



UNAP



FACULTAD DE AGRONOMÍA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL

**ABONO ORGÁNICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN
DE CULTIVO DE COL REPOLLO (*Brassica oleraceae L*)
VAR. TROPICAL LIGTH, IQUITOS PERÚ 2016**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL**

AUTOR: MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS

ASESOR: Dr. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ

IQUITOS, PERÚ

2019



UNAP

Escuela de Postgrado "JOSÉ TORRES VÁSQUEZ"
Oficina de Asuntos Académicos



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
030-2019-OAA-EPG-UNAP

Con **Resolución Directoral N° 0422-2019-EPG-UNAP**, se autoriza la sustentación de la tesis: "ABONO ORGÁNICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE COL REPOLLO (*Brassica oleraceae L.*) Var. Tropical Ligth, IQUITOS PERÚ 2016", designando como jurados a los siguientes profesionales:

Dr. Juan Imerio Urrelo Correa	Presidente
Dr. Jorge Enrique Bardales Manrique	Miembro
MSc. Ronald Yalta Vega	Miembro
Dr. Rafael Chávez Vásquez	Asesor

A los Diecisiete días del mes de Abril del 2019, a horas 10:00 a.m., en el Auditorio de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, se constituyó el Jurado Evaluador y dictaminador, para presenciar y evaluar la sustentación de la tesis: "**ABONO ORGÁNICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE COL REPOLLO (*Brassica oleraceae L.*) Var. Tropical Ligth, IQUITOS PERÚ 2016**" presentado por el señor **Manuel Calixto Avila Fucos**, como requisito para obtener el Grado Académico de **Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental**, que otorga la UNAP de acuerdo a la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Después de haber escuchado la sustentación y luego de formuladas las preguntas, éstas fueron:

..... *RESPONDIDAS A SATISFACCION*


El Jurado, después de la deliberación correspondiente en privado, llegó a las siguientes conclusiones, la sustentación es:


1. Aprobado como: a) Excelente () b) Muy bueno () c) Bueno (X)
2. Desaprobado: ()

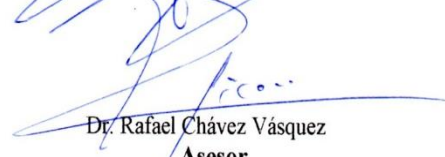
Observaciones : *CON LAS CORRECCIONES DADAS POR EL JURADO.*

A Continuación, el Presidente del Jurado, da por concluida la sustentación, siendo las *12:15* a.m. del Diecisiete de Abril del 2019; con lo cual, se le declara a al sustentante *APTO* para recibir el Grado Académico de **Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental**.


Dr. Juan Imerio Urrelo Correa
Presidente


MSc. Ronald Yalta Vega
Miembro


Dr. Jorge Enrique Bardales Manrique
Miembro


Dr. Rafael Chávez Vásquez
Asesor

TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL DÍA 17 DE ABRIL DEL 2019; EN EL AUDITORIO DE LA ESCUELA DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA, EN LA CIUDAD DE IQUITOS - PERÚ:

Dr. JUAN IMERIO URRELO CORREA

Presidente

MSc. RONALD YALTA VEGA

Miembro

Dr. JORGE BARDALES MANRIQUE

Miembro

Dr. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ

Asesor

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre RAMÓN AVILA
TUESTA, que está en el cielo,

A mi madre TERESA DE JESÚS FUCOS
RODRIGUEZ, con mucho amor que siempre
me apoya en mi vida.

A mis hijas LUCIANA Y JERALDINE y a mi
hijo FRANCISCO MANUEL, por su
comprensión en el tiempo que dedique a mis
estudios.

A los autores del conocimiento por su valiosa
información para el bienestar de la sociedad.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento muy sincero a los docentes de la Escuela de Post grado de la UNAP, por sus valiosas contribuciones a mi conocimiento.

Al Dr. Rafael Chávez Vásquez, asesor del presente trabajo de investigación por su dedicación y orientación en la elaboración de mi trabajo de investigación.

A mis compañeros de la Maestría que contribuyeron con su apoyo en transcurso de mis estudios.

A mi amigo Ing. Fidel Aspajo Varela, por su apoyo incondicional en trabajo de campo.

Al Ing. Julio Pinedo Jiménez, por su apoyo en la parte estadística del trabajo de investigación.

ABONO ORGÁNICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE COL REPOLLO (*Brassica oleraceae* L) VAR. TROPICAL LIGHT, IQUITOS PERÚ 2016

Manuel Calixto Avila-Fucos

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, proyecto Vacunos de la Facultad de Agronomía ubicado en el Fundo de Zungarococha a 30 minutos de la ciudad de Iquitos, el objetivo fue determinar la mejor proporción de vacaza y aserrín sobre las características agronómicas y rendimiento *Brassica oleraceae* L. Repollo variedad Tropical de Light. Se emplearon 4 concentraciones de estiércol de ganado más aserrín en todas las unidades experimentales de 3 m² más 3 000 lombrices de *Eisenia foetida*, la evaluación se realizó a los 90 días después de la siembra. El diseño estadístico utilizado fue Diseño Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, los tratamientos en estudio fueron: T0 (100 % de estiércol de vacunos), T1 (90% de estiércol de vacuno + 10% de aserrín), T2 (80% de estiércol de vacuno + 20% de aserrín) y T3 (70% de estiércol de vacuno + 30% de aserrín). Los resultados fueron: para altura se obtuvo 28.88 cm, peso de planta entera 2 281.37 g/planta, peso de la raíz 331.03 g/planta, peso de la cabeza 1 950.34 kg/planta, diámetro de la cabeza del repollo 18.46 cm y el peso neto del repollo fue 1 572.38 kg/planta. Concluyendo que las pruebas paramétricas, reportan las diferencias estadísticas significativas para las proporciones orgánicas: Vacaza Vs Aserrín + 3,000 lombrices en los caracteres altura de planta, peso de planta, peso total de planta, peso de raíces, diámetro de planta y peso de hojas basales, mientras expresó diferencias estadísticas no significativas en la variable peso de cabeza comercial. El lombricompostaje, es una alternativa de abono para la producción de Col repollo (*Brassica oleraceae* L.) Var. Tropical Deligth.

Palabra clave: Lombricompostaje, *Eisenia foetida*, col repollo, aserrín, vacaza.

I PAY ORGANIC AND THEIR EFFECT IN THE PRODUCTION OF THE CULTIVATION OF CABBAGE CABBAGE (*Brassica oleraceae L*) VAR. TROPICAL LIGTH, IQUITOS PERÚ 2016

Manuel Calixto Avila-Fucos

ABSTRACT

The present research work was carried out at the National University of the Peruvian Amazon, Vacunos project of the Faculty of Agronomy located in the Fundo de Zungarococha 30 minutes from the city of Iquitos, the objective was to determine the best proportion of cowpea and sawdust on the agronomic characteristics and yield *Brassica oleraceae L.* Cabbage Tropical variety of Light. Four concentrations of livestock manure plus sawdust were used in all experimental units of 3 m² plus 3,000 worms of *Eisenia foetida*, the evaluation was carried out 90 days after sowing. The statistical design used was Completely Random Design, with four treatments and four repetitions, the treatments under study were: T0 (100% cattle manure), T1 (90% cow manure + 10% sawdust), T2 (80% cow manure + 20% sawdust) and T3 (70% cow manure + 30% sawdust). The results were: for height it was obtained 28.88 cm, weight of whole plant 2 281.37 g / plant, weight of the root 331.03 g / plant, weight of the head 1 950.34 kg / plant, diameter of the head of the cabbage 18.46 cm and the net weight of the cabbage was 1 572.38 kg / plant. Concluding that the parametric tests, report the significant statistical differences for the organic proportions: Vacaza Vs Sawdust + 3,000 worms in the characters height of plant, weight of plant, total weight of plant, weight of roots, diameter of plant and weight of basal leaves , while expressing non significant statistical differences in the commercial head weight variable. The vermicomposting is an alternative fertilizer for the production of Cabbage Cabbage *Brassica oleraceae L.*) Var. Tropical Deligth.

Keyword: Worm composting, *Eisenia foetida*, cabbage cabbage, sawdust, vacaza.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
HOJA DE APROBACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INDICES DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICES DE CUADROS	xi
ÍNDICES DE GRÁFICOS	xii
CAPÍTULO I	01
1.1. INTRODUCCIÓN	01
1.2. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	02
1.3. OBJETIVOS: general y específico	03
CAPÍTULO II:	05
2.1. MARCO TEÓRICO	05
2.1.1. Antecedentes	05
2.1.2. Bases teóricas	06
2.1.3. Marco Conceptual	24
2.2. DEFINICIONES OPERACIONALES	26
2.3. HIPÓTESIS	28
CAPÍTULO III	29
3. METODOLOGÍA	29

3.1. Método de investigación	29
3.2. Diseños de investigación	29
3.3. Población y muestra	29
3.4. Técnicas e instrumentos	31
3.5. Procedimientos de recolección de datos	32
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	34
3.5. Protección de los derechos humanos	36
CAPÍTULO IV	37
RESULTADOS	37
CAPÍTULO V	50
DISCUSIONES	50
CAPÍTULO VI	52
PROPUESTA	52
CAPÍTULO VII	53
CONCLUSIONES	53
CAPÍTULO VIII	54
RECOMENDACIONES	54
CAPÍTULO IX	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	61
ANEXO I : DATOS METEOROLÓGICOS	62
ANEXO II : DATOS DE CAMPO	63
ANEXO III: PRUEBAS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE LAS	66

VARIABLES EN ESTUDIO

ANEXO IV : ANÁLISIS DE LA MATERIA ORGÁNICA	67
ANEXO V : DISEÑO DEL ÁREA EXPERIMENTAL	68
ANEXO VI: FOTOS DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS	69

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 01. Análisis químico del aserrín.	20
Cuadro 02. Características químico del aserrín de madera.	21
Cuadro 03. Tratamientos en estudio.	35
Cuadro 04. Análisis de variancia de altura de planta de repollo en cm.	37
Cuadro 05. Prueba de Tukey de altura de planta en cm.	38
Cuadro 06. Análisis de variancia del peso total de planta en g.	39
Cuadro 07. Prueba de Tukey del peso total de planta en g.	40
Cuadro 08. Análisis de variancia del peso de raíces en g.	41
Cuadro 09. Prueba de Tukey del peso de raíces en g.	42
Cuadro 10. Análisis de variancia del peso de cabeza de repollo en g.	43
Cuadro 11. Prueba de Tukey del peso de cabeza de repollo en g.	44
Cuadro 12. Análisis de variancia del peso de cabeza comercial de repollo en g.	45
Cuadro 13: Número de orden del peso de cabeza comercial de repollo en g.	46
Cuadro 14. Análisis de variancia para el diámetro de planta en cm.	47
Cuadro 15. Prueba de Tukey del diámetro de planta de repollo en g.	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 01: Promedio de altura de planta de repollo en cm, muestra diferencias estadísticas significativas	38
Gráfico 02: Promedio del peso total de planta en g, muestra diferencias estadísticas significativas	40
Gráfico 03: Promedio del peso de raíces en g., muestra diferencias estadísticas significativas	42
Gráfico 04: Promedio del peso de cabeza de repollo en g., muestra diferencias estadísticas significativas	44
Gráfico 05: Promedio del peso de cabeza comercial en g., muestra diferencias estadísticas significativas	46
Gráfico 06: Promedio para el diámetro de planta en cm, muestra diferencias estadísticas significativas	48

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Los desechos orgánicos pueden ser aprovechados como subproductos al ser transformados mediante diferentes procedimientos biológicos. Uno de las actividades que nos permiten realizar esta transformación es la lombricultura, práctica que muestra la armonía con la naturaleza, al producir el abono natural que permite mejorar las condiciones físicas, químicas y microbiológicas de los suelos al ser incorporados en la agricultura. Una alternativa es el composteo con mezclas de aserrín y estiércoles de animales domésticos.

Mediante el trabajo se busca desarrollar una propuesta de innovación tecnológica en el uso simultáneo de dos componentes productivos: la producción de estiércol de lombrices y la producción de hortalizas en un sistema integrado de manejo de estiércol con aserrín.

En el presente trabajo se evaluó proporciones de estiércol versus aserrín, los productos finales que se esperan obtener es el abono orgánico de mezclas de estos componentes orgánicos en descomposición, la cosecha de col repollo y la cosecha de lombrices.

Con este manejo ecológico en un mismo periodo de cría de lombrices y de cultivo del repollo, sería el punto de partida para poder desarrollar un manejo hortícola ganadera sostenible. Nos proponemos promover la horticultura urbana bajo condiciones de clima de la región Loreto, que contribuya en el manejo de una ciudad ecológica.

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El residuo orgánico se genera en cantidades mayores en todas partes del mundo y crean serios problemas de contaminación ambiental. Trátese de desechos urbanos, domésticos, animales y agroindustriales despiden fetidez, ocupan grandes superficies irregularmente manejadas y contaminan las fuentes hídricas, entre otros. Se estima que en Latinoamérica se desecha 3.1 kg de residuos/familia/ día aproximadamente, y que entre 50 y 70% son de origen orgánico. **(García M. et al 2009).**

Uno de los problemas de las grandes explotaciones ganaderas es el manejo que se le pueda dar a la gran cantidad de desechos orgánicos generados en forma de excretas, lo tradicional es el lavado de los corrales utilizando grandes cantidades de agua, que finalmente se van a parar en fuentes de aguas causando contaminación. Estos sub productos son contaminantes al agua y suelo debido a que contienen materia orgánica, microorganismos y nutrimentos, lo que conlleva a la disminución del oxígeno disponible en el agua y al aumento de contenidos de amonio en el agua con la disminución y muerte de la vida acuática.

Estiércol es un subproducto de la producción ganadera que incluyen excremento animal, pasto, material de cama, agua de lavado, alimento salpicado, limpiadores y pelos. Su composición varía entre límites muy grandes, dependiendo de la edad, clase y características de los animales, cantidad y digestibilidad del forraje, alimentos concentrados consumidos por el ganado, cantidad y tipo de cama, duración, forma de almacenamiento y método de manejo del estiércol. **(García M. et al 2009).**

El manejo inadecuado de los subproductos de animales causa enormes problemas para el ambiente, la producción animal y el hombre, en último caso, serios daños sociales, ambientales y económicos. Los estiércoles del vacuno no manejados tienen efectos negativos sobre el ambiente: en el suelo, ocasionan un aporte excesivo de minerales, dentro de ellos metales pesados, acidifican del terreno y facilitan la transmisión de enfermedades; sobre las aguas superficiales y subterráneas originan eutrofización a causa del aporte de nitrógeno y fósforo, aumento de toxicidad por el aporte de iones amonio y nitratos, aumentan la Demanda Biológica o Bioquímica de Oxígeno (DBO) y facilitan la transmisión de enfermedades a los mismos animales y al hombre, y sobre la atmósfera, emite olores y gases de efecto invernadero, principalmente el metano y el óxido nitroso (**García M. et al 2009**).

Formulación del problema

¿En qué medida la proporción de abono orgánico de vacaza y aserrín mejora las características agronómicas y rendimiento de *Brassica oleraceae* L. Repollo variedad Tropical de Light, en lombricompostaje?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Determinar la mejor proporción de vacaza y aserrín sobre las características agronómicas y rendimiento *Brassica oleraceae* L. Repollo variedad Tropical de Light, en lombricompostaje.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la mejor proporción de vacaza y aserrín sobre las características agronómicas de *Brassica oleraceae* L. Repollo variedad Tropical de Light, en lombricompostaje.
- Determinar la mejor proporción de vacaza y aserrín sobre el rendimiento de *Brassica oleraceae* L. Repollo variedad Tropical de Light, en lombricompostaje.

CAPÍTULO II

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Antecedentes

GARCÍA (2013), menciona que el rendimiento máximo obtenido en *Brassica oleraceae* L. Var. Tropical Delight “REPOLLO” fue en el tratamiento T4 (9 kg de cama blanda/m²) con 62.20 Kg. /parcela (10 m²) o T3 (7 kg Cama blanda/m²) con 58.50 Kg y un mínimo que fue el T1 (3 kg de Cama blanda/m²) con 49.90 Kg. /parcela de 10 m².

CHUJITALLI (2008), menciona siendo T₁ (cada 3 días de aplicación de Biol); con promedios de 67 Kg/Parcela (10 m²). Ocupa el primer lugar del orden de mérito y el tratamiento testigo T₀ (Sin aplicación de Biol) cuyo promedio fue de 53.2 Kg/Parcela de 10 m². Ocupando el último lugar del orden de mérito.

PAREDES (2014), menciona que el rendimiento máximo obtenido en *Brassica oleraceae* L. Var. Tropical Delight “REPOLLO” fue en el tratamiento T0 (100% de estiércol de vacuno) con 17.21 Kg. /parcela (3 m²) y un mínimo que fue el T3 (40 % de estiércol de vacuno + 60 de aserrín) con 9.02 Kg. /parcela.

RENGIFO (2012), menciona que el rendimiento máximo obtenido en *Brassica oleraceae* L. Var. Tropical Delight “REPOLLO” fue en el tratamiento T3 (5.1 kg de humos de lombriz + 900 gr de gallinaza), en altura de planta con 20.84 cm, peso de la planta entera es 1.10 kg, peso de raíces

es de 0.28 kg, peso de cabeza de 0.82 kg y peso neto del repollo de 0.67 kg/planta.

2.1.2. Bases teóricas

A. ORIGEN

BABILONIA Y REÁTEGUI (1994), sostiene que la col repollo es una hortaliza originaria de Asia menor, su cultivo se encuentra difundido por todo el mundo en nuestro país se cultiva muchas variedades y en la amazonia se están ensayando muchas de ellas.

CÁSSERES (1984), sostiene que la col repollo tiene sus ancestros en una planta silvestre que quizás llegó del Mediterráneo o del Asia Menor a las peñas calcáreas de Inglaterra, a las costas de Dinamarca, así como también a Francia y España. Así mismo, indica que su origen es muy antiguo, pues hay referencias históricas sobre su cultivo antes de la era cristiana.

GORDON Y BARDEN (1992), sostienen que las primeras formas de col se originaron aparentemente en Europa y parte de Asia, siendo usada como comestible desde las épocas prehistóricas. La col silvestre de la antigüedad, presumiblemente era del tipo acéfala, pero los tipos “cabeza dura” ya eran descritos en escrituras del siglo XII. A través de la investigación, la selección y el cruce se han producido muchos tipos diferentes.

LIMONGELLI (1979), sostiene que la col (*Brassica oleraceae* L.) son plantas nativas de Asia Occidental y Europa. La antigüedad de su cultivo es cercana a los 2,000 a 2,500 años a.c.; la cual puede reconocerse por el número de razas que existen y por las modificaciones profundas que se han sumado a los caracteres de la planta nativa; es decir, que la gran diversidad del género **Brassica** data de mucho antes del comienzo de nuestra era.

B. CLIMA

BABILONIA Y REÁTEGUI (1994), manifiesta que el clima preferido para la producción de Col es el templado, la planta prospera mejor en la producción de cabeza a temperatura de 10 °C a 21 °C. El Repollo se cultiva por su yema terminal como en otras plantas cultivadas en que forman una estructura de almacenamiento.

CAMARGO (1983), sostiene que la col repollo exige una temperatura óptima que oscila entre los 10°C a 15°C; pero, para las variedades de verano, las temperaturas medias mensuales varían de 19°C a 22.5°C; se desarrollan bien hasta una altitud de 750 m.s.n.m.

CASSERES (1984), sostienen que la col repollo es una hortaliza de clima fresco o templado, requiere bastante humedad, pero bajo ciertas condiciones se dan en climas que tienden a ser tropicales. Asimismo, indica que el promedio mensual óptimo de temperatura para esta

Brassica es de 15°C a 18°C, con máximas medias de 23°C y mínimas promedios de 5°C para el mejor crecimiento y calidad.

C. SUELO

RAYMOND (1993), indica que las coles prosperan bien casi en cualquier tipo de terreno, es más, que las variedades tempranas se dan mejor en suelos ligeros, y las de otoño crecen más bien en suelos pesados y húmedos.

BABILONIA Y REÁTEGUI (1994), manifiesta que, la col repollo en Iquitos, se cultiva bien en suelos ricos en materia orgánica, tolera la acides y la salinidad, siendo el pH óptimo de 6.0 a 6.8; además los suelos deben ser profundos y bien drenados.

D. FERTILIZACIÓN Y RENDIMIENTO

BABILONIA Y REÁTEGUI (1994), Al inicio requiere de la utilización de 5 kg. De guano de corral (gallinaza) por m², mezclar bien y dejar en reposo por una semana, pasado el cual y 30 horas antes de la siembra se debe agregar un fertilizante completo (NPK) a razón de 54 gr. de Urea, 27 gr. de Fosfato triple, 50 gr de Cloruro de Potasio, mas 10 gr de Cal (viva o preparada) y 5 gr de Magboro por m².

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1997), indica que el rendimiento de la col repollo en el Perú en orden de mérito corresponde

las siguientes regiones: Lima con 19572 Kg./Ha; Arequipa con 16610 Kg/Ha y Andrés Avelino Cáceres (Huanuco, Pasco, Junín) con 14318 Kg/Ha, la región Loreto acumula 4318 Kg/Ha; además en la misma publicación menciona que la superficie cultivada en este año en Lima con 1181 Ha, Chavin con 552 Has, Andrés Avelino Cáceres con 518 Has y Arequipa con 433 Has.

E. COMPOSICIÓN QUÍMICA

VALADEZ (1996), menciona los siguientes valores nutricionales de la col repollo:

Agua	: 92.4 %
Proteínas	: 1.3 gr.
Carbohidratos	: 9.9 gr.
Calcio	: 16.0 Mg.
Fósforo	: 33.0 Mg.
Hierro	: 0.7 Mg.
Sodio	: 20.0 Mg.
Potasio	: 233.0 Mg.
Ácido Ascórbico	: 47.0 Mg.

SOBRE FERTILIZANTE ORGÁNICO

DOMÍNGUEZ, AIRA, GÓMEZ, BRANDÓN (2009). Las lombrices de tierra tienen la mayor biomasa animal en casi todos los ecosistemas templados del mundo, y allí donde son abundantes pueden procesar a través

de sus cuerpos desde 200 a 250 toneladas del suelo al año por hectárea. Este trabajo realizado por las lombrices influye de forma significativa en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y otorga a estos organismos un papel crucial en la modificación de la estructura del suelo, en la aceleración de la descomposición de la materia orgánica y del reciclado de nutrientes, y esto a su vez tienen un importante efecto sobre las comunidades de plantas que viven por encima de la superficie del suelo. En este trabajo hemos querido revisar e ilustrar cómo las lombrices de tierra son verdaderos aceleradores de los procesos de descomposición de la materia orgánica y del reciclado de nutrientes a través de sus relaciones con las comunidades microbianas del suelo.

Lombrices de tierra

(EDWARDS Y BOHLEN 1996; LAVELLE Y SPAIN 2001; DOMÍNGUEZ et al. 2004). Se han reportado más de 8000 especies de lombrices de tierra, aunque de la gran mayoría sólo se conoce el nombre y su morfología, y se desconoce su biología y ecología. Las distintas especies de lombrices de tierra tienen diferentes funciones vitales en el suelo, ocupan nichos ecológicos distintos y se han clasificado, sobre la base de su alimentación y de la zona del suelo en la que viven, en tres categorías ecológicas: epigeas, anécicas y endogeas **(BOUCHÉ 1977).**

Las especies epigeas viven en el horizonte orgánico o cerca de la superficie arable del suelo, alimentándose principalmente de materia orgánica en descomposición (restos vegetales, heces de animales, etc.). Suelen ser

especies de pequeño tamaño, pigmentadas y con altas tasas metabólicas y reproductivas que les permiten adaptarse a las condiciones ambientales tan variables de la superficie del suelo. Producen deyecciones holorgánicas y presentan una tasa alta de consumo, digestión y asimilación de la materia orgánica, por lo que juegan un papel clave como transformadoras del mantillo.

Las especies de tipo endogeas viven a mayor profundidad en el perfil del suelo, y se alimentan principalmente de suelo y de la materia orgánica asociada. Tienen poca pigmentación, y realizan sistemas de galerías horizontales muy complejos y ramificadas, que depositan y llenan con sus propias deyecciones mientras se mueven por el horizonte orgánico-mineral del suelo. A diferencia de las lombrices epigeas, las especies endogeas presentan tasas de reproducción más bajas y ciclos de vida más largos, y son más resistentes a períodos de ausencia de alimento. Las especies del tipo anécicas viven de forma permanente en galerías verticales, que pueden extenderse varios metros hacia el interior del perfil del suelo. Por las noches emergen a la superficie para alimentarse de hojarasca en descomposición y materia orgánica en descomposición ya sea animal o vegetal lo que transportan al fondo de sus galerías; sus excrementos son depositados en la superficie. Normalmente estas lombrices son grandes y de color pardo oscuro. Sus tasas reproductivas evaluadas son relativamente bajas **(BOUCHÉ 1977; LAVELLE et al. 1997; LAVELLE AND SPAIN 2001; MONROY et al. 2007).**

El suelo sostiene una red trófica muy compleja cuyo funcionamiento resulta en último término en el reciclaje de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. Los consumidores primarios de esta red trófica son los microorganismos (bacterias y hongos) que descomponen y mineralizan sustancias orgánicas complejas (**GALLARDO et al. 2009**). Los microbios son los miembros más abundantes y diversos de esta red trófica, y así por ejemplo en un gramo de suelo puede haber un promedio de 7500 especies de microorganismos (**TORSVIK et al. 2002**). Los consumidores secundarios y de niveles superiores son los protozoos y muchos animales de tamaño variado que cohabitan con los microbios, alimentándose de ellos y regándolo a través del suelo. La microfauna incluye a los invertebrados más pequeños (ancho del cuerpo $< 0,2$ mm), fundamentalmente nematodos y la mayoría de los ácaros, que o bien ingieren microorganismos o metabolitos microbianos o forman parte de redes tróficas de microdepredadores. La mesofauna (invertebrados de tamaño medio, con una anchura corporal entre 0,2 y 10 mm) es muy diversa taxonómicamente (incluyendo muchos anélidos, insectos, crustáceos, miriápodos, arácnidos y otros artrópodos) que funcionan como transformadores del mantillo vegetal, e ingieren una mezcla de materia orgánica y microorganismos. Además de digerir parte de este material orgánico, producen una cantidad considerable de heces que sufrirán un ataque microbiano posterior debido a la humedad y al mezclado intenso que tuvo lugar durante su paso a través del intestino. Posteriormente, otros invertebrados se alimentarán de estas deyecciones (coprofagia) y asimilar una nueva serie de sustratos que han quedado disponibles como

consecuencia de la reciente actividad microbiana. En ocasiones estos depósitos fecales pueden acumularse y llegar a formar el horizonte H de algunos tipos de humus.

Las lombrices pueden utilizar diferentes estrategias de alimentación, desde mecanismos no selectivos en los que engullirían todo el suelo hasta estrategias selectivas de apacentamiento (grazing), y parece que tienen la capacidad de obtener energía tanto de fuentes de carbono vivas como muertas (**DOMÍNGUEZ et al. 2003; AIRA et al. 2008**).

La descomposición es un proceso de la materia orgánica muerta que experimenta una sucesión de transformaciones tanto físicas y químicas en el suelo que conducen a la mineralización de una parte de la materia orgánica y al depósito de compuestos en forma de humus (**SWIFT et al. 1979**). Los efectos indirectos derivan de los directos e incluyen procesos de envejecimiento y mezclado de materiales modificados por las lombrices con otros sustratos orgánicos no modificados por ellas. Como consecuencia de toda esta cascada de procesos, la materia orgánica del suelo conforma una matriz espacial y temporalmente heterogénea con características diferentes resultantes de las distintas tasas de degradación que tienen lugar durante la descomposición (**MOORE et al. 2004**).

Estimulación y aceleración de la descomposición por la acción de las lombrices de tierra

La mineralización de nutrientes está gobernada directamente por las actividades de las bacterias y de los hongos. Pero estas actividades están muy influenciadas por la fauna del suelo que vive junto a los microorganismos, y también por distintas interacciones de la red trófica que determinan la transferencia de nutrientes a través del sistema. En este sentido, las deyecciones de las lombrices de tierra juegan un papel muy importante en la descomposición porque contienen nutrientes y microorganismos que son diferentes a los contenidos en el material orgánico antes de la ingestión (**Brown y DOUBE 2004; Aira et al. 2006b; AIRA Y DOMÍNGUEZ 2009**). Esto permite una mejor explotación de los recursos remanentes ya sea por la aparición de nuevas especies de microbios en los sustratos frescos a procesar o por la misma presencia de un conjunto de compuestos más fácilmente asimilables en las deyecciones. Existen claras evidencias de que las lombrices de tierra aceleran la tasa de descomposición de la materia orgánica (**ATIYEH et al. 2000; DOMÍNGUEZ ET AL. 2003; DOMÍNGUEZ 2004; AIRA Y DOMÍNGUEZ 2008, 2009; AIRA et al. 2006a, 2007a, 2007b, 2008**). Aunque las lombrices pueden asimilar carbono de las fracciones más lábiles de los restos orgánicos, su contribución a la respiración heterotrófica total es muy pequeña debido a su baja capacidad de asimilación.

La mineralización de nitrógeno está regulada básicamente por la disponibilidad de nitrógeno orgánico disuelto y amonio, la actividad de los microorganismos y sus requisitos relativos de carbono y nitrógeno. Las lombrices de tierra también tienen un gran impacto en las transformaciones del nitrógeno a través de modificaciones de las condiciones ambientales y de sus interacciones con los microorganismos; así su actividad en los restos orgánicos produce condiciones que favorecen la nitrificación, que resulta en la conversión rápida del nitrógeno amoniacal en nitratos, aumentando la mineralización de nitrógeno (**ATIYEH et al. 2000; DOMÍNGUEZ 2004; LAZCANO ET AL. 2008; AIRA et al. 2008; AIRA y DOMÍNGUEZ 2009**). Los efectos de la fauna microbívora sobre la actividad microbiana y la mineralización de nutrientes son generalmente positivos. La estimulación de la mineralización del carbono se debe al aumento de la actividad de las poblaciones microbianas y de la tasa de reposición de las poblaciones microbianas consumidas, mientras que el aumento de la mineralización de N se debe fundamentalmente a la excreción directa del exceso de N. En general, los microbívoros tienen eficiencias de asimilación más bajas que los microbios sobre los que “pastan”, y por eso excretan los nutrientes excedentes en formas biológicamente disponibles (así por ejemplo los protozoos bacterívoros liberan alrededor de un tercio del N consumido (**BARDGETT 2005**)). Esta liberación de nutrientes constituye de hecho una removilización de aquellos nutrientes que estaban secuestrados en la biomasa microbiana, y se conoce como “bucle microbiano” (**CLARHOLM 1994**).

Efectos de las lombrices sobre la actividad de las comunidades microbianas

Como se ha discutido en párrafos anteriores, hay bastantes evidencias que sugieren que las lombrices y otros animales microbívoros del suelo aumentan la actividad microbiana en primer término. Como consecuencia, la actividad de las lombrices reduce la disponibilidad de recursos para las comunidades microbianas, y posteriormente y de forma consecuente su actividad. Así encontramos que la actividad microbiana medida como respiración basal disminuyó después de un mes de actividad de las lombrices.

El carbono orgánico consumido por las comunidades microbianas heterótrofas se reparte entre la producción de biomasa microbiana, la excreción de metabolitos y la respiración. La proporción de carbono del sustrato retenido como biomasa microbiana en relación al carbono respirado como CO_2 depende de la eficiencia del crecimiento microbiano (es decir, la eficiencia con la que los sustratos son incorporados como biomasa bacteriana y fúngica o transformados en subproductos), así como del grado de protección de la biomasa microbiana en el suelo y de la tasa de descomposición de los subproductos bacterianos y fúngicos por otros microorganismos. Cuanto más baja sea la eficiencia de crecimiento microbiana o menos protegida esté la biomasa, mayor será la cantidad de carbono perdido como CO_2 . Así, el cociente metabólico o actividad específica de la biomasa microbiana ($q\text{CO}_2$; respiración microbiana por unidad de biomasa) se puede usar como una medida de eficiencia microbiana, de forma que valores más altos de $q\text{CO}_2$ indican que las

comunidades microbianas están bajo condiciones de mayor estrés, y que destinarán menos energía metabólica a procesos de biosíntesis, mientras que se gastará una porción importante en el mantenimiento de las células (que se perderá como CO₂). En este caso nos encontramos con que la actividad de las lombrices redujo el cociente metabólico después un mes de actividad, lo que indica que las comunidades microbianas utilizaron la energía disponible más eficazmente en presencia de lombrices. Como consecuencia, el sistema funciona mucho mejor, como se muestra por el incremento abrumador en la tasa de descomposición de materia orgánica y en la tasa de mineralización de nitrógeno.

MEDINA et al 2003. La lombricultura o cría de lombrices (*Eisenia foetida*), tiene por objeto la obtención de dos productos distintos: la carne de lombriz utilizada en la alimentación de distintas especies animales, y el lombricompost (deyecciones de las lombrices), que es un fertilizante orgánico de excelentes propiedades físico-químicas y microbiológicas. La bibliografía generalmente menciona las características del lombricompost, sin especificar el origen del alimento suministrado a las lombrices, ni las características climáticas de la región donde se produjo. Estos factores podrían influenciar la cría de las lombrices como también la calidad del lombricompost producido. El objetivo de este trabajo, es establecer si existen diferencias físico-químicas entre lombricompostos provenientes de la cría de lombrices con estiércoles de bovinos, porcinos y equinos, respectivamente. La experiencia se realizó con lombricompostos del

lombricario sito en "El Manantial", de la Cátedra de Ecología Agraria de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNT. Las determinaciones realizadas en los tres lombricompuestos fueron: materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, y contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente. Los resultados obtenidos muestran que los tres tipos de lombricompuestos presentan similares características en los parámetros analizados.

La lombricultura ha tomado un gran auge como solución a los problemas de los residuos orgánicos; es la práctica de cultivar lombrices, como *Eisenia foetida*, mientras se transforman residuos sólidos orgánicos en enmiendas beneficiosas para la agricultura (**EASTMAN et al., 2001**). Las lombrices consumen casi todo tipo de desechos orgánicos, siempre que éstos presenten algunas cualidades que se logran con un buen compostado (adecuado pH, óptimos niveles de humedad, temperatura, material esponjoso, color uniforme) (**CRACOGNA et al., 1999; FOGAR et al., 1999**).

LECONTE et al 2004. Los tratamientos que no tuvieron agregado de estiércol vacuno presentaron menor degradación de celulosa y, en los tratamientos que tuvieron 30% de estiércol, se observó una creciente capacidad potencial de degradar celulosa con el tiempo de compostaje. El tratamiento con 70% de cascarilla de arroz + 30 % de estiércol presentó, junto al tratamiento con 90% de aserrín + 10% de estiércol, la mayor capacidad potencial de degradar celulosa durante todo el proceso de producción del compost. La producción de lombricompuestos a partir de

residuos agroindustriales se ve favorecida por la adición del estiércol vacuno, el cual acelera la merma de volumen y permite una mejor proliferación de las lombrices. Los tratamientos con aserrín tuvieron mayor proliferación de lombrices, mayor merma en el volumen y mayor humedad.

ALEXANDER (1980), explicó que los microorganismos requieren 1 parte de nitrógeno por cada 35 partes de celulosa oxidada, ya que cada 100 partes de celulosa degradada se utilizan 3 partes de nitrógeno. El estiércol es rico en nitrógeno, lo que justificaría la mayor degradación de celulosa en los tratamientos con mayor porcentaje de estiércol.

QUANT BERMÚDEZ et al. (1992), realizaron estudios de laboratorio sobre la elaboración de abonos compuestos mixtos (orgánico-mineral) para cultivos intensivos y concluyeron que cuando se realizan mezclas de aserrines con estiércoles se aceleran los procesos. Según **LECONTE (2000)**, para compostar Cascarilla de Arroz convendría realizar un buen agregado de estiércol pues los procesos se aceleran con éste.

El compostaje es una transformación microbiana de los residuos orgánicos en condiciones controladas. Este proceso se identifica como lombricompostaje cuando participan diversas especies de lombrices. Existe la creencia de que ambos procesos biotecnológicos son excelentes para elaborar abonos orgánicos, pero que, en el caso del lombricompostaje, el material obtenido está enriquecido química y biológicamente (**FERRERA & ALARCÓN 2001; NOGALES et al. 2005**).

Con la lombricultura, no sólo disminuirá los costos destinados a eliminar residuos de un establecimiento, sino que generará una actividad paralela rentable. El mayor trabajo en la Lombricultura es desarrollado por la lombriz, un organismo biológicamente simple, humilde e incansable obrero. La lombriz era conocida ya en la antigüedad como "arado" o "intestine de la tierra" (Aristóteles), porque excava en el terreno galerías, volviéndolo poroso y facilitando la oxigenación y permeabilidad al agua. (VELÁSQUEZ et al 2001).

SOBRE EL ASERRIN

MURILLO (1999), en el XI Congreso Nacional Agronómico de Costa Rica, proporciono el análisis químico del aserrín, como residuo agroindustrial.

Cuadro 01. Análisis químico del aserrín

	%						mg / kg			
Material	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn
Aserrín	0.24	0.06	0.7	0.08	0.29		740	6	9	22

Fuente: Murillo, T. (1999).

BRACHO et al (2009), al caracterizar algunos sustratos para la producción de plántulas de hortalizas, obtuvo para el aserrín de madera, las siguientes características químicas:

Cuadro 02. Características químico del aserrín de madera

Material	pH	CE
Aserrín de madera	5.79	0.02

Fuente: Bracho, J.; Pierre, F. y Quiroz, A. (2009).

ÁLVAREZ (1964); afirma que el aserrín puede usarse como componente en las mezclas del cultivo y propagación, sirviendo en gran parte, igual que el musgo turboso.

Debido a su costo relativamente bajo, por su peso liviano y disponibilidad es ampliamente usado.

CUCULIZA (1956); indica que el más común de los medios de enrizamiento es el aserrín de madera. El mismo autor manifiesta que en el fondo del propagador debe colocarse una capa de volumen inferior de viruta y sobre esta una capa de volumen superior de aserrín; favoreciendo un rápido enraizamiento.

GONZALES Y DOMÍNGUEZ (1980); manifiesta que en el medio de propagación donde se obtuvo mayor desarrollo radicular y mayor porcentaje de germinación es el aserrín de madera. Esto se debe a las condiciones que el aserrín presenta como medio germinativo debido a la retención de humedad, buena aireación y soltura entre sus partículas.

También menciona que la relación carbono/nitrógeno en el aserrín en amplia, esto es, aproximadamente de 400 a 1, en consecuencia, el contenido de nitrógeno es relativamente bajo y más lento su composición.

¿CÓMO SE DEBE UTILIZAR EL ASERRÍN EN EL BIOHUERTO?

Según **DURANY C. (1980)**, El aserrín es un conjunto de astillas finas mezcladas con polvo grueso que se desecha de las madereras o carpinterías, es decir, viene a ser parte de los residuos del proceso de cepillado de la madera, su costo es relativamente bajo e incluso se suele regalar o botar a la basura, sin embargo, tiene varios usos:

Como combustible (leña), piso para la crianza de animales y para el cultivo de plantas, en este último existen casos en los que su incorrecto uso ocasiona daños en el crecimiento de las plantas, por ello el presente artículo tratará de explicar las formas correctas de utilizarlo.

En primer lugar, se debe evitar mezclar el aserrín con la tierra y después sembrar plantas sobre esta mezcla. Se debe recordar que el aserrín posee una relación carbono – nitrógeno (C/N) muy alta; esta relación se basa en el equilibrio que debe existir entre estos dos elementos para que las sustancias alimenticias del suelo puedan ser descompuestas por los microorganismos del suelo y ser absorbidas por las raíces de las plantas; por lo general una relación C/N equilibrada se encuentra alrededor de 10, pero, el aserrín posee un valor de 90 aproximadamente, ello significa que existe un exceso de sustancias con carbono que el nitrógeno no podrá ayudar en descomponer por lo que los microorganismos buscarán nitrógeno de otro

lado, en este caso se tomará gran parte del nitrógeno del suelo ocasionando que la planta se quede sin este elemento, como resultado de este proceso se observará que las hojas y tallos van a detener su crecimiento y empezarán a cambiar de color a uno más amarillento. Estos cambios suceden porque el nitrógeno es esencial para la planta porque estimula el crecimiento del follaje y le proporciona el color verde intenso.

En segundo lugar, se puede utilizar el aserrín como cobertura sobre el suelo para evitar que este se seque más rápido. Esto se puede observar en varios parques y jardines, la ventaja del aserrín es que retiene gran parte de la humedad después de un riego y evita que la tierra que está debajo de este pierda humedad por los rayos del sol y el viento, por ello se logra disminuir la frecuencia de riego, se puede utilizar en capas de 3 – 5 cm. de espesor que rodeen el tallo o tallos de las plantas sobre todo el suelo de la parcela, pero siempre evitando mezclarlo con la tierra.

En tercer lugar, se puede utilizar como sustrato para la elaboración de almácigos. Su bajo costo, la capacidad de retener humedad y la facilidad de desmoronarse al tacto lo convierten en un sustrato ideal. Antes de utilizarlo se debe remojar en agua por varias horas (4 – 6) y cambiar el agua varias veces, porque por ser un producto de la madera posee sustancias químicas (taninos) que en contacto con plantas (raíces) ocasionan quemaduras y la muerte de estas; la forma de eliminar estas sustancias es a través del lavado como ya se explicó. Para usarlo como sustrato se puede mezclar con tierra de chacra, compost, humus de lombriz o solo, las proporciones pueden ser de 1:1 (1 kg. de aserrín para 1 kg. de abono). Al emerger del suelo las

plantitas no habrá problemas de competencia por el nitrógeno del suelo porque la misma planta tiene su reserva de nutrientes de la semilla que le durará por 2 – 3 semanas. Al cabo de este tiempo el problema de la competencia de nitrógeno del suelo se puede evitar realizando el trasplante lo más pronto posible apenas se empieza a observar que las plantitas cambian de color a un amarillento pálido.

En cuarto lugar, se debe evitar utilizarlo mezclado con tierra para el cultivo de plantas en macetas. Como ya se explicó anteriormente esta mezcla puede ocasionar que en poco tiempo la planta se seque y muera. Para evitar este problema se puede utilizar musgo el cual demora en descomponerse y no absorbe el nitrógeno del suelo. **DURANY C. (1980),**

2.1.3. Marco Conceptual

ABONOS: Sustancias que se incorpora al suelo para incrementar o conservar la fertilidad, sus ingredientes más activos suelen ser el nitrógeno, potasio, ácido fosfórico, así como también calcio materias orgánicas.

ALMÁCIGO: Semillero donde se siembra y crían plantas que luego serán llevadas a sus lugares definidos.

ANÁLISIS DE VARIANZA: Análisis de Varianza que desdobra la varianza total en pequeñas variaciones de cada fuente de variabilidad correspondiente.

ASERRIN: Este término que tiene como alusión una agrupación o conjunto de porciones y partículas que se desune o desprende de la madera cuando se corta o se asierra y tiene un aspecto parecido a un polvo.

DISTANCIAMIENTO: Viene a ser la distancia conveniente entre las plantas de un determinado cultivo.

ESTIÉRCOL: Mezcla de agua, deyecciones sólidas y líquidas (orinas) de animales y tierra que asociadas en una sola masa constituye un valioso abono.

FERTILIZANTE: Un fertilizante es una sustancia destinada a abastecer y suministrar los elementos químicos al suelo para que la planta los absorba. Se trata, por tanto, de una reposición o aporte artificial de nutrientes.

GERMINACIÓN: Primera etapa del desarrollo del embrión contenidos en la semilla.

GRADOS DE LIBERTAD: Es el número de comparaciones independientes que se pueden hacer y que equivale al número de tratamientos en estudio menos uno.

HORTICULTURA: Proviene etimológicamente de las palabras latinas hortus (jardín, huerta, planta) y cultura ("cultivo") clásicamente significaba «cultivo en huertas»; el término se aplica también a la producción de hortalizas e incluso a la producción comercial moderna.

HÍBRIDO: Viene a ser el resultado de la combinación y/o apareamiento de 02 progenitores.

NIVEL DE SIGNIFICANCIA: Es el grado de error de los datos, puede ser de 1% al 5%.

NIVEL DE CONFIANZA: Es el grado de confianza de los datos que puede ser al 99% y 95%. **Calzada, B.J. (1970).**

TRANSPLANTE: Operación que consiste en trasladar plántulas nuevas cultivadas en el almácigo a otro sitio donde pueda desarrollarse.

VARIEDAD: Grupo taxonómico que comprende a los individuos de una especie que coinciden en uno o varios caracteres secundarios.

¿QUÉ ES EL LOMBRICOMPOSTAJE?: es una biotecnología que se apoya en seres vivos para transformar materia orgánica. Además, es una técnica con un proceso limpio, de bajo costo y no ocupa mucho espacio para su aplicación

EL COMPOST, COMPOSTAJE, COMPOSTO O ABONO ORGÁNICO es el producto que se obtiene de compuestos que forman o formaron parte de seres vivos en un conjunto de productos de origen animal y vegetal; constituye un “grado medio” de descomposición de la materia orgánica que ya es en sí un magnífico abono orgánico para la tierra.

2.2. DEFINICIONES OPERACIONALES

IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable Independiente

X1. Proporción de vacaza y aserrín con mil de lombrices/m²

Variable Dependiente

Y1. Características agronómicas

Y2. Rendimiento

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE:

X1: Proporción de vacaza y aserrín con tres mil de lombrices

Proporción de vacaza y aserrín

Estiércol de vacuno 100% + 3000 mil lombrices

Estiércol de vacuno 90% + 10% aserrín+ 3000 mil lombrices

Estiércol de vacuno 80% + 20% aserrín + 3000 mil lombrices

Estiércol de vacuno 70% + 30% aserrín + 3000 mil lombrices

VARIABLE DEPENDIENTE

Y1 : Características agronómicas

Y11. Altura de planta

Y12. Diámetro de cabeza

Y2 : Rendimiento

Y21. Peso total de planta

Y22. Peso de la cabeza comercial

Y23. Peso de raíz

Y24. Peso por parcela

Y25. Peso por hectárea

2.3. HIPÓTESIS

Hipótesis general

La proporción de vacaza y aserrín mejora las características agronómicas y rendimiento *Brassica oleraceae* L. Repollo variedad tropical de Light, en lombricompostaje.

Hipótesis específica

- La proporción de vacaza y aserrín mejora las características agronómicas de *Brassica oleraceae* L. Repollo variedad tropical de Light, en lombricompostaje.
- La proporción de vacaza y aserrín mejora el rendimiento de *Brassica oleraceae* L. Repollo var. Tropical de Light, en lombricompostaje.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método de investigación del estudio fue cuantitativo, porque se inició con ideas preconcebidas acerca de las variables.

3.2. Diseño de investigación

Según la asignación aleatoria de grupo de control y la intervención de la investigación, el presente ensayo corresponde al diseño investigación de experimento verdadero, el tipo de investigación es cuantitativo, se clasifica como: Experimental, prospectivo, transversal, analítico y de nivel investigativo “explicativo” (causa – efecto).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Se utilizaron 16 unidades experimentales y cada uno de ellas contenía 12 plantas, en total la población fue de 192 plantas de col repollo.

3.3.2. Muestra

Las evaluaciones se realizaron 5 plantas de cada unidad experimental, entonces se obtuvo una muestra de 80 plantas de col repollo.

Ubicación del campo experimental.

Se encuentra a 10 kilómetros de la ciudad de Iquitos, por carretera Iquitos – Nauta – Zungarococha. Provincia de Maynas – Departamento de Loreto.

Teniendo como centroide del experimento las coordenadas UTM:

Zona : WGS 1984_UTM_Zone_18 S

Norte : 9 576 024

Sur : 681 463

Ecología

(D Azevedo R., 2009), menciona a (Kalliola y Flores 1998), quienes indican que la zona de Iquitos (área de estudio) está situado en la parte Nor oriental del Perú, denominada como Selva baja, son zonas representativas del llano amazónico tropical, con una precipitación de 2,400 mm en promedio, temperatura promedio de 24°C, una humedad relativa de 82 – 86%.

Condiciones climáticas

Para conocer con exactitud las condiciones climáticas que primaron durante la investigación se obtuvieron los datos meteorológicos de los meses en estudio en SENAMHI – Iquitos. **(Ver anexo).**

Sustratos

El análisis físico-químico del sustrato se realizó en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina - Lima, nos dio los resultados y su interpretación. **(Ver anexo IV)**

3.4. Técnicas e instrumentos

Materiales y Equipos

En campo

Libreta de campo, lápiz, cámara fotográfica, tablero acrílico de campo, navaja, regadora calibrada en litros, balanza digital, wincha.

De laboratorio.

Plumón indeleble, tijeras, lápiz, fichas de registros, cuadernillo, papel toalla, regla.

De gabinete.

Laptop, memoria de USB de 8 GB, impresora, programas de software.

Características del experimento

Unidades experimentales

Nº de tratamientos..... 04

Nº de repeticiones.....04

Total de UE= tú (4x20)..... 16

Área del campo experimental

Largo..... 12.0 ml

Ancho..... 3.00 ml

Total..... 36.0 m²

Área de los cajones y calle principal.

Largo	10.00 ml
Ancho	1.20 ml
Alto	0.60 ml
Calle (ancho).....	1.20 m ²

3.5. Procedimientos de recolección de datos

CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Conducción de la investigación

Preparación de alimento de las lombrices

Consistió en remojar por 15 días el estiércol de vacunos para evitar algún tipo de sales que pueda matar las lombrices. En las cajas se colocaron el estiércol en diferentes cantidades en kilos: 400 kilos de estiércol de vaca en T1, 360 kilos estiércol de vaca y 40 de aserrín en T2, 320 kilos de estiércol y 80 kilos de aserrín en T3 y 280 kilos de estiércol de vacuno y 120 kilos de aserrín en T4.

Siembra de lombrices

Luego se sembró las lombrices de *Eisenia foetida* roja californiana por cada unidad experimental de 3.0 m², la cantidad de 3000 mil lombrices.

La siembra de las lombrices *Eisenia foetida* en los cajones experimentales (UE), se realizó inmediatamente después de la cosecha del proyecto lombricultura de la facultad de agronomía.

Siembra de plántones de col repollo

Antes de la siembra de las plántulas de col repollo se colocó una capa superficial de 3.0 centímetros de lombricompost, con la finalidad de acelerar la descomposición y aportar nutrientes para las plantas.

Las plántulas de repollo fueron trasplantadas a los cajones de siembra. Cada plántula se colocó con su respectivo pan de tierra con un volumen de 500 gramos de sustrato de lombricompost a la edad de 31 días desde el germinado. El trasplante se realizó en un solo día.

Para determinar el efecto de las proporciones orgánicas sobre el desarrollo del repollo, se realizó el almacigado en bolsas de 500 g de volumen, con semillas botánicas de características similares. Se realizó el riego según las condiciones de manejo y condiciones climáticas. Al momento de la cosecha se registraron los datos biométricos, registro en conteo, mediciones y pesadas.

2. Evaluación de parámetros

Variables aleatorias (dependientes):

Las variables respuestas a registrar son los caracteres de crecimiento, reproductivos y de rendimiento.

a) Caracteres de crecimiento

Altura de planta, tomada desde el suelo hasta el punto más alto de la planta (cm).

Diámetro de planta, considerando el abultamiento más prominente, medido aproximadamente a un tercio de la base (cm).

b) Caracteres de rendimiento

Peso total de planta; tomada en el momento de la cosecha de plantas maduras, incluidas las hojas basales y raíces (g).

Peso de raíces; tomada en el momento de la cosecha de plantas maduras, se cortó todo el sistema radicular en el cuello entre el pequeño tallo de inserción con la cabeza (g).

Peso de cabeza comercial; tomada en el momento de la cosecha de plantas maduras (g).

Peso de hoja basal, tomada en el momento de la separación de la planta madre (g).

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los resultados obtenidos se analizaron los estadísticos descriptivos, luego las medias se sometieron a la Prueba de Normalidad para determinar que prueba estadística se pudiera emplear, en el análisis e interpretación de resultados. Para el procesamiento de datos se empleó el paquete estadístico computarizado con el software InfoStat versión

21 para el análisis de aplicación general se desarrolló bajo la plataforma de Windows.

En el análisis paramétrica, se utilizó el análisis de variancia y prueba de Fisher, las comparaciones independientes se efectuaron bajo la prueba de Tukey.

1. Factor en estudio

El factor principal del estudio es el abono orgánico (proporción de vacaza y aserrín más 3,000 lombrices) para todas las unidades experimentales; las variables categóricas son: grupo control 1 = las plantas crecen en 100% de estiércol de vacaza, grupo control 2= las plantas crecen en 90% de vacaza y 10% de aserrín; grupo control 3= las plantas crecen 0% de vacaza y 20% de aserrín, grupo control 4 = las plantas 70% de vacaza y 30% de aserrín; cuya nomenclatura de los grupos de control son: T1= Tratamiento 1 (100 Ev: 0 As); T2 = Tratamiento 2 (90 Ev: 10 As); T3= Tratamiento 3 (80 Ev: 20 As); y T4= Tratamiento 4 (70 Ev: 30 As).

2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio son cuatro, las mismas que fueron distribuidas aleatoriamente, cada uno con 04repeticiones, según el Croquis del experimento (**ver anexo V**)

Cuadro 03. Tratamientos en estudio

N°	Descripción	Naturaleza	Trat.	Clave
1	Tratamiento 1	100% de vacaza + 0 % de aserrín + 3,000 lombrices	T ₁	100EV:0As
2	Tratamiento 2	90% de vacaza + 10 % de aserrín + 3,000 lombrices	T ₂	90EV:10As
3	Tratamiento 3	80% de vacaza + 20 % de aserrín + 3,000 lombrices	T ₃	80EV:20As
4	Tratamiento 4	70% de vacaza + 30 % de aserrín + 3,000 lombrices	T ₄	70EV:30As

3. Diseño experimental

El diseño estadístico de la investigación es el Diseño Irrestrictamente al Azar (DIA), con 04 replicaciones. Las unidades experimentales son homogéneas. En el ensayo se explica cuatro proporciones orgánicas utilizados (control). Se plantean tres variables: las unidades elementales (cajones), proporciones orgánicas, y el desarrollo vegetativo del repollo (variables de comparación). Investigación mono factorial (proporciones orgánicas).

3.7. Protección de los derechos humanos.

Esta investigación se realizó respetando los derechos y principios éticos básicos del investigador, cumpliendo con el manejo amigable de los residuos orgánicos subproductos de la actividad ganadera y forestal.

CAPITULO IV

RESULTADOS

Los datos obtenidos en la presente investigación, fueron sometidos a la prueba de normalidad mediante el método gráfico de (Shapiro France Q-Q-Plot) (**ver anexo II**) y la calidad de variancias mediante la prueba de Levene, los resultados admitieron utilizar procedimientos estadísticos paramétricos Análisis de variancia para la prueba de hipótesis de la razón de diferencias de medias. Para todas las variables resultó un $r > 0.94$.

4.1. CARACTERES DE CRECIMIENTO

4.1.1. Altura de planta de repollo en cm.

En el cuadro 04, se reporta el resumen estadístico del análisis de variancia, la cual expresa diferencias estadísticas significativas entre la media de alturas de plantas a las proporciones orgánicas más lombrices (p valor < 0.01), nos indica tamaños de efectos estadísticamente diferentes de estas proporciones de orgánicas sobre las medias de altura de planta. El 6.8% de coeficiente de variabilidad nos indica confianza experimental.

Cuadro 04. Análisis de variancia de altura de planta de repollo en cm.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	171.11	3	57.04	20.49	0.0001
Error	33.41	12	2.78		
Total	204.52	15			

C.V = 6.8 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 05. Prueba de Tukey de altura de planta en cm.

Tratamientos	Medias	Sig.
100Ev: 0 As	28.88	A
90:10 As	26.16	A B
80Ev: 20 As	22.87	B C
70Ev: 30 As	20.24	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 05, se muestra la prueba de Tukey, donde la proporción 100 Ev: 0 As ocupa el primer lugar, mientras la proporción 70 Ev: 30As ocupa el último lugar en cuanto al comportamiento de la altura de planta.

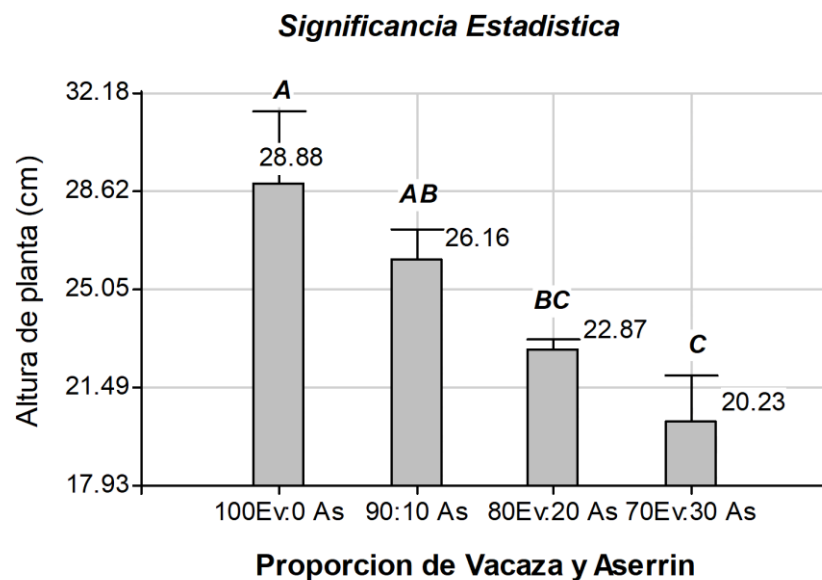


Gráfico 01. Promedios de altura de planta en cm, muestra diferencias estadísticas significativas.

En el gráfico de barras 01, se puede apreciar las discrepancias de los promedios de altura de planta de repollo al ser sometidos a cuatro proporciones orgánicas, una diferencia estadística de medias máximas 28.88 cm y mínimas 20.23 cm, representa superioridad entre estas categorías de contraste estadística.

4.1.2. Peso total de planta en g.

En el cuadro 06, se reporta el resumen estadístico del análisis de variancia, la cual expresa diferencias estadísticas significativas entre la medias del peso total de planta a las proporciones orgánicas (p valor < 0.01), nos indica tamaños de efectos estadísticamente diferentes de estas cuatro proporciones orgánicas sobre las medias de peso total de planta. El 6.00% de coeficiente de variabilidad nos indica confianza experimental.

Cuadro 06. Análisis de variancia del peso total de planta en g.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1406690	3	468897	33.84	<0.0001
Error	166257.2	12	13854.8		
Total	1572947	15			

C.V = 6.0 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 07. Prueba de Tukey del peso total de planta en g.

Tratamientos	Medias	Sig.
100Ev: 0 As	2281.37	A
90:10 As	2197.52	A
80Ev: 20 As	1830.89	B
70Ev: 30 As	1541.26	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 07, se muestra las significancias según la prueba de Tukey, donde la proporción 100EV: 0 As expresa diferencia estadística significativa con respecto a las otras proporciones orgánicas.

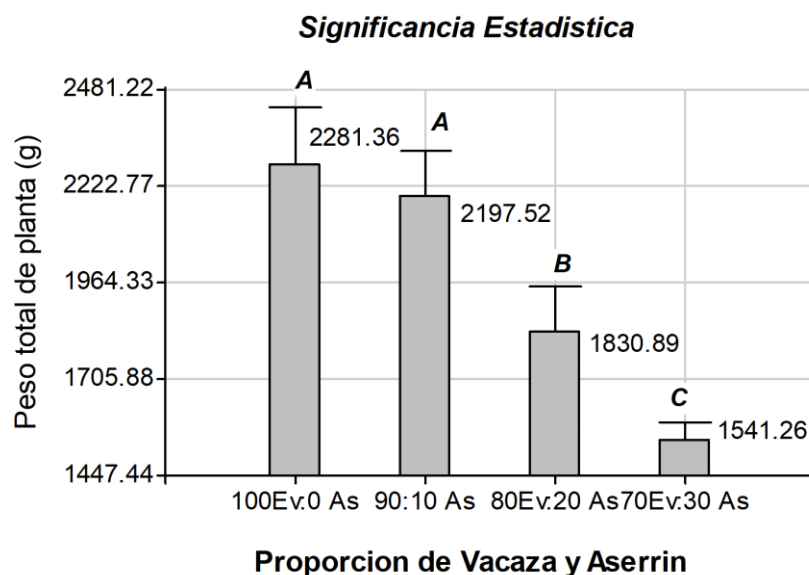


Gráfico 02. Promedios de altura de planta en cm, muestra diferencias estadísticas no significativas.

En el gráfico de barras 02, se puede apreciar la discrepancia del promedio del peso de planta de repollo al ser sometidos a cuatro proporciones orgánicas, donde la proporción 100Ev: 0 As muestra mayor peso de planta siendo estadísticamente significativa a todas las proporciones orgánicas, con diferencias de medias máximas 2,281.36 g y mínimas 1,541.26 g presentando superioridad entre estas categorías de contraste estadística.

4.1.3. Peso de raíces de repollo en g.

En el cuadro 08, se reporta el resumen estadístico del análisis de variancia, la cual expresa diferencias estadísticas significativas entre la medias de peso de raíces al ser sometidas a cuatro proporciones orgánicas (p valor < 0.01), nos indica tamaños de efectos estadísticamente diferentes de estas cuatro tratamientos en estudio sobre las medias de peso de raíz. El 10.51% de coeficiente de variabilidad nos indica confianza experimental.

Cuadro 08. Análisis de variancia del peso de raíces en g.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	55325.91	3	18442	22.47	<0.0001
Error	9849.08	12	820.76		
Total	65174.99	15			

C.V = 10.51 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 09. Prueba de Tukey del peso de raíces en g.

Tratamientos	Medias	Sig.
100Ev: 0 As	331.03	A
90:10 As	324.20	A
80Ev: 20 As	245.92	B
70Ev: 30 As	188.68	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 09, se muestra las significancias según la prueba de Tukey, donde la proporción orgánica 100Ev: 0As, expresa diferencia estadística significativa con respecto a todos los otros tratamientos sometidos a estudio.

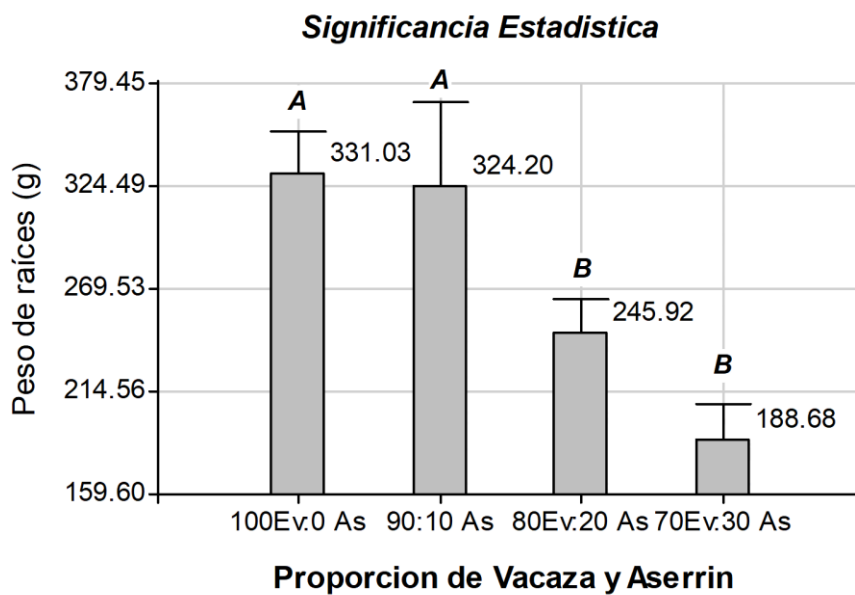


Gráfico 03. Promedios de peso de raíces en g., muestra diferencias estadísticas significativas.

En el gráfico de barras 03. se puede apreciar la discrepancia del promedio de peso de raíz de repollo al ser sometidos a cuatro proporciones orgánicas, donde la proporción 100 EV:0 As muestra mayor peso de raíces, siendo estadísticamente significativa a todos los tratamientos con pesos máximas 344.09 g y mínimas 188.68 g presentando superioridad entre estas categorías de contraste estadística.

4.1.4 Peso de cabeza de repollo en g.

En el cuadro 10, se reporta el resumen estadístico del análisis de variancia, la cual expresa diferencias estadísticas significativas entre la medias de peso de cabeza al ser sometidas a cuatro proporciones orgánicas (p valor < 0.01), nos indica tamaños de efectos estadísticamente diferentes de estas cuatro tratamientos en estudio sobre las medias de peso de cabeza. El 7.38% de coeficiente de variabilidad nos indica confianza experimental.

Cuadro 10. Análisis de variancia del peso de cabeza de repollo en g.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	908286.5	3	302762	19.44	0.0001
Error	186885	12	15573.8		
Total	1095172	15			

C.V = 7.38 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11. Prueba de Tukey del peso de cabeza de repollo en g.

Tratamientos	Medias	Sig.
100Ev: 0 As	1950.34	A
90:10 As	1875.53	A
80Ev: 20 As	1584.97	B
70Ev: 30 As	1352.59	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 11, se muestra las significancias según la prueba de Tukey, donde la proporción orgánica 100Ev: 0As, expresa diferencia estadística significativa al tratamiento 70 Ev: 30 As. Mientras con respecto a las proporciones 90 Ev: 10 As y 80 Ev: 20 As muestra una diferencia estadística no significativa.

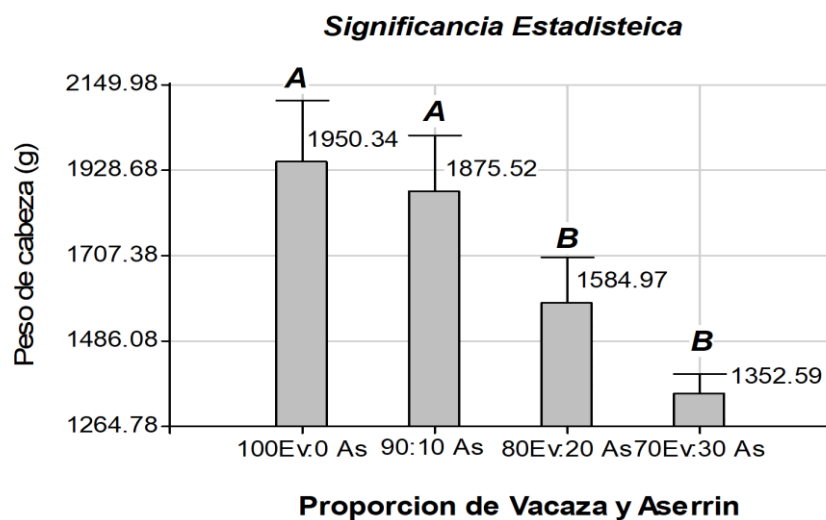


Gráfico 04. Promedios de peso de cabeza de repollo en g., muestra diferencias estadísticas significativas.

En el gráfico de barras 04 se puede apreciar la discrepancia del promedio de peso de cabeza de repollo al ser sometidos a cuatro proporciones orgánicas, donde la proporción 100 EV:0 As muestra mayor peso de cabeza, siendo estadísticamente significativa a la proporción 70 Ev: 30 As, con pesos máximas 1,950.34 g y mínimas 1,352.59 g, presentando superioridad entre estas categorías de contraste estadística.

4.1.5 Peso de cabeza comercial en g.

En el cuadro 12, se reporta el resumen estadístico del análisis de variancia, la cual expresa diferencias estadísticas no significativas entre la medias de peso de cabeza comercial al ser sometidas a cuatro proporciones orgánicas (p valor > 0.01), nos indica tamaños de efectos estadísticamente iguales de estos cuatro tratamientos en estudio sobre las medias de peso de cabeza comercial. El 8.94 % de coeficiente de variabilidad nos indica confianza experimental.

Cuadro 12. Análisis de variancia del peso de cabeza comercial de repollo en g.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	460943.2	3	153648	9.62	0.0016
Error	191633.7	12	15969.5		
Total	652576.9	15			

C.V = 8.94 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 13. Número de orden del peso de cabeza comercial de repollo en g.

Tratamientos	Medias	Sig.
90:10 As	1572.38	A
100Ev: 0 As	1560.34	A
80Ev: 20 As	1364.22	A B
70Ev: 30 As	1156.59	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 13, se muestra el número de orden, donde la proporción orgánica 100Ev: 0As, ocupa el primer lugar con diferencias numéricas con respecto a cada uno de los tratamientos en estudio, ocupando el último lugar la proporción 70 Ev: 30 As.

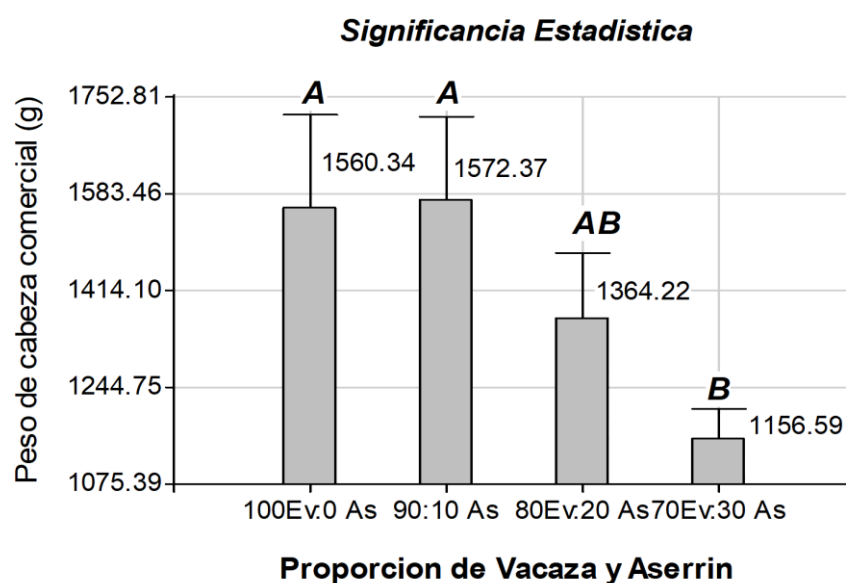


Gráfico 05. Promedios de peso de cabeza comercial en g. muestra la diferencia estadística no significativa.

4.1.6 Diámetro de planta en cm.

En el cuadro 14, se reporta el resumen estadístico del análisis de variancia del diámetro de planta de repollo, la cual reporta diferencia estadística significativa (p valor < 0.01), nos indica tamaños de efectos estadísticamente diferentes de estas cuatro proporciones orgánicas. El 6.6 % de coeficiente de variabilidad nos indica confianza experimental.

Cuadro 14. Análisis de variancia para el diámetro de planta en cm.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	26.47	3	8.82	7.35	0.0047
Error	14.41	12	1.2		
Total	40.88	15			

C.V = 6.6 %

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 15. Prueba de Tukey del diámetro de planta de repollo en g.

Tratamientos	Medias	Sig.
100Ev: 0 As	18.46	A
90:10 As	17.02	A B
80Ev: 20 As	16.00	B
70Ev: 30 As	14.98	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 15, se muestra las significancias según la prueba de Tukey, donde la proporción orgánica 100Ev: 0As, expresa diferencia estadística significativa al tratamiento 70 Ev: 30 As. Mientras con respecto a las proporciones 90 Ev: 10 As muestra una diferencia estadística no significativa. Así mismo se aprecia que las proporciones 90 Ev: 10 As, 80 Ev: 20 As y 70 Ev: 30 As muestran una diferencia estadística no significativa.

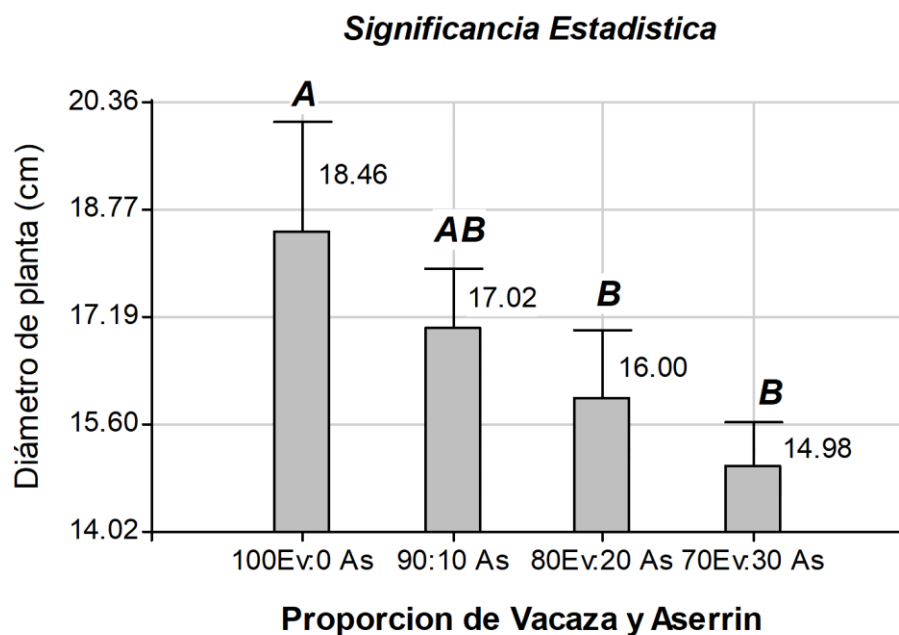


Gráfico 06. Promedios del diámetro de planta, muestra la diferencia estadística significativa.

En el gráfico de barras 06. se puede apreciar la discrepancia del promedio del diámetro de planta de repollo al ser sometidos a cuatro proporciones orgánicas, donde la proporción 100 EV:0 As muestra mayor peso de cabeza, siendo estadísticamente significativa a la proporción 70 Ev: 30 As, con

diámetro de planta máximas 18.46 cm y mínimas 14.98 cm, presentando superioridad entre estas categorías de contraste estadística.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

En la presente investigación, las pruebas paramétricas, reportan las diferencias estadísticas significativas para las proporciones orgánicas: Vacaza Vs Aserrín + 3,000 lombrices en los caracteres altura de planta, peso de planta, peso total de planta, peso de raíces, diámetro de planta y peso de hojas basales, mientras expresó diferencias estadísticas no significativas en la variable peso de cabeza comercial.

Estos parámetros nos permite inferir que las proporciones orgánicas más la inoculación constante para cada unidad experimental de 3,000 semovientes de lombrices californianas, las coloradas *Eisenia foetida*, ejercen un efecto significativo en la mayoría de las características cuantitativas que expresan mayor crecimiento como altura de planta en cm y diámetro de planta en cm, mayor incremento de raíces y de hojas, como el peso de raíces en g y el peso de hojas basales en g, el incremento numérico implica un mayor peso, y características de rendimiento de cabeza. Sin embargo, la única variable que no mostró tamaño de efecto fue el peso de cabeza comercial en g. De estos resultados podemos inferir que los tamaños de efectos de estas variables están influidos por la presencia del aserrín en las proporciones, a menor proporción de este compuesto en el sustrato de cultivo y alimento de lombrices, las plantas de repollo muestran un mejor comportamiento de crecimiento y desarrollo. A medida que se disminuye proporcionalmente el aserrín en el medio de cultivo, mejora las características agronómicas y de rendimiento de la planta del repollo manejado en cajones con

sustratos orgánicos. Este sometimiento de aserrín en mezclas con vacaza como sustrato para el cultivo de repollo, nos permite aseverar que las condiciones de la vacaza aportan mejores condiciones físicas químicas y biológicas para el crecimiento de la planta, se da una relación de peso de raíces y peso de planta, en los tratamientos con mejor desarrollo radicular mayor altura y peso de planta; la relación carbono nitrógeno en el sustrato orgánico es de mucha importancia, a mayor cantidad de aserrín se incrementa la relación de carbono, desmejorando las condiciones del sustrato de cultivo, disminución de nitrógeno, baja disponibilidad de otros elementos nutricionales; el proceso de descomposición, fermentación y mineralización de los sustratos es más lenta, por tanto menor disponibilidad de nutrientes para las plantas. Tal como lo manifiesta **ALEXANDER (1980)**, explicó que los microorganismos requieren 1 parte de nitrógeno por cada 35 partes de celulosa oxidada, ya que cada 100 partes de celulosa degradada se utilizan 3 partes de nitrógeno. El estiércol es rico en nitrógeno, lo que justificaría la mayor degradación de celulosa en los tratamientos con mayor porcentaje de estiércol.

Se puede tener un complemento del trabajo de investigación con la aplicación de otros insumos al trabajo ya realizado como menciona **LÓPEZ et al (2013)**, sus resultados sugieren que la mejor mezcla para la adaptación, reproducción de la lombriz roja californiana y calidad en el lombricompost es la T2, que contiene aserrín con estiércol de bovino más un inóculo de aserrín-melaza-lactobacilos de suero de leche. La melaza presente en T2 favoreció la descomposición del aserrín para que la lombriz tuviera más alimento disponible, reflejándose en una mayor producción de cocones con relación a las otras mezclas.

CAPITULO VI

PROPUESTA

La propuesta del presente trabajo de investigación tiene la finalidad de que estos resultados obtenidos sirvan para mejora las características agronómicas y rendimiento de *Brassica oleraceae* L. Repollo variedad Tropical de Light, utilizando el lombricompostaje como abono orgánico, el cual es beneficioso para el medio ambiente ya que su aplicación en el suelo no deja ningún tipo de residuos tóxicos ni en el producto final obtenido.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis estadístico según el análisis de variancia, formuladas a partir de la hipótesis del investigador: H_1 = Hay diferencia de las características de la planta de repollo en las proporciones de vacaza Vs aserrín más 3,000 lombrices; de las cuales se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Hay efecto de la proporción orgánica en altura de planta, peso de planta, peso total de planta, diámetro de planta, pesos de raíces, peso de hojas basales y no hay efecto de los tratamientos sometidos a estudio para el peso de cabeza comercial.
- La mayoría de las variables que mejor se comportan son cuando las planta de repollo son criadas en un sustrato con menores proporciones de aserrín.
- A menor proporción de aserrín en mezclas con estiércol, las condiciones físicas, químicas y biológicas mejoran para el crecimiento y desarrollo de las plantas de repollo.
- Un sustrato con mejores condiciones para el cultivo del repollo, se logra un mejor desarrollo radicular y mayor crecimiento y peso de la cabeza.
- La crianza de lombrices en un sustrato que sirve de alimento para su reproducción, puede servir para la crianza de plantas de repollo, obteniendo dos productos en un manejo paralelo; la cosecha del repollo y la cosecha de estiércol de lombrices.

CAPÍTULO VIII

RECOMENDACIONES

- Según estos resultados, se sugiere planificar la crianza de plantas hortícolas en sustratos que sirven de alimento para lombrices y de nutrientes para el crecimiento y desarrollo de plantas.

- Utilizar mezclas de estiércoles con proporciones adecuadas de aserrín descompuesto, teniendo en cuenta la relación carbón: nitrógeno y el tiempo de descomposición y mineralización, condiciones que favorecerán en la alimentación de las lombrices y aporte de nutrientes para las plantas.

- Realizar trabajos de investigación con menores proporciones de aserrín descompuesto en un proceso de compostaje, que pueden servir de alimento en la crianza de lombrices y como sustrato para el cultivo de plantas hortícolas.

CAPÍTULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER M., 1980.** Introducción a la Microbiología del Suelo. AGT Editor S.A., 491 pp.
- ALVAREZ, R. S. (1964).** “Multiplicación de árboles frutales, explotación de viveros”. Editorial AEDOS. Barcelona. 224p.
- AIRA, M., MONROY, F., DOMÍNGUEZ, J., MATO, S. 2002.** How earthworm density affects microbial biomass and activity in pig manure. European Journal of Soil Biology 38:7-10.
- AIRA, M., SAMPEDRO, L., MONROY, F., DOMÍNGUEZ, J. 2008.** Detritivorous earthworms directly modify the structure, thus altering the functioning of a microdecomposer food web. Soil Biology and Biochemistry 40:2511-2516.
- ATIYEH, R., DOMINGUEZ, J., SUBLER, S., EDWARDS, C.A. 2000.** Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms and the effects on seedling growth. Pedobiologia 44:709-724.
- BABILONIA, A. y REATEGUI, J. (1994).** El cultivo de hortalizas en la selva baja del Perú. Manual Técnico – Práctico. Iquitos – Perú. 187 pp.
- BRACHO, J.; PIERRE, F. Y QUIROZ, A. (2009).** Caracterización de componentes de sustratos locales para la producción de plántulas de hortalizas. Venezuela. Bioagro 21(2): 117 – 124 pág.

- CÁSSERES, E. (1984).** Producción de Hortalizas. Edit. IICA, San José - Costa Rica. 378 pág.
- CAMARGO, D.S. (1983).** As Hotalicas e Seu Cultivo. 2^{da} edic. fundasao Cargill. Campinas – Brasil. 440 Pág.
- BARDGETT, R.D. 2005.** The biology of soil: a community and ecosystem approach. Oxford University Press, Oxford, UK.
- BOUCHÉ, M.B. 1977.** Strategies lombriciennes. En: Lohm, U. y Persson, T. (eds.) Soil Organisms as Components of Ecosystems, pp. 122-132, Biology Bulletin, Stockholm. Sweden.
- CUCULIZA, V. P. (1956),** Propagacion de plantas. Talleres graficos P. L. Villanueva – Peru. 280 p.
- CLARHOLM, M. 1994.** The microbial loop. En: Ritz, K., Dighton, J. y Giller, K.E. (eds.), Beyond the Biomass, pp. 355-365, Blackwell Scientific Publications, Oxford UK.
- CRACOGNA, M.F.; FOGAR, M.N.; IGLESIAS, M.C.; FERNÁNDEZ, N.N. 1999.** Evaluación del nivel de N₂ de lombricompuestos obtenidos de distintas proporciones de estiércol y cachaza. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Tomo V. Ciencias Agrarias, UNNE. Edit. Universitaria de la UNNE. Corrientes. Argentina.
- CHUJITALLI M. (2009),** “Frecuencia de aplicación de Biol y su efecto en el rendimiento de *Brassica oleraceae* L. “REPOLLO” VAR. TROPICAL DELIGHT EN ZUNGAROCOCHA – IQUITOS”. TESIS. UNAP, PAG 92

- DOMÍNGUEZ, J. 2004.** State of the art and new perspectives on vermicomposting research. En: Edwards, C.A. (ed.), *Earthworm Ecology*, 2nd edn., pp. 401-424, , CRC Press, Boca Raton FL USA.
- DOMÍNGUEZ, J., PARMELEE, R.W., EDWARDS, C.A. 2003.** Interactions between *Eisenia andrei* and nematode populations during vermicomposting. *Pedobiologia* 47:53-60.
- DOMÍNGUEZ, J., BOHLEN, J.P., PARMELEE, R.W. 2004.** Earthworms increase nitrogen leaching to greater soil depths in row crop agroecosystems. *Ecosystems* 7:672-685.
- DOMÍNGUEZ, J., AIRA, M., GÓMEZ-BRANDÓN, M. (2009).** El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. *Ecosistemas* 18(2):20-31.
- DURANY C. (1980),** *HIDROPONIA – Cultivos de plantas sin tierra*, 2da edición, Barcelona – España, pág. 110
- EDWARDS, C.A., BOHLEN, P.J. 1996.** *Biology and ecology of earthworms.* 426 pp. Chapman and Hall, London,
- EASTMAN, B.R. ; KANE, P.N. ; EDWARDS, C.A. ; TRYTEK, L. ; GUNADI, B. ; STERMER, A.L. ; MOBLEY, J.R. 2001.** The effectiveness of vermiculture in human pathogen reduction for USEPA biosolids stabilization. *Compost Sci & Utilization* 9 (1): 38-49.
- FERRERA CD, ALARCÓN A (2001)** La agricultura del suelo en la agricultura sostenible. *Ciencia Ergo Sum* 8:175-183.

- GARCÍA M., et al (2009).** ESTIÉRCOL BOVINO Mitos y realidades *O.B. Facultad de Medicina Veterinaria, UNAH.* Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). Artículo técnico
- GALLARDO A., DELGADO M., MORILLAS L. Y COVELO, F. 2009.** Ciclos de nutrientes y procesos edáficos en los ecosistemas terrestres: especificidades del caso mediterráneo y sus implicaciones para las relaciones suelo-planta. *Ecosistemas* :4- 19.
- GONZALEZ, G. Y DOMINGUEZ, R. (1980).** “Sistema de propagación de chontaduro”. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. 84p.
- GORDON Y BARDEN (1992).** Horticultura. Editorial AGT. Editor S.A. México. 727 pp.
- LIMONGELLI, C.J. (1979).** El Repollo y otras Crucíferas importantes en la Huerta Comercial. Edit Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. 130 Pág.
- LÓPEZ et al (2013),** Influencia de diferentes sustratos orgánicos en la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)
- KALLIOLA, R. & FLORES PAITÁN, S. (eds.) 1998.** Geoecología y desarrollo Amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. *Annales Universitatis Turkuensis Ser A* 11114: 11-15.
- LECONTE, M.C. 2000.** El compostaje de desechos orgánicos agroindustriales. Su Actividad Biológica. Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE.
- QUANT BERMÚDEZ J., IGLESIAS M.C., DRIUTTI A., LÓPEZ N.F.DE, BAKOS B.C.DE Y CARAM G.A. DE. 1992.** Estudios de Laboratorio

sobre la elaboración de abonos compuestos mixtos (orgánico-mineral) para cultivos intensivos. -I. Aspectos metodológicos. -II. Mezclas p/p Aserrín Estiércol vacuno en las siguientes proporciones, 2:1-3:1 y 4:1. - III. Mezclas V/V de aserrín -estiércol vacuno en las proporciones, 2:1-3:1 y 4:1.tercera Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. F.C.A. UNNE,

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1997). Rendimiento anual de la col – repollo según región y sub región. Editorial oficina de Información Agraria. Lima – Perú. 84 pp.

MOORE et al 2004. Detritus, trophic dynamics and biodiversity. Ecology Letters 7:584-600.

MURILLO, T. (1999). Alternativa de uso para la gallinaza. XI Congreso Nacional Agronómico. Conferencia 94. San José de Costa Rica.

RAYMOND, D. (1993). Cultivo práctico de hortalizas. Editorial CELSA. México. 203 pp.

SCHEU, S. 2002. The soil food web: structure and perspectives. European Journal of Soil Biology 38:11-20.

SWIFT, M.J., HEAL, O.W., ANDERSON, J.M. 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems. Blackwell Scientific Publications, Oxford. UK.

TORSVIK, V., OVREAS, L. AND THINGSTAD, T.F. 2002. Prokaryotic diversity: magnitude, dynamics and controlling factors. Science 296:1064-1066

VALADEZ, L.A. (1996). Producción Hortalizas. 5^{ta} reimpresión. Edit. Limusa S.A. México D.F 298 p.p.

VELÁZQUEZ GÁLVEZ, NOÉL ENRIQUE; LUÉVANO GONZÁLEZ, ARMANDO ejemplo singular en los agronegocios estiercol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso Revista Mexicana de Agronegocios, vol. V, núm. 9, julio-diciembre, 2001 Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C.Torreón, México

ANEXOS

ANEXO I: DATOS METEOROLÓGICOS AÑO - 2016

Estación Climatológica Ordinaria – CO –Puerto Almendras

Datos Meteorológicos Mensuales

Latitud . 03° 46' 42.86'' S

Departamento : Loreto

Longitud. 73° 22' 37.65'' W

Provincia : Maynas

Altitud . 93 m.s.n.m

Distrito : San Juan Bautista

Meses	T° Max	T° Min	T° Media	H. R (%)	Precp. (m.m)
E	33.5	24.4	28,8	89.4	247.8
F	32.1	23.6	27.4	91.0	398.6
M	32.1	24.1	28.0	91.1	405.0
A	32.0	23.3	27.7	89.8	253.8
M	32.0	23.3	27.5	91.8	263.1
J	30.5	22.5	26.4	90.2	128.5
J	31.1	22.5	26.6	91.4	190.6
A	32.3	21.7	27.1	86.4	175.9
S	32.1	22.0	27.0	87.0	93.8
O	33.0	24.0	27.5	89.0	302.5
N	33.2	23.2	26.7	87.4	297.1
D	31.9	23.7	27.3	87.0	320.2
X	32.1	23.2	27.3	89.3	256.5

Fuente: Estación Meteorológica Puerto Almendras (2016)

ANEXO II: DATOS DE CAMPO

ALTURA (cm)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
1	30.23	27.34	23.12	20.34	101.03	25.26
2	25.41	26.85	22.45	22.50	97.21	24.30
3	28.34	25.10	23.15	18.65	95.24	23.81
4	31.53	25.36	22.75	19.45	99.09	24.77
TOTAL	115.51	104.65	91.47	80.94	392.57	98.14
PROM	28.88	26.16	22.87	20.24	98.14	24.54

PESO TOTAL DE PLANTA (g)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
1	2145.00	2084.21	1656.82	1482.75	7368.78	1842.20
2	2345.12	2305.45	1955.34	1539.32	8145.23	2036.31
3	2168.00	2105.25	1852.52	1597.23	7723.00	1930.75
4	2467.34	2295.18	1858.88	1545.75	8167.15	2041.79
TOTAL	9125.46	8790.09	7323.56	6165.05	31404.16	7851.04
PROM	2281.37	2197.52	1830.89	1541.26	7851.04	1962.76

PESO DE LA RAIZ (g)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
1	355.72	298.34	236.05	188.45	1078.56	269.64
2	302.83	301.21	254.76	205.21	1064.01	266.00
3	323.57	391.95	267.12	199.05	1181.69	295.42
4	342.00	305.31	225.76	162.00	1035.07	258.77
TOTAL	1324.12	1296.81	983.69	754.71	4359.33	1089.83
PROM	331.03	324.20	245.92	188.68	1089.83	272.46

PESO DE LA CABEZA (g)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
1	1789.28	1785.87	1420.77	1294.30	6290.22	1572.56
2	2042.29	2004.24	1700.58	1334.11	7081.22	1770.31
3	1844.43	1722.12	1585.40	1398.18	6550.13	1637.53
4	2125.34	1989.87	1633.12	1383.75	7132.08	1783.02
TOTAL	7801.34	7502.10	6339.87	5410.34	27053.65	6763.41
PROM	1950.34	1875.53	1584.97	1352.59	6763.41	1690.85

PESO NETO COMERCIAL (g)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
1	1407.28	1483.87	1204.77	1089.30	5185.22	1296.31
2	1637.29	1694.24	1468.58	1148.11	5948.22	1487.06
3	1446.43	1411.52	1354.40	1203.18	5415.53	1353.88
4	1750.34	1699.87	1430.12	1185.75	6066.08	1516.52
TOTAL	6241.34	6289.50	5457.87	4626.34	22615.05	5653.76
PROM	1560.34	1572.38	1364.47	1156.59	5653.76	1413.44

PESO DE HOJAS BASALES (gr)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
1	382.00	302.00	216.00	205.00	1105.00	276.25
2	405.00	310.00	232.00	186.00	1133.00	283.25
3	398.00	310.60	231.00	195.00	1134.60	283.65
4	375.00	290.00	203.00	198.00	1066.00	266.50
TOTAL	1560.00	1212.60	882.00	784.00	4438.60	1109.65
PROM	390.00	303.15	220.50	196.00	1109.65	277.41

DIAMETRO DE LA PLANTA ENTERA (cm)

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	TOTAL	PROM
1	17.30	16.10	15.20	14.30	62.90	15.73
2	18.87	17.45	16.65	15.74	68.71	17.18
3	17.10	16.50	17.05	14.55	65.20	16.30
4	20.56	18.03	15.10	15.32	69.01	17.25
TOTAL	73.83	68.08	64.00	59.91	265.82	66.46
PROM	18.46	17.02	16.00	14.98	66.46	16.61

**ANEXO III: PRUEBAS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE
VARIANZAS DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO**

FICHA

DISEÑO EXPERIMENTAL= DCA, 4 REP, 4 TRATAMIENTOS.

PRUEBA DE NORMALIDAD: PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO-
WILKS

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD: LEVENE

SOFTWARE: INFOSTAT

VARIABLES	NORMALIDAD (RDUO-VAR)	HOMOGENEIDAD (RABS-VAR)
Altura de planta (cm)	p = 0.9358	p = 0.0678
Peso total de planta (g)	p = 0.6032	p = 0.0829
Peso de raíces (g)	p = 0.1052	p = 0.2018
Peso de cabeza (g)	p = 0.1829	p = 0.0413
Peso de cabeza comercial (g)	p = 0.2279	p = 0.0371
Peso de hojas basales (g)	p = 0.2150	p = 0.2600
Diámetro de planta (cm)	p = 0.3446	p = 0.1310

CONCLUSIÓN

Errores aleatorios con distribución normal y variancias homogéneas todas las
variables

RECOMENDACIÓN

Realizar pruebas estadísticas paramétricas para todas las variables en estudio.

ANEXO IV: ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS
 PROCEDENCIA : LORETO/ MAYNAS/ SAN JUAN
 REFERENCIA : H.R. 62953
 BOLETA : 1415
 FECHA : 12/04/18

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
229	T01	8.77	14.00	21.88	0.95	1.43	1.88
230	T02	8.52	6.93	29.28	1.05	1.39	1.80
231	T03	8.76	7.14	26.52	0.98	1.37	1.80
232	T04	8.25	6.06	32.93	0.99	1.29	2.11
233	Aserin	7.08	0.41	65.23	0.48	0.23	0.10
234	Vacuno	8.42	2.55	28.29	0.88	1.39	0.08
235	Gallinaza	7.44	9.40	40.57	1.74	1.40	2.00

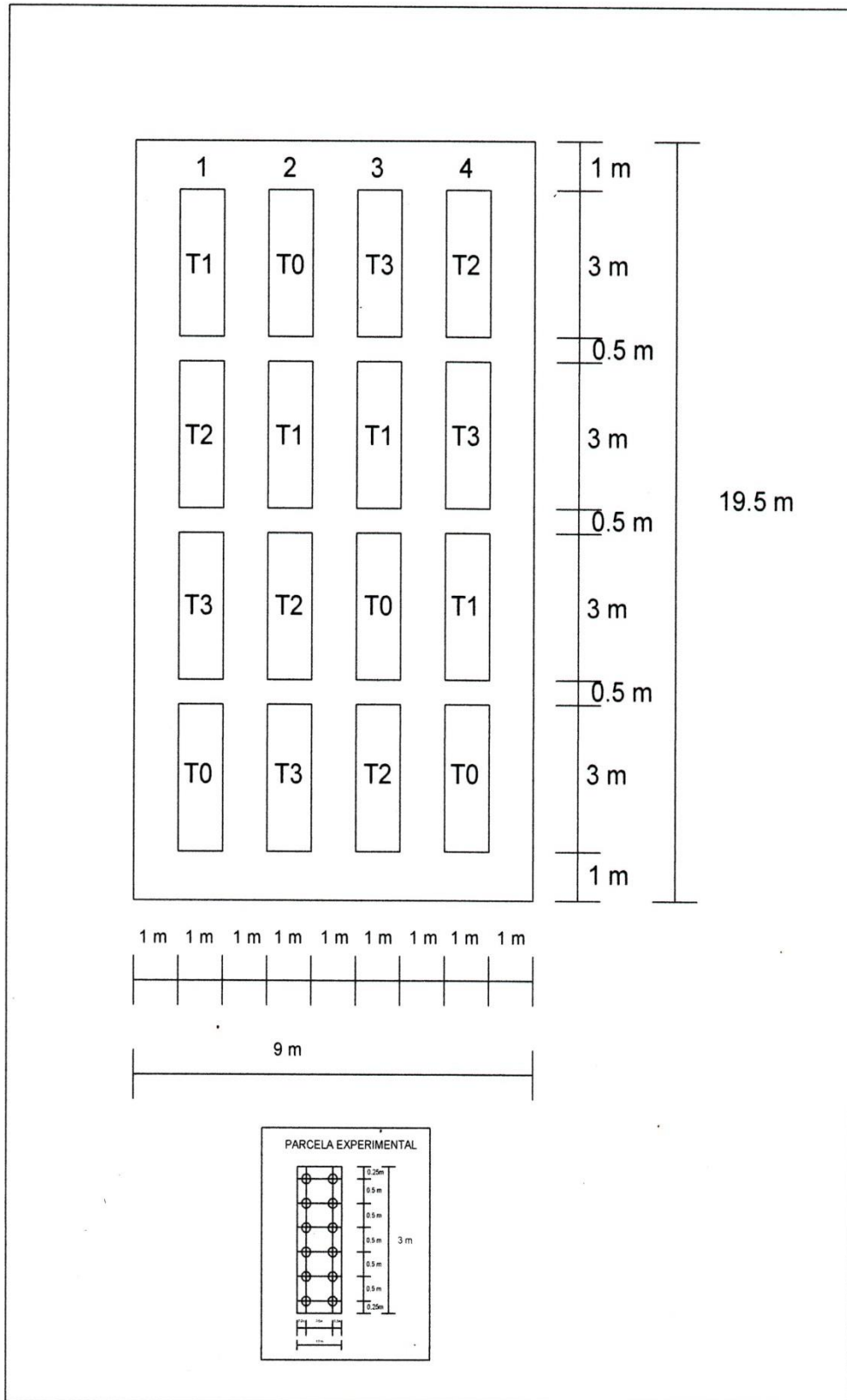
Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
229	T01	3.07	1.10	40.05	0.17
230	T02	2.07	1.14	58.71	0.08
231	T03	1.88	0.97	61.30	0.08
232	T04	2.51	1.17	65.05	0.08
233	Aserin	1.73	0.19	60.03	0.02
234	Vacuno	1.15	0.43	56.15	0.03
235	Gallinaza	5.43	1.47	18.38	0.22



Sady Garcia Bendezu
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5822
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

ANEXO V: DISEÑO DEL ÁREA EXPERIMENTAL



ANEXO VI: FOTOS DE EVALUACIONES REALIZADAS

PROCEDIMIENTOS:

1. Preparación de alimento de lombrices



2. Siembra de lombrices



3. Siembra de plántones de col repollo





4. Tratamientos





5. Evaluaciones



