de error para para peso fresco de lechuga por planta.....	35
Tabla 14. Análisis de varianza al 5 y 1% de margen de error para peso fresco de lechuga por área neta experimental.....	36
Tabla 15. Prueba de Duncan al 5 y 1% de margen de error para para peso fresco de lechuga por área neta experimental	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación del rendimiento de lechugas a nivel nacional y en Huánuco, periodo 2014 – 2018.....	9
Figura 2. Croquis de una unidad experimental.....	23
Figura 3. Detalle de la parcela o unidad experimental.....	24
Figura 4. Diámetro promedio de lechugas obtenido por los tratamientos. ...	31
Figura 5. Cobertura vegetal promedio de lechugas obtenido por los tratamientos.....	33
Figura 6. Peso fresco promedio de lechugas por planta obtenido por los tratamientos.....	35
Figura 7. Peso fresco promedio de lechugas por área neta experimental obtenido por los tratamientos.....	37
Figura 8. Rendimiento fresco promedio de lechugas por hectarea obtenido por los tratamientos.	38

I. INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es un vegetal que se ubica en el tercer escalón de la pirámide alimenticia nutricional (Aker, 2018), consumida de forma cruda en ensaladas, ya que presenta altos niveles de potasio, calcio y una fuente rica en vitamina del complejo B, C y E, que favorecen en la correcta coagulación de la sangre y ayuda al metabolismo de los huesos (La Rosa, 2015).

En el Perú, la producción total de lechuga en el 2018 fue de 77 603 toneladas, distribuidas en 7057 hectáreas ocupa la superficie agrícola de 21 departamentos, siendo Lima el que mayor volumen productivo posee, seguido de Junín y La Libertad; siendo el rendimiento promedio de 10,76 t.ha⁻¹ (Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI, 2020).

El departamento de Huánuco reporta una producción de 216 toneladas en 21 hectáreas sembradas, con un rendimiento promedio de 10,29 t.ha⁻¹ (MINAGRI, 2020); el cual refleja la poca actividad agrícola en el cultivo de lechuga, por diversas limitaciones que presenta la región Huánuco, como es la escasez de agua y la baja calidad agroecológica de los suelos, este último, es un factor indispensable para garantizar el rendimiento del cultivo. Ante ello, los agricultores recurren al uso indiscriminado de fuentes minerales de fertilización, sin considerar el estado nutricional del suelo, lo que ha producido consecuencias como el empobrecimiento de los suelos.

En el distrito Panao – Pachitea - Huánuco. los agricultores vienen cultivando la lechuga para su alimentación familiar y en pocas cantidades para el mercado local, con un sistema de producción tradicional utilizando abonos químicos sintéticos que contamina el suelo, por el desconocimiento del manejo de abonos orgánicos como el humus de lombriz

El humus es un abono orgánico de excelentes propiedades sobre las propiedades del suelo y las plantas, es un componente ecológico al no contaminar el suelo, el agua, el aire ni las cosechas. Una de las posibilidades de desarrollo agrícola, ayuda a mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas, producido en forma natural y económico

Por ello en la investigación se evaluó el efecto del humus de lombriz en diferentes dosis en la producción de lechuga, con la finalidad de comprobar y demostrar la efectividad del humus de lombriz y determinar una dosis adecuada para el cultivo de lechuga bajo las condiciones de Panao, para obtener productos ecológicos de mejor calidad para satisfacer una posición en el mercado local, regional y nacional, y salvaguardar el medio ambiente.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la dosis de abonamiento con humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de lechuga (***Lactuca sativa L***) variedad americana en condiciones agroecológicas de Panao.

Objetivos específicos

Determinar el efecto de los niveles de humus de lombriz en el diámetro de lechuga (***Lactuca sativa L***) variedad americana.

Determinar el efecto de los niveles de humus de lombriz en la cobertura vegetal de lechuga (***Lactuca sativa L***) variedad americana.

Determinar el efecto de los niveles de humus de lombriz en el peso fresco de lechuga (***Lactuca sativa L***) variedad americana.

II. MARCO TEORICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. La lechuga (*Lactuca sativa* L.)

2.1.1.1. Origen y distribución

Marhuenda y García (2016) indican las evidencias arqueológicas que muestran que la lechuga es originaria de la cuenca del Mediterráneo, siendo un alimento popular en el Antiguo Egipto, Persia y Roma, China y fue uno de las primeras verduras introducidas por Cristóbal Colon en el Nuevo Mundo.

Ávila (2015) sostiene que otros autores afirman que es originaria de la India o de Asia Central; en América fue introducida por los primeros exploradores, y cultivada inicialmente en el área del Caribe.

Jaramillo *et al* (2016) señalan que las primeras lechugas fueron las de hojas suelta, aunque las acogolladas eran conocidas en Europa en el siglo XVI. Otras civilizaciones como la persa y griega cultivaban lechuga entre los siglos V y IV aC

2.1.1.2. Taxonomía

Jaramillo *et al* (2016) y Saavedra *et al* (2017) indican que la clasificación taxonómica de la lechuga:

Reino : Vegetal
División : Spermatophyta
Clase : Angiosperma
Orden : Asterales
Familia : Compositae (Asteraceae)
Género : *Lactuca*
Especie : *sativa*

2.1.1.3. Valor nutricional

La Rosa (2015) indica que la lechuga posee altos niveles de calcio (34,70 mg/100 g), proteínas (1,37 g/100 g) y fibra (1,50 g/100 g), también es valorado por su contenido de complejo B (B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9 y B12) y su elevada concentración de potasio (220 mg/100 g) lo convierte en un alimento beneficioso para una correcta coagulación de la sangre además de ayudar al metabolismo de los huesos.

Aker (2018) señala que las lechugas se encuentran en el tercer escalón de la pirámide alimenticia según los nutricionistas, la cual está constituida primordialmente por frutas y vegetales.

2.1.1.4. Morfología

Raíz

Es de tipo pivotante y denso alcanza 30 cm longitud (Ávila, 2015), la raíz principal es corta, de crecimiento rápido y presenta numerosas raíces laterales de absorción, los cuales se desarrollan entre los 5 a 30 cm de profundidad (Jaramillo *et al*, 2016). Por otro lado, cuando se hace siembra directa se aprecia una raíz pivotante más profunda, pero cuando se recurre al trasplante, esa raíz pivotante casi desaparece y se divide en otras laterales (Marhuenda y García, 2016)

Tallo

Es de tamaño pequeño, de forma cilíndrica y no se ramifica cuando la planta está en estado óptimo de cosecha; sin embargo, cuando finaliza la etapa comercial, el tallo se alarga hasta 1,20 m de longitud con ramificación del extremo, donde en cada terminación albergará las ramillas terminales de una inflorescencia (Jaramillo *et al*, 2016), a lo que denomina etapa reproductiva (Marhuenda y García, 2016).

Hoja

Son basales numerosas y grandes, desarrolladas en rosetas; sus formas pueden ser variadas, como ovales, oblongas, ramificadas, crespas o lisas; de aspecto brillante u opacas según la variedad (Ávila, 2015); el borde es liso, lobulado, ondulado, aserrado o dentado (Jaramillo *et al*, 2016; Marhuenda y García, 2016) por su consistencia pueden ser más rígidas y crujientes o mantecosas (Marhuenda y García, 2016). Las hojas sésiles están distribuidas en forma de espiral, en una roseta densa alrededor de un tallo corto (Saavedra *et al.*, 2017).

Inflorescencia

Las flores están agrupadas en capítulos compuestos por 10 a 20 floretes amarillentos en racimos o corimbos (Marhuenda y García, 2016), con caliz filamentosos, receptáculo plano, rodeado de brácteas imbricadas; la flor presenta pétalos periféricos ligulados, amarillos o blancos; los interiores son gamosépalos y tienen una corola tubular de borde dentado; el androceo formado por cinco estambres adheridos a la base de la corola, con presencia de cinco anteras soldadas que forman el tubo polínico; el gineceo es unicarpeño con ovario infero y el estigma bifido (Jaramillo *et al*, 2016).

Las flores abren una sola vez, en la mañana, permaneciendo abiertas por una hora si está calurosa la mañana, o bien por varias horas si está fresco y nublado (Saavedra *et al.*, 2017).

Fruto

Es un aquenio típico y la semilla es exalbuminosa, picuda y plana, la cual botánicamente es un fruto de forma aovada, achatada, con tres a cinco costillas en cada cara, de color blanco, amarillo, marrón o negro; presenta una longitud de 2 a 5 mm (Jaramillo *et al*, 2016). Los aquenios maduran aproximadamente 2 semanas después de la fertilización y pueden ser de diferentes colores, desde negro a gris, blanco, café o amarillos (Saavedra *et al.*, 2017).

2.1.1.5. Condiciones agroecológicas

Temperatura

La lechuga se adapta muy bien a climas frescos y húmedos, respecto a la temperatura, el rango adecuado se encuentra entre los 15 y 20 °C, el cual favorece el crecimiento y buen desarrollo (Ávila, 2015). Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo sus hojas tornan una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna deficiencia nutricional (Jaramillo *et al*, 2016); sin embargo, temperaturas altas, por encima de los 24 °C, aceleran el desarrollo del tallo floral y la calidad se afecta rápidamente con el calor, debido a la acumulación de látex en los tejidos (Alzate y Loaiza, 2008).

Para la germinación de la semilla de lechuga, la temperatura de germinación oscila entre 20 y 26 °C, y óptimo de 24 °C; bajo estas condiciones, la emergencia de las plántulas es de dos a cuatro días. Para los materiales de clima frío y frío moderado, durante la fase de crecimiento del cultivo, se requieren temperaturas entre 14 y 18 °C con máximas de 24 °C y mínimas de 7 °C, pues para la formación de cabezas de lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche; si se presentan temperaturas por debajo de 7 °C, durante 10 a 30 días, hace produce la emisión prematura de tallos florales (Alzate y Loaiza, 2008).

Humedad relativa

El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo tanto, es muy sensible a la sequía y a la humedad relativa, que debe ser conveniente entre el 60 al 80% (Aker, 2018).

La alta humedad causa problemas porque favorece el ataque de enfermedades como el moho blanco causado por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*, el moho gris causado por *Botrytis cinerea* y el mildiu veloso causado por el hongo *Bremia lactucae* (Alzate y Loaiza, 2008; Jaramillo *et al*, 2016).

Luminosidad

La productividad del cultivo de lechuga, así como sus características de color, sabor y textura, dependen en gran medida de la luminosidad solar, requiriendo aproximadamente 12 horas luz por día (Ávila, 2015)

En cuanto a la intensidad de la luz, el cultivo es exigente en alta luminosidad para un mejor desarrollo del follaje en volumen, peso y calidad, dado que estas plantas exigen mucha luz y se ha comprobado que su escasez causa que las hojas sean delgadas y que en múltiples ocasiones las cabezas sean flojas y poco compactas (Alzate y Loaiza, 2008; Jaramillo et al, 2016).

Suelos

La lechuga se desarrolla mejor en suelos francos, francos arenosos o francos arcillosos, con alto contenido de materia orgánica, buen drenaje (Vallejo y Estrada, 2004; Ávila, 2015), en temporadas lluviosas se recomiendan suelos arenosos, y en épocas secas son preferibles los suelos ricos en materia orgánica (Aker, 2018).

Es una especie medianamente tolerante a la salinidad (entre 4 y 10 mmhos) y a la acidez en los suelos, el pH óptimo está entre 6,5 y 7,5 (Vallejo y Estrada, 2004; Ávila, 2015; Jaramillo *et al*, 2016), valores menores de 5,5 originan un pobre desarrollo y valores por encima de 7.3 son el límite para un buen crecimiento (Jaramillo *et al*, 2016).

2.1.1.6. Requerimientos y deficiencias nutricionales

Los efectos nutricionales dependen de la influencia que ejerce cada nutriente en particular sobre los procesos fisiológicos y bioquímicos de la planta, sin embargo, evaluar el efecto de los diferentes nutrientes resulta complejo, debido a que el metabolismo celular es regulado por la totalidad de los nutrientes absorbidos y por la intensidad de la asimilación fotosintética (Martínez *et al*, 2009).

Los requerimientos del cultivo en condiciones normales son: nitrógeno 90 kg/ha, fósforo 35 kg/ha y potasio 160 kg/ha (Ávila, 2015), sin embargo, para

un rendimiento de 45 t/ha son: 100 kg de N/ha, 50 kg de fósforo como P_2O_5 , 250 kg de potasio como K_2O (Jaramillo *et al*, 2016), por otro lado, si se requiere para un rendimiento de 60 t/ha, las necesidades son: 120 kg de N/ha, 55 kg de P_2O_5 y 250 kg de K_2O (Halsouet y Miñambres, 2016).

Las deficiencias nutricionales en la lechuga se evidencian en las hojas, la sintomatología que ocasiona por la falta de nitrógeno refiere a que las hojas externas toman una coloración amarillo-verdosa, que se va extendiendo hacia las internas; la carencia de fósforo, el tamaño de las hojas externas se reducen drásticamente y presentan manchas irregulares amarronadas; la falta de potasio, muestra manchas amarillas en los bordes de las hojas externas, que se prolongan hacia el centro y a las hojas medias, cuando la carencia es acusada, las manchas se tornan marrones y el margen se necrosa (Medina, 2016).

2.1.1.7. Abonamiento del cultivo

El cultivo de lechuga es exigente en abonado potásico, por lo que se debe tener cuidado con los aportes de este elemento, especialmente en épocas de baja temperatura teniendo en cuenta que, al absorber más potasio, la planta requerirá más magnesio. Se debe tener precaución de no generar exceso en el abonado nitrogenado para no generar toxicidad de sales (Jaramillo *et al*, 2016).

Generalmente, se hace una aportación de 1 a 5 kg/m² en función del estado del suelo, hasta alcanzar un valor mínimo de 1 % de materia orgánica en los primeros 25 cm del perfil. Esta incorporación se realizará con una antelación mínima a la plantación de un mes, que será de mes y medio durante el período de noviembre a marzo (Marhuenda y García, 2016).

Se reporta que del 60% a 65% de todos los nutrientes asimilados por la planta se presenta en el período de formación del cogollo (Alzate y Loaiza, 2008; Jaramillo *et al*, 2016).

2.1.1.8. Rendimiento de lechuga

El MINAGRI (2020) reporta que la lechuga como cultivo, se presenta en 20 de los 24 departamentos del Perú, y que ostenta un rendimiento variable entre el 2014 y 2018, siendo en este último un rendimiento de 10,99 t/ha (Figura 1); el departamento de La Libertad y Junín registran los mayores rendimientos con 25,42 y 24,55 t/ha respectivamente.

La Dirección Regional de Agricultura (DRA) Huánuco (2020) informa que el cultivo de lechuga solo se limita a la provincia de Huánuco, donde en la Figura 1, muestra que el rendimiento tuvo valores superiores en el 2014, 2015 y 2017, no obstante, en el 2018 el rendimiento es menor al nacional, siendo de 10,27 t/ha.

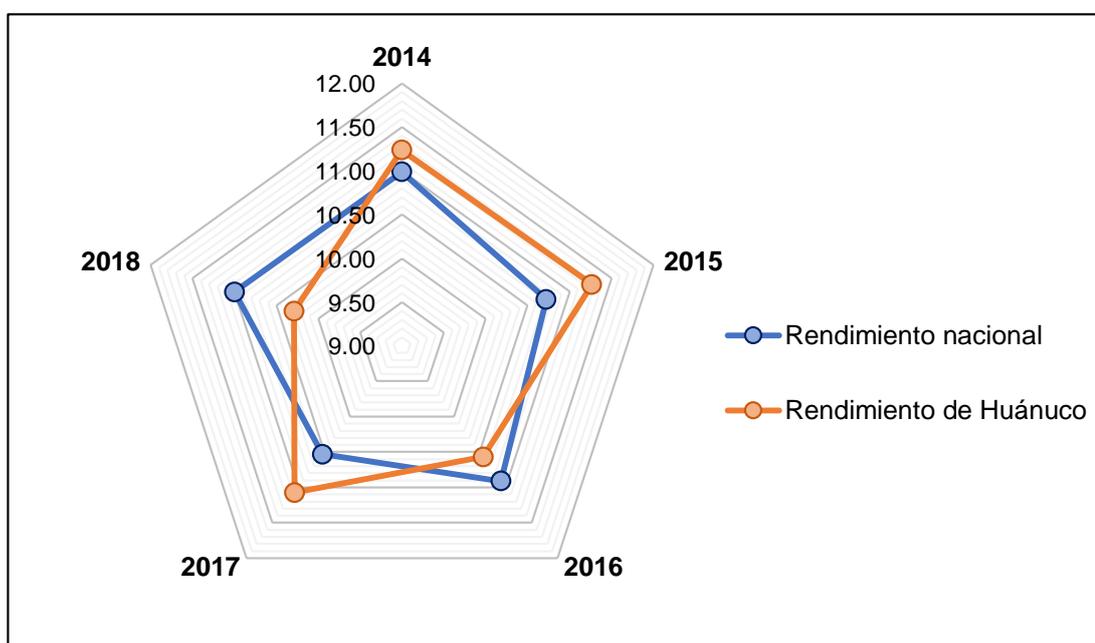


Figura 1. Comparación del rendimiento de lechugas a nivel nacional y en Huánuco, periodo 2014 – 2018.

2.1.2. Humus de lombriz

Abono orgánico, natural, sin elementos químicos de síntesis, muy rico en macro y micro nutrientes (Aleco, 2011), derivado del proceso de descomposición de los residuos orgánicos vegetales producidos por la lombriz roja de California (Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG, 2010; Amachuy, 2013). Denominado humus por su semejanza con el humus del

suelo (MAG, 2010), que también se le ha nombrado como vermicompost (Amachuy, 2013).

Constituye una perfecta y completa alternativa en la fertilización de los cultivos, con su empleo, aporta unidades fertilizadoras orgánico-naturales y la actuación directa de una riquísima flora bacteriana beneficiosa, que potencia la liberación de sustancias nutritivas del sustrato (Aleco, 2011).

2.1.2.1. Composición química del humus lombriz

El humus de lombriz presenta buenos porcentajes de nitrógeno, potasio y carbono, una alta carga de flora bacteriana y enzimas (Von Boeck, 2000). El contenido de nutrientes en forma asimilable por las plantas, que contiene el humus de lombriz, valiosa dependiendo de la composición química de los residuos utilizados en su alimentación (Mejía, 2008).

Tabla 1. Composición química del humus de lombriz

Elementos	Unidad	Rango
pH	1:1	6,8 – 7,2
CACO ₃	%	30 – 50
Ceniza	%	8 – 14
Carbono orgánico	%	27 – 67
Nitrógeno total	%	8,7 – 38,8
Amonio NH ₄ /N	%	1,5 – 3, 35
Nitrato NO ₃ /N	%	6,1 – 20,4
N-NO ₃	Ppm	79, 6 – 97
Capacidad intercambio catiónico (CIC)	Meq/100g	2,18 – 16,93
Relación ácidos húmicos/fúlvicos		150 - 300
P total	ppm	700 - 2500
K total	ppm	4400 – 7700
Ca total	%	2,8 – 8,7
Mg total	%	0,2 – 0,5
Mn total	ppm	260 – 576
Cu total	ppm	85 – 490
Zn total	ppm	87 – 404
Capacidad de retención de agua	Cm ³ /kg seco	1300 – 1500
Actividad fito hormonal	1 mg/1 de CHS	0, 01
Superficie específica	Mas 2-/g	700 – 800
Relación C/N		9 – 13
Flora microbiana	Millones/s.s	20000 - 50000

Fuente: Bollo (1999).

2.1.2.2. Propiedades del humus de lombriz en el suelo

Guerrero (1993) indica que el humus de lombriz ejerce efecto en las propiedades biológicas, al favorecer el crecimiento de la flora microbiana del suelo, ya que contiene más de 2 billones de colonias de bacterias por gramo de humus; consecuentemente permite la mejora de la estructura del suelo beneficiando la aireación, permeabilidad, retención de humedad y disminuyendo la compactación del suelo; y brinda condiciones para la resistencia a la erosión hídrica.

Gomero y Velásquez (1999) señala que el humus de lombriz en el suelo, mejora la retención de la humedad, generando un suelo húmedo y frondoso, que otorga líquido a los frutos lo cual le da engrose y textura del cultivo; introduce grandes cantidades de microorganismos benéficos que beneficia a la acción antiparasitaria y protección de las plantas; y desintoxica los suelos contaminados con productos químicos.

Von Boeck (2000) indica que la incorporación de las deyecciones de lombrices al suelo, restituye las propiedades químicas del suelo, debido a que contienen minerales inorgánicos como nitratos, fosfatos, carbonatos de potasio y materia orgánica en composición similar a terrenos muy fértiles.

MAG (2010) resalta que el humus es una sustancia neutra, por tanto, el valor del humus de lombriz es óptimo: está muy cercano a los datos obtenidos sólo en los mejores abonos orgánicos.

2.1.2.3. Propiedades del humus de lombriz en la planta

Ochoa (2008) sostiene que el humus de lombriz presenta hormonas que aceleran la germinación de las semillas, elimina el impacto del trasplante y estimular el crecimiento de la planta, y acorta los tiempos de producción y cosecha, lo que según Flores (2007) equilibra mejor las características organolépticas de las plantas.

Somarriba y Guzmán (2004) mencionan que las hormonas que produce el humus de lombriz estimulan los procesos biológicos de la planta y estos

agentes son: Auxinas, que provocan el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos; Giberelinas, que favorecen el desarrollo de las flores, la germinación de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos; y las Citoquininas, retardan el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilitan la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos.

2.1.2.4. Dosis de humus en diferentes cultivos.

Sánchez (2003) menciona que el humus de lombriz es un fertilizante de acción inmediata y de larga duración debido a la presencia de macro y micro nutrientes en forma fácilmente asimilables. La dosis de empleo de humus de lombriz para recuperación de terrenos es de 10000 kg/ha.

Guanche (2015) indica que la dosis de humus de lombriz, ya que se estima según el cultivo y su edad, a continuación, se muestra algunos ejemplos:

Tabla 2. Dosificación de humus de lombriz según el cultivo

Cultivo		Dosis
Frutales	Instalación	2 - 3 kg/árbol
	Mantenimiento	1 kg/árbol cada 2-4 meses según zona climática.
Hortalizas		1 kg/m ² ; 50-120 gramos/planta
Sustratos semilleros		humus al 20%, mezclado con turba al 60% y arena o picón al 20%

Fuente: Guanche (2015)

2.2. Antecedentes

Cali (2011) en la tesis titulada “Efecto del estiércol de lombriz (*Eisenia foetida* L.) en la producción de cuatro cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.)”, siendo las variedades Romana, Acogollada, Suelta y Salad Suelta; y las dosis de humus por planta de 0 g (testigo), 116 g (dosis baja), 145 g (dosis media) y 174 g (dosis alta). Los resultados destacables del ensayo fueron: respecto a las variedades, la altura de planta a los 63 días con la variedad

Romana (29,70 cm); el número de hojas la variedad Salad Suelta (23,54), la variedad Acogollada en el peso por parcela neta (28,05 kg) y rendimiento (51,65 t/ha); referente al humus la dosis alta en el número de hojas (27,81), días a la formación de lechuga (39,90), el perímetro (40,40 cm), el peso por parcela neta (28,06 kg) y rendimiento (46,15 t/ha); la interacción Acogollada x dosis alta destacó en el número de hojas (27,11), peso por parcela neta (28,05 kg) y el rendimiento (51,65 t/ha).

Cumpa (2016) en la tesis titulada “Respuesta del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) al uso de abonos orgánicos en el sector de la Balsa, Santa Ana La Convención - Cusco” tuvo como objetivo determinar el efecto de los abonos guano de isla, gallinaza, compost y humus de lombriz. El tamaño de la unidad experimental fue de 3,00 m² conteniendo 50 plantas de la variedad, donde se aplicaron los abonos a una dosis de 200 kg/ha al momento de la preparación del terreno. El resultado obtenido muestra que el tratamiento T1 (guano de isla) presento mayor altura de planta, número de hojas por planta, y mayor rendimiento de 19,94 t/ha, seguido del tratamiento T2 (humus de lombriz) con 17,62 t/ha. Concluyendo que los abonos guano de las islas y humus de lombriz demostraron un efecto favorable sobre las variables evaluadas.

Ortega (2014) en la tesis “Evaluación de tres abonos orgánicos y tres dosis de aplicación en la producción de lechugas orgánicas y su influencia en las características fenológicas en el Cantón Píllaro”, siendo los tipos de abonos humus de lombriz, bocashi y compost en dosis de 50, 100 y 150 g por planta. En el factor tipos de abonos orgánicos, las variables de estudio no registraron diferencias estadísticas; numéricamente las mejores respuestas en la altura de planta y perímetro de los repollos se observaron en humus de lombriz con 14,69 cm y 45,69 cm, respectivamente. En las dosis de abonos orgánicos, las mejores respuestas en la altura de planta, diámetro de los repollos y peso de los repollos con 14,92 cm; 16,46 cm y 0,584 kg.

Neri *et al* (2017) en la investigación “Aplicación de abonos orgánicos y biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), distrito de Chachapoyas” Se utilizaron T1 = sin aplicación; T2 = 2,69 L/m² de biol; T3 =

1,86 kg/m² de humus; T4 = 0,31 kg/m² de guano de islas; T5 = 0,93 kg/m² de humus + 0,15 kg/m² de guano de islas; T6 = 1,34 L/m² de biol + 0,93 kg/m² de humus; T7 = 1,34 L/m² de biol + 0,15 kg/m² de guano de islas; y T8 = 0,90 L/m² de biol + 0,62 kg/m² de humus+ 0,10 kg/m² de guano de islas. Los resultados indicaron que hubo diferencias significativas entre tratamientos, mostrándose el T8 superior a los demás, y obteniendo los mayores promedios en altura y diámetro, con 23,43 y 34,33 cm, respectivamente; además logró una cantidad mayor de 24 hojas por planta; igualmente para el peso y rendimiento, el T8 presentó el mayor promedio con 226,1 g y 22,94 t/ha.

García (2017) en la tesis “Evaluación del efecto de dos tipos de abonos orgánicos edáficos en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en la zona de Babahoyo” el factor A fueron los abonos orgánicos (humus de lombriz y bocashi, el Factor B las dosis de aplicación (0,5; 1,0 y 1,5 t/ha). la mayor altura de planta se observó con la aplicación de bocashi en dosis de 1,5 t/ha (88,47 cm); en la variable diámetro sobresalieron los tratamientos que se aplicó humus de lombriz y bocashi, ambos utilizando 1,5 t/ha; utilizando humus de lombriz con 1,5 t/ha se cosechó en menor tiempo (59 días) y el mayor rendimiento del cultivo se destacó con el uso de bocashi en dosis de 1,5 t/ha.

Quevedo (2018) en la tesis “Determinación del efecto de fuentes y dosis de abonos orgánicos en la producción orgánica de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la región Lambayeque”, siendo los abonos utilizados gallinaza (30 y 50 t/ha), guano de isla (10 y 20 t/ha), estiércol vacuno (0,5 y 1 t/ha), humus (5 y 10 t/ha), compost (10 y 20 t/ha), destacando el estiércol de vacuno a una dosis de 50 t/ha, tratamiento que obtuvo en la evaluación de la altura de 19,92 cm; en el diámetro de 39,84 cm, en el volumen de 0,79 dm³ y en el rendimiento por planta de 0,61 kg; el humus de lombriz a dosis de 10 t/ha logró un comportamiento aceptable en las variables evaluadas.

Belén (2020) en su trabajo de intensificación “Digerido anaeróbico de estiércol bovino como sustituto de la fertilización sintética: su efecto sobre el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.)”, Los tratamientos fueron: control (C)

sin fertilizar; fertilización química con urea aplicada previo a la siembra (U1) y fraccionada (U2), fertilización orgánica: estiércol bovino (FL) y digerido anaeróbico de estiércol bovino aplicado previo a la siembra (DF1) y fraccionado (DF2). En dos tipos de suelo, uno de textura franco-arenosa (FrAo) y otro de textura franca (F). Los digeridos y el estiércol presentaron mayores rendimientos que la urea en el suelo FrAo y similares en el suelo F. La aplicación fraccionada del digerido (DF2) mejoró el aprovechamiento del nitrógeno por el cultivo. Ambas formas de aplicación del digerido presentaron una dinámica de crecimiento similar en ambos suelos.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Las dosis de humus de lombriz producen efecto significativo en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L*) variedad americana en condiciones agroecológicas de Panao.

2.3.2. Hipótesis específicas

- Alguna de las dosis de humus de lombriz tiene efecto significativo en la cobertura vegetal de lechuga
- Alguna de las dosis de humus de lombriz tiene efecto significativo en la en el diámetro de lechuga
- Alguna de las dosis de humus de lombriz tiene efecto significativo en el peso fresco de lechuga

2.4. Variables

Variable independiente

Dosis de humus de lombriz

Variable dependiente

Rendimiento

Variable interviniente

Condiciones agroecológicas de Panao

2.4.1. Operacionalización de variables

Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables

Variables		Dimensiones	Indicadores
Independiente	Dosis de humus de lombriz	Dosis baja	(8 t.ha ⁻¹)
		Dosis media	(10 t.ha ⁻¹)
		Dosis alta	(12 t.ha ⁻¹)
Dependiente	Rendimiento	Cobertura vegetal	cm ²
		Diámetro de lechuga	cm
		Peso de lechuga	kg/planta kg/área neta experimental t.ha ⁻¹
Interviniente	Condiciones agroecológicas	Clima	Temperatura (°C) Precipitación (mm)
		Suelo	Características físicas Características químicas

Fuente: elaboración propia

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el cercado de Panao cuya características geográficas y políticas son:

Ubicación política

Región	: Huánuco
Provincia	: Pachitea
Distrito	: Panao
Lugar	: Cercado de Panao

Posición geográfica:

Latitud Sur	: 09° 58' 50"
Longitud Oeste	: 76° 11' 20"
Altitud	: 2560 msnm.

3.1.1. Características agroecológicas de la zona.

Según la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) realizado por el Ministerio del Ambiente en el 2011, el lugar donde se efectuó el trabajo de investigación pertenece a la zona de vida **bosque húmedo Montano BajoTropical (bh - MBT)**, la biotemperatura media anual se encuentra entre 12 a 16 °C. El régimen de precipitación se encuentra entre 500 a 1000 mm de lluvia total anual.

Las características del suelo del campo experimental, se visualiza en la Tabla 4, en el que se aprecia una calidad baja, con limitaciones en el pH, contenido de macro y micronutrientes, y baja capacidad de intercambio catiónico, sin embargo, posee una textura óptima para cultivos en limpio.

Tabla 4. Resultados del análisis de suelo del campo experimental

Propiedades	Unidad	Resultado	Interpretación
Textura	Clase	Franco	Fina
Reacción del suelo	1:1	5,31	Fuertemente ácido
Materia orgánica	%	2,31	Bajo
Nitrógeno total	%	0,12	Bajo
Fósforo disponible	ppm	6,32	Bajo
Potasio disponible	ppm	43,73	Bajo
CICe	meq/100 g	4,28	Moderadamente bajo
Calcio cambiabile	Cmol/kg	2,60	Bajo
Magnesio cambiabile	Cmol/kg	1,48	Medio
Aluminio cambiabile	Cmol/kg	0,15	Bajo
Hidrógeno cambiabile	Cmol/kg	0,05	Bajo
Bases cambiabiles	%	95,32	--
Ácidos cambiabiles	%	4,68	--
Saturación de aluminio	%	3,51	--

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas – UNAS.

3.2. Tipo y nivel de investigación

3.2.1. Tipo de investigación

El estudio se engloba en la investigación Aplicada, debido a que según Hernández *et al* (2014) emplea los conocimientos de la ciencia para desarrollar tecnología; por tal razón se pretendió generar nueva tecnología expresada en la dosis humus de lombriz adecuada para el cultivo de lechuga lo que nos permitirá producir alimentos sanos y de calidad, con mayor rendimiento que influirá de manera significativa en la salud humana.

3.2.2. Nivel de investigación

La investigación se enmarcó dentro del nivel Experimental, en el cual Pérez (2009) indica que el investigador persigue el control de la variable en un entorno artificial y mostrar el efecto que produce. La variable a manipular fueron las dosis de humus de lombriz y se expresó su efecto a través del rendimiento de lechuga.

3.3. Población, muestra y unidades de análisis

3.3.1. Población

Consistió en un grupo homogéneo compuesto por 1456 plantas de lechuga de todo el campo experimental, correspondiendo por unidad experimental 91 plantas de lechuga.

3.3.2. Muestra

La muestra fue tomada de los surcos centrales de cada parcela experimental denominados plantas del área neta experimental que constaron de 27 plantas de lechuga haciendo un total de 432 plantas de todas las áreas netas experimentales a evaluar. Para la elección de la muestra, se recurrió al tipo probabilístico en su forma de Muestreo Aleatorio Simple, ya que cualquiera de los plantines de lechuga al momento del trasplante.

3.3.3. Unidad de análisis

Estuvo conformado por las plantas de lechuga correspondientes a las 16 unidades o parcelas experimentales.

3.4. Tratamientos de estudio

La investigación contempló el estudio del factor dosis de humus de lombriz, para ello se planteó cuatro tratamientos, tres tratamientos de dosis categorizados de humus de lombriz y un tratamiento testigo, los cuales se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5. Factor y tratamientos en estudio

Factor	Claves	Tratamientos	Descripción
Dosis de humus de lombriz	T1	Testigo (15-25-15)	8 g de mezcla NPK
	T2	Dosis baja (8 t.ha ⁻¹)	104 g entre planta
	T3	Dosis media 10 t.ha ⁻¹	131 g entre planta
	T4	Dosis alta 12 t.ha ⁻¹	159 g entre planta

Fuente: Elaboración propia

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. Diseño de investigación

El diseño del presente trabajo de investigación fue experimental en la forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos incluyendo al testigo y 4 repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales.

Se usó la siguiente ecuación lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \pi_i + \beta_j + \ell_{ij}$$

Para $i = 1, 2, 3, \dots, t$ (Nº de tratamientos)

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ (Nº de repeticiones, bloques)

Donde:

Y_{ij} = Unidad experimental que recibe el tratamiento i y está en el bloque j

μ = Media general a la cual se espera alcanzar todas las observaciones (media poblacional)

π_i = Efecto verdadero del i ésimo tratamiento

β_j = Efecto verdadero del j ésimo bloque

ℓ_{ij} = Error experimental

Análisis de estadístico

Se utilizó la técnica estadística de Análisis de Varianza (ANDEVA) o prueba de Fisher al 5 y 1 % de margen de error para ver la significación entre las fuentes de variabilidad bloques y tratamientos. Para la comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 y 1 % de margen de error.

Tabla 6. Esquema de Análisis de Varianza (ANDEVA) para un DBCA

Fuente de Variación (F.V.)	Grados de libertad (gl)	CME
Bloques (r – 1)	3	$\alpha^2 e + t \alpha^2 r$
Tratamientos (t – 1)	3	$\alpha^2 e + r \alpha^2 t$
Error experimental (r – 1) (t – 1)	9	$\alpha^2 e$
TOTAL (r t – 1)	15	

Paralelamente se determinará el coeficiente de variabilidad (CV) cuya expresión matemática, según Arning (2001) Romaina (2012) es la siguiente:

$$CV (\%) = \frac{\sqrt{CME}}{Promedio} \times 100$$

Los porcentajes obtenidos del CV fueron categorizados en base a Romaina (2012), quien establece el valor máximo de calidad del CV en 25 %, por otro lado, menciona cinco indicadores de calidad, los cuales se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7. Indicadores de calidad del coeficiente de variabilidad

Rangos del CV (%)	Indicador de calidad
5 < cv ≤ 10	Muy buena
10 < cv ≤ 15	Buena
15 < cv ≤ 20	Regular
20 < cv ≤ 25	Mala
cv > 25	Muy mala

Fuente: Romaina (2012)

Descripción del campo experimental

Características del campo experimental

Ancho de campo	: 21,00 m
Largo de campo	: 17,00 m
Ancho de camino	: 1,00 m
Área experimental	: 192,00 m ²
Área total de camino	: 165,00 m ²

Área total experimental : 357,00 m²

Característica de bloques.

Número de bloques :4
Largo :17,00 m
Ancho : 21,00 m
Área total de bloque :192,00 m²
Área experimental por bloque : 48,00 m²

Características de parcelas

Largo : 3,00 m
Ancho : 4,00 m
Área de unidad experimental : 12,00 m²
Nº de plantas / parcela : 91

Características de área neta

Largo : 2,70 m
Ancho : 1,20 m
Área neta experimental : 3,24 m²
Área neta experimental total : 51,84 m²

Características de surcos

Nº de surcos / parcela : 7
Nº plantas / golpe : 1
Número de plantas por surco : 13
Distancia entre surcos : 40 cm
Distancia entre plantas : 30 cm

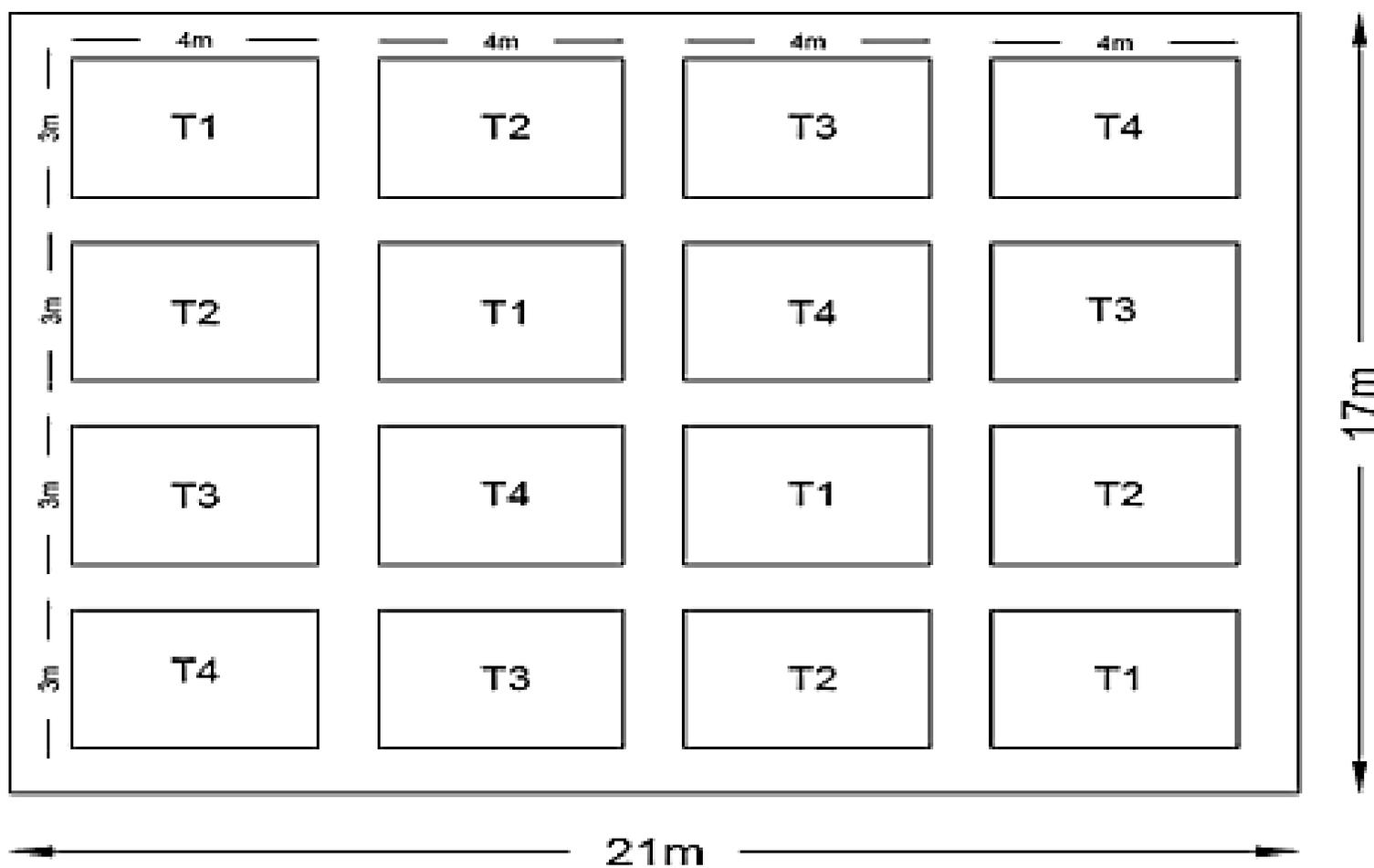


Figura 2. Croquis de una unidad experimental

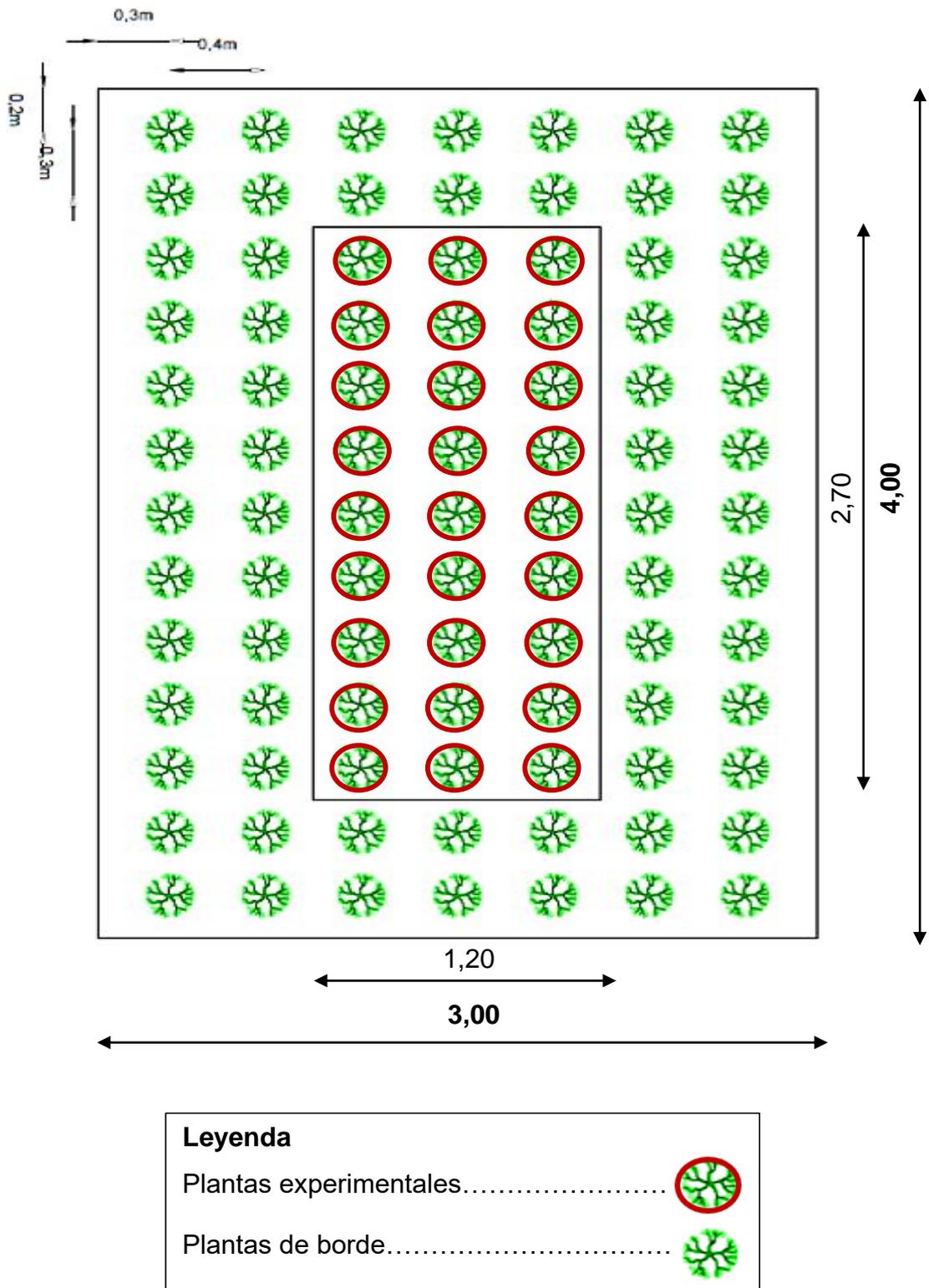


Figura 3. Detalle de la parcela o unidad experimental

3.5.2. Datos registrados

Los datos se registrarán cuando la lechuga haya alcanzado la madurez fisiológica momento de la cosecha y se tendrán en cuenta los siguientes:

3.5.2.1. Cobertura vegetal

Consistió en la medición del ancho y largo de la lechuga con la ayuda de una cinta métrica de 1,00 metro de capacidad, estos datos se multiplicaron para obtener un área de cobertura referencial. Este parámetro se determinó tomando todas las plantas del área neta y se expresó el resultado en metros cuadrados.

3.5.2.2. Diámetro de lechuga

Se realizó tomando las plantas del área neta experimental, de donde se midió el diámetro en el sentido opuesto a la dirección del surco y se registró el resultado en centímetros.

3.5.2.3. Peso fresco de lechuga por planta

A la cosecha se pesaron las plantas del área neta con una balanza y se determinó el peso promedio por planta en kilogramos.

3.5.2.4. Peso fresco de lechuga por área neta

Se sumaron el peso de lechugas por plantas y reportó el peso total por área neta en kilogramos.

3.6. Materiales y equipos

Los materiales que se emplearon para la ejecución del trabajo de investigación son:

- 50 g de semilla de lechuga var. Americana
- 160 kg de humus de lombriz
- 20 estacas de madera
- 2 cintas métricas
- 4 rollos de cordel

- 2 picos
- 5 metros de malla rashell
- 2 palas
- 2 rastrillos
- 1 carretilla
- 1 lata de esmalte verde
- 16 rótulos
- 1 cartel del proyecto

Los equipos que se usaron en la ejecución del estudio fueron:

- 1 balanza comercial (gramera) de 10 kg de capacidad
- 2 bombas pulverizadoras de 20 L de capacidad
- 1 laptop
- 1 impresora

3.7. Conducción del trabajo de campo

3.7.1. Toma de muestras de suelo

En el terreno elegido para el estudio se tomaron cuatro submuestras del suelo, con la ayuda de una pala recta, para ello se hizo un recorrido en zigzag. Las muestras tomadas se mezclaron en un envase y se separó 1 kg de suelo, el cual fue rotulado y acondicionado para el envío al Laboratorio de Suelos, Plantas y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria La Selva (UNAS).

3.7.2. Preparación del terreno

Esta actividad se efectuó manualmente con la ayuda de picos mediante tracción animal, el cual consistió en dos pasadas del arado, una cruz y posteriormente la rastra con la finalidad de brindar condiciones físicas al suelo para garantizar el desarrollo de la planta de lechuga.

3.7.3. Almacigo

Se preparó un sustrato a una proporción de 2:2:1 correspondientes a tierra negra, tierra agrícola y arena respectivamente, estas se mezclaron con palas hasta obtener una mezcla homogénea y se espolvoreo 1 kg de cal para la desinfección del sustrato. Luego se eligió la parte más plana del terreno, donde se delimitó 1m² para establecer una cama de almacigo, conduciéndose en total tres camas. En cada cama, se limpió y mullido el suelo con pico, en el cual se adicionó el sustrato preparado a un espesor de 5 cm y se niveló manualmente.

Las semillas se procedieron a sembrar a chorro continuo con una separación entre filas de 10 cm, se cubrió la semilla con suelo y paja, luego se regó con una regadera, y para garantizar la humedad necesaria se recubrió con plástico por cuatro días, después de este tiempo se instaló un pequeño tinglado con malla rashell con el fin resguardar las plantas del sol. El almacigo de lechuga se realizó el 20 de setiembre y culminó el 20 de octubre (30 días aproximadamente).

3.7.4. Surcado

Al cabo de 28 días de preparado el terreno, se realizó el surcado del mismo a tracción animal a una separación entre surcos de 0,40 m.

3.7.5. Alineamiento y marcado del campo experimental

Consistió en alinear las unidades experimentales, con estacas y cordel en base a las dimensiones del croquis del campo experimental (Figura 1), seguido se marcó con cal el límite de las parcelas y los caminos.

3.7.6. Trasplante

Se realizará cuando la planta tuvo 4 hojas verdaderas (30 días aproximadamente). Las plántulas de lechuga se introducirán al suelo a través de un repicador a un distanciamiento de 0,30 metros entre plántula. La actividad se efectuó el 26 de octubre

3.7.7. Incorporación de humus de lombriz

Esta actividad inició con el pesado del humus de acuerdo a las dosis planteadas en el Cuadro 3. Se depositó el humus en un envase de plástico (botella) y se marcó el nivel del mismo, con la finalidad de acelerar la incorporación, posteriormente, el humus fue incorporado al suelo a los 15 días después del trasplante, colocando entre cada planta la cantidad de humus de lombriz según los tratamientos.

3.7.8. Incorporación de fertilizantes

La actividad se ejecutó el mismo día que la incorporación del humus de lombriz, para ello se empleó el fertilizante triple Molimax (15 – 25 – 15), el cual se aplicó entre cada planta la cantidad de 8 gramos.

3.7.9. Riego

El primer riego se realizó después del trasplante, la siguiente finalizada la incorporación del humus de lombriz, y los demás de acuerdo a las condiciones agroecológicas de la zona y exigencias del cultivo.

3.7.10. Control de malezas

Se realizó esencialmente de forma manual con la ayuda de un pico cada 10 días hasta la cosecha, con la finalidad de evitar la competencia por nutrientes, agua, luz y espacio.

3.7.11. Aporque

Esta labor cultural se efectuó de forma manual con la ayuda de una lampa a 36 días después del trasplante, el cual consistió en amontonar la tierra cubriendo el cuello de la planta, con el fin de brindar un mejor sostenimiento de la planta, eliminar las malezas y airear el suelo.

3.7.12. Cosecha

La cosecha se realizó manualmente a los 78 días del trasplante, cuando la planta haya alcanzado su madurez fisiológica. La actividad consistió en cortar el tallo de la lechuga con la ayuda de un cuchillo, y luego se efectuaron las evaluaciones correspondientes.

IV. RESULTADOS

Los resultados son expresados en el análisis de los promedios y se presentan en tablas y figuras interpretadas estadísticamente.

Se efectuó el Análisis de Varianza, a fin de establecer las diferencias significativas entre tratamientos en el que se aplicó la prueba de F (Fisher), donde los parámetros que son iguales se denotan con (ns), quienes tienen significación (*) y altamente significativos (**).

La comparación de los promedios entre tratamientos se aplicó la prueba de significación de DUNCAN al 5% y 1% de margen de error, en aquellos casos donde existe significancia entre los tratamientos; en esta prueba los promedios de la misma letra indica que no existen diferencias estadísticas significativas, mientras que los promedios de distintas letras indica diferencias estadísticas significativas.

4.1. Diámetro de lechuga

El análisis de varianza para diámetro de lechuga realizado en la Tabla 8, estipula que en la fuente Bloques no existe significación estadística al 5 y 1% de margen de error, mientras que en la fuente Tratamientos evidencia alta significación estadística en ambos niveles de significancia, es decir, que alguno de las dosis de humus de lombriz produjo efecto significativo en el diámetro de lechuga.

El coeficiente de variabilidad fue de 6,41 % lo que según Romaina (2012) dicho resultado es categorizado como “muy bueno”, por lo que se garantiza el análisis de los datos por la precisión al momento de las evaluaciones. El promedio general fue de 47,10 cm.

Tabla 8. Análisis de varianza al 5 y 1% de margen de error para diámetro de lechuga

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5 %	1 %
Bloques	3	48,91	16,30	1,62 ^{n.s.}	3.86	6.99
Tratamientos	3	324,64	108,21	10,75 ^{**}	3.86	6.99
Error experimental	9	90,58	10,06			
TOTAL	15	464,13				

CV = 6,41 %

Sx = ± 1,59 cm

X = 47,10 cm.

En la Tabla 9 se observa la Prueba de Duncan al 5 y 1% de margen de error para diámetro de lechuga, donde los promedios de los tratamientos T4, T3 y T2 son estadísticamente semejantes, es decir que produjeron un efecto similar sobre el diámetro de lechuga, siendo diferente del testigo, esto indica que el humus de lombriz obtuvo mayor diámetro que la fertilización química aplicada en el tratamiento T1.

Tabla 9. Prueba de Duncan al 5 y 1% de margen de error para diámetro de lechuga

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS (cm)	SIGNIFICACIÓN	
			5%	1%
1	T4 (dosis alta)	53,79	a	a
2	T3 (dosis media)	51,19	a	a
3	T2 (dosis baja)	51,11	a	a
4	T1 (testigo)	41,93	b	b

Los promedios obtenidos por los tratamientos se expresan gráficamente en la Figura 4, donde el tratamiento T4 reporta el mayor diámetro con 53,79 cm, seguido del tratamiento T2 y T3 con 51,11 y 51,19 cm respectivamente, y el tratamiento T1 registra el menor promedio con 41,93 cm.

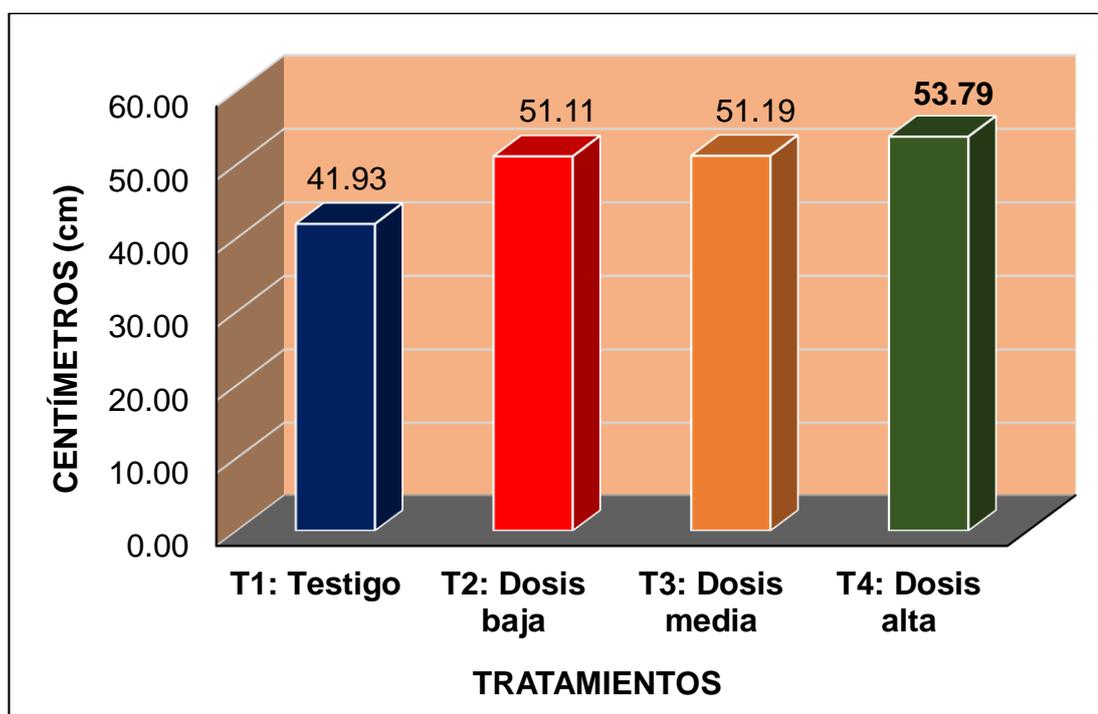


Figura 4. Diámetro promedio de lechugas obtenido por los tratamientos.

Tabla 11. Prueba de Duncan al 5 y 1% de margen de error para cobertura vegetal de lechuga

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS (m ²)	SIGNIFICACIÓN	
			5%	1%
1	T3 (dosis media)	0,21	a	a
2	T4 (dosis alta)	0,20	a	a
3	T2 (dosis baja)	0,19	a b	a
4	T1 (testigo)	0,16	b	a

Los promedios obtenidos para cobertura vegetal de lechuga por los tratamientos se expresan gráficamente en la Figura 5, donde el tratamiento T3 y T4 reportan la mayor cobertura vegetal con 0,21 y 0,20 m² respectivamente, seguido del tratamiento T2 con 0,19 y en el último lugar el tratamiento T1 con 0,16 m².

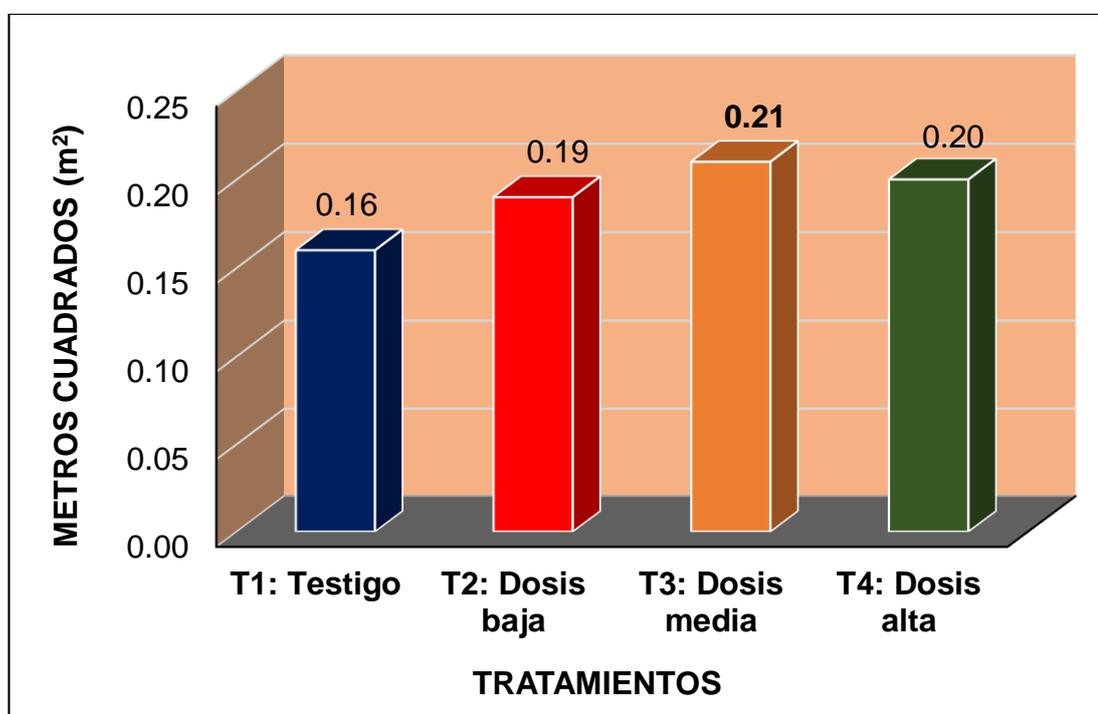


Figura 5. Cobertura vegetal promedio de lechugas obtenido por los tratamientos.

4.3. Peso fresco de lechuga

4.3.1. Peso fresco de lechuga por planta

Realizado el análisis de varianza para peso fresco de lechuga por planta consignado en la Tabla 12, indica al 5 % de margen de error, que la fuente Bloques expresa significación estadística, al igual que la fuente Tratamientos, es decir, que alguna de las dosis de humus de lombriz tuvo diferencias en el peso fresco de lechuga por planta. En cambio, al 1% de margen de error ambas fuentes de variación no tuvieron efecto significativo.

El coeficiente de variabilidad fue de 6,20 %, valor que según Romaina (2012) se ubica en la categoría “muy buena” en cuanto a la homogeneidad de sus datos muestrales recogidos, el cual indica que el experimento reúne condiciones que satisface el objetivo planteado. El promedio general fue de 0,89 kg.

Tabla 12. Análisis de varianza al 5 y 1% de margen de error para peso fresco de lechuga por planta

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5 %	1 %
Bloques	3	0,04	0,01	4,53*	3.86	6.99
Tratamientos	3	0,06	0,02	6,52*	3.86	6.99
Error experimental	9	0,03	0,003			
TOTAL	15	0,13				

CV = 6,20%

Sx = ± 0,03 kg

X = 0,89 kg

La prueba de Duncan al 5 y 1% de margen de error para peso fresco de lechuga se observa en la Tabla 13, donde al nivel del 5% de margen de error, el promedio del tratamiento T4 destaca estadísticamente, difiriendo de los tratamientos T3, T2 y T1 (testigo) que expresan semejanza estadística en sus promedios. No obstante, al nivel del 1% de margen de error los promedios de los tratamientos son iguales estadísticamente incluyendo al testigo.

Tabla 13. Prueba de Duncan al 5 y 1% de margen de error para para peso fresco de lechuga por planta

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS (kg)	SIGNIFICACIÓN	
			5%	1%
1	T4 (dosis alta)	1,00	a	a
2	T3 (dosis media)	0,89	b	a
3	T2 (dosis baja)	0,85	b	a
4	T1 (testigo)	0,83	b	a

Los promedios obtenidos por los tratamientos para para peso fresco de lechuga por planta, denota gráficamente en la Figura 6, donde el tratamiento T4 reporta el mayor peso fresco con 1,00 kg, seguido de los tratamientos T3 y T2 con 0,89 y 0,85 kg respectivamente, y en el último lugar el tratamiento T1 con 0,83 kg.

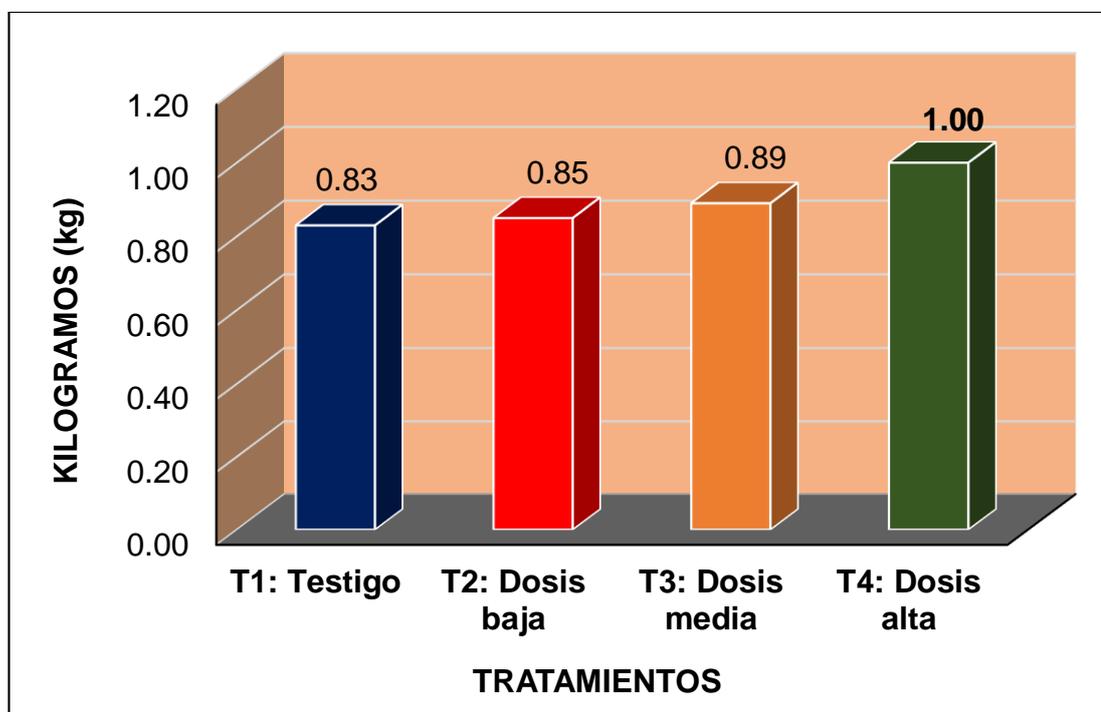


Figura 6. Peso fresco promedio de lechugas por planta obtenido por los tratamientos.

4.3.2. Peso fresco de lechuga por área neta experimental

La Tabla 14 muestra el resultado del análisis de varianza para peso fresco de lechuga por área neta experimental, donde al 5 % de margen de error la fuente Bloques y Tratamientos evidencian significación estadística; en cambio, al 1% de margen de error ambas fuentes de variación no tuvieron efecto significativo. Como el resultado de la fuente Tratamientos fue significativo señala que alguno de las dosis de humus de lombriz manifestó efecto significativo en el peso fresco de lechuga por área neta experimental.

Por otro lado, respecto a la homogeneidad de los datos muestrales recopilados, establecido a través del coeficiente de variabilidad reportó un valor de 6,20 %, el cual según Romaina (2012) se ubica en la categoría “muy buena”, lo que indica que el experimento reúne las condiciones que satisface el objetivo planteado. El promedio general fue de 24,05 kg.

Tabla 14. Análisis de varianza al 5 y 1% de margen de error para peso fresco de lechuga por área neta experimental

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5 %	1 %
Bloques	3	31,30	10,43	4,70*	3,86	6,99
Tratamientos	3	43,73	14,58	6,57*	3,86	6,99
Error experimental	9	19,96	2,22			
TOTAL	15	94,98				

CV = 6,20%

Sx = ± 0,74 kg

X = 24,05 kg

Realizado la prueba de Duncan al 5 y 1% de margen de error para peso fresco de lechuga por área neta experimental en la Tabla 15, confirma el resultado del análisis de varianza (Cuadro 7), donde al nivel del 5% de margen de error, el promedio del tratamiento T4 supera estadísticamente, difiriendo de los tratamientos T3, T2 y T1 (testigo) que expresan semejanza estadística en sus promedios. Sin embargo, al nivel del 1 % de margen de error, los promedios de los tratamientos son iguales estadísticamente incluyendo al testigo.

Tabla 15. Prueba de Duncan al 5 y 1% de margen de error para para peso fresco de lechuga por área neta experimental

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS (kg)	SIGNIFICACIÓN	
			5%	1%
1	T4 (dosis alta)	26,90	a	a
2	T3 (dosis media)	23,90	b	a
3	T2 (dosis baja)	22,87	b	a
4	T1 (testigo)	22,52	b	a

Los promedios obtenidos por los tratamientos para peso fresco de lechuga por área neta experimental, se muestran gráficamente en la Figura 7, donde el tratamiento T4 aritméticamente reporta el mayor peso fresco con 26,90 kg, seguido de los tratamientos T3 y T2 quienes registran 23,90 y 22,87 kg respectivamente, y en el último lugar se ubica el tratamiento T1 (testigo) con 22,52 kg.

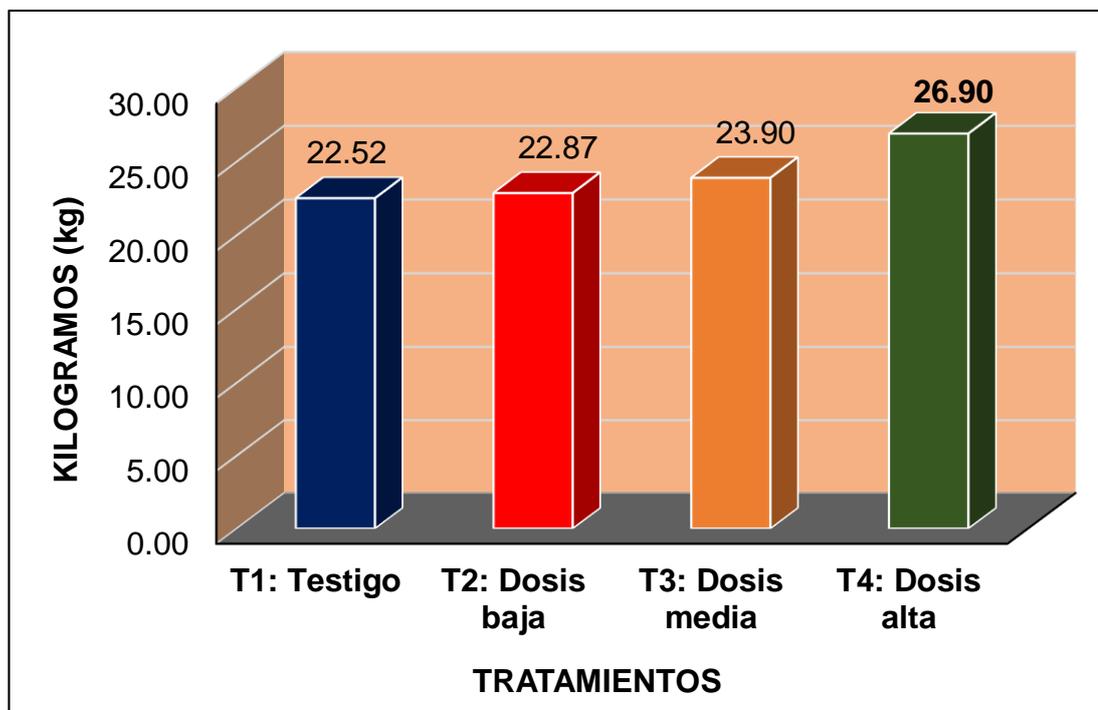


Figura 7. Peso fresco promedio de lechugas por área neta experimental obtenido por los tratamientos.

Con los promedios obtenidos por los tratamientos para peso fresco de lechuga por área neta experimental, fueron transformados a toneladas por hectórea ($t \cdot ha^{-1}$), cuyo resultado se expresa gráficamente en la Figura 8, donde el tratamiento T4 aritméticamente reporta el mayor rendimiento con $83,02 t \cdot ha^{-1}$, seguido de los tratamientos T3 y T2 quienes registran $73,77$ y $70,59 t \cdot ha^{-1}$ respectivamente, y en el último lugar se ubicó el tratamiento T1 (testigo) con $69,49 t \cdot ha^{-1}$

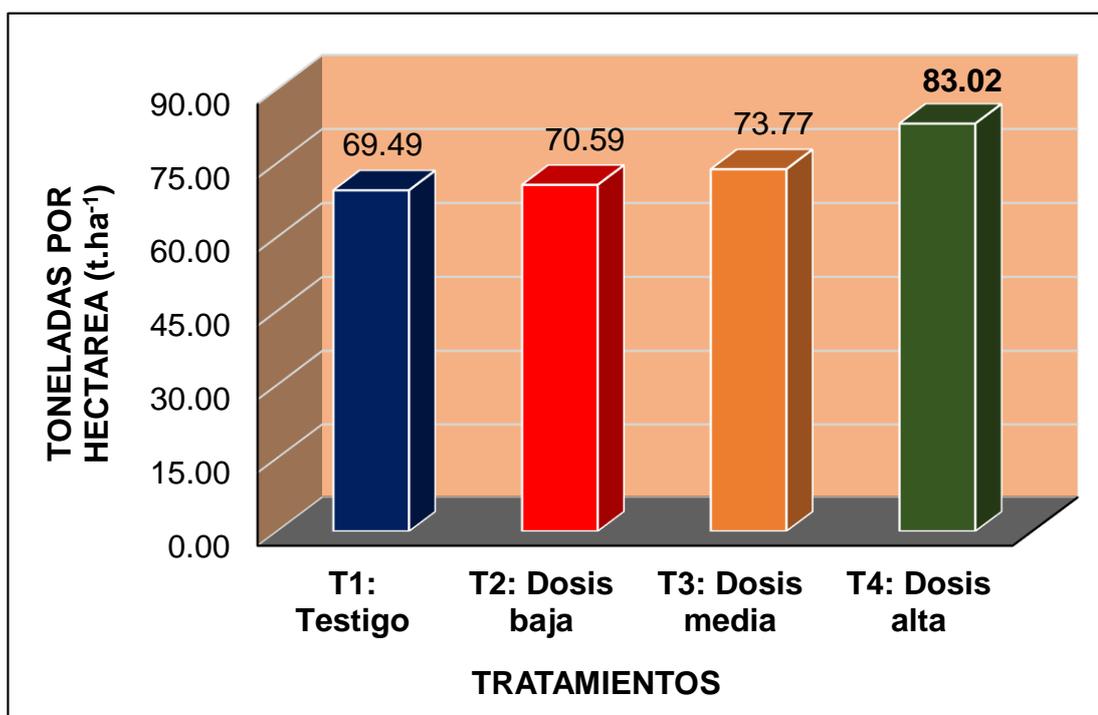


Figura 8. Rendimiento fresco promedio de lechugas por hectárea obtenido por los tratamientos.

V. DISCUSIÓN

5.1. Diámetro de lechuga

Respecto a esta variable, los promedios de los tratamientos expresan un rango 41,93 a 53,79 cm, donde el menor diámetro corresponde al tratamiento T1 (testigo) y el mayor diámetro al tratamiento T4 (dosis alta). Estos resultados, muestran promedios superiores en contraste con Ortega (2014) quien obtuvo de 16,46 cm; Neri *et al* (2017) quienes reportan entre 23,43 y 34,44 cm y Quevedo (2018) con 39,84 cm.

Sin embargo, estadísticamente, los tratamientos con humus de lombriz (T2, T3 y T4) obtuvieron promedios semejantes, pero diferentes al testigo (fertilización convencional), el comportamiento descrito, hace referencia a la presencia de hormonas vegetales que elimina el impacto del trasplante, equilibrando mejor las características organolépticas de la planta (Ochoa, 2008), por la acción de las auxinas y giberelinas que provocan el alargamiento celular y desarrollo de los órganos de la planta (Somarriba y Guzmán, 2004).

Por otro lado, también el humus de lombriz intervino en las propiedades del suelo, mejorando las propiedades químicas, excepcionalmente, en la retención de agua, pH y capacidad de intercambio catiónico, el cual permitió una mayor asimilabilidad de los nutrientes de la planta (Guerrero, 1993; Von Boeck, 2000 y Flores, 2007).

5.2. Cobertura vegetal

En cuanto a la cobertura vegetal, los promedios de los tratamientos reportan un rango de 0,16 a 0,21 m², donde la menor cobertura pertenece al tratamiento T1 (testigo) y la mayor cobertura al tratamiento T3 (dosis media). Los promedios obtenidos son superiores a lo reportado por Belén (2020) quien registra de 0,147 m² (estiércol bovino: FL).

Las dosis de humus de lombriz (T1, T2 y T3) no ejercen efecto sobre la variable, ya que son semejantes estadísticamente, pero difieren del

tratamiento T1, este efecto corrobora las propiedades del humus de lombriz sobre el suelo y las plantas, donde al mejorar las condiciones físicas en cuanto a la textura, estructura (Guerrero 1993 y Ochoa, 2008) y las condiciones químicas respecto al pH y nutrientes (Von Boeck, 2000 y Flores, 2007) favorecen al desarrollo de las plantas.

Entre las dosis de humus de lombriz, el nivel dosis alta produjo un promedio aritmético mayor, debido a que se la dosis alta contiene mayor contenido de hormonas naturales como auxinas, giberelinas y citoquininas, los cuales favorecen al crecimiento y expansión de las plantas (Somarriba y Guzmán, 2004).

5.3. Peso fresco de lechuga por planta

En esta variable el resultado de los tratamientos oscila en un rango estadístico de 0,83 a 1,00 kg, donde el menor peso corresponde al tratamiento T1 (testigo) y el mayor peso al tratamiento T4 (dosis alta). Los resultados obtenidos son superiores al confrontarse con Ortega (2014), Neri et al (2017), Quevedo (2018) y Belén (2020) quienes obtuvieron 0,564; 0,226; 0,610 y 0,156 kg por planta respectivamente.

El efecto de la dosis alta de humus de lombriz ($12\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) incorpora al suelo mayor cantidad de nutrientes como nitratos, fosfatos, carbonatos de potasio y materia orgánica, de tal manera que restituye las propiedades químicas del suelo (Von Boeck, 2000), además estimula a la planta a la producción de giberelinas y citoquininas, hormonas encargadas de otorgar la acumulación de volumen a las plantas (Somarriba y Guzmán, 2004).

5.4. Peso fresco de lechuga por área neta experimental

Respecto al resultado de la variable peso de lechuga por área neta experimental, los tratamientos expresan un rango estadístico de 22,52 a 26,90 kg, donde el menor peso pertenece al tratamiento T1 (testigo) y el mayor peso al tratamiento T4 (dosis alta); estos promedios expresados en toneladas por hectárea, el tratamiento T4 reporta de $83,02\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Los resultados obtenidos en peso fresco por área neta, fue superior a la investigación de Calli (2001)

con 28,05 kg; también el rendimiento del tratamiento T4 fue superior en el rendimiento estimado por hectárea, a lo que reportaron Cali (2011), Cumpa (2016 y Neri *at al* (2017) quienes registran 51,65; 17,62; 22,94 t.ha⁻¹ respectivamente.

Los resultados reportados en la investigación corroboran y demuestran el efecto del humus de lombriz sobre el suelo y la planta de lechuga, por otra parte, la dosis alta de humus de lombriz produjo mayor compactación plantas de lechuga, debido a las hormonas que estimula producir a la planta, como auxinas, giberelinas y citoquininas (Somarriba y Guzmán, 2004), también restaura la flora microbiana del suelo, el cual beneficia a las propiedades del suelo (Guerrero, 1993; Ochoa. 2008), ya que la dosis alta de humus de lombriz (12 t.ha⁻¹), restituyó las propiedades del suelo, al ser una dosis más alta que propone Sánchez (2003).

CONCLUSIONES

A partir de los objetivos planteados y resultados obtenidos en la investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se determinó que las dosis de humus de lombriz no tuvieron efecto significativo en el diámetro de lechuga, pero difieren y superaron al tratamiento testigo (T1).
2. En cuanto a la cobertura vegetal de lechuga, los tratamientos T3 (dosis media: 10 t/ha) y T4 (dosis alta:12 t.ha⁻¹) tuvieron diferencias con los tratamientos T2 (dosis baja: 8 t/ha) y T1 (testigo)
3. El tratamiento que destacó estadísticamente en el peso fresco de lechuga fue el T4 (dosis alta:12 t.ha⁻¹) con 1,00 kg por planta, 26,90 kg por área neta experimental y 83,02 t.ha⁻¹ de rendimiento.

RECOMENDACIONES

Respecto a las conclusiones de la investigación, a los productores dedicados al cultivo de lechuga para la implementación de una agricultura orgánica, se recomienda lo siguiente:

1. Se recomienda realizar el análisis de humus de lombriz, para mejores evaluaciones en cuanto al aporte de nutrientes y desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa L.*).
2. Se recomienda continuar con las investigaciones comparando con distintos tipos de abono orgánicos y en rendimiento de lechuga y a su aporte de nutrientes al suelo.
3. Aplicar el humus de lombriz en el cultivo de lechuga 15 días después del trasplante, incorporándose entre cada planta.
4. Considerar como diámetro de lechuga la longitud opuesta a la dirección del surco, para futuros trabajos de investigación.
5. Realizar ensayos en la extracción de nutrientes de los cultivos hortícolas para establecer una dosis apropiada a la zona.
6. Efectuar estudios de calidad de humus de lombriz empleándose diferentes insumos como sustrato de las lombrices.

LITERATURA CITADA

- Aker, C. 2018. Producción de lechuga con buenas prácticas agrícolas (en línea). Guía técnica N° 2. Consultado 12 abr. 2020. Disponible en https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/guia_de_lechuga.pdf
- ALECO (Alecoconsult Internacional). 2011. Humus de lombriz. Abono orgánico natural. (en línea, sitio web). Consultado 15 ene. 2020. Disponible en <https://alecoconsult.com/?id=humus-de-lombriz>.
- Alzate, J. y Loaiza, F. 2008. Monografía del cultivo de la lechuga (en línea). Babahoyo, Ecuador. 55 p. Consultado 20 may. 2020. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/143/10/T-UTB-FACIAG-AGR-000039.03.pdf>
- Amachuy, A. 2013. Efecto de tres dosis de humus de lombriz provenientes de residuos sólidos orgánicos urbanos en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*) en la zona de Mallasa (en línea). Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia, UMSA. 103 p. Consultado 11 may. 2020. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4152/T-1845.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arning, I. 2001. Guía metodológica para investigadores agrícolas. Introducción práctica a la investigación participativa e investigación científica (en línea). Lima, Perú. 152 p. Consultado 12 feb. 2020. Disponible en https://www.academia.edu/6848850/Guía_metodológica_para_investigadores_agricolas
- Ávila, E. 2015. Manual de lechuga (en línea), Bogotá, Colombia, CCB. 53 p. Consultado 13 may. 2020. Disponible en <http://hdl.handle.net/11520/14316>
- Belen, A. 2020. Digerido anaeróbico de estiércol bovino como sustituto de la fertilización sintética: su efecto sobre el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) (en línea). Tesis Ing. Agr. Bahía Blanca, Argentina, UNS. 56 p.

Consultado 20 may. 2020. Disponible en <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/4743/1/Agostina%20Blazquez%20Trabajo%20de%20Intensificaci%c3%b3n.pdf>

Bollo, E. 1999. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Quito, Ecuador, Autores Varios. 157 p.

Cali, V. 2011. Efecto del estiércol de lombriz (*Eisenia foetida* L.) en la producción de cuatro cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.). (en línea). Tesis Ing. Agr. Riobamba, Ecuador, ESPOCH. 113 p. Consultado 21 may. 2020. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/974/1/13T0719%20.pdf>

Cumpa, E. 2016. Respuesta del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) al uso de abonos orgánicos en el sector de la Balsa, Santa Ana. (en línea). Tesis Ing. Agr. La Convención, Cusco, Perú, UNSA. 78 p. Consultado 18 may. 2020. <http://200.48.82.27/handle/UNSAAC/1880>

DRA (Dirección Regional de Agricultura) Huánuco. 2020. Campañas agrícolas. (en línea, sitio web). Consultado 11 dic. 2019. Disponible en <http://www.huanucoagrario.gob.pe/index.php/2015-05-27-21-24-35/campanas-agricolas>

García, A. 2017. Evaluación del efecto de dos tipos de abonos orgánicos edáficos en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en la zona de Babahoyo (en línea). Tesis Ing. Agr. Los Ríos, Ecuador, UTB. 55 p. Consultado 10 may. 2020. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3298/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-00004.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gomero, L. y Velásquez, J. 1999. Manejo ecológico de suelos: conceptos, experiencias y técnicas, Lima, Perú, RAAA, MUNDI PRENSA. 228 p.

Guanche, A. 2015. Las lombrices y la agricultura (en línea). Santa Cruz de Tenerife, España. 19 p. Consultado 11 may. 2020. Disponible en

http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec_562_lombrices%20y%20la%20agricultura2.pdf

Guerrero, J. 1993. Abonos orgánicos, tecnología para el manejo ecológico de suelos, Lima, Perú, RAAA, MUNDI PRENSA. 90 p.

Halsouet, P. y Miñambres, M. 2016. La lechuga: manual para su cultivo en agricultura ecológica (en línea). Navarra, España, Monográficos Ekonekazaritza N° 3. 16 p. Consultado 12 may. 2020. Disponible en <https://www.eneek.eus/files/2016/11/LECHUGA.pdf>

Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. 2014. Metodología de la investigación. Ciudad de México, México D.F., McGraw-Hill / Interamericana Editores. 600 p.

La Rosa, O. 2015. Cultivo de lechuga (*Lactuca saliva*) bajo condiciones del Valle del Rímac (en línea) Trabajo Profesional Ing. Agr. La Molona, Perú, UNALM. Consultado 16 may. 2020. Disponible en <http://repositorio.lamolona.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/948/T007353.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jaramillo, J.; Aguilar, P.; Tamayo, P.; Arguello, E. y Guzmán, M. 2016. Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas en el Oriente Antioquino (en línea). Medellín, Colombia, CORPOICA. 147 p. Consultado 17 may. 2020. Disponible en https://issuu.com/sheenca190/docs/manual_del_cultivo_de_la_lechuga

Marhuenda, J. y García, J. 2016. Lechuga. (en línea). In Maroto-Borrego, JV; Baixauli, C. (eds.). Cultivos hortícolas al aire libre. Almería, España, Cajamar Caja Rural. p. 239-274. Consultado 20 may. 2020. Disponible en <https://www.floresyplantas.net/wp-content/uploads/libro-cultivos-horticolas-al-aire-libre.pdf>

Martínez, F.; Sarmiento, J.; Fischer, G. y Jiménez, F. 2009. Síntomas de deficiencia de macronutrientes y boro en plantas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) (en línea). Revista Agronomía Colombiana 27(2): 169-178.

- Consultado 16 may. 2020. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/11128/37757>
- Medina, F. 2016. Necesidades nutricionales y de riego de la lechuga (en línea). Revista Agropecuaria (22): 104-111. Consultado 21 may. 2020. Disponible en <http://anuariosatlanticos.casadecolon.com/index.php/GRANJA/article/view/9945>
- MINAGRI (Ministerio Agricultura y Riego) 2020. Series de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) (en línea). Lima, Perú. Consultado 19 may. 2020. Disponible en http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2010. Guía técnica para la difusión de tecnologías de producción agropecuaria sostenible (en línea). San José, Costa Rica. 180 p. Consultado el 18 may. 2020. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/p01-9801.pdf>
- Mejía, P. 2008. Manual de lombricultura. (en línea). Villarica, Chile, AGROFLOR. 54 p. Consultado 19 may. 2020. Disponible en <http://agro.unc.edu.ar/~biblio/Manual%20de%20Lombricultura.pdf>
- Neri, J.C.; Collazos, R.; Huamán, E. y Oliva., M. 2017. Aplicación de abonos orgánicos y biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), distrito de Chachapoyas. (en línea). Rev. de investigación agroproducción sustentable 1(1): 38-46. Consultado 17 may. 2020. Disponible en http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES_DOS/article/view/348
- Ortega, J.M. 2014. Evaluación de tres abonos orgánicos y tres dosis de aplicación en la producción de lechugas orgánicas y su influencia en las características fenológicas en el Cantón Píllaro (en línea). Tesis Ing. Agr. Ambato, Ecuador, UTA. 161 p. Consultado 17 may. 2020. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/18465>
- Pérez, A. 2009. Guía metodológica para anteproyectos de investigación. Caracas, Venezuela, FEDUPEL. 141 p.

- Quevedo, C. E. 2018. Determinación del efecto de fuentes y dosis de abonos orgánicos en la producción orgánica de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la Región Lambayeque (en línea). Tesis Ing. Agr. Lambayeque, Perú, UNPRG. 116 p. Consultado 17 may. 2020. Disponible en <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2690/BC-TES-TMP-1559.pdf>
- Romaina, J. C. 2012. Estadística experimental, herramientas para investigación (en línea). Tacna, Perú, Fondo Editorial UPT. 335 p. Consultado 17 may. 2020. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/upload/Transparencia/Actualizaciones%202011-2013/TRANSP632/20130129/CursoEstadistica/TEXTOS/estadisticaexperimental.pdf>
- Saavedra, G.; Corradini, F.; Antúnez, A.; Felmer, S.; Estay, P. y Sepúlveda, P. Manual de producción de lechuga (en línea). Santiago, Chile, Boletín INIA N° 09. 149 p. Consultado 17 may. 2020. Disponible en <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/09%20Manual%20Lechuga.pdf>
- Sánchez, C. 2003. Abonos orgánicos y lombricultura. Lima, Perú, Ripalme. 135 p.
- Somarriba, R. y Guzmán, F. 2004. Guía de lombricultura (en línea). Managua, Nicaragua, UNA. 18 p. Consultado 06 may. 2020. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/35166214.pdf>
- Vallejo A, y Estrada E. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido (en línea). Palmira, Colombia, UNC. 346 p. Consultado 11 de dic. 2019. Disponible en <http://www.uneditorial.net/uflip/Produccion-de-hortalizas-de-clima-calido/pubData/source/Produccion-de-hortalizas-de-clima-calido.pdf>
- Von Boeck, W. (2000). Comportamiento agronómico de dos variedades acelga (*Beta vulgaris* var. *Cicla* L.) bajo dosis de abonamiento con humus de lombriz en Walipinis Viacha (en línea). Tesis Lic. Ing. Agr, La Paz,

Bolivia, UMSA. Consultado 18 may. 2020. Disponible en <https://scholar.archive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6451&context=etd>

ANEXOS

ANEXO 1. PROMEDIOS DE DIÁMETRO DE LECHUGA (cm)

TRATAMIENTOS	BLOQUE				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	39,67	42,56	43,78	41,70	167,70	41,93
T2	53,44	51,26	52,52	47,22	204,44	51,11
T3	54,33	45,00	57,44	48,00	204,78	51,19
T4	56,37	52,44	52,37	53,96	215,15	53,79
TOTAL	203,81	191,26	206,11	190,89	792,07	
PROMEDIO	50,95	47,81	51,53	47,72		49,50

ANEXO 2. PROMEDIOS DE COBERTURA VEGETAL (m²)

TRATAMIENTOS	BLOQUE				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	0,16	0,16	0,17	0,15	0,64	0,16
T2	0,19	0,19	0,19	0,17	0,75	0,19
T3	0,21	0,16	0,22	0,24	0,83	0,21
T4	0,22	0,18	0,19	0,20	0,79	0,20
TOTAL	0,79	0,70	0,77	0,76	3,02	
PROMEDIO	0,20	0,18	0,19	0,19		0,19

ANEXO 3. PROMEDIOS DE PESO FRESCO DE LECHUGA POR PLANTA
(kg)

TRATAMIENTOS	BLOQUE				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	0,91	0,73	0,91	0,79	3,34	0,83
T2	0,86	0,82	0,88	0,83	3,39	0,85
T3	0,88	0,78	0,99	0,89	3,54	0,89
T4	1,14	0,93	0,95	0,97	3,98	1,00
TOTAL	3,78	3,25	3,73	3,48	14,25	
PROMEDIO	0,95	0,81	0,93	0,87		0,89

ANEXO 4. PROMEDIOS DE PESO FRESCO DE LECHUGA POR ÁREA
NETA EXPERIMENTAL (kg)

TRATAMIENTOS	BLOQUE				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	24,51	19,65	24,50	21,40	90,06	22,52
T2	23,15	22,05	23,75	22,53	91,48	22,87
T3	23,78	21,02	26,83	23,97	95,60	23,90
T4	30,73	25,02	25,71	26,13	107,59	26,90
TOTAL	102,17	87,74	100,79	94,03	384,73	
PROMEDIO	25,54	21,94	25,20	23,51		24,05

ANEXO 5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL – PANAÓ – HUÁNUCO



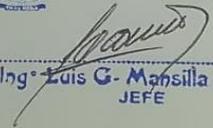
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Carretera Central Km1.21 - Tingo María - CELULAR 941531359
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
 analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:				PROCEDENCIA																			
Plan Nacional de Renovación de Cafetales (PNRC)				Región Huánuco, Sede Tingo María																			
N°	CODIGO DEL LAB.	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES					Cmol(+)/kg	CICe	%	%	%
		PROPIETARIO	DISTRITO	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al					
1	S1105	ESTEFANY YAJAIRA DORIA ROJAS	PANAÓ	48	23	29	Franco	5.31	2.31	0.12	6.32	43.73	---	2.60	1.48	--	--	0.15	0.05	4.28	95.32	4.68	3.51

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 TINGO MARIA, 24 DE AGOSTO 2019
 RECIBO N° 0589141



Ing. Luis G. Mansilla Minaya
JEFE



ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS

Figura 1. Demarcación de las dimensiones del campo experimental



Figura 2. Instalación de la almaciguera de lechuga.



Figura 3. Incorporación de humus de lombriz 15 días después del trasplante.



Figura 4. Vista general del campo experimental.



Figura 5. Cosecha de lechuga por tratamiento.



Figura 6. Evaluación del diámetro de lechuga por tratamiento.