

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS**

**ESTUDIO DE COMPOSTAJE DEL EFLUENTE  
VINAZA DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL  
AZUCARERA PARA OBTENER MAYOR  
RENDIMIENTO ECOLÓGICO EN EL CULTIVO DE  
RABANITO (*Raphanus Sativus*, L)**

**PRESENTADO POR:**

**MIGUEL ANGEL INGA SOTELO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS  
AMBIENTALES**

**ASESOR:**

**Dra. HAYDEE DEL ROSARIO RAMOS PACHECO**

**HUACHO - 2020**

**ESTUDIO DE COMPOSTAJE DEL EFLUENTE VINAZA DE LA ACTIVIDAD  
INDUSTRIAL AZUCARERA PARA OBTENER MAYOR RENDIMIENTO  
ECOLÓGICO EN EL CULTIVO DE RABANITO (*Raphanus Sativus*, L)**

**MIGUEL ANGEL INGA SOTELO**

**TESIS DE DOCTORADO**

**ASESOR: Dra. HAYDEE DEL ROSARIO RAMOS PACHECO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES  
HUACHO  
2020**

## DEDICATORIA

A mis hijos ALEJANDRO, ZEYNEP y mi esposa TANIA, con el mayor cariño, por su paciencia, amor y comprensión, a mis padres ALEJANDRO YNGA y LUCINDA SOTELO, por estar siempre conmigo celebrando cada logro y guiándome siempre con cariño y humildad.

*Miguel Angel Inga Sotelo*



## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme la vida, por estar siempre conmigo en cada paso que doy, a mi queridísima madre LUCINDA, a mi recordado padre ALEJANDRO, mis hijos y mi esposa quienes están a mi lado alentándome con ejemplos de superación, humildad, respeto y sacrificio.

A mis hermanos AVELINO, AGUSTÍN, JESÚS, CONSUELO, HÉCTOR, ABEL y CELIA, a ellos con el mayor cariño y aprecio.

Deseo también expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que directa e indirectamente colaboraron en la elaboración de esta tesis, a la Dra. HAYDEE DEL ROSARIO RAMOS PACHECO, por su asesoramiento en el presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b>	3
<b>AGRADECIMIENTO</b>	4
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	5
<b>ÍNDICE CUADROS</b>	7
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	8
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	9
<b>RESÚMEN</b>	10
<b>ABSTRACT</b>	11
<b>INTRODUCCIÓN</b>	12
<b>CAPÍTULO I</b>	14
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	14
<b>1.1 Descripción de la realidad problemática</b>	14
<b>1.2 Formulación del problema</b>	15
<b>1.2.1 Problema general</b>	15
<b>1.2.2 Problemas específicos</b>	15
<b>1.3 Objetivos de la investigación</b>	15
<b>1.3.1 Objetivo general</b>	15
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b>	16
<b>1.4 Justificación de la investigación</b>	16
<b>1.5 Delimitaciones del estudio</b>	17
<b>1.6 Viabilidad del estudio</b>	17
<b>CAPÍTULO II</b>	18
<b>MARCO TEÓRICO</b>	18
<b>2.1 Antecedentes de la investigación</b>	18
<b>2.1.1 Investigaciones internacionales</b>	18
<b>2.1.2 Investigaciones nacionales</b>	20
<b>2.2 Bases teóricas</b>	23
<b>2.3 Definición de términos básicos</b>	32
<b>2.4 Hipótesis de investigación</b>	33
<b>2.4.1 Hipótesis general</b>	33
<b>2.4.2 Hipótesis específicas</b>	33
<b>2.5 Operacionalización de las variables</b>	33
	5

<b>CAPÍTULO III</b>	36
<b>METODOLOGÍA</b>	36
<b>3.1 Diseño metodológico</b>	36
<b>3.2 Población y muestra</b>	41
<b>3.2.1 Población</b>	41
<b>3.2.2 Muestra</b>	41
<b>3.3 Técnicas de recolección de datos</b>	41
<b>3.4 Técnicas para el procesamiento de la información</b>	41
<b>CAPÍTULO IV</b>	42
<b>RESULTADOS</b>	42
<b>4.1 Análisis de resultados</b>	42
<b>4.2 Contrastación de hipótesis</b>	46
<b>CAPÍTULO V</b>	49
<b>DISCUSIÓN</b>	49
<b>5.1 Discusión de resultados</b>	49
<b>CAPÍTULO VI</b>	51
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	51
<b>6.1 Conclusiones</b>	51
<b>6.2 Recomendaciones.</b>	53
<b>REFERENCIAS</b>	54
<b>ANEXOS</b>	58

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N° 01:</b> Producción de diversos cultivos agrícolas del año 2008 al 2014 expresados en toneladas -----	26
<b>Cuadro N° 02:</b> Producción de diversas hortalizas por departamento del año 2014-----	27
<b>Cuadro N° 03:</b> Operacionalización de las Variables -----	35
<b>Cuadro N° 04:</b> Disposición al azar de los diferentes tratamientos-----	40



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 01:</b> Análisis básico de fertilidad de suelo, para el cultivo de rabanito ( <i>R. sativus</i> L.). -----	42
<b>Tabla N° 02:</b> Análisis básico de abono orgánico-----	42
<b>Tabla N° 03:</b> Aplicación de dosis de compostaje, para los tratamientos para el cultivo de rabanito ( <i>R. sativus</i> L.). -----	43
<b>Tabla N° 04:</b> Respuesta del cultivo rabanito ( <i>R. sativus</i> L.) en sus características físicas de tallo y raíces respecto a los tratamientos aplicados -----	44
<b>Tabla N° 05:</b> Respuesta del cultivo de rabanito ( <i>R. sativus</i> L.) en sus características físicas de la hoja respecto a los tratamientos aplicado.-----	45
<b>Tabla N° 06:</b> Correlación de variación de la característica física (altura, longitud y peso de las raíces del cultivo, respecto al tratamiento aplicado con abono preparado al cultivo de rabanito-----	46
<b>Tabla N° 07:</b> Correlación de variación de la característica física (altura, longitud y peso de las raíces del cultivo) respecto al tratamiento aplicado con abono preparado al cultivo.-----	47



## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura N° 01:** Diseño experimental, para instalación del cultivo de rabanito (*R. sativus* L.). -----62

**Figura N° 02:** Etapa de fertilización del cultivo de rabanito (*R. sativus* L.) -----62



## RESUMEN

La investigación doctoral tuvo como propósito darle utilidad a los subproductos generados en el proceso de producción del azúcar de caña, que en las fábricas agroindustriales se acumulan sin tener disponible un tratamiento para obtener un provecho de este subproducto a excepción del bagazo de caña que si lo utilizan como combustible para sus calderos. En esta investigación se propuso biodegradar naturalmente por compostaje esta mezcla de bagazo y vinaza, que por información de análisis químico de estos dos subproductos requiere un reforzamiento nutricional de nitrógeno por lo que se le adicionó guano de cuy y restos de tallos y hojas que quedaron en el campo de cultivo después de las cosechas. El objetivo también es dar una textura adecuada al conjunto resultante para que tenga espacios vacíos que permita una eficiente aireación a fin de fomentar la biodegradación y no se apelmace ya que dificultaría las reacciones química y bioquímicas que van a convertir las materias orgánicas a inorgánicas en forma total o parcial, es justamente los nutrientes en estados mineralizados en que los cultivos los puedan aprovechar en su proceso de desarrollo y absorción de nutrientes.

Para esta investigación experimental se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) y el software estadístico Minitab y la prueba de análisis de Fisher's al 5 % de error, y se determinó las características físicas del rabanito a fin calcular cuál de los tratamientos tiene una mejor proyección de tener mayor producción y productividad ecológicamente. Aplicando este software se determinó que el mejor tratamiento fue el T<sub>4</sub> no obstante los demás tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub> si bien resultaron no significativos estadísticamente mostraron una importante tendencia a la significancia estadística.

**Palabras clave:** Compostaje, vinaza, bagazo, cultivo ecológico

## ABSTRACT

The purpose of the doctoral research was to give utility to the by-products in the production of cane sugar, which the factory accumulates without having a treatment available to obtain a benefit from this by-product with the exception of cane bagasse that if used as fuel for your cauldrons. In this research, it is proposed to naturally biodegrade this mixture of bagasse and vinasse by composting, which, based on information from chemical analysis of these two by-products, requires a nutritional reinforcement of nitrogen, which is why guano and remains of stems and leaves were added. in the crop field after the harvests. The objective is also to give a suitable texture to the resulting assembly so that it has empty space that allows aeration in order to promote biodegradation and does not caking that would hinder the chemical and biochemical reactions that will convert organic materials to inorganic in total or partial, it is precisely the nutrients in mineralized states in which crops can.

For this experimental investigation, the Completely Random Block Design (DBCA) and the Minitab statistical software and the Fisher's analysis test at 5% error were used, and the physical characteristics of the radish were determined in order to calculate which treatment has a better projection of have higher production and productivity ecologically. Applying this software, it was determined that the best treatment was T4, despite the other treatments T2, T3, T5, although they were not statistically significant.

**Keywords:** Composting, vinase, bagasse, organic farming

## INTRODUCCIÓN

Es evidente la creciente tendencia a consumir alimentos con la mayor inocuidad posible, que se encuentren libres de contaminantes de diversa procedencia entre las comunes los plaguicidas y fertilizantes químicos, material particulado que transportan las corrientes de aire y otros mecanismos de transporte. Por otro lado, en las actividades industriales sobre todo en las que se procesan alimentos se tienen alternativas de recuperar o reciclar los efluentes o residuos orgánicos, en gran mayoría de casos estos productos residuales requieren de un tratamiento antes de darles un uso óptimo, para ello se requiere hacer investigaciones con metodologías, técnicas, rigurosidad y validez científica a fin de encontrar una optimización en el ensayo investigativo.

En la actualidad, que se vive una pandemia donde el sistema de salud ha sido gravemente vulnerado por la cantidad de pacientes Covid-19, se ha hecho notar la relevancia de la necesidad que las personas tengan un sistema inmunológico lo suficientemente fuerte a fin de hacer frente a la agresividad del virus, para ellos se requiere también que los alimentos que se consumen sean sanos y estén exentos de restos o residuos metabolizados de plaguicidas o fertilizantes, por lo que se propone una agricultura orgánica o parcialmente orgánica. Al respecto se tiene el trabajo de investigación presentado por Sagardoy (1993), que sostiene que una agricultura con excesivas aplicaciones de fertilizantes, en especial los nitrogenados, este es el responsable de que las aguas superficiales y subterráneas contengan nitratos, llegando a ser tóxicos a niveles altos, en concordancia a esta investigación realizada por Domínguez y Domínguez (1994), recomienda disminuir la cantidad de la dosis de N (nitrógeno), incorporado al suelo en tomate, con la finalidad de no reducir los rendimientos, por otro lado, esto ocasiona variaciones en el transcurso del tiempo a diferentes profundidades, así mismo presentando nitratos en pozos debido al uso inadecuado de nitrógenos, que aporta los abonos minerales (p.18).

En referente a recuperación de los residuos sólidos aprovechables de la industria azucarera se tiene el trabajo de investigación presentado por Basanta, García, Cervantes, Mata y Bustos (2007), señalan que, en la actualidad los residuos de la agroindustria azucareras es posible aprovecharlos y ajustarse a las normativas vigentes hacia el medio ambiente, de esta manera diversificar y adaptar los sistemas productivos. El trabajo de investigación tuvo como

objetivo analizar como problemática el impacto ambiental del sistema productivo del cultivo de caña de azúcar y los subproductos que generan la agroindustria azucarera, en un contexto de desarrollo sostenible, empleando el reciclaje. De tal manera como se evidencia en las revisiones bibliográficas, mencionan que existe alternativas de uso para los residuos, de ello nace la necesidad de poder realizar investigación y proponer metodologías del proceso de compostaje, como alternativa para enfrentar estas situaciones, también en el aprovechamiento en procesos biotecnológicos (p.2).

En razón a estos planteamientos en torno al reciclado de los efluentes y recuperación de residuos sólidos, ambos de naturaleza orgánica, se presenta la opción compatible con las dos tendencias antes señalada y sustentadas líneas arriba con la obtención de compost para usarlo como fertilizante orgánico en los cultivos de rabanito, mientras que, Bohórquez A., Puentes Y. y Menjivar, (2014), afirman que los residuos o subproductos que generan la industria azucarera en sus procesos son: cachaza, vinaza y bagazo, que al ser incorporados al suelo, reaccionan de manera negativa en las plantas. Por ello cabe mencionar que el compost viene a ser una alternativa de solución para que estos subproductos puedan ser aprovechados.

Sin embargo, estos residuos orgánicos provenientes de la caña de azúcar como la vinaza y el bagazo de azúcar ambos de naturaleza orgánica que contienen componentes que pueden ser aprovechables por las cultivos si se transforman ha estado inorgánico, con la ventaja adicional de reducir la contaminación ambiental si se disponen inadecuadamente estos residuos y efluentes, al respecto en el trabajo de investigación de Vargas y Pérez (2018), mencionan que, los residuos agroindustriales es una problemática a nivel mundial, debido a que estos pasan por diferentes etapas de procesos, sin embargo, en mayoría de casos no son procesados, generando efectos negativos sobre el ambiente de esta manera contaminando el medio en que vivimos.



# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

El objetivo de la investigación fue utilizar los residuos y efluentes de la actividad industrial de la caña con un criterio responsable al medio ambiente al evitar que todo o parte de la vinaza y bagazo provenientes del proceso de industrialización del cultivo de la caña de azúcar estos efluentes y residuos se dispongan al ambiente, por otro lado, se procura la obtención de cultivos saludables para ello se fertiliza con un abono orgánico a fin de evitar el uso de fertilizantes sintéticos que de alguna u otra manera contaminan al suelo y al cultivo mismo. En el caso de contaminación al suelo por la incorporación de fertilizantes químicos, las cuales estos, podrían alcanzar las aguas subterráneas que abastecen de agua potable a la población en general, con un criterio ecológico, se tiene los subproductos industriales derivados de la caña de azúcar que en este caso son la vinaza y bagazo provenientes de la caña de azúcar, la cual se pueden compostar a diferentes cantidades con la alternativas de poder mezclar con otros compuestos orgánicos de naturaleza nitrogenada orgánica, pues se tiene la información de análisis químico que el bagazo y la vinaza tienen una cantidad baja en contenido de nitrógeno. Conocedor de las condiciones y tendencias de pérdidas de nuestros suelos en costa, la salinización de los suelos aumenta cada vez con mayor fluidez sin que se tomen las medidas necesarias o recomendaciones técnicas para evitar este escenario en el futuro, lo cual trae consigo la disminución de la producción y productividad anual de los mismos o en algunos casos el aumento en el costo de su recuperación a mediano o largo plazo.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Es posible a partir de un tratamiento de compostaje del efluente vinaza para su utilización como fertilizante en un suelo influya en el rendimiento de una planta de rabanito Huacho-2020?

### **1.2.2 Problemas específicos**

1. ¿La caracterización físico-química del efluente vinaza favorece en información para el tratamiento de compostaje del efluente vinaza para su utilización como fertilizante en suelos agrícolas?
- 2.- ¿La aplicación por tratamientos del compost obtenido mezclado con otros compuestos orgánicos para completar su composición en nutrientes, aplicado al suelo influya en el rendimiento de la planta de rabanito?
- 3.- ¿La aplicación de compuestos orgánicos residuales compostados a suelos con déficit en material orgánico y nutrientes para lograr una agricultura más ecológica, sostenible, y a la vez con un rendimiento comercial en este caso utilizando al rabanito como muestra de ensayo después de aplicar prototipos caseros en zonas rurales dispersas?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Aplicar un tratamiento de compostaje del efluente vinaza para su utilización como fertilizante en un suelo para influir en el rendimiento de una planta rabanito. Huacho-2020.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- 1.- Caracterizar físico-químicamente al efluente vinaza para favorecer en información para el tratamiento de compostaje del efluente vinaza para su utilización como fertilizante en suelos agrícolas.
- 2.- Aplicar tratamientos del compost obtenido mezclado con otros compuestos orgánicos para completar su composición en nutrientes, aplicado al suelo influya en el rendimiento de la planta de rabanito.
- 3.- Aplicar compuestos orgánicos residuales compostados a suelos con déficit en material orgánico y nutrientes para lograr una agricultura más ecológica y sostenible y a la vez con un rendimiento comercial en este caso utilizando al rabanito como muestra de ensayo.

### 1.4 Justificación de la investigación

El compostaje es un compuesto predominantemente orgánico que va a mejorar las características y propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo y el desarrollo de la planta, sin embargo, la utilización de sus componentes es importante para obtener fertilizante rico en nutrientes, por lo que en esta investigación se utilizará derivados industriales de la caña de azúcar siendo reaprovechable y sostenible, esto se sustenta con Bohórquez A., Puentes y Menjivar (2014), quienes afirman que, la incorporación directa al suelo de los subproductos como; cachaza, vinaza y bagazo de la industria azucarera, esto genera efectos negativos en la planta. Debido a estas circunstancias el compost es la mejor alternativa para que se puedan aprovechar los subproductos.

En nuestra provincia los agricultores utilizan compostaje a base de guano de cuy, estiércol de ganado vacuno y de otros animales y residuos de comida, sin embargo, poco se ha realizado a base del resultante de la caña de azúcar, lo que sería una excelente opción ecológica el uso de esta formulación predominantemente orgánica, ya que sería de uso para la zona y se reduciría la contaminación, esto se sustenta con lo afirmado por Pérez, *et. al.*, (2011), quien manifiesta que los residuos son una fuente de contaminación al suelo, agua y aire, siempre y cuando estos no sean tratados y manejados de manera adecuada. Así mismo, dice que el compostaje es una de las



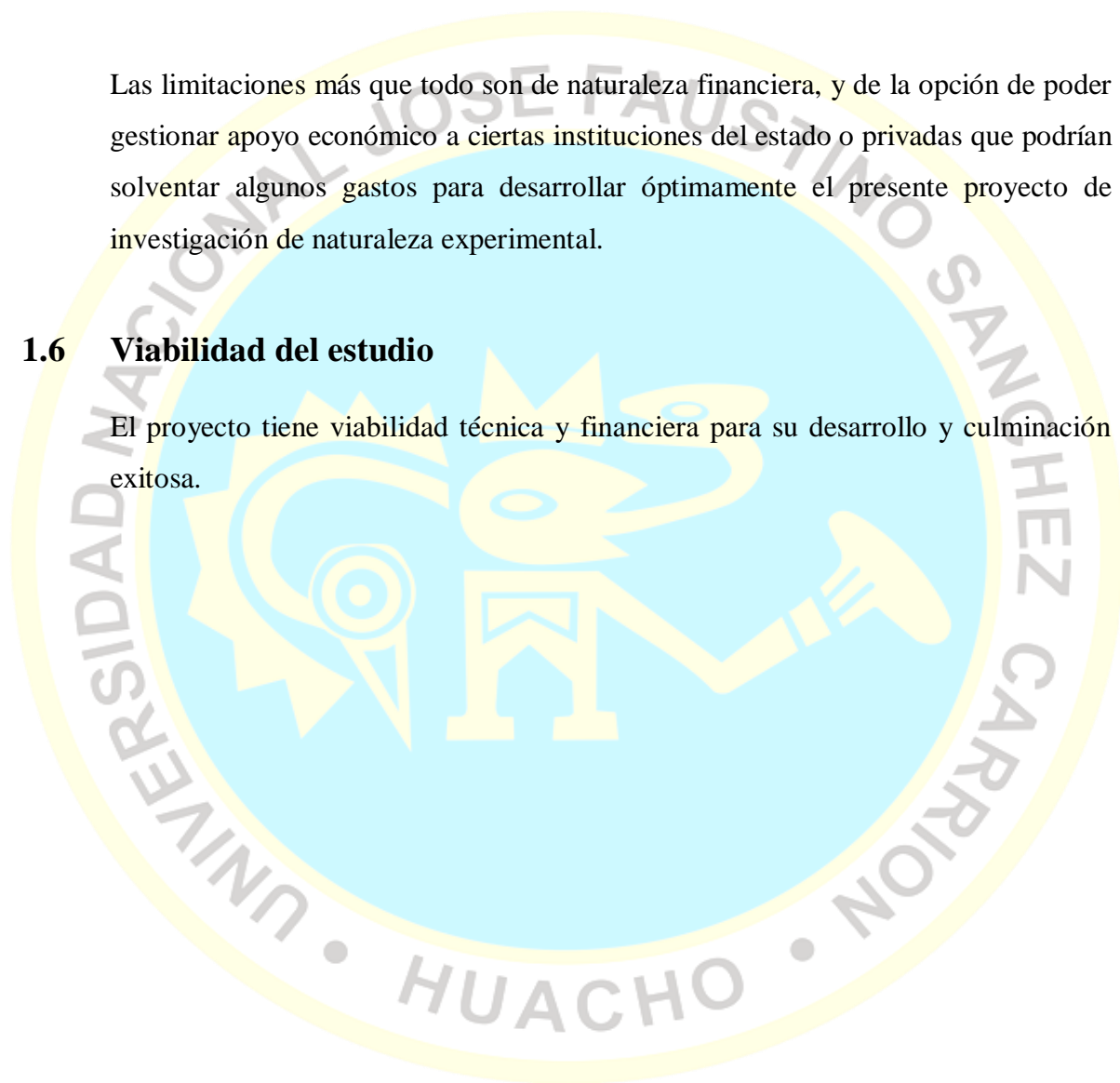
alternativas de solución para los desechos o residuos agroindustriales, para poder ser transformados a material útil, así de esta manera ser reincorporados al sistema de producción, principalmente en el cultivo de hortalizas, teniendo en cuenta que nuestra zona es netamente agrícola.

## **1.5 Delimitaciones del estudio**

Las limitaciones más que todo son de naturaleza financiera, y de la opción de poder gestionar apoyo económico a ciertas instituciones del estado o privadas que podrían solventar algunos gastos para desarrollar óptimamente el presente proyecto de investigación de naturaleza experimental.

## **1.6 Viabilidad del estudio**

El proyecto tiene viabilidad técnica y financiera para su desarrollo y culminación exitosa.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Investigaciones internacionales

Barbazan (2010), en su investigación realizada:

Tuvieron como objetivo caracterizar física y químicamente los materiales orgánicos previo a ser incorporados directamente al suelo. En la ejecución de la investigación se muestrearon diferentes materiales orgánicos que se agruparon de acuerdo a su origen, siendo; estiércol de gallina, estiércol de vacuno, estiércol de pollo con cascara de arroz, estiércol de vacuno con restos de montes de abrigo y suelo, compost y otros, también incluyendo efluentes de la industria maltera y residuos industriales. En la investigación determinaron materia seca, conductividad eléctrica, pH, cenizas, lignina, carbono soluble, polifenoles y contenidos de macronutrientes y micronutrientes. Los resultados de los análisis químicos y físicos resultaron evidenciando variabilidad en los parámetros analizadas.

Bohórquez, Puentes, y Flores, (2014), mencionan que:

En la industria azucarera, el principal subproducto que se obtiene es la cachaza, vinaza y bagazo, las cuales generan impactos negativos en el suelo. Se evaluó la calidad del compost a diferentes combinaciones de subproductos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). los tratamientos que emplearon fueron:  $T_1 = 100\%$  cachaza,  $T_2 = 75\%$  cachaza y  $25\%$  bagazo,  $T_3 = 50\%$  cachaza y  $50\%$  bagazo,  $T_4 = 25\%$  cachaza y  $75\%$  bagazo y  $T_5 = 100\%$  bagazo, todos con dos  $m^3$  de vinaza. Obteniendo como resultados que la relación carbono/nitrógeno es importante para conseguir buena calidad de compost. Indicando que el  $T_3$  presento mayor concentración de nutrientes, por lo que recomiendan que el tiempo para el proceso de compostaje es de 90 días para un máximo contenido de nutrientes.

Viteri, E. (2015), hace mención que:

En los valles de la sierra en Ecuador, se tiene problemas en los suelos debido a ello se tiene rendimientos muy bajos, erosión de los suelos, inadecuadas incorporaciones de fertilizantes, entre otros. En Ecuador los agricultores no optan por la incorporación de abonos orgánicos por las mismas razones de que se requiere mayores cantidades para suplir las necesidades nutricionales del cultivo para poder obtener rendimientos óptimos, también esto involucra mayor mano de obra incrementando los costos para producir los cultivos en comparación de los fertilizantes sintéticos o químicos que son mucho más rápido en cuando al manejo y la absorción. En dicho estudio tuvo como objetivo evaluar la incorporación de la vinaza en altas concentraciones a 180g/dm<sup>2</sup> y 240g/dm<sup>2</sup>, empleado como abono orgánico y determinar el efecto toxico sobre el suelo, el estudio se realizó en el cultivo de rabanito (*R. sativus*) por el ciclo de crecimiento corto. Llegando a observar que el cultivo a concentración de 240g/dm<sup>2</sup>, hubo disminución del desarrollo del cultivo, teniendo efectos tóxicos a altas concentraciones.

Arcila (2017), indica que:

Para la producción de alcohol etílico, se obtiene como subproducto principal la vinaza líquida. Pudiendo ser aprovechado en la agricultura como abono orgánico por las concentraciones nutricionales que este presenta en su composición química. Dicha investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la vinaza del cultivo de caña de azúcar, sobre parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del suelo en el cultivo de cilantro. Donde evaluó diferentes dosis de vinaza, siendo: 5.152, 7.879, 9.091, 10.000 y 10.909 L/ha. Tuvo como parámetros de evaluaron la germinación, longitud, diámetro de tallo, numero de hojas, llegando a concluir que la incorporación de vinaza a las dosis estudiadas a excepción de la germinación, poseen efectos favorables para el desarrollo vegetativo del cultivo, sin embargo, a dosis más altas de vinaza podría generar problemas en el suelo como salinizar y acidificar.

## 2.1.2 Investigaciones nacionales

El manejo de insumos orgánicos tiene como resultado la producción ecológica del rabanito, mediante la utilización del sub producto de la caña de azúcar (vinaza) como un biosida, controlando de esta manera el gusano de tierra (*Agrotis ipsilon*), según Santos, *et. al.*, (2015), indica que existen escasas investigaciones por lo que surge la necesidad de investigar el efecto en biosida de subproductos industriales y ganaderos, para servir de base para un registro de bio-pesticidas, para beneficiar en la agricultura.

Respecto al aprovechamiento de los recursos orgánicos en este caso procedentes de un camal, sostiene Prado (2012), que;

Bajo las condiciones de Canaán a una altura de 2,750 msnm, se ejecutó la investigación de tipo experimental a base de fertilizantes orgánicas e inorgánica en el cultivo de brócoli, donde evaluó la respuesta de la producción de la inflorescencia, realizando un experimento factorial de 3 F x 4 N. Se estudió las fórmulas de fertilizaciones, f<sub>1</sub> bajo: 120 -100 - 100 de NPK, f<sub>2</sub> medio: 240 - 200 - 200 de NPK y una f<sub>3</sub> alto: 380 - 300 - 300 de NPK, como segundo factor el abonamiento orgánico de compost de residuos de camal con los niveles de 0.0, 3.0, 6.0 y 9.0 tn/ha. Se adicionó al experimento dos tratamientos adicionales el primero sin abonamiento ni fertilización, el segundo con 6.0 tn/ha de compost de residuos de camal. El experimento tuvo como objetivos: Determinar el mejor nivel de abonamiento inorgánico y orgánico en los caracteres de planta e inflorescencia de brócoli; Determinar el mejor nivel de abonamiento inorgánico y orgánico en el rendimiento del brócoli y Estudiar el mérito económico de los tratamientos. La cosecha de las pellas de brócoli fue escalonada, se obtuvo respuesta a la fertilización orgánica e inorgánica en la categoría y productividad del brócoli. Las conclusiones fueron: el diámetro ecuatorial de la inflorescencia está influenciada por la fertilización orgánica e inorgánica. La fórmula de fertilización de 380 - 300 - 300 de NPK, supera ligeramente a la fórmula media y baja con el nivel alto de compost obteniendo diámetros de 15.3, 14.9 y 14.3 cm respectivamente; existe una respuesta a la fertilización orgánica e inorgánica en el peso de la inflorescencia, esto se observa que con la alta fórmula de fertilización y el nivel alto del compost se obtiene una mayor respuesta en el peso promedio de la pella que es de 280.309, superando a todos los

tratamientos. En el rendimiento, existe una gran respuesta a la fertilización inorgánica y el abonamiento orgánico en sus diferentes niveles, el testigo con 6.0 tn/ha de compost supera estadísticamente al testigo. La fertilización de 380 -300 -300 de NPK y 9.0 tn/ha de compost presenta mayor productividad de pellas de brócoli con 10.0 tn/ha, y con la mayor rentabilidad de 255.03 %.

Otra finalidad de la presente investigación es también conocer el rendimiento del producto obtenido aparte que pueda tener propiedades fertilizantes es importante conocer su rendimiento comparado con los abonos comerciales generalmente de naturaleza química, al respecto Quezada (2016), en su investigación:

Tuvo como objetivo comparar la eficiencia del compost como abono orgánico, con respecto al abono tradicional en el manejo agronómico de la fresa, la investigación tuvo dos tratamientos; primero empleando un fertilizante sintético 20-20-20, siendo el T<sub>0</sub>, y segundo empleando un abono orgánico mediante el compostaje, siendo el Tratamiento (T<sub>1</sub>). En el experimento se utilizó cáscara de plátano y el estiércol de codorniz como material orgánico, para el proceso de composta, el cual fue para suplir las necesidades nutricionales de la fresa, el proceso de compostaje duro hasta junio, fecha en que inició el trasplante de fresa. Para el análisis estadístico utilizó la prueba de homogeneidad y comparación de medias. Las muestras realizadas fueron analizadas en el laboratorio de Fisicoquímica, obteniendo como resultado que la altura de planta fue de 18.32 cm para el T<sub>1</sub>, y 13.17 cm para el T<sub>0</sub>. Previo a ello llegó analizar el abono empleado para los tratamientos en la Agraria, donde los resultados mostraron que, para el T<sub>1</sub> de acuerdo al análisis de suelo, los porcentajes fueron de 3.53 % de N. y 3.31 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; y para el T<sub>0</sub>, 2.23 % de N. y 0.51 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Finalmente, se obtuvo diferencias entre los tratamientos estudiados, donde el T<sub>1</sub>, tuvo mayor número de frutos, peso de frutos, diámetro de fruto y mayor número de hojas (p.13).

Huamán (2019), explica que:

En su investigación realizado en el centro poblado de Santa Cruz del Tingo, evaluó el efecto de tres tipos de fertilizantes orgánicos (guano de isla, humus y estiércol bovino), en el rendimiento de tres especies de pastos nativos (*Trifolium repens*, *Philoglossa minuloides* y *Trifolium dubium*). El diseño que empleó fue en bloques



completos al azar, que consistieron en nueve tratamientos con tres repeticiones, cuyos datos fueron analizados para determinar el ANVA. Las evaluaciones se llevaron a cabo en tres temporadas de corte, considerando para ello una floración de 10 %. Los cortes se realizaron en un área de 0,25 m<sup>2</sup> y se pesaron para determinar el forraje verde (Tn.fv/ha). Luego se trasladaron al laboratorio para su secado y determinar la materia seca (Tn ms/ha). Los resultados obtenidos indican que la especie *Philoglossa mimuloides* fertilizada con guano de isla presenta mejores rendimientos en materia seca y forraje verde con un promedio por corte de 7,2 y 76,5 Tn/ha, respectivamente. Por otro lado, el estiércol bovino fue el fertilizante que llevó a rendimiento más bajo en las tres especies estudiadas.

Torres, *et al.*, (2019), en sus estudios investigaron:

Los residuos del cultivo de caña, teniendo como objetivo utilizar estos residuos como una alternativa para reducir la incorporación de fertilizantes químicos en el suelo. Para dicha investigación se elaboró compost, el cual estuvo compuesto por 16,5 kg de rastrojo, 16,5 kg de estiércol de cuy y 11 kg de bagazo y 11 litros de vinaza. Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cinco tratamientos, siendo; T<sub>1</sub> con 0 g, T<sub>2</sub> con 10 g, T<sub>3</sub> con 15 g, T<sub>4</sub> con 20 g y T<sub>5</sub> con 25 g. y realizaron un análisis químico. Llegaron a determinar que el tratamiento T<sub>4</sub>, sobresalió en el parámetro de rendimiento con un promedio de 15,39 tn/ha, sin embargo, en el peso por planta se obtuvo 44,66 g, longitud de planta con un promedio de 25,16 cm, diámetro ecuatorial con 3,60 cm, diámetro polar con 4,80 cm, longitud de raíz con 10,35 cm, mientras que los análisis químicos realizados sobresalieron los tratamientos T<sub>1</sub> con 110 hierro; T<sub>1</sub> con 89 Zn; T<sub>5</sub> con 61 Cu y T<sub>4</sub> con 67 B.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1. Cultivo de rabanito *Raphanus sativus*, L.

Gómez y Pérez (2008), hace mención que, los rabanitos son comestibles las hojas como raíces, teniendo una conformación gruesa y carnosas, las cuales son de variantes tamaños y coloración. Dentro de las propiedades contiene vitaminas, calcio, fósforo y hierro. La fenología del cultivo de rabanito es aproximadamente de tres a cinco semanas después de realizada la siembra.

### 2.2.2. Centro de origen

El cultivo de rabanito tiene como centro de origen los países asiáticos. Siendo China uno de los países que registra datos que fue cultivado hace más de tres milenios (Laza, 2002).

### 2.2.3. Clasificación taxonómica

Según Gil (2014), indica la siguiente clasificación taxonómica del cultivo de rabanito: reino: Plantae, división: Tracheophyta, clase: Angiospermae, orden : Brassicales, familia: *Brassicaceae*, género: *Raphanus* y especie: *R. sativus*.

### 2.2.4. Descripción morfológica

Según Sinavimo, (2013), indica las siguientes características morfológicas del cultivo de rabanito:

- **Raíz:** El rabanito es un cultivo con escasa cabellera radicular, llegando a alcanzar de cinco a 25 cm de profundidad. Presentan raíces tuberosas que se van formando de acuerdo a la etapa fenológica, estas pueden ser de variantes colores.
- **Tallo:** Durante sus etapas fenológicas los tallos del rabanito son cortos, siendo de formas de roseta. Así mismo estos pueden ser cilíndricos, angulosos o de color verde.
- **Hoja:** Las hojas del rabanito son imparipinadas, con peciolo largos y ovalada. Los bordes de las hojas son dentados y ápice grandes.

- **Flor:** Las flores son de coloración variantes que pueden ser de color blanco, violeta, rosada, siendo en algunos casos de color amarillas característica pelicular de las crucíferas.
- **Fruto:** Pueden llegar a medir un aproximado de 40 a 100 cm de longitud.
- **Semilla:** Las semillas del rabanito tienen forma esperoidal, coloración marrón a castaño oscuro.

### 2.2.5. Requerimiento edafoclimáticas del cultivo

El rabanito requiere de suelos francos y francos arenosos y arcillosos, se desarrolla sin problemas, con pH de 5.5 hasta 6.8. Así mismo el cultivo requiere de una temperatura promedios de 10 a 20 °C. Humedad relativa optima de 70 a 80 % (Martínez, *et al.*, 2003).

### 2.2.6. Manejo agronómico del rabanito

#### a. Siembra

De acuerdo a la UNALM (2000), recomienda los siguientes distanciamientos para la siembra:

Entre plantas: 0.05 m.

Entre surcos: 0.5 – 0.6 m.

Por otro lado, la cantidad de semilla a utilizar para una hectárea es de 12 kg.

#### b. Riego

El cultivo de rabanito al sufrir de escasez hídrico, manifiesta deformaciones en la raíz y marchitamiento, una característica peculiar son las rajaduras o cuarteaduras que perjudica en la calidad de los rabanitos (Castaños, 1993).



### **c. Fertilización**

Según Ibérica (2001), dice que el cultivo de rabanito requiere la siguiente fórmula nutricional para una buena producción: 80 - 120 - 80 kg de NPK por hectárea.

### **d. Cosecha**

La cosecha se debe realizar en su momento oportuno después de la siembra a 20 y 30 días aproximadamente, sino éstos se endurecen y se pierden (David, 2008).

### **e. Índice de calidad**

Según Cantwell y Suslow, (2002), menciona los siguientes índices de calidad del rabanito: uniformes, lisa, textura crujiente, firme, tallos sin semillas y libre de daños mecánicos.

### **f. Rendimiento**

El rendimiento del cultivo de rabanito incorporando enmienda se llega a obtener hasta 21,000 kg/ha, bajo condiciones de Abancay, departamento de Apurímac en el Perú (Flores, 2015).

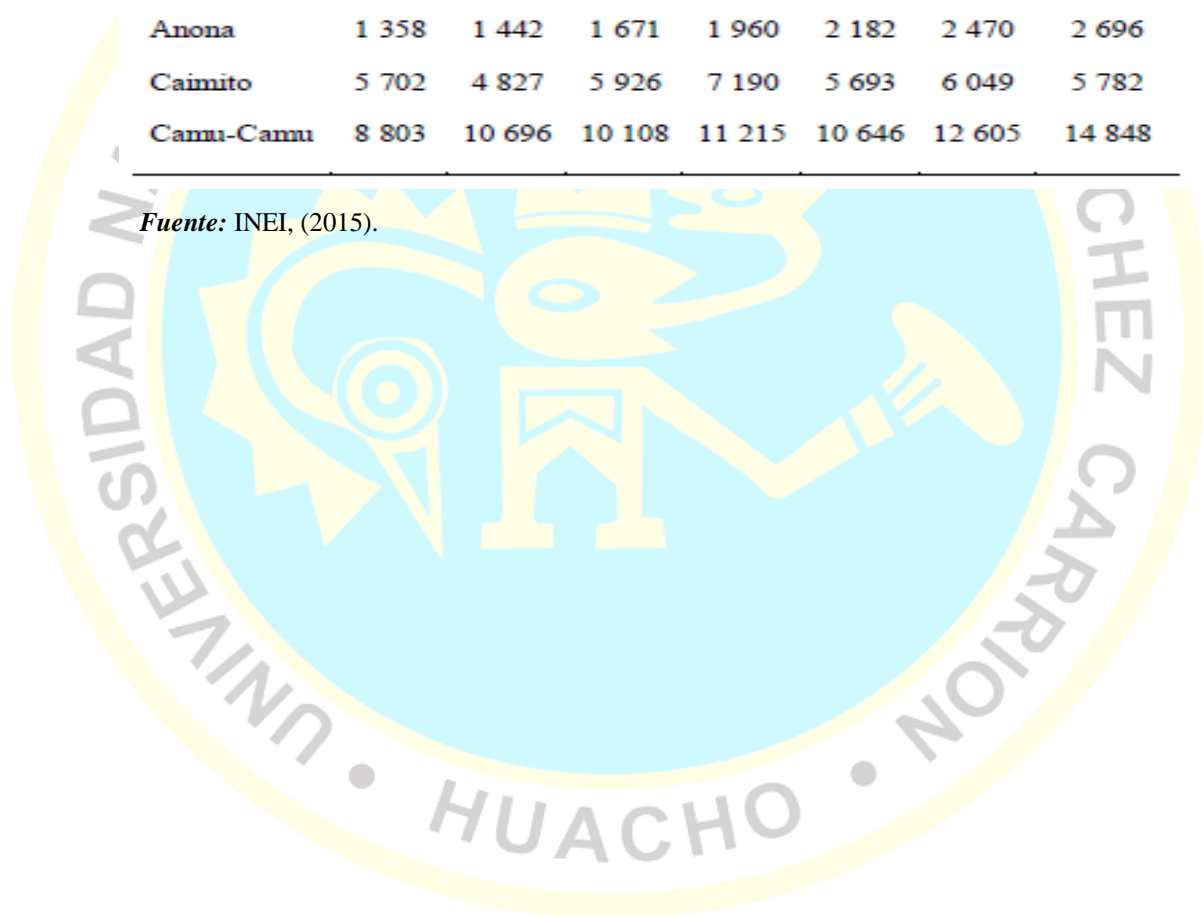
### **g. Zonas de producción del cultivo de rabanito en el Perú**

Se muestra la producción del cultivo de rabanito bajo condiciones del Perú.

**Cuadro N° 01:** Producción de diversos cultivos agrícolas del año 2008 al 2014 expresados en toneladas.

Productos	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014 P/
Acelga	5 916	8 425	8 216	10 323	11 405	10 626	8 974
Albahaca	2 539	3 588	2 657	4 641	7 870	6 496	6 687
Calabaza	7 072	11 704	11 546	11 431	11 709	13 401	13 077
Nabo	13 900	16 326	13 998	13 230	11 543	11 046	11 693
Pepinillo	31 760	31 640	31 248	29 460	31 370	33 031	32 159
Poró	20 866	26 866	30 031	25 515	18 968	18 110	19 759
Rabanito	18 031	22 508	24 103	24 733	23 981	23 426	22 878
Frijol vainita	15 267	13 873	16 587	14 677	17 133	18 854	16 840
Anona	1 358	1 442	1 671	1 960	2 182	2 470	2 696
Caimito	5 702	4 827	5 926	7 190	5 693	6 049	5 782
Camu-Camu	8 803	10 696	10 108	11 215	10 646	12 605	14 848

*Fuente:* INEI, (2015).



**Cuadro N° 02:** Producción de diversas hortalizas por departamento del año 2014.

Departamento	Pimiento	Poroto	Rabanito	Rocoto	Vainita	Zanahoria	Zapallo
<b>Total</b>	<b>43 388</b>	<b>19 759</b>	<b>22 878</b>	<b>17 848</b>	<b>16 840</b>	<b>173 310</b>	<b>237 139</b>
Tumbes	72	-	-	-	-	-	38
Piura	-	-	31	-	-	765	52
Lambayeque	26 827		129			3 241	5 379
La Libertad	8 124	2 541	316	1 278	421	7 662	14 038
Cajamarca	-	-	57		-	2 907	15 614
Amazonas	-	-	167	254	-	4 139	367
Ancash		276	78	-	77	9 619	13 795
Lima	5 123	12 755	19 708	-	12 544	37 346	30 865
Ica	686	-	-	-	28	10	50 853
Huánuco	-	272	-	644	272	8 509	12 170
Pasco	-	-	-	11 959	-	576	11 405
Junín	-	536	559	1 551	-	39 492	2 719
Huancavelica	-	-	-	-	-	168	361
Arequipa		2 925	1 671	-	1 151	49 150	63 444
Moquegua	-	-	-	-	257	351	172
Tacna	2 557	283	73	216	1 603	36	5 922
Ayacucho	-	171	22		149	2 258	726
Apurímac	-	-	68	55	238	1 363	3 345
Cusco	-	-	-	837	100	5 605	2 307
Puno	-	-	-	1 055	-	114	432
San Martín	-	-	-	-	-	-	-
Loreto	-	-	-	-	-	-	2 057
Ucayali	-	-	-	-	-	-	1 054
Madre de Dios	-	-	-	-	-	-	25

*Fuente:* INEI, (2015).

### 2.2.7. Compostaje

El proceso de compostaje es definido como un proceso de oxidación biológica, el cual ocurre en condiciones de temperatura, humedad y aireación, donde las bacterias, hongos y actinomicetos (microorganismos), las cuales actúan liberan energía por la actividad metabólica y forman agua, sales minerales y anhídrido carbónico, utilizando el carbono y nitrógeno de los residuos orgánicos. Por otro lado, los procesos de compostaje se dividen en cuatro fases, de acuerdo a las temperaturas: fase mesófila (10 a 40 °C), fase termófila (40 a 70 °C), fase de enfriamiento y finalmente fase de maduración (Avendaño, 2003).

Según Castillo, *et al.*, (2000), concluyeron que la variación de la temperatura durante el compostaje de 90 días, los procesos de compostaje fueron en tres fases: mesofílica a temperatura de 28 a 40 °C en menos de dos días; fase termofílica la temperatura se eleva hasta 60 °C durante los primeros 10 días y finalmente la tercera fase, disminuye gradualmente manteniéndose a un promedio de 30 °C hasta finalizar todo proceso.

### 2.2.8. Etapas del proceso de compostaje

De acuerdo a Canales (2010), sostiene que el proceso de compostaje se divide en cuatro periodos, dependiendo de la temperatura en que se encuentre:

#### a. Mesófila

En este periodo los restos vegetales se encuentran a temperatura ambiente, así mismo los microorganismos mesófilos se multiplican muy rápido. Por la actividad metabólica que existe en esta etapa ocurre un incremento de temperatura y producción de ácidos orgánicos llegando a disminuir el pH.

#### b. Termófila

En este periodo la temperatura llega a alcanzar 40 °C, donde los microorganismos termófilos transforman el nitrógeno en amoníaco. Por otro lado, el pH se hace alcalino, sin embargo, al alcanzar una temperatura de 60 °C, los hongos termófilos llegan a desaparecer y se presentan las bacterias denominadas esporígenas y

actinomicetos, las cuales son las responsables de descomponer las proteínas, ceras y hemicelulosas.

### c. Enfriamiento

En este periodo ocurre una disminución de temperatura menor a 60 °C, donde vuelven a reaparecer los hongos termófilos llegando a descomponer la celulosa. Así mismo cabe mencionar que al ocurrir una disminución de 40 °C el pH desciende a ligeramente.

### d. Maduración

Viene a ser un periodo que requiere de varios meses a una temperatura ambiente, donde ocurren varias reacciones secundarias como la polimerización y condensación del humus.

## 2.2.9. Composición química del compost

De acuerdo a Canales (2010), menciona la siguiente composición química del compost:

MACRONUTRIENTES				MICRONUTRIENTES
PRIMARIOS		SECUNDARIOS		Fe, Zn, Cu, Mn, B, Cl
<b>N</b>	2.0%	<b>Ca</b>	1.3%	La suma de todos ellos se supone el 1% de la composición química de las plantas.
<b>P</b>	0.4%	<b>Mg</b>	0.4%	
<b>K</b>	2.5%	<b>S</b>	0.4%	

*Fuente:* Canales (2010).

## 2.2.10. Efluentes o subproductos de la planta de alcohol de la industria azucarera

Los principales subproductos, además de ser fuente adicional de renta para la industria, se torna muchas veces de imperiosa necesidad como es el caso de la Vinaza, por ejemplo. El aprovechamiento de este subproducto, se originó de la necesidad de evitar su lanzamiento en los cursos de agua, como ríos, reduciendo así su contaminación. Las vinazas provenientes de las destilerías de alcohol, es uno de

los residuos orgánicos que tienen efectos negativos sobre la flora y fauna del medio a nivel mundial. (Valdés y Obaya 1997).

La composición química de la vinaza varía dependiendo de la materia prima que se utiliza en todo el proceso bajo las condiciones de operación. Se hace mención que la vinaza puede llevar a contener 93% de agua. Del cual la parte sólida el 75% son orgánicos y la parte inorgánica corresponde al 64% de potasio. De acuerdo a lo expuesto es fundamental indicar que la vinaza es un subproducto adquirido del proceso de producción del alcohol, el cual no debe ser desechado, sino ser transformados para brindarle utilidad económica y social (Ocampo, 2004).

#### **2.2.11. Vinaza**

Según Díez, (2010), dicen que la vinaza es un residuo industrial líquido, el cual se genera por los procesos de destilación del alcohol. Cabe indicar que por cada litro producido de alcohol de ello se obtiene 13 litros en promedio de vinaza siendo un subproducto agroindustrial de la caña de azúcar.

Es uno de los problemas que se manifiesta en el proceso de producción del alcohol. Por otro lado, los diccionarios enciclopédicos definen a la vinaza como: vino inferior o líquido espeso, que son resultados de la fermentación y destilación, con una coloración café oscuro, la composición química se puede observar en la Tabla N° 01 (Castañeda, 2011).

En las destilerías de proceso mediano se llegan a producir diariamente 50.000 litros de alcohol de base 96°, mediante el cual se generan a diario 750 m<sup>3</sup> de vinaza, por lo tanto, 225.000 m<sup>3</sup> en 300 días de un año, cantidad suficiente para generar contaminación, aún más se agrava la situación cuando estos son vertidos sin ningún tratamiento químico para mitigar los efectos negativos en los ecosistemas y medio ambiente. Cabe mencionar que la melaza proveniente de caña de azúcar, son principalmente las que contienen y concentran mayor cantidad de residuos orgánicos y químicos aportan (SAGARPA, 2016).

#### **2.2.12. Conservación del suelo**

A lo largo del tiempo la vinaza ha sido considerado uno de los subproductos indeseables por los efectos secundarios que este ocasiona en el ambiente, trayendo



como consecuencia la contaminación de las aguas en los ríos, aguas subterráneas, fuentes hídricas, por tales motivos la vinaza es considerado como un subproducto que agrava la situación del medio ambiente (Pérez y Garrido, 2008).

### 2.2.13. Características

Según Zuniga y Gandini (2013), hacen mención que las vinazas al ser subproductos provenientes de la destilación del alcohol, presentan carga orgánica alta, que las hacen altamente contaminantes. Por ejemplo, una destilería de 15.000 litros, este genera la misma carga orgánica, que generaría una ciudad de 100.000 habitantes.

La vinaza es proveniente de la materia prima de la caña de azúcar (jugo de caña y melaza), el cual son certificadas como orgánicas. Para la certificación, este prohíbe la incorporación de material agregado compuestos por productos químicos o algún otro agente, lo que permite que la vinaza contenga propiedades nutricionales tanto para cultivos como animales. Cabe mencionar que no existe en su composición patógenos, metales pesados u otros componentes residuales o tóxicos (Zuniga y Gandini, 2013).

#### Composición de la vinaza de mosto de melaza y de jugo de caña de azúcar.

Elementos Estudiados	Composición media de Vinaza de mosto de	
	Melaza	Jugo de caña
Sólidos totales	6.472%	6.696%
Materia	4.629%	5.141%
Orgánica	1.955%	1.507%
Materia	1.0.045%	0.045%
Mineral	0.076%	0.044%
Nitrógeno	0.025%	0.013%
Calcio	0.011%	0.009%
Magnesio	0.485%	0.168%
Fósforo	4.78	4.57

*Fuente:* Salgado S. (2011).

## 2.2.14. Uso de la vinaza en la agronomía

La vinaza aporta principalmente potasio en la agricultura, llegando a sustituir los fertilizantes químicos por las propiedades nutricionales que presenta en su composición química (Korndorfer, *et al.*,2010). Por otro lado, Urbano, (2002), indica que la vinaza incorporado en suelos con una relación C/N baja, este llega a incrementar los niveles de nitrógeno en el suelo.

## 2.3 Definición de términos básicos

**2.3.1. Contaminación.** – Es definido a todo cambio indeseable en diferentes aspectos como en el aire, suelo, agua, alimentos que afectan de manera negativa en la salud y sobrevivencia de los seres vivos (Infante, *et al.*, 2013).

**2.3.2. Contaminación Ambiental.** – Es el impacto negativo producido por el aumento de la población y crecimiento en el desarrollo tecnológico. Generando impacto negativo sobre el suelo, agua, aire y sobre la vida de los animales y seres humanos. Por lo general los contaminantes vienen a ser sustancias de origen químicas, solidas o gaseosas, que son generados por subproductos, residuos o desechos (Malacalza, 2013).

**2.3.3. Control de la Contaminación.** - Es todo aquel proceso o tiramientos que se llevan a cabo para mitigar los volúmenes o niveles altos de toxicidad de los contaminantes o residuos tóxicos (Spiegel y Maystre, 2001).

**2.3.4. Desarrollo Sostenible.** – Consiste en un desarrollo sostenible, de las cuales responde a seguir un modelo de progreso o estilo de vida de los humanos, teniendo dos objetivos fundamentales como: crecimiento económico mejorando la calidad y el nivel de vida y el uso eficiente de recursos para suplir las necesidades de la población sin generar ningún impacto negativo hacia las futuras generaciones (Cumbre de Johannesburgo,2002).

**2.3.5. Efecto Aditivo.** – Este es el efecto más peculiar cuando ocurre la exposición a dos o más componentes tóxicos o químicos que ocurren de manera simultánea, un ejemplo claro viene a ser los contaminantes atmosféricos (Silbergeld, 2000).

**2.3.6. Estándar de Calidad Ambiental.** – Son aquellas concentraciones, niveles de elementos o sustancias fisicoquímicos y biológicos que están suspendidas en el aire



o suelo, bajo las condiciones del cuerpo receptor, de las cuales no manifiesta, ni tampoco presentan factores riesgo sobre la salud del individuo o medio ambiente.

Por otro lado, cabe destacar que son las concentraciones permisibles en el organismo del cuerpo receptor (Ministerio del Ambiente, 2013).

- 2.3.7. Gestión Ambiental.** – Es toda aquella planificación que está ligada al manejo ambiental dentro de una empresa o alguna otra entidad, donde se ve identificado los impactos negativos y se establece políticas ambientales, cuyo objetivo y metas son cuantificables (ISO 14001, 2015).
- 2.3.8. La Aireación Modificada.** – Disminuye el tiempo de aireación en un rango de tres horas o menos. Estos resultados son intermedios entre la sedimentación primaria y un tratamiento secundaria por lo general completo (Gonzales, 2017).
- 2.3.9. La Aireación Activada.** – Los tanques de aireación son colocados en forma paralela. Donde el lado activado, que este procede de un tanque sedimentador final, se añade a los influentes de los tanques de aireación. Sin embargo, estos resultados son mucho más mejores que las de aireación modificada y con menor aire (Gonzales, 2017).
- 2.3.10. Límites Máximos Permisibles (LMP).** – Viene a ser los niveles de concentración de uno a más agentes contaminantes, los cuales se encuentran por debajo que no genere un impacto negativo sobre la salud, bienestar humano y ecosistemas, establecido por la Auditoria Ambiental Competente, quienes son los encargados de revisar cada cinco años (Ministerio de Ambiente, 2011).
- 2.3.11. Monitoreo.** – Instrumento que se utiliza para mantener un diagnostico actual sobre una situación en específica sobre el ambiente. Por tal motivo es fundamental la toma de muestras representativas, el tipo de muestreo y los momentos o frecuencia de recolección (Ministerio de Ambiente, 2011).
- 2.3.12. Prevención de la Contaminación.** – Consiste en las prácticas para mitigar o eliminar los agentes contaminantes mediante un uso eficiente de materias primas, energías, agua u otros recursos. Para reducir la contaminación de las fuentes generadoras, se debe incluir nuevos equipos tecnológicos, cambios los procedimientos, diseños de productos, sustitución de materia prima, entre otros puntos fundamentales para prevenir la contaminación (Ministerio de Ambiente, 2011).

## 2.4 Hipótesis de investigación

### 2.4.1 Hipótesis general

A partir de un tratamiento de compostaje del efluente vinaza para su utilización como fertilizante en un suelo influye en el rendimiento de una planta rabanito Huacho-2020.

### 2.4.2 Hipótesis específicas

1- A partir de la caracterización fisicoquímica al efluente vinaza favorece en información para el tratamiento de compostaje del efluente vinaza influye en su utilización como fertilizante en suelos agrícolas.

2- Mediante tratamientos del compost obtenido mezclado con otros compuestos orgánicos para completar su composición en nutrientes, aplicado al suelo influye en el rendimiento de la planta rabanito.

3- Mediante la aplicación de compuestos orgánicos residuales compostados a suelos con déficit en material orgánico y nutrientes se logra una agricultura más ecológica y sostenible y a la vez con un rendimiento comercial en este caso utilizando al rabanito como muestra de ensayo

## 2.5 Operacionalización de las variables

**a.- Variable Independiente:** Tratamiento de compostaje del efluente vinaza para su utilización como fertilizante en suelos.

**b.- Variable Dependiente:** Rendimiento en la planta de rabanito.

**c.- Variable Interviniente:** Método experimental, materiales y otros.

**Cuadro N° 03:** Operacionalización de las Variables

Variables	Dimensión de la Variable	Indicadores
<p><b>Independiente:</b></p> <p>Tratamiento de compostaje del efluente vinaza para su utilización como fertilizante en suelos</p>	<p>Características Físico Químicas del compost obtenido por vinaza</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Proporción de vinaza con los otros componentes en la mezcla a compostar.</li> <li>-Condiciones de operación en el compostaje</li> <li>-Tiempo óptimo de compostaje</li> <li>-Proporción de agua a adicionar.</li> </ul>
<p><b>Dependiente:</b></p> <p>Rendimiento en la planta de rabanito</p>	<p>Características de rendimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Relación C/N</li> <li>-Concentración de macronutrientes</li> <li>-Concentración de micronutriente</li> </ul>

*Fuente:* Elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño metodológico**

##### **3.1.1 Tipo de Investigación.**

Descriptivo y Experimental.

##### **3.1.2 Diseño de Investigación.**

Es evidente la creciente tendencia a consumir alimentos con la mayor inocuidad posible, que se encuentren libres de contaminantes de diversa procedencia entre las comunes es de plaguicidas y los fertilizantes químicos, material particulado que transportan las corrientes de aire y otros. Por otro lado, en las actividades industriales sobre todo en las que se procesan alimentos se tienen alternativas de recuperar o reciclar los efluentes o residuos orgánicos, en muchos casos estos productos residuales requieren un tratamiento antes de darles un uso óptimo, para ello se requiere hacer investigaciones con metodología, rigurosidad y validez científica a fin de encontrar una optimización en el ensayo del material investigativo.

En la actualidad en que se vive una pandemia a nivel mundial, donde el sistema de salud ha sido gravemente vulnerado por la cantidad de pacientes Covid-19, se ha hecho notar la relevancia de la necesidad, que las personas adquieran un sistema inmunológico lo suficientemente fuerte a fin de hacerle frente a la agresividad del virus, para ello se requiere también que los alimentos que se consumen sean sanos e inocuos y estén exentos de restos o residuos transformados de plaguicidas o fertilizantes, por lo que se propone una agricultura orgánica o parcialmente orgánica. Al respecto se tiene el trabajo de investigación presentado por Sagardoy (1993), sostiene que el uso de fertilizantes minerales como los nitrogenados son la causa principal de que las aguas superficiales y subterráneas contengan nitratos, siendo tóxicos a niveles no permisibles, en concordancia a esta investigación, el trabajo de investigación realizada por Domínguez y Domínguez (1994), indica que al reducir

las dosis de fertilización nitrogenada al suelo a distintas profundidades, sin disminuir los rendimientos del cultivo de tomate, entonces la variaciones que éste manifiesta en el transcurso del tiempo, se tiene presencia de nitratos en las aguas, demostrando los perjuicios que esto puede causar en el transcurso de los años por los usos inapropiados de cantidades altas de la fuente de nitrógeno (N) que aportan los abonos minerales al suelo p.18-20.

La recuperación de residuos sólidos aprovechables de la industria azucarera se tiene el trabajo de investigación presentado por Basanta, García, *et al.*, (2007) señalan que es posible aprovechar los subproductos de la agroindustria azucarera, ajustándose a las normativas ambientales vigentes actualmente, con la finalidad de acoplarse y diversificar los sistemas productivos. Por otro lado, el trabajo responde a analizar la problemática del sistema de producción de la caña de azúcar y sus subproductos en la industria azucarera, así como el enfocarse en el proceso de reciclaje de los residuos generados, para un desarrollo sostenible. Sin embargo, de acuerdo a las bibliografías hace mención que existe alternativas para mitigar los problemas de estos residuos mediante el compostaje como una alternativa fundamental para reducir estas situaciones y ser aprovechados en la agricultura p2.

En razón a estos planteamientos en torno al reciclado de los efluentes y recuperación de residuos sólidos, ambos de naturaleza orgánica, se presenta la opción compatible con las dos tendencias antes señalada y sustentadas líneas arriba con la obtención de compost para usarlo como fertilizante orgánico en los cultivos de rabanito, al respecto Bohórquez, Puentes y Menjivar (2014), afirman que la incorporación de subproductos de la industria azucarera como la cachaza, vinaza y bagazo, generan impactos negativos en las plantas. Debido a ello es fundamental el compostaje como solución para el aprovechamiento de los subproductos agroindustriales.

Los subproductos orgánicos de la caña de azúcar como la vinaza y el bagazo de azúcar ambos de naturaleza orgánica que contienen componentes que pueden ser incorporados y/o aprovechables por los cultivos si se transforman a estado inorgánico, con la ventaja adicional de reducir la contaminación ambiental si se disponen inadecuadamente estos residuos y efluentes, al respecto en el trabajo de investigación de Vargas y Pérez (2018), mencionan que en la actualidad los subproductos



agroindustriales son un problema a nivel mundial, porque no son procesados adecuadamente generando un impacto negativo como la contaminación en el medio ambiente.

De acuerdo a lo explicado líneas arriba se compostó el efluente vinaza con el residuo orgánico de bagazo de caña de azúcar, y afín de incrementar el nutriente nitrógeno en la composición final de este abono a obtenerse se incorporó a esta mezcla el guano de cuy, para formar un abono con características fisicoquímicas favorables para el desarrollo vegetativo óptimo del cultivo en este caso del rabanito, lo referido se sustenta con Calleja, *et. al.*, (2016), quienes concluyen que los residuos o subproductos de la industria azucarera, tortillera y cafetalera, estos pueden procesarse para convertirlos en abonos orgánicos o mejoradores de las propiedades fisicoquímicas y biológicas de los suelos agrícolas.

La incorporación del abono orgánico al suelo tiene la función de mejorar sus propiedades, esto permitirá que la planta pueda desarrollar vegetativamente de manera eficiente. Asimismo, se debe tener en cuenta la dosificación del compostaje en los cultivos de las hortalizas de la zona, esto se basa con las investigaciones de Da Costa, *et al.*, (2018), exponen que los procesos de compostaje, es una alternativa para poder reciclar los residuos o subproductos biodegradables para ser transformados en fertilizantes para usarlos en la agricultura, evitando de esta manera su uso inapropiado.

Para el desarrollo de la investigación se dosificó el compostaje en cinco tratamientos T<sub>1</sub> con 0.0 gr, T<sub>2</sub> con 5 gr, T<sub>3</sub> con 10 gr, T<sub>4</sub> con 15 gr, T<sub>5</sub> con 20 gr/planta en rabanito (*R. sativus* L.) a los 15 días después de la siembra y se evaluaron las variables de postcosecha. Los datos obtenidos fueron analizados con software estadístico Minitab y la prueba de Fisher's al 5 % de error para determinar cuál fue la dosis óptima para los tratamientos aplicados al cultivo de rabanito (*R. sativus* L.).

Este trabajo comprendió cinco etapas, es decir un desarrollo que se realizó secuencialmente por actividades según el proceso de degradación de los componentes orgánicos en inorgánicos, las cuales fueron las siguientes:

- a. **Primera Etapa:** Caracterización físico-química del suelo y del abono orgánico preparado.
- b. **Segunda Etapa:** Mezclado de la vinaza con bagazo de caña y otros componentes orgánicos a biodegradar a fin de dar un aporte balanceado de macronutrientes y micronutrientes al suelo agrícola.
- c. **Tercera Etapa:** Determinar las condiciones de operación del proceso de compostaje. Para ello se seleccionó el campo de cultivo en el terreno experimental de la Universidad Nacional de Barranca. Se preparó el terreno retirando la maleza y aplicando un producto químico para eliminar toda la mala hierba del área experimental. Se separó tres parcelas de 15 m<sup>2</sup> cada una, para los Bloques I, II y III, en cada parcela tiene las dimensiones de 3 m de ancho y 5 m de largo, la separación entre los surcos fue de aproximadamente 0.50 m y la distancia de siembra de 0.20 m entre plantas previamente preparados para el cultivo de rabanito (*R. sativus* L.). La distribución de todos los tratamientos en los tres Bloques fue randomizado y en cada tratamiento correspondiente se sembró 25 plantas por surco respectivamente.
- d. **Cuarta Etapa:** Para la evaluación de la performance del abono se tomó 5 muestras al azar de cada surco correspondiente a cada tratamiento, respecto a un bloque haciendo un total de 15 muestras para cada tratamiento: Para la evaluación de una característica particular se calculó el promedio aritmético de los 15 valores evaluados.
- e. **Quinta Etapa:** Evaluación del fertilizante obtenido a través de la aplicación de un software estadístico Minitab con la prueba de Fisher's para calcular los niveles de significancia de los resultados obtenidos del desarrollo vegetativo de plantas de corta cosecha, en este caso del rabanito.

### 3.1.3 Descripción del área total

- Longitud : 15 m
- Ancho : 9 m

- Largo del experimento : 19 m
- Ancho del experimento : 12 m
- Área Total del Experimento : 45 m<sup>2</sup>
- Número de bloques : 3
- Área Total : 228 m<sup>2</sup>

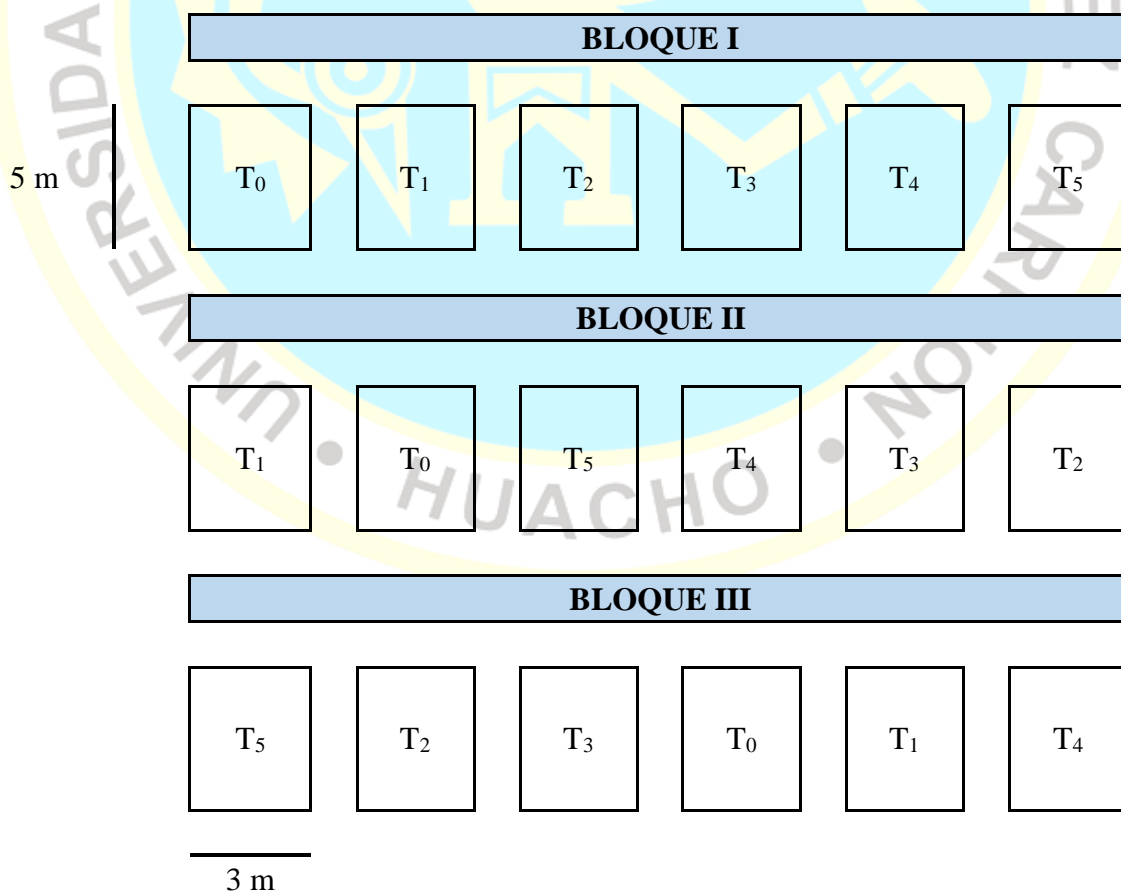
### 3.1.4 Descripción de la parcela experimental

- Longitud : 5 m
- Ancho : 3 m
- Área : 15 m<sup>2</sup>

### 3.1.5 Densidad de siembra

- Entre surco : 0.50 m
- Entre plantas : 0.20 cm

**Cuadro N°04:** Disposición al azar de los diferentes tratamientos.



*Fuente:* Elaboración propia.



## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población**

Estuvo representada por todo el compost preparado de aproximadamente 200 kg.

### **3.2.2 Muestra**

Se tuvo como muestra representativa de la población referida líneas arriba, estuvo conformada por las dosis que en cantidades planificadas que se adicionaron al suelo agrícola previamente evaluado en su contenido orgánico e inorgánico.

## **3.3 Técnicas de recolección de datos**

Las técnicas para la toma de datos fueron; la observación, la entrevista y el registro de la información en soportes informáticos (disco duro, USB, CD, etc).

Los instrumentos para la investigación fueron: Cámara fotográfica, fotocopidora, y la información de las bases bibliográficas virtuales, tales como Science Direct, Scopus y Google Scholar.

## **3.4 Técnicas para el procesamiento de la información**

Para los análisis físicos que se evaluaron en algunos casos in situ se realizaron muestreos por duplicado utilizando muestras representativas utilizando la técnica del cuarteo.

En el caso de los análisis químicos se derivaron las muestras a laboratorios certificados se confrontaron con los obtenidos por otros trabajos de investigación.

Los resultados obtenidos se contrastaron antes y después del tratamiento aplicado para luego continuar con la evaluación estadística, en este caso se aplicó la técnica estadística del Minitab y Anova.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de resultados

De acuerdo a la metodología planteada el trabajo de investigación se inició con la caracterización fisicoquímica del suelo donde se va a desarrollar la experimentación, así también del abono orgánico obtenido de la mezcla calculada de vinaza, bagazo y otros para que el abono resultante tenga característica en micro y macronutrientes deseables según los requerimientos nutricionales de la planta y la disponibilidad de nutrientes del suelo. Los análisis referidos líneas arriba se muestran en la tabla N° 01 y la tabla N° 02.

**Tabla N° 01:** Análisis básico de fertilidad de suelo, para el cultivo de rabanito (*R. sativus*, L).

C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO <sub>3</sub> %	Cationes intercambiables				CIC- E
							Meq./100 g. suelo				
							Ca	Mg	Na	k	
1.19	6.9	1.4	0.07	12	212	1.7	17	0.7	0.3	0.5	18.5

*Fuente:* INIA (2018) Instituto Nacional de Investigación Agraria. Laboratorio 105-108. INIA Huaral.

**Tabla N° 02:** Análisis básico de abono orgánico

PH	Humedad	M.O.	C	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	C/N
1:2.5	%	%	%	%	%	%	%	%	
4.30	54.49	29.93	17.36	1.50	1.10	4.11	59.97	4.14	11.57

*Fuente:* INIA (2018) Instituto Nacional de Investigación Agraria. Laboratorio 042. INIA Huaral.

Los criterios para la aplicación de las cantidades de compostaje de ensayo que se sostienen en la experiencia científica, se indica en la Tabla N° 03.

**Tabla N° 03:** Aplicación de dosis de compostaje, para los tratamientos para el cultivo de rabanito (*R. sativus*, L).

---

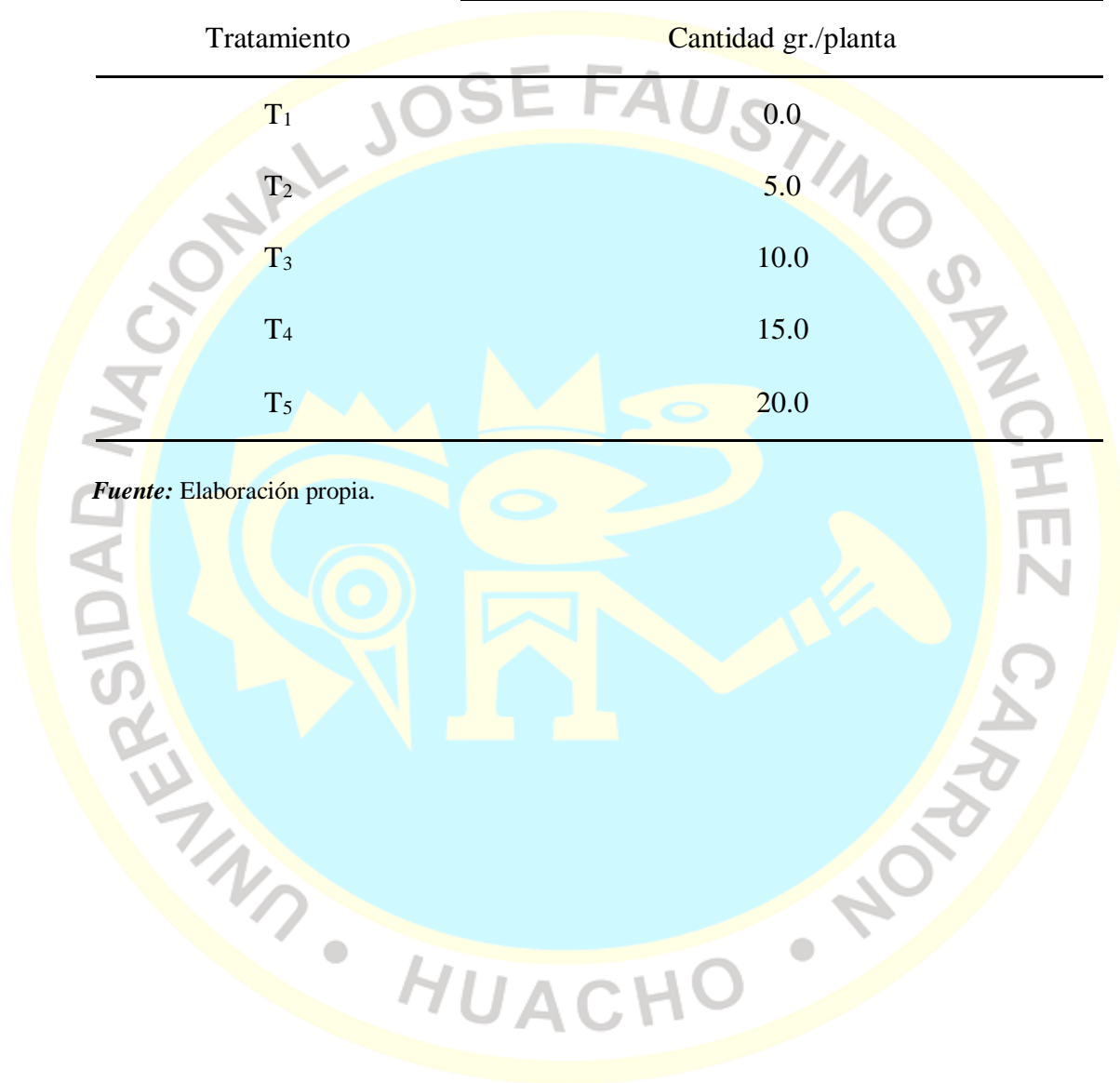
Dosis de aplicación de compostaje

---

Tratamiento	Cantidad gr./planta
T <sub>1</sub>	0.0
T <sub>2</sub>	5.0
T <sub>3</sub>	10.0
T <sub>4</sub>	15.0
T <sub>5</sub>	20.0

---

**Fuente:** Elaboración propia.



**Tabla N° 04:** Respuesta del cultivo rabanito (*R. sativus*, L), en sus características físicas de tallo y raíces respecto a los tratamientos aplicados

Características físicas del tallo y raíces del cultivo de rabanito ( <i>R. sativus</i> L.)						
<sup>4</sup> Tratamiento	<sup>1</sup> L (mm)	Diferencias de L con respecto a la muestra del T1(mm)	<sup>2</sup> R(mm)	Diferencias de R con respecto a la muestra del T1 (mm)	P <sup>3</sup> P(gr)	Diferencias de P con respecto a la muestra del T1(gr)
T <sub>1</sub> (Testigo)	L <sub>0</sub> =72.6		R <sub>0</sub> =83.0		P <sub>0</sub> =32.2	
T <sub>2</sub>	78.5	5.9	96	13	38.4	6.2
T <sub>3</sub>	83.5	10.9	112	29	39.1	6.8
T <sub>4</sub>	92	19.4	115	32	48.7	16.5
T <sub>5</sub>	99	26.4	106	23	47.2	15

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>1</sup>L: (Altura mayor de la planta)

<sup>2</sup>R: (Longitud mayor de las raíces de la planta)

<sup>3</sup>P: (Peso total de la planta)

<sup>4</sup>T: (Tratamiento)

L<sub>0</sub>, R<sub>0</sub>, P<sub>0</sub>: Son las medidas iniciales de altura, longitud de raíces y peso del cultivo de rabanito, testigo

**Tabla N° 05:** Respuesta del cultivo de rabanito (*R. sativus*, L), en sus características físicas de la hoja respecto a los tratamientos aplicados.

Características físicas de las hojas del cultivo de rabanito ( <i>R. sativus</i> L.)						
Tratamiento	<sup>5</sup> DE (mm)	Diferencias de DE con respecto a la muestra del T <sub>1</sub> (mm)	<sup>6</sup> DP (mm) (cm)	Diferencias de DP con respecto a la muestra del T <sub>1</sub> (mm)	P <sup>7</sup> AF (mm <sup>2</sup> )	Diferencias de AF con respecto a la muestra del T <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )
T <sub>1</sub>	30.5		42.2		1075	
T <sub>2</sub>	34.2	3.7	46.2	4.0	1190	115
T <sub>3</sub>	35.9	5.4	48.1	5.9	1380	305
T <sub>4</sub>	38.2	7.7	49.2	7.0	1492	417
T <sub>5</sub>	36.8	6.3	48.1	5.9	1382	307

Fuente: Elaboración propia

<sup>5</sup>DE: (Diámetro Ecuatorial)

<sup>6</sup>DP: (Diámetro Polar)

<sup>7</sup>AF: (Área Foliar)

D<sub>eo</sub>, DP<sub>o</sub>, AF<sub>o</sub>: Son las medidas iniciales de Diámetro ecuatorial y polar, Área foliar del cultivo de rabanito, testigo.

## 4.2 Contratación de hipótesis

Para la contratación de la hipótesis se aplicó el análisis estadístico para ello se empleó el Software MINITAB 1 MTW, ANOVA unidireccional, para tal objetivo se evaluó y analizó las Tabla N° 04 y Tabla N° 05, con las cuales se construyó la Tablas N° 06 y Tabla N° 07 a fin de desarrollar la contratación de las hipótesis.

Las características fisicoquímicas más relevantes para evaluar la performance de los tratamientos aplicados son las diferencias en la altura de la planta (L), longitud mayor las raíces(R), peso de raíces (P), diámetro ecuatorial de la hoja (DE), diámetro polar de la hoja (DP) y el área foliar de la hoja (AF).

**Tabla N° 06:** Correlación de variación de la característica física (altura, longitud y peso de las raíces del cultivo, respecto al tratamiento aplicado con abono preparado al cultivo de rabanito.

Diferencia de las características físicas del diámetro ecuatorial y polar, área foliar de las hojas del cultivo de rabanito del tratamiento respecto al correspondiente de la prueba testigo para cada tratamiento.			
Dosis de aplicación de abono para cada tratamiento (gr)	Diferencia de diámetro ecuatorial del tratamiento con diámetro ecuatorial a del tratamiento testigo(DE-DEo)mm	Diferencia de diámetro polar del tratamiento con diámetro polar del tratamiento testigo(DP-DPo)mm	Diferencia del área foliar del tratamiento con el área foliar del tratamiento testigo(AF-AFo) (mm <sup>2</sup> )
5	3.7	4.0	115
10	5.4	5.9	305
15	7.7	7.0	417
20	6.3	5.9	307

**Fuente:** Elaboración propia.



**Tabla N° 07:** Correlación de variación de la característica física (altura, longitud y peso de las raíces del cultivo) respecto al tratamiento aplicado con abono preparado al cultivo.

Diferencia de las características físicas del tallo y raíces del cultivo de rabanito del tratamiento respecto al correspondiente de la prueba testigo para cada tratamiento			
Dosis de aplicación de abono para cada tratamiento (gr)	Diferencia de altura de tallo del tratamiento con la altura del tratamiento testigo (L-L <sub>o</sub> ) mm	Diferencia de longitud de raíces del tratamiento con la longitud de raíces del tratamiento testigo (R-R <sub>o</sub> ) mm	Diferencia de peso de raíces del tratamiento con el peso de raíces del tratamiento testigo (P-P <sub>o</sub> ) (gr)
5	5.9	13	6.2
10	10.9	29	6.8
15	19.4	32	16.5
20	26.4	23	15

**Fuente:** Elaboración propia.

Observando las características físicas como son las longitudes, pesos y área foliar del cultivo de rabanito que se comparó de los tratamiento T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> con el tratamiento testigo T<sub>1</sub> se aprecia evidentes diferencias a las cuales se les aplicó el programa estadístico Minitab para ello se utilizó la Tabla N° 06 y Tabla N° 07 a fin de dar confiabilidad a la hipótesis sugerida a partir de los resultados de los tratamientos aplicados, estadísticamente se apreció una significancia al 5% de acuerdo a la evaluación estadística aplicando el MINITAB ANOVA unidireccional y la Distribución “F” para el nivel de significancia del 5%, para los resultados de área foliar para los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> confrontados con los resultados del tratamiento testigo T<sub>1</sub>, a los que se encontraron los siguiente valores para

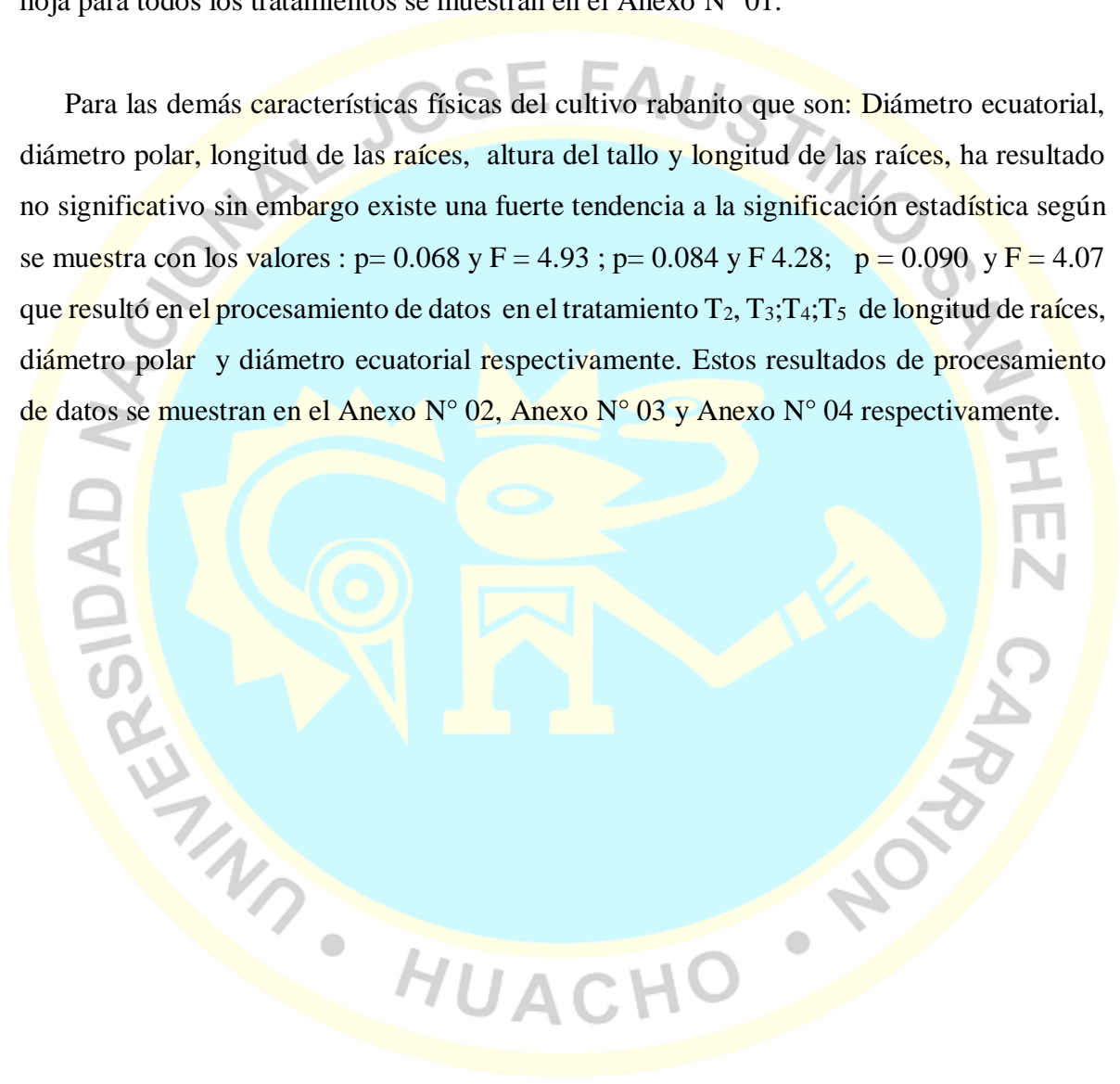
“p” y “F”, para la correlación de la variables de entrada y salida, C1=Dosis de abono para cada tratamiento vs C2= Área foliar de la hoja resultante en cada tratamiento.

$$P = 0.005 < 0.05$$

$$F = 18.97 > 5.12$$

La aplicación del software Minitab para el tratamiento de los datos del Área foliar de la hoja para todos los tratamientos se muestran en el Anexo N° 01.

Para las demás características físicas del cultivo rabanito que son: Diámetro ecuatorial, diámetro polar, longitud de las raíces, altura del tallo y longitud de las raíces, ha resultado no significativo sin embargo existe una fuerte tendencia a la significación estadística según se muestra con los valores :  $p= 0.068$  y  $F = 4.93$  ;  $p= 0.084$  y  $F 4.28$ ;  $p = 0.090$  y  $F = 4.07$  que resultó en el procesamiento de datos en el tratamiento T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>;T<sub>4</sub>;T<sub>5</sub> de longitud de raíces, diámetro polar y diámetro ecuatorial respectivamente. Estos resultados de procesamiento de datos se muestran en el Anexo N° 02, Anexo N° 03 y Anexo N° 04 respectivamente.



## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1 Discusión de resultados

De acuerdo a lo explicado en el capítulo anterior se compostó el efluente vinaza con el residuo orgánico de bagazo de caña de azúcar, afín de incrementar el nutriente nitrógeno en la composición final de este abono a obtenerse se incorporó a esta mezcla el guano de cuy, teniendo en cuenta también el análisis básico de fertilidad de suelo, para el cultivo rabanito (*R. sativus*, L), que se muestra en la Tabla N° 01 a fin de integrar la disponibilidad del nutriente con el abono cuyo análisis básico de abono orgánico se muestra en la Tabla N° 02, preparado para obtener características fisicoquímicas favorables para el desarrollo vegetativo óptimo del cultivo en este caso del rabanito, lo referido se sustenta con Calleja, *et. al.*, (2016), quienes concluyen que los residuos o subproductos generados por las industrias azucareras, cafetaleras y tortillera, pueden ser transformados o procesados en material o abono orgánico como mejoradores de suelos, con los que se les da un plus agregado a estos subproductos.

La incorporación del abono orgánico al suelo tiene la función de mejorar sus propiedades, esto permitirá que la planta pueda desarrollar vegetativamente de manera eficiente. Asimismo, se debe tener en cuenta la dosificación del compostaje en las hortalizas de la zona, esto se basa con las investigaciones de Da Costa, *et al.*, (2018), exponen que los procesos de compostaje son la mejor alternativa de reciclaje para los subproductos y residuos sólidos biodegradables de la agroindustria, siendo transformados en material utilizable para la agricultura y de esta manera evitar que se les brinde un inadecuado manejo.

Para el proceso de ejecución del trabajo de investigación se aplicó cantidades de compost en cinco tratamientos T<sub>1</sub> con 0.0, T<sub>2</sub> con 5, T<sub>3</sub> con 10, T<sub>4</sub> con 15, T<sub>5</sub> con 20 gr/planta en el cultivo de rabanito (*R. sativus* L.) a los 15 días después de la siembra se confrontaron las características físicas del cultivo de rabanito, de los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> con el tratamiento testigo T<sub>1</sub>.

En todos los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> se fertilizó utilizando el abono natural se prescindió de todo tipo de fertilizante sintético a fin de evitar confusiones y sesgos en los resultados para los tratamientos de los bloques experimentales en campo.



## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

1. Se encontró una mejor proyección comercial al aplicar la dosis de 15 gr por planta de un promedio de 15 plantas seleccionadas al azar de las tres parcelas sembradas con el cultivo de rabanito, en el tratamiento T<sub>4</sub>, por lo que esta dosis proyecta un mayor rendimiento de tn/ha de rabanito con la dosis de compostaje antes señalada al resultar con un mayor peso y altura de tallo en el cultivo rabanito, diferenciándose de los demás tratamientos según se ilustra en la tabla N° 04 y tabla N° 05.

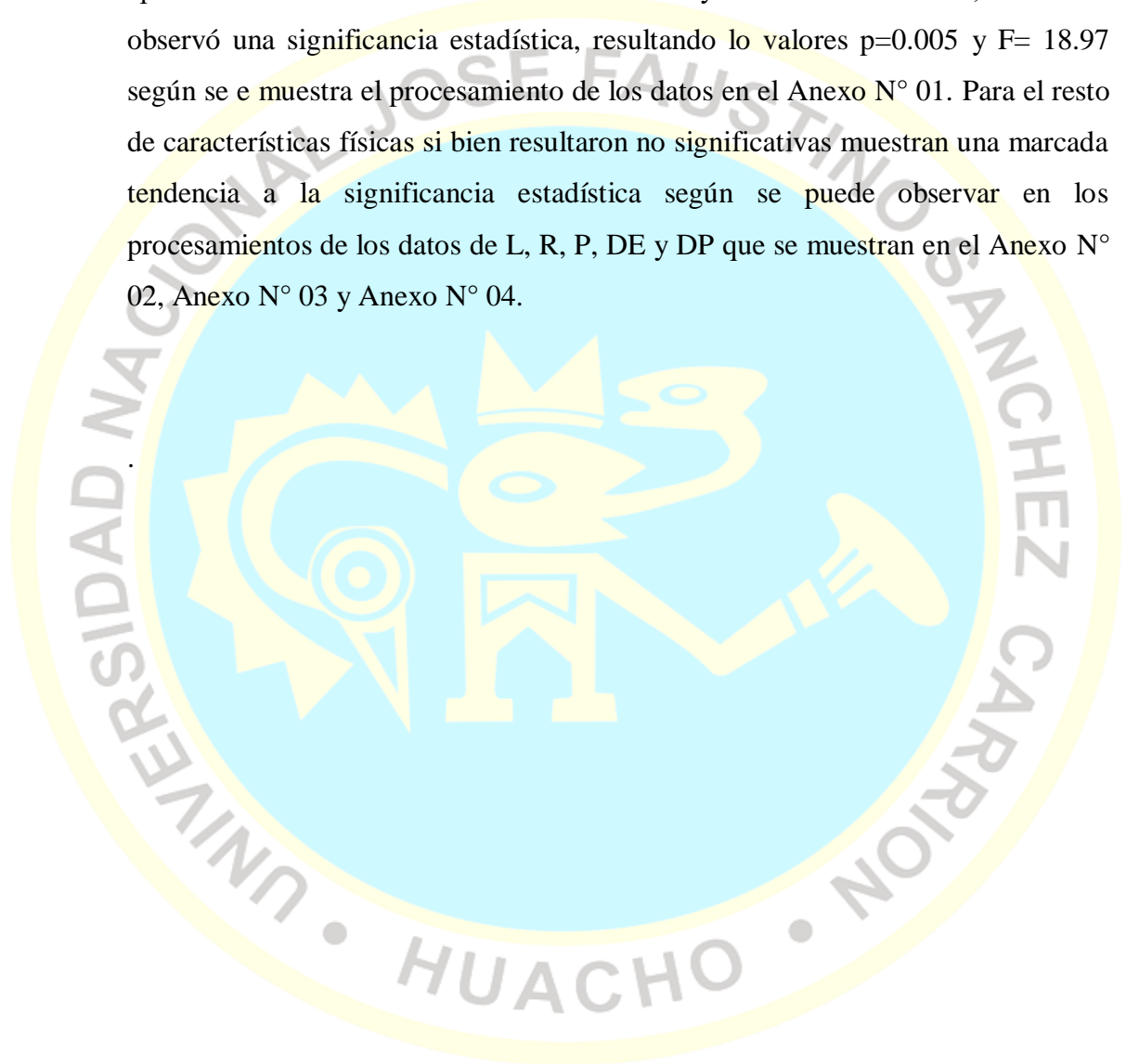
2. En relación a las características físicas que se evaluaron de 15 muestras por cada tratamiento de las tres parcelas sembradas con el cultivo de rabanito destacó notablemente el tratamiento T<sub>4</sub> para el cual se utilizó 15 gr de abono por planta, se encontró los siguientes resultados: peso promedio de las 15 plantas del cultivo de rabanito resulto  $P_{\text{promedio}} = 48.7$  gr, análogamente para:

- $L_{\text{promedio}}$	= 92.0 mm
- $R_{\text{promedio}}$	= 115 mm
- $DE_{\text{promedio}}$	= 38.2 mm
- $DP_{\text{promedio}}$	= 49.2 mm
- $AF_{\text{promedio}}$	= 1492 mm <sup>2</sup>

3. En los 75 cultivos seleccionadas de los 375 en total sembrados en las tres parcelas de los que corresponden 25 para cada tratamiento T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>, con los cuales se obtuvieron valores promedios aritméticos que se confrontaron con los valores promedio de 15 cultivos de rabanito del tratamiento T<sub>1</sub> (tratamiento testigo), en esta contrastación de datos se aprecia un evidente efecto favorable por la adición del abono ecológico. La adición del abono se aplicó según una relación ponderal que se muestra en la Tabla N° 03. El abono natural fue preparado con el efluente industrial vinaza y el residuo de la molienda de la caña de azúcar, en este caso es el bagazo que, reforzado con la adición de estiércol de cuy para incrementar su

contenido del nutriente en nitrógeno (N), resultando un abono natural cuyo análisis se muestra en la Tabla N° 02.

4. La prueba estadística ratifica el resultado eficiente alcanzado con la aplicación del abono ecológico para el caso del área foliar (AF) confrontada con las cantidades adicionadas para cada tratamiento según tabla 3, para la verificación estadística se aplicó el MINITAB ANOVA unidireccional y la Distribución “F”, donde se observó una significancia estadística, resultando lo valores  $p=0.005$  y  $F= 18.97$  según se e muestra el procesamiento de los datos en el Anexo N° 01. Para el resto de características físicas si bien resultaron no significativas muestran una marcada tendencia a la significancia estadística según se puede observar en los procesamientos de los datos de L, R, P, DE y DP que se muestran en el Anexo N° 02, Anexo N° 03 y Anexo N° 04.





## 6.2 Recomendaciones.

- a. Recomendaría realizar análisis químico del producto rabanito para cada tratamiento incluido el T<sub>1</sub>, para así tener otro elemento de comparación con los tratamientos aplicados y el tratamiento testigo. Así también apreciar la migración o absorción de nutrientes mineralizados procedentes del suelo y de la aceptable disponibilidad en estado inorgánico del abono orgánico preparado para el cultivo de rabanito.
- b. Experimentar la performance del abono natural con un mayor número de muestras de cultivo por parcela rabanito a fin de reducir los sesgos diversos con efectos en las estadística aplicada, como por ejemplo: calidad y tipo de semilla, la homogeneidad en su preparación antes de sembrarla, disponibilidad de opción al seleccionar los almácigos para el trasplante al terreno de cultivo, desniveles diferenciados en el fluir del agua para el regadío de los cultivos, diferencias pequeñas en la composición química y textura del suelo a fin de poder tener resultados más confiables a nivel estadístico.
- c. Desarrollar la experimentación del abono natural preparado con otros cultivos de corta cosecha como la lechuga o la acelga u otros, en razón a que el abono obtenido tiene disponibilidad de nutrientes en estado mineralizado.

## REFERENCIAS

- Arcila, A. (2017). Evaluation of the application of vinasse in soil and its possible agricultural use in coriander plants (*Coriandrum sativum*) (Bachelor's thesis). Universidad de Carabobo. Venezuela. 105 p.
- Arreola, J., Palma, D., Salgado, S., Camacho W., Obrador J., Juárez J. y Pastrana L. (1999). Cachaza composteada como abono orgánico mineral en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Tabasco, México. 49-55.
- Barbazán, M., del Pino, A., Moltini, C., Hernández, J., & Rodríguez, J. (2011). Characterization of organic materials applied in intensive agricultural systems in Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 15(1), 82-92.
- Basanta R., García, M., Cervantes, E., Mata, H., y Bustos, G. (2007). Sostenibilidad del reciclaje de residuos de la agroindustria azucarera. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5(4), 293-305.
- Bohórquez, A., Puentes, J. y Flores, J. (2014). Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. *Castilla, Valle del Cauca, Colombia*. 15(1), 73-81.
- Canales, M. (2010). Evaluación de técnicas para acelerar el compostaje de rastrojo vegetal y estiércol de vacuno en el centro modelo de tratamiento de residuos de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), Tesis de grado. Lima, Perú.
- Cantwell, M., y Suslow, T. (2002). *Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables*. University of California. Oakland: Postharvest Technology of Horticultural Crops. Kader.
- Castañeda, M. (2011). Evaluación de los procesos profesionales de ingeniería química. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 71 p.
- Castaños, C. (1993). *Horticultura*. Universidad Autónoma Chapingo, México. p. 215-217-393.
- Cumbre de Johannesburgo (2002). ¿Qué es el desarrollo sostenible? [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL: <https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/desarrollo.htm>
- David, E. (2008). *Manual de Cultivos*. Buenos Aires, Argentina: INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).
- Díez, M. (2010). Efecto de las vinazas sobre los nematodos del suelo *Meloidogyne arenaria* y *Xiphinema index*. Tesis postgrado, Doctorado. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Madrid. 409 p.

- Flores, L. (2015). Effect of the organic amendments terramar, humax 90 and koripacha-bio, on some properties of the soil and the yield of the radish (*Raphanus sativus* L.) crop. San Jerónimo, provincia de Andahuaylas.
- Gil, A. (2014). Efectos de dos tipos de labranza sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo utilizando cultivo de rábano y abono tipo Bochashi. Tesis para obtención de grado. Facultad de Planeación Urbana y Regional. México.
- Gómez, G. y Pérez, S. (2008). Efectos Sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativus*, L) de tres fertilizantes orgánicos. VIII Congreso SEAE Murcia 2008. 13 pg.
- Gonzales, M. (2017). Lodos activados. Ecología y medio ambiente. [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL: <https://html.rincondelvago.com/lodos-activados.html>
- Huamán Ll., Vargas, H. y Oliva, M, (2018). Fertilizantes orgánicos en la producción de pastos nativos en Molinopampa, Amazonas - Perú. Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable, 2(3), 17-22.
- Ibérica (2001). El cultivo del rábano. [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL: <http://www.iberica2000.org/es/Articulo.asp?Id=4394>
- Infante, H., Cabello, H. y Reyes, J (2013). Campaign for social change to increase environmental awareness about water pollution in popular council No. 14. Universidad Vladimir Ilich Lenin. [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1304/contaminacion.html#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20ambiental%20se%20define,humanos%20u%20otros%20organismos%20vivos.>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, (2015). Instituto Nacional de Estadística. [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1253/cap12/ind12.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1253/cap12/ind12.htm)
- ISO 14001(2015). La importancia de los objetivos y metas ambientales. [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL: <https://www.nueva-iso-14001.com/2015/05/iso-14001-la-importancia-de-los-objetivos-y-metas-ambientales/>
- Korndorfer, G, Nolla, A. y Ailton, M. (2010). Manejo, aplicación y valor fertilizante de la vinaza para caña de azúcar y otros cultivos. Técnicaña. Instituto de Ciencias Agrarias, Universidad Federal de Uberlandia 24: 23-28.
- Laza, M., (2002). Pre elaboración y conservación de alimentos. Madrid – España: Ediciones Paraninfo S.A.
- Ministerio de Ambiente (2011). Compendio de la Legislación Ambiental Peruana. Primera edición. Lima, Perú. [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL:

[http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/compendio\\_05\\_-\\_calidad\\_ambiental\\_2.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/compendio_05_-_calidad_ambiental_2.pdf)

Ministerio del Ambiente. (2013). Glosario de terminos. Sitios contaminados. [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>

Malacalza, L. (2013). Ecología y ambiente. Primera edición electrónica, 2013. Luján, Provincia de Buenos Aires, Argentina. [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/38507/Documento\\_completo\\_\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/38507/Documento_completo__.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Martínez, A., Lee, A., Rebecca; Chaparro, D. y Paramo, S. (2003). Postcosecha y mercadeo de hortalizas de clima frío bajo prácticas de producción sostenible. Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Ocampo, A. (2004). Alcohol carburante: Actualidad tecnológica. Revista EIA, (1), 39-46.

Prado C. (2012). Chemical fertilization and application of compost based on slaughterhouse residues, in broccoli yield. (*Brassica oleracea* L. Itálica variety at 2,750 meters above sea level Canaán-Ayacucho. Tesis, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.

Pérez, I. y N. Garrido. (2008). Ingeniería química. Tratamiento de aguas residuales; Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) (Tratamiento de efluentes de la industria alcoholera). 148-153.

Quezada M. (2015). Evaluation of the vegetative development of the strawberry crop (*Fragaria* spp.), through two types of fertilization (organic and chemical) using organic fertilizer through the compost technique. Tesis, Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Torres, E., Cárdenas, J., Nieto, D., Soto, F. y Sotelo, M. (2019). Evaluation of Organic Fertilizer of Vinasse and Bagasse from Sugar Cane for the ecological production of radish (*Raphanus sativus* L.). Aporte Santiaguino, 12(2), 236-249. DOI: <https://doi.org/10.32911/as.2019.v12.n2.645>

SAGARPA (2016). Vinazas y sus alternativas de uso. Nota informativa sobre innovaciones en materia de productividad del sector. [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171932/Nota\\_Informativa\\_Septiembre\\_Vinazas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171932/Nota_Informativa_Septiembre_Vinazas.pdf)

Silbergeld, E. (2000). Toxicología. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL:



<https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+33.+Toxicolog%C3%ADa>

- Sinavimo, (2013). Cultivo de Rabanito *Raphanus sativus*. 2019, de Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas. [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL: <https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/raphanus-sativus>
- Spiegel, J. y Maystre, L. (2001). Control de la contaminación ambiental. [citado 22 de noviembre del 2020]. Disponible en URL: <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+55.+Control+de+la+contaminaci%C3%B3n+ambiental>
- UNALM. (2000). Hortalizas: Datos Básicos. Universidad Nacional Agraria La Molina. La Molina, Perú: Programa de hortalizas.
- Urbano, P. (2002). Fertilización orgánica con vinazas de alcoholera. *Vida Rural*. 155: 50-52.
- Valdés, E. y Obaya, C. (1997). Caracterización y usos de mostos de la industria alcoholera. 47 Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba. La Habana, Cuba.
- Vargas V. y Pérez Y. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales. (Facultad de Ingeniería, Ed.). *Ciencias Básicas*, 14(1), 59-72.
- Viteri, E. (2015). Evaluación de la vinaza de caña como abono orgánico y su posible efecto tóxico en el cultivo de rábano (*Raphanus Sativus L.*)” (Bachelor's thesis, Quito: UCE.). Quito, Ecuador. 103 p.
- Yepis O., Fundora O., Pereira C. y Crespo T. (1999). Environmental contamination due to excessive use of nitrogen fertilizers in tomato cultivation. Facultad de Ciencias Agropecuarias "Félix Varela", Ed. *SCIENTIA*, 5-12.
- Zuniga, V. y Gandini, M. (2013). Caracterización ambiental de la vinaza de los residuos de la caña de azúcar de la producción de etanol. *Dyna*, 80(177), 124-131.

## ANEXO N° 01

### DATA EXPERIMENTAL.

DOSIS DE ABONO (gr)	AREA FOLIAR (mm <sup>2</sup> )	RESI1	RESI2	FITS1	FITS2
5	115	-7.5	-171	12.5	286
10	305	-2.5	19	12.5	286
15	417	2.5	131	12.5	286
20	307	7.5	21	12.5	286

### CORRIDA AL PROGRAMA MINITAB

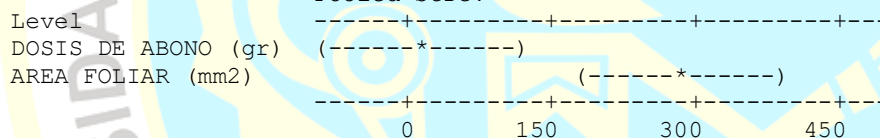
#### One-way ANOVA: DOSIS DE ABONO (gr); AREA FOLIAR (mm<sup>2</sup>)

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	149605	149605	18.97	0.005
Error	6	47329	7888		
Total	7	196934			

S = 88.82    R-Sq = 75.97%    R-Sq(adj) = 71.96%

Level	N	Mean	StDev
DOSIS DE ABONO (gr)	4	12.50	6.45
AREA FOLIAR (mm2)	4	286.00	125.44

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Pooled StDev = 88.82

Grouping Information Using Fisher Method

	N	Mean	Grouping
AREA FOLIAR (mm2)	4	286.00	A
DOSIS DE ABONO (gr)	4	12.50	B

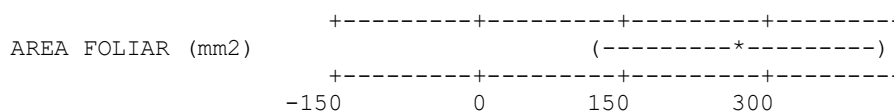
Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher 95% Individual Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons

Simultaneous confidence level = 95.00%

DOSIS DE ABONO (gr) subtracted from:

	Lower	Center	Upper
AREA FOLIAR (mm2)	119.83	273.50	427.17





## ANEXO N° 02

### DATA EXPERIMENTAL.

DOSIS DE ABONO (gr)	R - Ro (mm)	RESI1	RESI2	FITS1	FITS2
5	13	-7.5	-11.25	12.5	24.25
10	29	-2.5	4.75	12.5	24.25
15	32	2.5	7.75	12.5	24.25
20	23	7.5	-1.25	12.5	24.25

### CORRIDA AL PROGRAMA MINITAB

#### One-way ANOVA: DOSIS DE ABONO (gr); R - Ro (mm)

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	276.1	276.1	4.93	0.068
Error	6	335.8	56.0		
Total	7	611.9			

S = 7.481    R-Sq = 45.13%    R-Sq(adj) = 35.98%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----+-----	
DOSIS DE ABONO (gr)	4	12.500	6.455	(------*-----)	
R - Ro (mm)	4	24.250	8.382	(------*-----)	
				8.0	16.0
				24.0	32.0

Pooled StDev = 7.481

#### Grouping Information Using Fisher Method

	N	Mean	Grouping
R - Ro (mm)	4	24.250	A
DOSIS DE ABONO (gr)	4	12.500	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher 95% Individual Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons

Simultaneous confidence level = 95.00%

DOSIS DE ABONO (gr) subtracted from:

	Lower	Center	Upper
R - Ro (mm)	-1.193	11.750	24.693

	-----+-----+-----+-----+-----	
R - Ro (mm)	(------*-----)	
	-10	0
	10	20

**ANEXO N° 03**

**DATA EXPERIMENTAL.**

DOSIS DE ABONO (gr)	DP - DPo (mm)	RESI1	RESI2	FITS1	FITS2
5	4	-7.5	-1.7	12.5	5.7
10	5.9	-2.5	0.2	12.5	5.7
15	7	2.5	1.3	12.5	5.7
20	5.9	7.5	0.2	12.5	5.7

**CORRIDA AL PROGRAMA MINITAB**

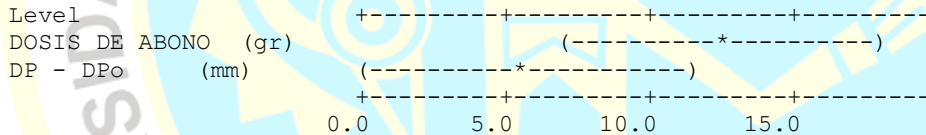
**One-way ANOVA: DOSIS DE ABONO (gr); DP - DPo (mm)**

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	92.5	92.5	4.28	0.084
Error	6	129.7	21.6		
Total	7	222.1			

S = 4.649 R-Sq = 41.63% R-Sq(adj) = 31.90%

Level	N	Mean	StDev
DOSIS DE ABONO (gr)	4	12.500	6.455
DP - DPo (mm)	4	5.700	1.246

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Pooled StDev = 4.649

Grouping Information Using Fisher Method

	N	Mean	Grouping
DOSIS DE ABONO (gr)	4	12.500	A
DP - DPo (mm)	4	5.700	A

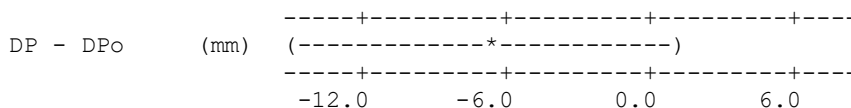
Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher 95% Individual Confidence Intervals  
All Pairwise Comparisons

Simultaneous confidence level = 95.00%

DOSIS DE ABONO (gr) subtracted from:

	Lower	Center	Upper
DP - DPo (mm)	-14.843	-6.800	1.243



## ANEXO N°4

### DATA EXPERIMENTAL

DOSIS DE ABONO (gr)	DP - DPo (mm)	RESI1	RESI2	FITS1	FITS2
5	3.7	-7.5	-2.075	12.5	5.775
10	5.4	-2.5	-0.375	12.5	5.775
15	7.7	2.5	1.925	12.5	5.775
20	6.3	7.5	0.525	12.5	5.775

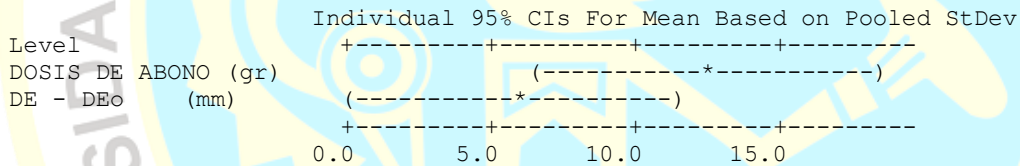
### CORRIDA AL PROGRAMA MINITAB

#### One-way ANOVA: DOSIS DE ABONO (gr); DE - DEo (mm)

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	90.5	90.5	4.07	0.090
Error	6	133.4	22.2		
Total	7	223.9			

S = 4.716    R-Sq = 40.40%    R-Sq(adj) = 30.47%

Level	N	Mean	StDev
DOSIS DE ABONO (gr)	4	12.500	6.455
DE - DEo (mm)	4	5.775	1.676



Pooled StDev = 4.716

#### Grouping Information Using Fisher Method

	N	Mean	Grouping
DOSIS DE ABONO (gr)	4	12.500	A
DE - DEo (mm)	4	5.775	A

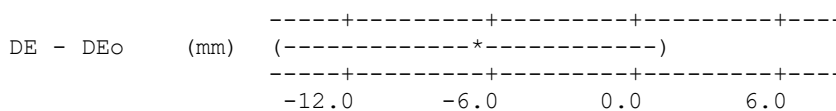
Means that do not share a letter are significantly different.

#### Fisher 95% Individual Confidence Intervals All Pairwise Comparisons

Simultaneous confidence level = 95.00%

DOSIS DE ABONO (gr) subtracted from:

	Lower	Center	Upper
DE - DEo (mm)	-14.884	-6.725	1.434





**Figura N° 01:** Diseño experimental, para instalación del cultivo de rabanito (*R. sativus* L.)



**Figura N° 02:** Etapa de fertilización del cultivo de rabanito (*R. sativus* L.)



---

**ASESOR**

Haga clic aquí para escribir texto.

**PRESIDENTE**

Haga clic aquí para escribir texto.

**MIEMBRO**

Haga clic aquí para escribir texto.

**MIEMBRO**

