

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**EFEECTO DE ABONOS ORGANICOS FOLIARES EN LAS  
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA LECHUGA (*Lactuca  
sativa* L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

MARIBEL CALSIN CARI

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA**



EFEECTO DE ABONOS ORGANICOS FOLIARES EN LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

MARIBEL CALSIN CARI

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE** : .....  
 D. Sc. Rafael VELASQUEZ HUALLPA

**PRIMER MIEMBRO** : .....  
 D. Sc. Buenaventura Optaciano CARPIO VASQUEZ

**SEGUNDO MIEMBRO** : .....  
 Ing. M. Sc. Hector Pablo GONZALES DIABUNO

**DIRECTOR / ASESOR** : .....  
 Ing. M. Sc. Francis MIRANDA CHOQUE

**Tema : Ciencias agrícolas**

**Área : Manejo Agronómico de Hortalizas, Forestales, Plantas Ornamentales, Aromáticas y Medicinales**

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 28 DE JUNIO DEL 2019

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y bendición,  
otorgándome la oportunidad de vivir y por  
estar conmigo en cada paso que doy y  
alcanzar mis metas trazadas.

A mis padres, German Calsin Juli y Justina  
Cari Mamani, por su apoyo incondicional en  
mi formación profesional, a mis hermanos  
Angel, Fredy y David, mis animadores  
incansables a lo largo de estos días, un  
agradecimiento eterno a ellos por estar  
siempre a mi lado  
animándome y apoyándome.

A mi asesor principal el Ing. Francis  
Miranda Choque, quien me ha brindado su  
apoyo en todo momento en el que lo he  
requerido y por aportar parte de su valioso  
tiempo a este proyecto.

Maribel.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de ingeniería Agronomía, por acogerme y haberme formado Profesional en esta casa superior de estudios.

Al Mg. Sc. Ing. Francis Miranda Choque por su orientación y asesoramiento en la conducción del trabajo de investigación.

A los Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a los de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronomía, por guiarme y enseñarme durante los años de estudio.

A los miembros del jurado: D.Sc. Rafael Velasquez Huallpa, D.Sc. Buenaventura Optaciano Carpio Vasquez y M.Sc. Hector Pablo Gonzales Diabuno, por su rigurosidad, correcciones y comprensión en la evaluación durante la elaboración del presente estudio.

A mis Padres y Hermanos por su apoyo incondicional durante mi vida universitaria, a ellos un agradecimiento eterno.

A mis amigos Alex, Roger, Ulises y Amelia, ustedes fueron mi familia durante este tiempo, gracias por su apoyo, por compartir momentos de diversión y estudio, seguiremos apoyándonos.

¡MUCHAS GRACIAS A TODOS!

## INDICE GENERAL

	Pág.
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS .....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
Objetivo general .....	16
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>17</b>
2.1. Antecedentes .....	17
2.2. Marco teórico .....	18
2.2.1. Origen del cultivo de la lechuga.....	18
2.2.2. Importancia del cultivo.....	18
2.2.2.1. Valor Nutricional .....	18
2.2.2.2. Importancia de abonos orgánicos .....	19
2.2.3. Fertilización orgánica .....	19
2.2.3.1. Fertilización .....	19
2.2.3.2. Fertilización foliar.....	19
2.2.3.3. Ventajas de la fertilización foliar.....	20
2.2.3.4. Mecanismos de absorción foliar “factores endógenos” .....	20
2.2.4. Abonos foliares orgánicos .....	24
2.2.4.1. Hidrolizado de gallinaza .....	24
2.2.4.2. Te de Humus .....	25
2.2.4.3. Abono de frutas.....	27
2.2.5. Descripción taxonómica .....	29
2.2.6. Descripción botánica .....	29
2.2.6.1. Raíz .....	29
2.2.6.2. Tallo .....	30
2.2.6.3. Hojas .....	30
2.2.6.4. Inflorescencia.....	30

2.2.6.5. Semillas.....	30
2.2.7. Ciclo fenológico del cultivo .....	31
2.2.7.1. Etapa de plantación.....	31
2.2.7.2. Etapa de roseta.....	31
2.2.7.3. Etapa de formación de cabeza .....	31
2.2.7.4. Etapa de madurez.....	32
2.2.7.5. Etapa de Floración .....	32
2.2.8. Condiciones de desarrollo para la producción de lechuga .....	32
2.2.8.1. Clima.....	32
2.2.8.2. Suelo .....	32
2.2.8.3. Agua.....	33
2.2.9. Variedad de lechuga .....	33
2.2.10. Tecnología del cultivo .....	34
2.2.10.1. Semillero.....	34
2.2.10.2. Preparación del terreno .....	35
2.2.10.3. Plantación, densidad y distanciamiento de plantación.....	35
2.2.10.4. Riego.....	35
2.2.10.5. Fertilización y abonamiento.....	36
2.2.10.6. Deshierbo .....	37
2.2.10.7. Cosecha.....	38
2.2.11. Plagas y enfermedades .....	38
2.2.11.1. Plagas .....	38
2.2.11.2. Enfermedades.....	40
2.2.12. Parámetros biométricos del cultivo de lechuga .....	42
2.2.12.1. Características agronómicas .....	42
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>43</b>
3.1. Medio experimental .....	43
3.1.1. Localización .....	43

3.1.2. Registro climatológico.....	43
3.1.3. Análisis de suelo.....	45
3.1.4 Análisis de agua.....	46
3.2 Material experimental .....	47
3.2.1 Semilla vegetativa del cultivo de lechuga .....	47
3.2.2. Fertilización orgánica foliar de hidrolizado de gallinaza .....	48
3.2.3. Fertilización orgánica foliar de té de humus .....	48
3.2.4. Fertilización orgánica foliar de abono de frutas .....	49
3.2.5. Materiales y equipos de campo .....	50
3.3. Factores en estudio.....	52
3.4. Características del campo experimental.....	52
a) Bloque .....	52
b) Parcela .....	53
c) Área experimental .....	53
d) Plantación de cultivo por parcela .....	53
3.5. Diseño experimental.....	53
a) Modelo aditivo lineal.....	54
b) Transformación de datos .....	54
c) Análisis de variancia .....	54
3.6. Variables de respuesta y observaciones .....	55
3.7. Conducción del experimento.....	55
3.7.1. Invernadero.....	55
3.7.2. Preparación del almacigo .....	55
3.7.3. Siembra.....	55
3.7.4. Preparación del terreno .....	55
3.7.5. Muestreo y análisis de suelo.....	56
3.7.6. Marcado del campo experimental .....	56
3.7.7. Trasplante .....	56

3.7.8. Riegos .....	56
3.7.9. Elaboración de fertilizantes orgánicos foliar .....	56
3.7.9.1. Hidrolizado de gallinaza .....	57
3.7.9.2. Te de Humus .....	57
3.7.9.3. Abono de frutas .....	57
3.7.9.4. Riego con fertilización foliar .....	57
3.7.10. Controles fitosanitarios .....	57
3.7.11. Control de maleza .....	58
3.7.12. Cosecha .....	58
3.8. Evaluaciones realizadas .....	58
3.8.1. Porcentaje de prendimiento de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	58
3.8.2. Diámetro apical de la planta .....	58
3.8.4. Número de hojas/planta .....	59
3.8.5. Longitud de hoja .....	59
3.8.6. Peso fresco por planta .....	59
3.8.7. Rendimiento .....	59
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>60</b>
4.1. Características agronómicas .....	60
4.1.1. Prendimiento de plántulas (%) .....	60
4.1.2. Diámetro apical (cm/planta) .....	62
4.1.3. Diámetro ecuatorial (cm/planta) .....	65
4.1.4. Número de hojas/planta .....	67
4.1.5. Longitud de hoja (cm/hoja) .....	70
4.1.6. Peso fresco (kg/planta) .....	72
4.2. Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> ) .....	75
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>78</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Mecanismo de absorción foliar en las plantas.....	22
<b>Figura 2.</b> Temperatura ambiental (°C) y precipitación (mm) registrada .....	45
<b>Figura 3.</b> Prendimiento de plántulas (%), por efecto de abonos orgánico foliares .....	61
<b>Figura 4.</b> Diámetro apical (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares.....	64
<b>Figura 5.</b> Diámetro ecuatorial (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares .....	66
<b>Figura 6.</b> Número de hojas/planta, por efecto de abonos orgánico foliares .....	69
<b>Figura 7.</b> Longitud de hoja (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares .....	71
<b>Figura 8.</b> Peso fresco (kg/planta), por efecto de abonos orgánico foliares.....	74
<b>Figura 9.</b> Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> ), por efecto de abonos orgánico foliares.....	76
<b>Figura 10.</b> Croquis de instalación del proyecto de investigación .....	91
<b>Figura 11.</b> Preparación del almacigo en invernadero – Juliaca, el 20 de diciembre del 2018 .....	92
<b>Figura 12.</b> Preparación del terreno y marcado del campo experimental, el 24 de enero del 2019.....	92
<b>Figura 13.</b> Trasplante de plántulas de lechuga por tratamientos, el 31 de enero del 2019 .....	93
<b>Figura 14.</b> Preparación de fertilizante orgánico foliar de hidrolizado de gallinaza, el 20 de diciembre del 2018.....	93
<b>Figura 15.</b> Preparación de fertilizante orgánico foliar de té de humus, el 27 de diciembre del 2018.....	94
<b>Figura 16.</b> Preparación de fertilizante orgánico foliar de abono de frutas, el 20 de diciembre del 2018.....	94
<b>Figura 17.</b> Evaluación de prendimiento de plántulas a los 10 días del trasplante, el 08 de febrero del 2019 .....	95
<b>Figura 18.</b> Aplicación de fertilizante orgánico foliar, el 06 de marzo del 2019 .....	95
<b>Figura 19.</b> Cosecha de lechuga, el 04 de abril del 2019 .....	96
<b>Figura 20.</b> Evaluación de diámetro apical y ecuatorial de la planta, el 04 de abril del 2019 .....	96
<b>Figura 21.</b> Evaluación de número de hojas/planta, el 04 de abril del 2019.....	97
<b>Figura 22.</b> Evaluación de longitud de hoja, el 04 de abril del 2019 .....	97
<b>Figura 23.</b> Evaluación del peso fresco de lechuga, el 04 de abril del 2019.....	98
<b>Figura 24.</b> Ubicación del área experimental .....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Composición nutritiva de distintos tipos de lechugas en 100 g (comestible)...	18
<b>Tabla 2.</b> Velocidad de absorción por vía foliar de varios elementos .....	23
<b>Tabla 3.</b> Movilidad y Movilidad relativa de los nutrientes en las plantas en translocación de los nutrientes aplicados al follaje .....	24
<b>Tabla 4.</b> Contenido nutricional de la papaya en 100 g .....	28
<b>Tabla 5.</b> Contenido nutricional del plátano en 100 g .....	28
<b>Tabla 6.</b> Temperatura (°C) y precipitación promedio mensual (mm) de la campaña agrícola de la producción del cultivo de lechuga 2019 .....	44
<b>Tabla 7.</b> Análisis físico – químico del suelo .....	46
<b>Tabla 8.</b> Análisis físico – químico y bacteriológico del agua .....	47
<b>Tabla 9.</b> Análisis químico de fertilizante orgánico foliar de hidrolizado de gallinaza ..	48
<b>Tabla 10.</b> Análisis químico de fertilizante orgánico foliar de té de humus .....	49
<b>Tabla 11.</b> Análisis físico – químico de fertilizante orgánico foliar de abono de frutas .	49
<b>Tabla 12.</b> Distribución de tratamientos en estudio .....	52
<b>Tabla 13.</b> Análisis de variancia del experimento .....	54
<b>Tabla 14.</b> Análisis de variancia de prendimiento de plántulas (%), por efecto de abonos orgánico foliares .....	61
<b>Tabla 15.</b> Análisis de variancia de diámetro apical (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares .....	62
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el diámetro apical (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares .....	63
<b>Tabla 17.</b> Análisis de variancia de diámetro ecuatorial (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares .....	65
<b>Tabla 18.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el diámetro ecuatorial (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares .....	66
<b>Tabla 19.</b> Análisis de variancia de número de hojas/planta, por efecto de abonos orgánico foliares .....	68
<b>Tabla 20.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el número de hojas/planta, por efecto de abonos orgánico foliares .....	68
<b>Tabla 21.</b> Análisis de variancia de longitud de hoja (cm/hoja), por efecto de abonos orgánico foliares .....	70

<b>Tabla 22.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para la longitud de hoja (cm/hoja), por efecto de abonos orgánico foliares .....	71
<b>Tabla 23.</b> Análisis de variancia de peso fresco (kg/planta), por efecto de abonos orgánico foliares .....	72
<b>Tabla 24.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el peso fresco (kg/planta), por efecto de abonos orgánico foliares .....	73
<b>Tabla 25.</b> Análisis de variancia de rendimiento (kg/m <sup>2</sup> ), por efecto de abonos orgánico foliares .....	75
<b>Tabla 26.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el rendimiento (kg/m <sup>2</sup> ), por efecto de abonos orgánico foliares .....	76
<b>Tabla 27.</b> Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T0 .....	84
<b>Tabla 28.</b> Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T1 .....	85
<b>Tabla 29.</b> Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T2 .....	86
<b>Tabla 30.</b> Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T3 .....	87
<b>Tabla 31.</b> Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T4 .....	88
<b>Tabla 32.</b> Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T5 .....	89
<b>Tabla 33.</b> Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T6 .....	90

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

F.V. = Fuente de variabilidad

Fc = F calculada

C.V. = Coeficiente de variación

C.M. = Cuadrados medios

Ft = F tabular

S.C. = Suma de cuadrados

N.S. = No significativo

\* = Es significativo

\*\* = Es altamente significativo

ANOVA = Análisis de varianza

N = Nitrógeno

P = Fosforo

K = Potasio

Kg = Kilogramos

g = Gramos

lt = Litros

## RESUMEN

El trabajo de investigación fue realizado en el Distrito de Juliaca, Provincia de San Román, del Departamento de Puno, comprendida en las coordenadas UTM X: 379605 y Y: 8281663 a una altitud 3834 msnm, con el objetivo de evaluar las características agronómicas y rendimiento de la lechuga en invernadero, Se evaluó tres fuentes de abono orgánico en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. *Great lakes 659*, durante los meses de diciembre del 2018 hasta abril del 2019. En el trabajo se realizó el desarrollo técnico de los abonos orgánicos líquidos, hidrolizado de gallinaza; producido mediante hidrólisis enzimática de excretas de gallina por bacterias ácido lácticas, te de humus; producido mediante la mezcla de humus y agua, abono de frutas; producido mediante la fermentación de papaya y plátano con una base de melaza. El trabajo se condujo con 07 tratamientos: T0: testigo 0.00 ml/L; T1: hidrolizado de gallinaza 2.50 ml/lt; T2: hidrolizado de gallinaza 5.00 ml/lt; T3: te de humus 2.50 ml/lt; T4: te de humus 5.00 ml/lt; T5: abono de frutas 2.50 ml/lt y; T6: abono de frutas 5.00 ml/lt. La aplicación foliar se realizó cada 8 días luego del trasplante. El diseño experimental fue: diseño de bloques completamente al azar. Los resultados en las características agronómicas son (T1): diámetro apical 39.33 cm, diámetro ecuatorial 17.00 cm, 44.58 hojas/planta, 40.75 cm/hoja, 1.3917 kg/planta; con respecto al testigo, diámetro apical 29.58 cm, diámetro ecuatorial 13.00 cm, 38.50 hojas/planta, 32.17 cm/hoja, 0.8750 kg/planta. El mayor rendimiento fue la aplicación de (T1) con 16.70 kg/m<sup>2</sup>, con respecto al testigo que fue de 10.50 kg/m<sup>2</sup>.

**Palabras clave:** Fertilización, foliar, invernadero, lechuga, orgánica.

## ABSTRACT

The research work was carried out in the District of Juliaca, Province of San Román, Department of Puno, included in the UTM coordinates X: 379605 and Y: 8281663 at an altitude of 3834 msnm, with the objective of evaluating the agronomic characteristics and yield of greenhouse lettuce, with the objective of evaluating the agronomic characteristics and yield of greenhouse lettuce, three sources of organic fertilizer were evaluated in the cultivation of lettuce (*Lactuca sativa* L.) Var. Great Lakes 659, during the months of December 2018 to April 2019. In the work, the technical development of liquid organic fertilizers, chicken manure hydrolyzate was carried out; produced by enzymatic hydrolysis of chicken excreta by lactic acid bacteria, humus tea; produced by mixing humus and water, fruit fertilizer; produced by fermenting papaya and banana with a molasses base. The work was conducted with 07 treatments: T0: control 0.00 ml/lt; T1: hench hydrolyzate 2.50 ml/lt; T2: hench hydrolyzate 5.00 ml/lt; T3: Humus tea 2.50 ml/lt; T4: humus tea 5.00 ml/lt; T5: fruit fertilizer 2.50 ml/lt and T6: fruit fertilizer 5.00 ml/lt. The foliar application was made every 8 days after the transplant. The experimental design was: Design of Blocks Completely Random. The results in the agronomic characteristics are (T1): apical diameter 39.33 cm, equatorial diameter 17.00 cm, 44.58 leaves/plant, 40.75 cm/leaf, 1.3917 kg/plant; with respect to the control, apical diameter 29.58 cm, equatorial diameter 13.00 cm, 38.50 leaves/plant, 32.17 cm/leaf, 0.8750 kg/plant. The highest yield was the application of (T1) with 16.70 kg/m<sup>2</sup>, with respect to the control which was 10.50 kg/m<sup>2</sup>.

**Key words:** Foliar fertilizer, agronomic characteristics, greenhouse, organic lettuce.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años en el Perú la demanda de productos orgánicos principalmente de consumo en fresco, se viene incrementando progresivamente. En nuestra región altiplánica la producción de lechuga es escasa debido a innumerables condiciones que limitan su cultivo. El cultivo de lechuga es considerado uno de los más importantes del grupo de hortalizas y es utilizado en ensayos o investigaciones por ser un cultivo indicador, permitiendo obtener resultados inmediatos a la aplicación de cualquier producto. Esta hortaliza presenta gran diversidad de variedades y se cultiva a nivel mundial (Ojeda, 2017).

La hortaliza es de suma importancia en la alimentación humana; en nuestro medio, se destina una parte de su cultivo al consumo fresco. Se dice que las hojas producen efectos refrescantes, tranquilizadores, fortifican los nervios, reduce el nivel de azúcar en la sangre. El látex es utilizado como calmante y narcótico. (La Rosa, 2015).

A pesar de reconocer la importancia de la hortaliza, los principales problemas que inciden en el rendimiento de la lechuga es la alta degradación de los suelos que afecta la cantidad de productos cosechados, como también la calidad para su aceptación en el mercado. El uso indiscriminado de fertilizantes químicos sintéticos que deterioran el suelo y afectan la población de los microorganismos del suelo, es uno de los principales problemas que actualmente enfrenta la agricultura. Tal es el nivel de deterioro ambiental, económico y social al que conduce la agricultura convencional, que optar por una agricultura que persevere la naturaleza, el bienestar económico y social de la población, es la única posición sensata. (Santander, 2015).

Frente a la problemática indicada en el cultivo de la hortaliza, la investigación constituye una oportunidad interesante para conocer los beneficios de los abonos orgánicos y de esta manera impulsar el uso de abonos orgánicos líquidos. La incorporación de los abonos ecológicos aporta nutrientes, mejoran la estructura y retiene humedad en el suelo, incrementando el rendimiento del cultivo (lechuga), para llegar a una producción limpia y sostenida. El contenido nutricional depende principalmente de los materiales utilizados en su elaboración y su composición. (Ojeda, 2017). En la elaboración del fertilizante orgánico foliar son el resultado de la fermentación de los azúcares de las frutas, de humus e hidrolizado de gallinaza que tienen un contenido nutricional variable, además de ser utilizados en la agricultura por su composición rica en macro y micronutrientes,

además de su gran aporte de sustancias energéticas, aminoácidos y minerales. Para ello se planteó los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

- Evaluar los abonos orgánicos foliares en las características agronómicas de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de invernadero.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar las características agronómicas de la lechuga en respuesta a la aplicación de dosis de abonos orgánicos foliares a base de hidrolizado de gallinaza, te de humus y abono de frutas en condiciones de invernadero.
- Determinar el rendimiento del cultivo de lechuga en respuesta a la aplicación de dosis de abonos orgánicos foliares a base de hidrolizado de gallinaza, te de humus y abono de frutas, en condiciones de invernadero.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

Arias (2010), evaluó la productividad de la lechuga con fertilización foliar complementaria a base de mezclas de frutas. En la investigación aplicó al follaje tres dosis de abono a base de frutas: Bajo B1: (1,5cc/l), B2: Medio (2,0cc/l) y B3: Alto (2,5cc/l). La primera aplicación se realizó a los 30 días luego del trasplante, las siguientes aplicaciones fueron a los 38 y 46 días posteriores. La dosis de abono de frutas que obtuvo mejor respuesta en la fertilización foliar complementaria en la evaluación productiva del cultivo de lechuga fue la dosis alta 2,5 cc/l, en las variables; longitud de hoja a los 46 días con 22,8 cm/planta, el diámetro ecuatorial fue de 37,0 cm/planta, el área foliar con 41,9 cm/planta, el peso de 325.9 gr, y en el rendimiento con 32633.6 kg/ha.

Ccoscco (2015), utilizó 8 tratamientos y 3 repeticiones; se usó como factor: A 4 abonos orgánicos (a1: humus lombriz; a2: compost; a3: guano isla y a4: estiércol) y el factor B: a 2 niveles de abonamiento (b1 alto, b2 bajo). En cuanto al diámetro no se halló significación estadística para el factor A abonos orgánicos; para el factor B niveles de abonamiento se evidenció significación estadística logrando mayor promedio el nivel más alto b2 con un promedio 58,89 cm y el nivel bajo que obtuvo 53,59 cm. Para la longitud no se halló significación estadística al factor A abonos orgánicos; sin embargo, para el factor niveles de abonamiento hubo diferencias estadísticas, donde el mayor promedio se logró con el nivel de fertilización alto con un promedio 64,38 y nivel de fertilización bajo con 61,06 cm. Para costos de producción se observó que el tratamiento 5 abono guano de isla nivel bajo tuvo la mayor relación B/C y es el tratamiento más rentable, por tanto, es el recomendable.

Ojeda (2017), manifiesta que el efecto del biofertilizante a base de frutas en el cultivo de lechuga, afirma que el tratamiento de 5 a 7 ml/l, permitió a la planta tener un mayor aporte de nutrientes, presentando visualmente un mayor crecimiento y uniformidad en comparación con los otros tratamientos. Aumentando la producción y rendimiento en el cultivo de lechuga.

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Origen del cultivo de la lechuga

El origen de la lechuga no parece estar muy claro, aunque algunos autores afirman que procede de la India, aunque hoy día los botánicos no se ponen de acuerdo, por existir un seguro antecesor de la lechuga (*Lactuca scariola* L.), que se encuentra en estado silvestre en la mayor parte de las zonas templadas. Las variedades actualmente cultivadas resultan de una hibridación entre especies distintas. (Barrios, 2004).

### 2.2.2. Importancia del cultivo

#### 2.2.2.1. Valor Nutricional

La lechuga es una hortaliza pobre en calorías, esta planta es herbácea anual y bianual de rápido crecimiento, autógama, diploide con  $2n = 18$  cromosomas, aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las interiores, cuya cantidad disminuye con la edad. (Salinas, 2013).

**Tabla 1.** Composición nutritiva de distintos tipos de lechugas en 100 g (comestible)

Descripción	Cantidad
Agua (g)	88.9
Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	8.4
Grasas (g)	1.3
Calcio (g)	0.4
Fósforo (mg)	138.9
Vitamina C (mg)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Riboflavina (mg)	0.6
Tiamina (mg)	0.3
Vitamina A (U.I.)	1.155
Calorías (cal)	18

Fuente: Dirección de ciencia y tecnología, (2000)

#### **2.2.2.2. Importancia de abonos orgánicos**

En los últimos años la producción orgánica se ha incrementado progresivamente, lo que le da gran importancia a este tipo de abonos orgánicos, no se puede olvidar la importancia que tiene para mejorar diversas características del suelo y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental (Ojeda, 2017).

#### **2.2.3. Fertilización orgánica**

##### **2.2.3.1. Fertilización**

Los efectos de los nutrientes minerales, sobre todos los aspectos de la calidad son iguales, tanto si los nutrientes del suelo proceden de fertilizantes minerales como de origen en abonos orgánicos, sin embargo sólo podrán obtenerse productos de alta calidad si hay Nitrógeno (N) el mismo que la mayoría es absorbida por las plantas en forma de amonio ( $\text{NH}_4$ ), que ayuda para la síntesis de la clorofila en el proceso de la fotosíntesis; Fósforo (P), el cual es absorbido como orto fosfato primario ( $\text{H}_2\text{PO}_5$ ), el papel importante en la respiración, fotosíntesis, transferencia de energía, crecimiento celular y mejora la calidad de las frutas; El Potasio (K) es absorbida por la planta como ion Potasio (K), el mismo que ayuda a la formación de la fruta por que mejora la síntesis de proteínas, y otros elementos esenciales como son el Calcio (Ca) el mismo que ayuda al desarrollo de la raíz y hojas, así mismo la formación de las paredes celulares, Magnesio (Mg), es molécula central de la clorofila, en proporciones suficientes y correctamente equilibradas (Pavón, 2013).

##### **2.2.3.2. Fertilización foliar**

La fertilización foliar es definida como la aplicación de sustancias nutritivas al follaje de las plantas cultivadas, los cuales al penetrar son capaces de iniciar funciones metabólicas. Se sabe que las raíces no son los únicos órganos capaces de absorber los elementos minerales, sino que también las hojas y los tallos pueden asimilar las sustancias nutritivas tanto minerales como orgánicos principalmente aminoácidos. La fertilización foliar es comúnmente utilizada para suministrar nutrientes que se encuentran deficientes, mejorar el estado nutricional de las plantas y por tanto el incremento en el rendimiento de los cultivos y su calidad. También, dependiendo de las especies de plantas, factores ambientales y el manejo agronómico, la fertilización foliar puede ser usada para otros

finés, como la mitigación de los efectos negativos de las condiciones de estrés: sequía, daños por heladas, etc. (Santander, 2015).

El mismo autor manifiesta que la fertilización foliar no puede reemplazar o sustituir a la fertilización edáfica, donde las raíces de las plantas absorben los nutrientes esenciales para su óptimo crecimiento y desarrollo, así la aplicación foliar de elementos minerales no es tan eficaz como para cubrir requerimientos nutricionales totales de los cultivos; sin embargo dependiendo de las especies, de las plantas, una parte significativa de sus necesidades nutricionales (principalmente micro elementos) pueden ser suministrados por vía foliar. Además de los nutrientes minerales, la fertilización foliar es capaz de suministrar también a las plantas compuestos nutricionales: azúcares simples, disacáridos, aminoácidos, cadenas de péptidos, ácidos orgánicos, reguladores de crecimiento y estimuladores.

Las plantas terrestres, bajo condiciones naturales, no absorben por los órganos aéreos, pero lo hacen fácilmente, cuando se aplican aspersiones de soluciones nutrientes en las hojas, sin embargo, la eficacia de la nutrición foliar es afectada por numerosos factores endógenos, exógenos. La aplicación simultánea de la fertilización foliar y bioestimulantes del crecimiento vegetal permite el aumento de rendimiento de los cultivos y la mejora de su calidad (Pavón, 2013).

### **2.2.3.3. Ventajas de la fertilización foliar**

La fertilización foliar tiene algunas ventajas sobre la aplicación tradicional al suelo. Una de las principales ventajas es que el fertilizante aplicado a las hojas es absorbido en un 90 %; por el contrario, los fertilizantes aplicados al suelo se pierden en un 50 % o más, por diferentes motivos (Venegas, 2008). Esta técnica permite una rápida utilización de los nutrientes corrigiendo deficiencias en corto plazo. Es la manera más eficiente de aportar micronutrientes a los cultivos, ayuda a mantener la actividad fotosintética de las hojas, permite el aporte de nutrientes en condiciones de estrés (Ojeda, 2017).

### **2.2.3.4. Mecanismos de absorción foliar “factores endógenos”**

Cuando los factores endógenos son considerados, la eficiencia de absorción de los nutrientes aplicados foliarmente dependerá del grosor de las células epidérmicas que recubre la cutícula (brotes verdes, haz y envés de las hojas), así como del número de poros cuticulares y ectodesmata, ubicado en esta capa. Además, está relacionada con la

distribución de tricomas y estomas en hojas acompañados de la más alta ocurrencia de los poros de la cutícula (Santander, 2015). Las plantas pueden absorber la nutriente vía foliar, por tres rutas posibles:

#### **2.2.3.4.1. A través de los estomas**

Los estomas son aberturas que se encuentran en las hojas, a través de los cuales se produce el intercambio de oxígeno (O) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en los procesos de respiración y transpiración. Existen tres a cuatro veces más estomas en la cara inferior de las hojas en comparación con los existentes en la cara superior. Esto es importante tomar en cuenta al efectuar las aspersiones, tratando de mojar completamente el follaje por debajo. Los estomas se encuentran generalmente cerrados en la noche y durante los momentos más calurosos del día. La distribución de los estomas, así como el tamaño y forma, varía ampliamente de una especie a otra. Para un máximo ingreso por los estomas, las aplicaciones foliares deben ser realizadas cuando los estomas se encuentran abiertos. Desde que los estomas se encuentran cerrados en la noche y durante el mediodía, es recomendable realizar las aplicaciones foliares temprano por la mañana, logrando una mejor oportunidad para una máxima absorción por las hojas. Una alta humedad relativa durante el tiempo de aplicación favorecerá también una mayor absorción al minimizarse la evaporación (Venegas, 2008).

#### **2.2.3.4.2. A través de los poros y ectodesmas**

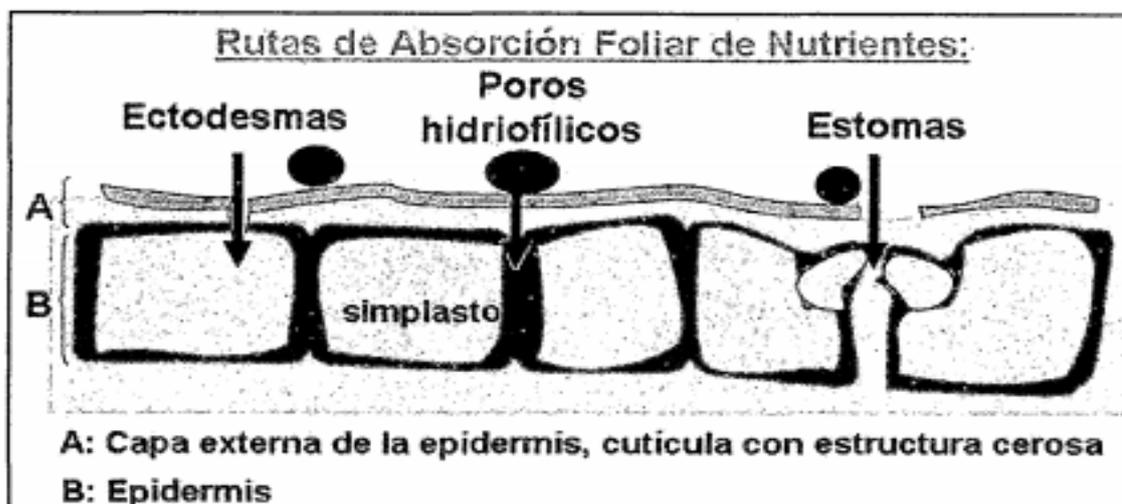
Los ectodesmas o ectodesmata, son canales que atraviesan la membrana y la pared celular. Tales estructuras son zonas ubicadas entre la cutícula y la membrana celular de las células epidérmicas donde la deposición de las ceras, cutina, pectina celulosa, etc., ha sido eliminada, lo que forma una especie de canal conector entre la superficie de la cutícula y la célula, por donde se facilita el flujo de solutos. Se cree que estos canales especializados y no pasivos, actúan como compuertas que facilitan y regulan la comunicación y el transporte de sustancias como agua, nutrientes, metabolitos y macromoléculas entre las células vegetales (Ojeda, 2017). El ectodesmata puede ser la vía para el transporte de sustancias desde el exterior hacia el interior de los tejidos y viceversa. Se cree que los nutrientes aplicados a la superficie de las hojas entran por las mismas vías, es decir, por el ectodesmata, como aquellas en las que la penetración puede ser detectada visiblemente (Santander, 2015). Los ectodesmas son espacios submicroscópicos en forma de cavernas que se encuentran en la pared celular (Pavón, 2013).

### 2.2.3.4.3. A través de la cutícula

La cutícula protege a las plantas contra transpiración excesiva, plagas y enfermedades, así como la pérdida excesiva de solutos orgánicos e inorgánicos por lixiviación. Su grosor va depender de la especie de la planta, de la posición de la hoja en el tallo, así como la exposición a la luz solar, las hojas que crecen a la sombra tiene la cutícula más delgada que aquellas que crecen a la luz. Además, los poros cuticulares, dependiendo de su tamaño, son permeables a compuestos de diversos pesos moleculares, tales como nutrientes minerales, micro elementos quelatados y azúcares. (Marschner, 1995).

La absorción a través de la cutícula se produce porque ésta al absorber agua, se dilata, produciéndose espacios vacíos entre las plaquitas aéreas, las cuales permiten la difusión de las moléculas. Dado que las hojas jóvenes no tienen una capa cuticular suficientemente desarrollada, las aplicaciones foliares de nutrientes cuando existe la mayor cantidad de follaje joven favorecerá un mayor ingreso cuticular (Pavón, 2013).

**Figura 1.** Mecanismo de absorción foliar en las plantas



Fuente: Venegas (2008).

**El proceso de absorción de nutrientes por vía foliar tiene lugar en varias etapas:**

1. Aspersión de la superficie de la hoja con la solución con fertilizantes foliares
2. Penetración a través de la capa externa de la pared celular
3. Entrada de los nutrientes en el apoplasto de las hojas
4. Absorción de nutrientes en el simplasto de las hojas
5. Distribución en las hojas y translocación fuera de ellas

Una vez que ha ocurrido la absorción de los nutrientes, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando las siguientes vías:

1. La corriente de transpiración vía xilema.
2. Las paredes celulares.
3. El floema y otras células vivas.
4. Los espacios intercelulares.

### 2.2.3.5. Velocidad de absorción por vía foliar

La velocidad de absorción foliar de los diferentes nutrientes no es igual. Los elementos móviles como el N se absorben entre 1 a 6 horas; el K se absorbe entre 10 a 24 horas, los elementos secundarios y los micronutrientes como Ca, Mg, Fe Mn y Zn se absorben en períodos de horas hasta un día. El nutriente cuya velocidad de absorción es más lenta, es el P con 5 días. Cada elemento tiene un tiempo requerido para su absorción (Venegas, 2008).

**Tabla 2.** Velocidad de absorción por vía foliar de varios elementos

Elemento	Absorbidos después de:				
	6 horas	24 horas	48 horas	96 horas	192 horas
	%				
(N) Nitrógeno	55	80	90	95	98
(K) Potasio	50	70	80	90	95
(Zn) Zinc	30	50	60	65	70
(Ca) Calcio	7	28	35	50	70
(S) Azufre	7	22	30	45	60
(P) Fósforo	5	15	25	35	50
(Mn) Manganeso	11	20	22	30	40
(Fe) Hierro	3	6	8	12	15

Fuente: Pavón (2013).

### 2.2.3.6. Movimiento de los nutrientes en la planta

Los elementos móviles como son el N, el P y el K se trasladan rápidamente desde las hojas viejas a las partes nuevas en todas las condiciones, los nutrientes como el Ca, B y Mg la carencia de estos elementos se presenta en las partes jóvenes de la planta.

Elementos como el Cu, Zn y Mo son trasladados desde las hojas viejas a las partes jóvenes de la planta sólo en ciertas condiciones (Pavón, 2013).

**Tabla 3.** Movilidad y Movilidad relativa de los nutrientes en las plantas en translocación de los nutrientes aplicados al follaje

<b>Nutrientes</b>	<b>Movilidad</b>	<b>Movilidad relativa</b>
(N) Nitrógeno	Muy alta	Móvil
(K) Potasio	Muy alta	Móvil
(P) Fósforo	Alta	Móvil
(S) Azufre	Alta	Variablemente móvil
(Mo) Molibdeno	Moderada o lenta	Variablemente móvil
(Mn) Manganeso	Moderada o lenta	Móvil
(Zn) Zinc	Moderada o lenta	Variablemente móvil
(Cu) Cobre	Moderada o lenta	Variablemente móvil
(Fe) Hierro	Moderada o lenta	Móvil
(Ca) Calcio	Muy lenta	Inmóvil
(B) Boro	Muy lenta	Inmóvil
(Mg) Magnesio	Muy lenta	Inmóvil

Fuente: Melgar (2005).

#### **2.2.4. Abonos foliares orgánicos**

##### **2.2.4.1. Hidrolizado de gallinaza**

Es un abono orgánico preparado mediante la hidrólisis enzimática de excretas de gallinas ponedoras (gallinaza) por bacterias ácido lácticas, empleando sobrenadante de levadura como medio líquido y melaza como fuente adicional de energía (Santander, 2015).

##### **2.2.4.1.1. Hidrólisis**

Es el proceso en el cual se transforman moléculas de gran tamaño en productos más sencillos y fácilmente degradables. Los efectos de este proceso se traducen en una reducción del tamaño molecular, así como cambios en la estructura y en la polaridad de las proteínas. La obtención de hidrolizados proteicos puede ser llevada a cabo mediante métodos físicos, químicos o enzimáticos, realizados en condiciones moderadas de pH (5-

9) y temperatura (40 – 60 °C), manteniendo inalterada la calidad nutricional de los aminoácidos (Santander, 2015).

#### **a) Hidrólisis ácida**

Se basa en la ebullición prolongada de la proteína con soluciones ácidas fuertes (HCl y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Este método destruye completamente el triptófano y parte de la serina y la treonina (Santander, 2015).

#### **b) Hidrolisis alcalina**

Respeto los aminoácidos que se destruyen por la hidrólisis anterior, pero con gran facilidad forma racematos. Normalmente se utiliza NaOH y Ba (OH)<sub>2</sub> (Santander, 2015).

#### **2.2.4.1.2. Fermentación láctica**

Es la reacción de oxidación-reducción interna equilibrada en la que algunos átomos de la fuente de energía (donador de electrones) se reducen mientras otros se oxidan y la energía se produce por la fosforilación a nivel de sustrato. El azúcar es transformado en ácido láctico, producida por las bacterias ácido lácticas. Este grupo reúne un número de géneros que se caracteriza por su capacidad de fermentar los glúcidos produciendo ácido láctico. Éstas bacterias se agrupan por ser bacterias Gram positivas, por lo general inmóviles, que no esporulan. Su capacidad de biosíntesis es débil. Además, son anaeróbicas facultativas, microaerófilas, capaces únicamente de fermentar tanto en aerobiosis como en anaerobiosis (Santander, 2015).

#### **2.2.4.2. Te de Humus**

En general, todas las materias orgánicas (vegetales y estiércoles) contienen un alto porcentaje de agua en su composición, el que será más abundante en aquellas materias frescas. En su proceso de degradación, las materias orgánicas liberan este líquido, el que se suma al aporte de agua que se hace en composta. Este líquido, que contiene en solución los nutrientes solubles principalmente, se denomina lixiviado o efluente. De ahí la importancia de evitar la pérdida de estos nutrientes. Es preciso reincorporar a la masa en composta, para obtener un producto final de calidad. (Pavón, 2013).

El humus de lombriz es un abono orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos compostados, por medio de la lombriz roja de

california es totalmente apto para mejorar cultivos de consumo humano y para la agricultura ecológica. El humus de lombriz puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%), eficiente para la recuperación de suelos (Pavón, 2013). Las propiedades del Humus de Lombriz son:

- Este abono tiene propiedades específicas que lo convierten en un fertilizante extraordinario. La primera y más importante, es su riqueza en flora microbiana, que, al ponerse en contacto con el suelo, aumenta la capacidad biológica de este, y como consecuencia su capacidad de producción vegetal.
- Sirve para restablecer el equilibrio ecológico del suelo, roto generalmente por contaminantes químicos. En su composición están presentes todos los nutrientes: N, K, P, Ca, Mg, Mn, Na, Fe, Cu y Zn, etc., en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas, además de un alto contenido en materia orgánica, que enriquece el terreno.
- Favorece la circulación del agua y el aire. Las tierras ricas en Humus son esponjosas y menos sensibles a la sequía.
- Facilita la absorción de los elementos fertilizantes de manera inmediata.
- Tiene capacidad de taponamiento, por lo que en su presencia los terrenos ligeramente ácidos o básicos, tienden a neutralizarse.
- El humus de lombriz evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas.
- Contiene sustancias fito-reguladoras que aumentan la capacidad inmunológica de las plantas, por lo que ayuda a controlar la aparición de plagas.
- El humus permite la formación de micorrizas, acelerando el desarrollo radicular de las plantas y los procesos fisiológicos de brotación, maduración, el humus posee unas hormonas (fitohormonas) que favorecen el crecimiento de la planta, la floración y fijación de flores y frutos; su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y patógenos, como también la resistencia a las heladas; de las 3000 especies de lombriz de agua dulce la californiana (*Eisenia foetida*) es la que se adapta mejor, no tiene problemas territoriales.
- El conjunto de todas las propiedades descritas, hacen que la aplicación, mejore la estructura y equilibrio del terreno y aumente su capacidad de producción.

- Puede aplicarse en contacto con la raíz, de forma que evita en un 100% el shock del trasplante y facilita la germinación de las semillas.

### **2.2.4.3. Abono de frutas**

Los abonos de frutas foliares son líquidos preparados con una base de melaza que se aplican al follaje de los cultivos. Aportan nutrientes a las plantas, además de aumentar la población de microorganismos en el suelo y en la planta misma. Durante la elaboración de un abono foliar, se extraen sustancias de frutas o hierbas medicinales, como nutrientes y repelentes, y se pasan a la melaza que después pasa por un proceso de fermentación donde estas sustancias se cambian a formas que son más fáciles de absorber para las plantas. Además, el abono de frutas está recomendado para todo tipo de cultivos: cereales, frutales, hortalizas, medicinales, ornamentales, etc. Se debe aplicar preferentemente en un día que haya llovido (la noche anterior) o cuando el suelo tenga suficiente humedad. (Pavón, 2013).

#### **2.2.4.3.1. Biofertilizante foliar a base de fermentación de frutas**

Es un abono líquido de elaboración artesanal que resulta de la fermentación aeróbica o anaeróbica su composición química algunos aminoácidos y elementos menores, que son proporcionados por la composición de las frutas, la maleza y las hierbas que se utilizan en su elaboración. Las frutas utilizadas en su elaboración deben ser de pulpa y se usan con corteza. Este producto orgánico se utiliza en varios cultivos como: hortalizas, frutales, tubérculos, granos y plantas ornamentales (Ojeda, 2017).

#### **2.2.4.3.2. Preparación de fertilizantes orgánico foliares de abono de frutas**

Las plantas para tener un buen desarrollo a lo largo de todo su ciclo fenológico, necesitan elementos nutritivos, los mismos que forman parte de fertilizantes orgánicos y sintéticos. En el caso de los fertilizantes orgánico foliares base de frutas estos nutrientes son proporcionados en mayor porcentaje por las frutas y por la melaza, las frutas usadas para la creación de un fertilizante foliar para este experimento son papaya aporta gran cantidad de P y el banano aporta K (Ojeda, 2017).

##### **2.2.4.3.2.1. Papaya (*Carica papaya*)**

Originaria de América Central, pertenece a la familia de las Caricaceas género *Carica* del cual es la única representante, la papaya tiene propiedades nutritivas por lo que es

consumida a nivel mundial, cuenta con una gran cantidad de minerales y vitaminas en su composición nutricional (Guzmán, 1998).

**Tabla 4.** Contenido nutricional de la papaya en 100 g

<b>Elemento</b>	<b>Valor nutricional</b>
Fósforo	11 mg
Potasio	200 mg
Calcio	20 mg
Magnesio	11 mg
Zinc	0,16 mg

Fuente: Guzmán (1998)

#### 2.2.4.3.2.2. Banano (*Musa paradisiaca*)

Originaria en las regiones tropicales y húmedas de Asia y es considerada la fruta más consumida a nivel mundial. Pertenece a la familia de las Musáceas, en lo referente a su contenido nutricional el banano es rico en carbohidratos, contiene K, Mg y vitaminas esenciales (Ojeda, 2017).

**Tabla 5.** Contenido nutricional del plátano en 100 g

<b>Elemento</b>	<b>Valor nutricional</b>
Fósforo	14 mg
Potasio	385 mg
Calcio	7,30 mg
Magnesio	36,40 mg
Zinc	0,21 mg

Fuente: Ojeda (2017)

#### 2.2.4.3.2.3. Melaza

La melaza es un líquido denso y negruzco, constituido por los residuos que permanecen después de la extracción de la mayor parte de los azúcares de la caña o remolacha. La melaza favorece la actividad microbiológica al ser considerada como la principal fuente de energía de los microorganismos que intervienen en la fermentación de abonos orgánicos. Posee altos niveles de Ca, P, Mg, K y micronutrientes (Ojeda, 2017).

### 2.2.5. Descripción taxonómica

La clasificación de la USDA (2006), indica que la clasificación de la lechuga es la siguiente:

Dominio:	Eukariota
Reino:	Plantae – Plantas
Sub reino:	Tracheobionta – Plantas vasculares
Súper división:	Spermatophyta – Plantas con semilla
División:	Magnoliophyta – Plantas con flores
Clase:	Magnoliopsida – Dicotiledóneas
Sub clase:	Asteridae
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Género:	<i>Lactuca</i>
Especie:	<i>sativa l.</i>
Variedad:	Great lakes 659
Nombre científico:	<i>Lactuca sativa L.</i>
Nombre vulgar:	“Lechuga”, “Escarola”

### 2.2.6. Descripción botánica

#### 2.2.6.1. Raíz

La lechuga posee un sistema radicular fibroso pivotante muy ramificado con muchas raíces laterales a una distancia de 15 a 20 cm y luego se dirigen hacia abajo. (Barrios, 2004) la mayor parte de las raíces laterales se desarrollan en la capa superficial del suelo en los primeros 30 cm (Salinas, 2013).

#### **2.2.6.2. Tallo**

Posee un tallo corto que no se ramifica, cilíndrico y blando, cubierto de follaje. Durante la etapa vegetativa, lleva una roseta de hojas que varían de tamaño, textura, forma y color según los cultivares, se aprietan unas con otras formando un ovillo en forma lancéola, redonda o espatulada (Salinas, 2013). Sin embargo, cuando existen altas temperaturas (mayor de 26 °C) y días largos (mayor de 12 horas) el tallo se alarga hasta 1.20 m de longitud, ramificándose el extremo y presentando cada punta de las ramillas terminales una inflorescencia (Barrios, 2004).

#### **2.2.6.3. Hojas**

Las hojas de la lechuga son lisas, sin pecíolos (sésiles), arrosetadas, ovales, gruesas, enteras y las hojas caulinares son semiamplexicaules, alternas, auriculado abrazadoras; el extremo puede ser redondo rizado. Su color va del verde amarillo hasta el morado claro, dependiendo del tipo de cultivar (González y Zepeda, 2013). Además, las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo como la variedad romana y en otros se acogollan más tarde. Igualmente dependiendo de la variedad, el borde puede ser liso, ondulado o aserrado. Se disponen primeramente en roseta y después se aprietan unas junto a otras formando un cogollo más o menos consistente y apretado en unas variedades que en otras. Sus hojas pueden ser de redonda, lanceolada o casi espatulada. La consistencia de las mismas puede ser corroas o blanduzca. El borde de los limbos foliares puede ser liso, ondulado aserrado. (Salinas, 2013).

#### **2.2.6.4. Inflorescencia**

La inflorescencia es una panícula y las flores individuales son perfectas, con cinco estambres y un ovario, constituida de grupos de 15 a 25 flores, las cuales están ramificadas y son de color amarillo (Barrios, 2004), las flores se agrupan en ramilletes, de color amarillo pálido, pequeño y hermafroditas, el ovario es unicelular y su único ovulo maduro es la semilla (Salinas, 2013).

#### **2.2.6.5. Semillas**

Hay aproximadamente 800 semillas por gramo en la mayoría de las variedades de lechuga y se puede adquirir como semillas propiamente dichas o como semillas peletizadas. Una

vez que el pellet absorbe agua, se rompe y se abre permitiendo el acceso inmediato de oxígeno para una germinación más uniforme y mejor emergencia. Las semillas peletizadas mejoran la forma, el tamaño y la uniformidad de la semilla para tener plántulas más homogéneas y fácil de manipular. Por lo general la semilla es picuda y plana, de color negro, blanco, amarillo o gris, según la variedad. El tamaño aproximado de la mayoría de las semillas peletizadas es de 3.25 a 3.75 mm de ancho, cabe mencionar que las semillas recién cosechadas por lo general no germinan, debido a la impermeabilidad que la semilla muestra en presencia de oxígeno, por lo que se han utilizado temperaturas ligeramente elevadas (20 a 30 °C) para inducir la germinación (Cajo, 2016). Planta autógama cuyas semillas que en realidad son frutos en forma de aquenios típicos, Están provistas de un vilano plumoso (Salinas, 2013).

### **2.2.7. Ciclo fenológico del cultivo**

El ciclo productivo de la lechuga puede variar entre los 40 días y los 3 meses, por lo que puede ser cultivada durante todo el año. Se estima que la lechuga tiene una etapa de plantación, de entre 4 y 5 semanas, previo al trasplante; y un período en campo que oscila entre 6 a 12 semanas dependiendo de la variedad (Montesdeoca, 2008).

#### **2.2.7.1. Etapa de plantación**

Periodo comprendido desde la emergencia (germinación) hasta la aparición de la tercera o cuarta hoja verdadera, tiene una duración de 3 a 5 semanas. (Córdoba, 2014).

#### **2.2.7.2. Etapa de roseta**

Durante esta etapa disminuye la relación larga/ancho de las hojas y se forman de 12 a 14 hojas verdaderas (Córdoba, 2014).

#### **2.2.7.3. Etapa de formación de cabeza**

Continúa el descenso de la relación largo/ancho en las nuevas, caracterizado por el punto de crecimiento de la planta, hojas curvadas continúan saliendo hasta que son completamente envueltas por las hojas exteriores. Hay variedades que no forman cabeza. Las hojas se disponen primeramente en roseta y después se aprietan unas junto a otras formando un cogollo más o menos consistente y apretado en unas variedades que en otras. Sus hojas pueden ser de redonda, lanceolada o casi espatulada. La consistencia puede ser corroas o blanduzcas (Córdoba, 2014).

#### **2.2.7.4. Etapa de madurez**

En esta etapa se han formado un gran número de hojas en el interior, generando un cogollo firme, tiene una duración de 60 a 120 días. Sobre madurez: las hojas se continúan expandiendo hasta que se forman grietas por la presión (Taringa, 2014).

#### **2.2.7.5. Etapa de Floración**

El tallo floral emerge a través de la parte superior del cogollo. Las flores se forman a los 50 a 70 días. Después de 12 a 14 días del desarrollo de la flor, el involucro se seca y se abre generando semillas (Bital, 2014).

#### **2.2.8. Condiciones de desarrollo para la producción de lechuga**

Cajo (2016), señala que los requerimientos edafológicos que se necesita para implementar un cultivo de lechuga y así obtener una excelente producción son los siguientes:

##### **2.2.8.1. Clima**

La lechuga es un cultivo de clima fresco. Debe ser plantada a inicios de primavera o finales de verano. En altas temperaturas, se impide el crecimiento, las hojas pueden ser amargas y se forma el tallo donde se producen flores, el cual se alarga rápidamente. Fenómeno indeseable llamado "espigado", durante el verano las lechugas espigan muy rápido si no se tiene cura de ellas. Algunos tipos y variedades de lechuga soportan el calor mejor que otras. La temperatura óptima de germinación oscila entre 18 – 20 °C, en fase de crecimiento el cultivo requiere temperaturas entre 14 – 18 °C por el día y 5 – 8 °C por la noche, pues exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12 °C por el día y 3 – 5 °C por la noche, como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima hasta - 6 °C. Las temperaturas altas aceleran el desarrollo del tallo floral y la calidad de la lechuga se deteriora rápidamente, debido a la acumulación de látex amargo en su sistema vascular (González y Zepeda, 2013).

##### **2.2.8.2. Suelo**

La lechuga exige un terreno rico en materia orgánica y bien descompuesta, prefiere suelos ligeros entre arenoso - limosos, con buen drenaje, terrenos oscuros, con sustancias fosfóricas y potásicas, provocan que las lechugas se repollen mal, cuya cabeza carecerá

de estabilidad y de fuerza lo que ocasionará la apertura de las hojas (Cajo, 2016). Además de vegetar bien en suelos diversos, le conviene sobre todo los terrenos francos y frescos, buena capacidad de infiltración del agua, evitando la acumulación de agua a profundidad radicular que pudiera dar lugar a problemas de podredumbre de raíces y asfixia radicular, ausencia de impedimentos mecánicos que restrinjan el desarrollo radicular, nivel medio-alto de materia orgánica, contenidos bajos de cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) y de sodio ( $\text{Na}^+$ ), contenidos medios-altos de fósforo asimilable (50-60 ppm con extracción Olsen Watanave) y de K (650-800 ppm extracción con  $\text{Ac-NH}_4$ ), conductividad Eléctrica en extracto de saturación del suelo menor de 3,5 dS/m, su límite óptimo de pH se cifra de 6,8 y 7,4 no resiste la acidez del suelo, se adapta a terrenos ligeramente alcalinos, textura media y a una profundidad mínima 50 cm (Salinas, 2013).

### **2.2.8.3. Agua**

La lechuga es muy susceptible a la pérdida de agua, debido a que tiene una gran superficie expuesta al ambiente, por lo que se debe cortar en las primeras horas del día; los síntomas de pérdida de agua se reflejan como pérdida de firmeza y turgencia en las hojas y un deterioro en la apariencia de las mismas; pierden su apariencia fresca y se ven marchitas. Es muy exigente con relación a la intensidad de la luz, pues en caso de escasez de ésta, las hojas se adelgazan y la roseta de hojas, si se llegan a formar, son muy suelta. También es muy exigente respecto a la humedad del suelo y mucho más durante las fases tempranas de su desarrollo, pues el sistema de raíces está situado, principalmente en una capa del suelo que va desde 5 – 30 cm de profundidad, por lo que se debe mantener el suelo siempre húmedo (Salinas, 2013).

La humedad relativa para un adecuado desarrollo es de 60 a 80 %, aunque en determinados momentos agradece menos del 60 %, además tiene un requerimiento de agua mayor de 134 mm por ciclo (Cajo, 2016).

### **2.2.9. Variedad de lechuga**

La variedad de lechuga en estudio fue: Great lakes 659, esta variedad cuenta con un % de germinación menor al 87 %, el porcentaje de pureza es del 99 %. Originado en los Estados Unidos. Cuyas características son: Las cabezas son grandes, sólidas y de atractivo color verde oscuro. El corazón es grande, sólido y uniforme. Hojas exteriores de color verde oscuro. Maduración media – precoz. Uniformidad excelente que permite que un alto

porcentaje de la producción esta variedad tiene una amplia adaptación. Es una planta anual y autógena. Estas lechugas forman un cogollo apretado de hojas. Las hojas están colocadas en rosetas, desplegadas al principio y se acogollan más tarde, el borde de los limbos es liso u ondulado.

- Raíz: La raíz, que no llega nunca a sobrepasar los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones.
- Hojas: Están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo, y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado.
- Tallo: Es cilíndrico y ramificado.
- Inflorescencia: Son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos.
- Semillas: Están provistas de un vilano plumoso.

## **2.2.10. Tecnología del cultivo**

### **2.2.10.1. Semillero**

Para un sano y vigoroso crecimiento, las plantas de lechuga necesitarán desarrollarse en una zona soleada o de semi sombra. La temperatura ideal para ellas es un clima fresco, pero hay variedades que consiguen adaptarse bien a temperaturas más elevadas siempre que dispongan de adecuada humedad (Fintrac, 2008).

La lechuga es una hortaliza típicamente de trasplante, aunque también puede sembrarse en forma directa. Tradicionalmente la siembra se hace en semilleros, en épocas frías en las que son ligeramente protegidos. Como el tamaño de la semilla es muy pequeño, suele cubrirse con una capa delgada de suelo. Dependiendo de las condiciones climáticas, las plantas estarán dispuestas para el trasplante entre 60 y 75 días después de la siembra. (Cajo, 2016).

La multiplicación de la lechuga suele hacerse con planta en cepellón obtenida en semillero. Se recomienda el uso de bandejas de poliestireno de 294 alvéolos, sembrando en cada alveolo una semilla a 5 mm de profundidad. Una vez transcurridos 30-40 días después de la siembra, la lechuga será plantada cuando tenga 5-6 hojas verdaderas (Barrios, 2004).

### **2.2.10.2. Preparación del terreno**

Durante la preparación del terreno se debe aplicar un fertilizante que contenga nitrógeno y fosforo, después de la fertilización, se debe meter una rastra de discos o un arado para terminar de romper los terrones, luego se rastrilla y se nivela. En este paso deberá estar listo el suelo para sembrar, luego se prosigue con la preparación de los surcos.

Se deben mantener las parcelas libres de malas hierbas y restos del cultivo anterior. No deberá utilizarse el mismo terreno para más de dos ciclos con dos cultivos a lo largo de cuatro años, salvo que se realice una sola plantación por ciclo, alternando el resto de año con barbecho, cereal o leguminosas.

### **2.2.10.3. Plantación, densidad y distanciamiento de plantación**

Existe una gran variación en cuanto a la sistematización del terreno para la plantación y la densidad de plantas. Los distanciamientos de siembra dependen del clima, condiciones del suelo y de la variedad. La densidad entre plantas varía de 40.000 hasta 120.000 por ha. La distancia entre hileras depende principalmente del cultivar siendo los más aptos los espacios de 0,80 a 1.00 m a tres bolillos a 0,30 m entre plantas doble hilera. En lo que se refiere a siembra indirecta o de trasplante, que es lo más utilizado comercialmente, si se realiza a campo abierto se recomienda la distribución de las plantas entre planta y planta de 20 a 30 cm. (Barrios, 2004).

La densidad de plantación que oscilan entre 11 – 13 plantas por m<sup>2</sup>, en cuanto al marco, se aconseja el tresbolillo. (30 cm x 30 cm, 25 cm x 25 cm, 27.5 cm x 27.5 cm y 25 cm x 30 cm), (ITGA, 2013).

### **2.2.10.4. Riego**

Las lechugas necesitan bastante humedad, pero igual que la mayoría de las hortalizas se pudren si tienen agua de más. En suelos de riego, por lo general se debe regar 5 o 6 veces entre el trasplante y la cosecha, el primero se hace con el trasplante, el segundo, días después y los siguientes cada 20 días. Si hay lluvias o si el tiempo está seco y caluroso, se deben cuidar que los riegos se hagan, es por ello de la importancia de la nivelación del terreno al prepararlo, para que tenga un buen cauce (La rosa, 2015).

Las lechugas requieren de dos riegos semanales como mínimo. Riegos ligeros frecuentes causan que las hojas desarrollen rápidamente. Exceso de riego, especialmente en suelos

pesados, puede producir enfermedades, crecimiento lento y escaldaduras o quemaduras de los bordes de las hojas (Fintrac, 2008).

#### **2.2.10.5. Fertilización y abonamiento**

Para el cultivo de lechuga se fertiliza el suelo incorporando nitrógeno en dosis de 120 kg/ha, fósforo en dosis de 50 kg/ha y potasio en dosis de 150 kg/ha. El nitrógeno en fracción: el 50 % de la dosis junto con el fósforo y el potasio y los otros 50 % de la dosis 30 días después del trasplante. Mientras que la aplicación de materia orgánica es de 20 t/ha antes del trasplante. Además, la cantidad de nutrientes que absorbe la lechuga depende de la cantidad de biomasa producida en los distintos órganos de la planta. De ahí que estas varíen considerablemente según la variedad, época de plantación, sistema de riego entre otros factores (Salinas, 2013). El 60 – 65 % de todos los nutrientes son absorbidos en el periodo de formación del cogollo, estos nutrientes se deben suspender al menos una semana antes de la recolección. El aporte de estiércol en el cultivo de lechuga se realiza a razón de 30 t/ha, cuando se trata de un cultivo principal desarrollando de forma independiente de otros (Arias, 2010). En lo que se refiere a la asimilación de nutrientes existen factores que influyen para que puedan ser asimilables. En los macro nutrientes, es probable que las plantas no presenten ningún síntoma de deficiencia, aunque la asimilación de los micronutrientes no sea posible; pero la falta de asimilación de estos dos presenta drásticos problemas, no solo en el desarrollo de la planta si no que se hace más susceptible en cuanto a enfermedades y a plagas (La Rosa, 2015).

##### **2.2.10.5.1. Nitrógeno**

La lechuga obtiene todo el nitrógeno del suelo por absorción de las raíces en forma iónica, preferentemente en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y menos como amonio ( $\text{NH}_4$ ). El nitrógeno es utilizado por la planta para sintetizar aminoácidos, proteínas, clorofila, ácidos nucleicos y enzimas. El mismo autor manifiesta que el exceso de N en la fase de crecimiento de la lechuga origina un crecimiento desordenado, con hojas excesivamente grandes y frágiles que dificulta el manejo. Se recomienda fertilizar el cultivo con 100 y 200 kg/ha de N disponible en la zona radical y la cantidad de N disponible para la planta depende directamente del manejo del agua en distintos sistemas de riego. Cuando ésta es insuficiente la absorción del nitrógeno y los rendimientos disminuyen marcadamente y si es excesiva provoca lavado y pérdida de nitrógeno (Rincón, 2008).

#### **2.2.10.5.2. Fosforo**

Este nutriente desempeña también un papel clave en la nutrición vegetal, actuando en los procesos del metabolismo en los que existe intercambio de energía, como son la fotosíntesis, la degradación de los carbohidratos, etc. En virtud de estas reacciones, el fosforo ejerce una acción estimuladora del desarrollo radicular y formación del cogollo. El mismo autor manifiesta que el fosforo se encuentra en forma combinada, formando fosfatos minerales o sustancias complejas para formar combinaciones orgánicas. El fosforo es abundante en los órganos jóvenes de las plantas y se acumula en las semillas como reserva. La mayor parte del fosforo inorgánico (85 – 90 %) se almacena en las vacuolas, principalmente en forma de ortofosfato. Interviene en el metabolismo regulando la actividad de diversas enzimas, teniendo gran importancia en la transferencia de energía. El fosforo orgánico es utilizado para la formación de paredes celulares, para la formación de ácidos nucleicos (DNA y RNA) y otros componentes vitales (Rincón, 2008).

#### **2.2.10.5.3. Potasio**

La lechuga es una planta exigente en abono potásico, debiendo cuidar los aportes de este elemento, especialmente en épocas de bajas temperaturas; y al consumir más potasio va a absorber más magnesio, por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de equilibrar esta posible deficiencia. En invierno la proporción de K debe ser mayor que en verano ya que se necesita compensar la deficiencia de luz. Es activador de muchas enzimas esenciales en fotosíntesis y respiración, activas enzimas necesarias para formar almidón y proteínas, favorece la formación de raíces, y las plantas resisten mejor la sequía, es un elemento de equilibrio y sanidad, aportando mayor resistencia a las heladas, a las plagas y a las enfermedades (Lacarra y García, 2011).

#### **2.2.10.6. Deshierbo**

Siempre que las malas hierbas estén presentes será necesaria su eliminación, pues este cultivo no admite competencia con ellas. Este control debe realizarse de manera integrada, procurando minimizar el impacto ambiental de las operaciones de escarda. Se debe tener en cuenta en el periodo próximo a la recolección, las malas hierbas pueden sofocar a la lechuga, creando un ambiente propicio al desarrollo de enfermedades que invalida el cultivo. Además, las virosis se pueden ver favorecidas por la presencia de algunas malas hierbas (Salinas, 2013).

### 2.2.10.7. Cosecha

La madurez está basada en la compactación de la cabeza. Una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida, es considerada apta para ser cosechada. Una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobre madura. Las cabezas inmaduras y maduras tienen mucho mejor sabor que las sobre maduras y también tienen menos problemas en postcosecha. Lo más frecuente es el empleo de sistemas de recolección mixtos que racionalizan la recolección a través de los cuales solamente se cortan y acarrean las lechugas en campo, para ser confeccionadas posteriormente (Salinas, 2013).

### 2.2.11. Plagas y enfermedades

#### 2.2.11.1. Plagas

Las plagas más comunes ocasionando pérdidas económicas en los cultivos (Salinas, 2013) a continuación se detallan los problemas más frecuentes del cultivo de lechuga:

##### 2.2.11.1.1. Trips (*Frankliniella pacispinosa*)

Se trata de una de las plagas que causa mayor daño al cultivo de la lechuga ya que roe el tejido de la hoja del haz y envés. Son transmisores de virus (Cajo, 2016). El adulto mide 1,5 mm de longitud, es alargado. Es una plaga dañina, más que por el efecto directo de sus picaduras, por transmitir a la planta el virus del bronceado del tomate (TSWV). La presencia de este virus en las plantas empieza por provocar grandes necrosis foliares y mueren (Salinas, 2013).

Ávila (2015), indica que son insectos pequeños que no sobrepasan los 2 mm, de cuerpo alargado, color amarillento o negruzco; succionan el alimento de las hojas y frutos, ocasionando amarillamiento en la planta, y en las frutas raspaduras. Altas poblaciones pueden inducir pérdida prematura de flores; además son transmisores de virus que afectan la producción. Los adultos y las larvas son los que ocasionan daño en el cultivo. Sin embargo, las pupas son de difícil control puesto que caen al suelo y se protegen; es por esto que se recomienda realizar aplicaciones dirigidas a suelo con insecticidas químicos o biológicos como es el caso de *Beauveria bassiana*, teniendo en cuenta que éstas no penetran más de 2 cm en el perfil de suelo; a nivel foliar se debe acompañar las

aplicaciones con extractos de ajo - aji que permiten exponer la plaga. Aplicaciones de extractos naturales como té, neem, *Stemona japonica* reportan control de los trips adultos.

#### **2.2.11.1.2. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)**

Se alimenta de la savia de la planta, provocando amarillamiento de estas y su posterior debilitamiento general de la planta. Además, la mosca blanca es que es portadora de virus que no tiene tratamiento y pueden llegar a acabar con el cultivo en un periodo corto de tiempo. Produciendo un debilitamiento general de la planta picando y absorbiendo los jugos fotosintéticos (Cajo, 2016).

#### **2.2.11.1.3. Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*)**

Forman galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada. Dar un tratamiento cuando se vean las primeras galerías (Salinas, 2013). En el interior de la hoja de la lechuga la larva excava galerías mientras se alimenta del tejido parenquimatoso. Esta plaga afecta al inicio de la plantación lo que produce que se retrase el inicio de la maduración (Cajo, 2016).

Las hembras adultas de minadores de hoja realizan sus puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, es muy característico en las lechugas que las pupas del minador de hoja caigan al suelo y al cogollo de la planta, de modo que los ataques más intensos se inician en las hojas de las coronas más bajas. En ataques fuertes, eliminar y destruir los restos de deshojes u otras labores culturales que quedan en las entre líneas del cultivo, barriéndolos con lo que se elimina un gran número de pupas (González y Zepeda, 2013).

#### **2.2.11.1.4. Pulgones (*Myzus persicae*, *Macrosiphum solani* y *Narsonovia ribisnigri*)**

El ataque de los pulgones suele ocurrir cuando el cultivo está próximo a la recolección. Aunque si la planta es joven y el ataque es grande, puede arrasar el cultivo (Salinas, 2013).

El ataque de los pulgones suele ocurrir cuando el cultivo está próximo a la recolección, estas colonizan las raíces, aunque es nulo, los cogollos haciendo que se doble y atrofie, y a las hojas, afectando al desarrollo de las misma y haciéndose que se tornen amarillas y marchitas. Además, tienden a multiplicarse rápidamente, específicamente en periodos secos y hasta pueden ser transmisores de virus (Cajo, 2016).

### 2.2.11.2. Enfermedades

Las enfermedades son un importante factor limitante para la producción de lechugas cuando no se dispone de cultivares resistentes. Las casi 75 enfermedades de las lechugas conocidas tienen diversas causas y etiologías. Son el resultado de la interacción entre la planta de la lechuga y el patógeno (bacteria, hongo, virus, fitoplasma o nematodo) y las condiciones ambientales (Lacarra y Garcia, 2011).

#### 2.2.11.2.1. Antracnosis (*Marssonina panattoniana*)

La enfermedad inicialmente da lugar a pequeñas lesiones (1-3 mm de diámetro) que luego puede expandirse y unirse en extensas secciones necróticas que abarcan las hojas enteras. Las lesiones en los bordes generalmente no están limitadas por las nervaciones. Una característica notable es que las lesiones causadas por este patógeno se mantienen intactas, las lesiones no son suaves, blandas, o averiadas, quedando normalmente sana la raíz principal. Esta bacteria se desarrolla en ambientes húmedos a temperaturas comprendidas entre 5 y 35 °C, situándose su óptimo entre 20 y 35 °C. Los daños se inician con lesiones de tamaño de punta de alfiler, éstas aumentan de tamaño hasta formar manchas angulosas-circulares, de color rojo oscuro, que llegan a tener un diámetro de hasta 4 cm. Se recomienda la aplicación de cobre, manejo del riego y una correcta aireación en los invernaderos para el control de la enfermedad. Además de la desinfección del suelo y de la semilla, además de tratar con Captan 47.5 %, Folpet 50 %, Mancozeb 40 % + Sulfato de cobre 11 % (Lacarra y Garcia, 2011).

#### 2.2.11.2.2. Botrytis o moho gris (*Botrytis cinerea*)

Si la humedad relativa aumenta las plantas quedan cubiertas por un micelio blanco; pero si el ambiente está seco se produce una putrefacción de color pardo o negro (Cajo, 2016). Los síntomas comienzan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se tornan amarillas, y seguidamente se cubren de moho gris que genera enorme cantidad de esporas. Esta enfermedad se puede controlar a partir de medidas preventivas basadas en la disminución de la profundidad y densidad de población, además de reducir los excesos de humedad. También aplicándole Benomilo 50 %, Captan 47.5 %, Iprodiona 50 % (Lacarra y Garcia, 2011).

La *Botrytis* se puede presentar en el semillero donde reduce el porcentaje de emergencia de las plántulas; aumenta las incidencias en condiciones de alta humedad, cambios

bruscos de temperatura, heridas, entre otras. Manejo: Adicional a las aplicaciones de fungicidas, se pueden aplicar algunas bacterias como *Pseudomonas*, *Streptomyces*, *Basillus subtilis*, *Basillus pumulus*, *Burkholderia vietnamiensis* y hongos como *Trichoderma sp* entre otros; labores culturales como la eliminación de plantas muertas, residuos de cosecha, evitar hacer heridas en la planta con actividades como el trasplante y la deshierba, siembra en densidades adecuadas con buena ventilación, permiten reducir drásticamente las incidencias de esta enfermedad (Ávila, 2015).

#### **2.2.11.2.3. Mildiu veloso (*Bremia lactucae*)**

Es una de las enfermedades más frecuentes que afectan a la lechuga. Se desarrolla sobre los cotiledones (plantas jóvenes) y sobre las hojas de la corona (plantas adultas), recubriéndolas con un fieltro blanco más o menos denso, invade los tejidos foliares y posteriormente los clorosa. Las hojas muy tocadas, sobre las que las manchas han confluído, se necrosan por completo y mueren. Este hongo parasito obligado está extremadamente condicionado por las condiciones climáticas, temperaturas entre 10 – 24 °C con una humedad relativa cercana al 100 % favorecen su desarrollo (Lacarra y Garcia, 2011).

Esta enfermedad afecta el haz de las hojas, aparecen unas manchas de un centímetro de diámetro y en el envés aparece un micelio veloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo. Los ataques más importantes de esta plaga se suelen dar en otoño y primavera, que es cuando suelen presentarse periodos de humedad prolongada, además las conidias del hongo son transportadas por el viento dando lugar a nuevas infecciones. Se diferencian por presentar un color café grasoso, y la temperatura óptima para que se desarrolle es de 15 a 17 °C. Para el control de esta enfermedad se han utilizado tradicionalmente los Ditiocarbamatos, cobre, fungicidas como el cimoxanilo, el propamocarb HCl y las fenilaminas (Cajo, 2016).

#### **2.2.11.2.4. Esclerotinia o Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

Se trata de una enfermedad de suelo, por tanto, las tierras nuevas están exentas de este parásito o con infecciones muy leves. La infección se empieza a desarrollar sobre los tejidos cercanos al suelo, pues la zona del cuello de la planta es donde se inician y permanecen los ataques. Sobre la planta produce un marchitamiento lento en las hojas, iniciándose en las más viejas y continúa hasta que toda la planta queda afectada. En el

tallo aparece un micelio algodonoso que se extiende hacia arriba en el tallo principal (Salinas, 2013).

Los síntomas se manifiestan en el final del ciclo del cultivo, presentando marchitez en las hojas externas de la planta, con la presencia de crecimiento micelial algodonoso blanco hacia la parte basal o central del tallo, a partir del cual se forman unos cuerpos compactos, los esclerocios, estructuras de reposo compuestas por una porción interna de color claro llamada médula y una cubierta externa negra llamada corteza (Cajo, 2016).

Su manejo es utilizar material vegetal certificado; se debe retirar los residuos de cosecha o plantas enfermas; evitar exceso de humedad; antes del establecimiento del cultivo realizar un proceso de desinfección del suelo y un llenado biológico con hongos como *Trichoderma*, existen cepas que reportan alto antagonismo hacia este patógeno (*Trichoderma harzianum*), (Ávila, 2015).

## **2.2.12. Parámetros biométricos del cultivo de lechuga**

### **2.2.12.1. Características agronómicas**

Las características agronómicas y fenotípicas comunes han dicho conjunto de plantas, incluidos métodos de obtención, resultados de ensayos, si se dispone de ellos, relativos a esas características, país de producción y material parental utilizado. La descripción de las principales características agronómicas y fenotípicas comunes ha dicho conjunto de plantas, incluidos métodos de obtención, resultados de ensayos, si se dispone de ellos, relativos a esas características, país de producción y material parental utilizado. Realizando modificaciones de rasgos importantes en el cultivo, tales como la resistencia a factores bióticos (insectos, hongos, bacterias, virus, nematodos), tolerancia a factores abióticos (salinidad, sequía, altas y bajas temperaturas, inmersión), y mejoramiento de características agronómicas (calidad nutricional, prendimiento de plántulas, diámetro apical, diámetro ecuatorial, número de hojas, longitud de hoja, rendimiento, uso de nutrientes y tolerancia a herbicidas), (Ávila, 2015).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Medio experimental

##### 3.1.1. Localización

La investigación en condiciones de invernadero, cuya ubicación geográfica está ubicado en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de la ciudad de Juliaca a un Km de distancia aproximadamente de la vía asfaltada Puno - Juliaca, en el Distrito de Juliaca, Provincia de San Román, del Departamento de Puno - Perú, El invernadero está comprendida en las coordenadas UTM X: 379605 y Y: 8281663 a una altitud 3834 msnm, el trabajo de investigación tuvo una duración de la fase de campo durante 3 meses, es decir, entre el 21 diciembre del 2018 al 4 de abril del 2019, para evaluar los parámetros establecidos según los objetivos propuestos en el estudio experimental.

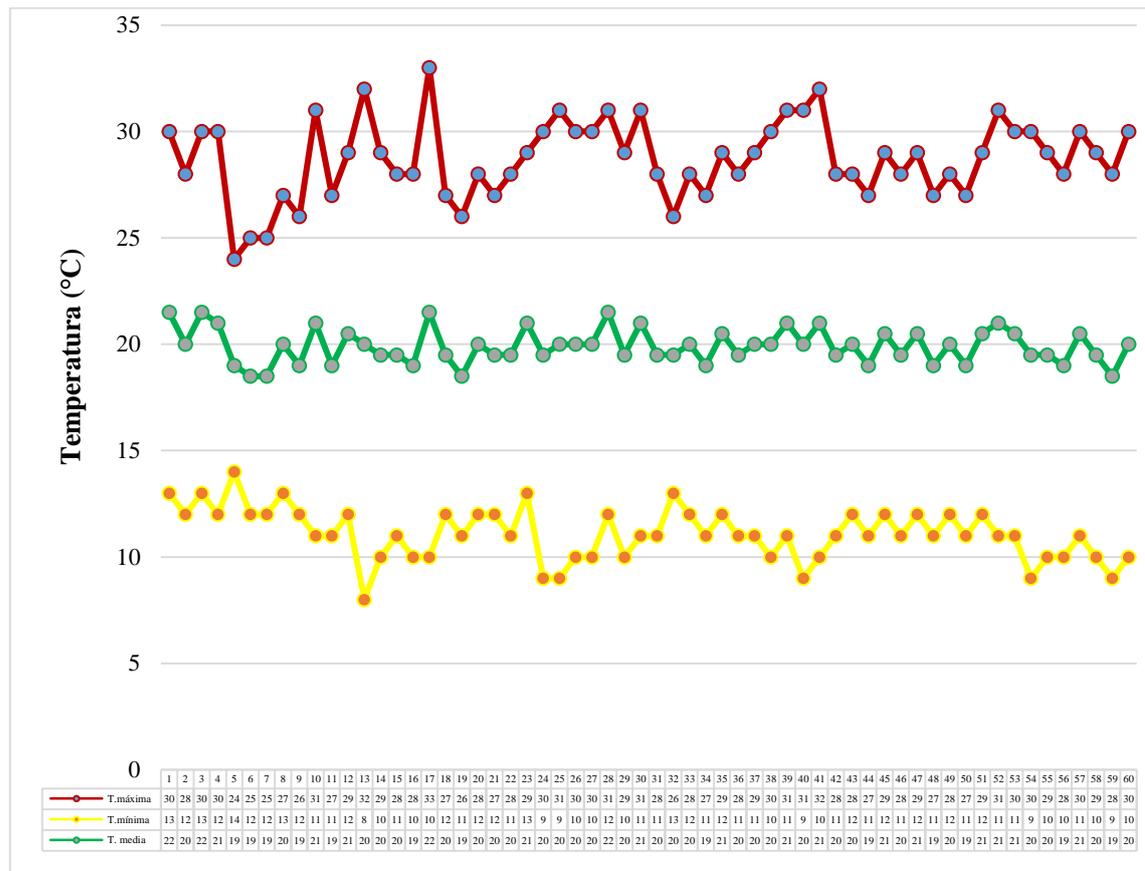
##### 3.1.2. Registro climatológico

El registro de la temperatura ambiental del invernadero se aprecia en la tabla 8, que comprende del periodo experimental desde la fase de trasplante del cultivo de lechuga hasta el campo definitivo, que correspondería a la campaña desde el 31 de enero 2019 hasta el 31 de marzo de 2019, los datos fueron obtenidos mediante un sensor de temperatura.

**Tabla 6.** Temperatura (°C) y precipitación promedio mensual (mm) de la campaña agrícola de la producción del cultivo de lechuga 2019.

MES	DIA	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)
ENERO	31	30	13	21.5	4
FEBRERO 2019	1	28	12	20	0
	2	30	13	21.5	4
	3	30	12	21	0
	4	24	14	19	4
	5	25	12	18.5	0
	6	25	12	18.5	4
	7	27	13	20	0
	8	26	12	19	4
	9	31	11	21	0
	10	27	11	19	4
	11	29	12	20.5	0
	12	32	8	20	4
	13	29	10	19.5	0
	14	28	11	19.5	4
	15	28	10	19	0
	16	33	10	21.5	4
	17	27	12	19.5	0
	18	26	11	18.5	4
	19	28	12	20	0
	20	27	12	19.5	4
	21	28	11	19.5	0
	22	29	13	21	4
	23	30	9	19.5	0
	24	31	9	20	4
	25	30	10	20	0
	26	30	10	20	4
	27	31	12	21.5	0
	28	29	10	19.5	4
MARZO 2019	1	31	11	21	0
	2	28	11	19.5	4
	3	26	13	19.5	0
	4	28	12	20	4
	5	27	11	19	0
	6	29	12	20.5	4
	7	28	11	19.5	0
	8	29	11	20	4
	9	30	10	20	0
	10	31	11	21	4
	11	31	9	20	0
	12	32	10	21	4
	13	28	11	19.5	0
	14	28	12	20	4
	15	27	11	19	0
	16	29	12	20.5	4
	17	28	11	19.5	0
	18	29	12	20.5	4
	19	27	11	19	0
	20	28	12	20	4
	21	27	11	19	0
	22	29	12	20.5	4
	23	31	11	21	0
	24	30	11	20.5	4
	25	30	9	19.5	0
	26	29	10	19.5	4
	27	28	10	19	0
	28	30	11	20.5	4
	29	29	10	19.5	0
	30	28	9	18.5	4
	31	30	10	20	0
<b>Promedio</b>		<b>28.71667</b>	<b>11.0833</b>	<b>19.9</b>	<b>120</b>

El comportamiento de la temperatura ambiental durante el desarrollo del trabajo de investigación fue como se aprecia en la Tabla 6 y Figura 2, en los meses de febrero y marzo 2019 se registró el promedio de temperaturas mínimas más baja en plena campaña agrícola con 10.90 °C en los meses de marzo del 2019 y en febrero del 2019 presenta la temperatura máxima más extrema llegando a registrar 28.5 °C. Con una Temperatura máxima promedio: 29.12 °C, Temperatura mínima promedio: 11.71°C. La precipitación durante todo el proceso del trabajo de investigación es de un total de 120 mm.



**Figura 2.** Temperatura ambiental (°C) y precipitación (mm) registrada

### 3.1.3. Análisis de suelo

El análisis físico – químico del suelo en donde se estableció el trasplante del cultivo de lechuga, se realizó en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA – Puno, cuyos resultados se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7.** Análisis físico – químico del suelo

<b>Análisis físico</b>		
<b>Variable</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Contenido</b>
Arena	%	62.40
Arcilla	%	18.20
Limo	%	19.40
Clase textural		Franco arenoso
<b>Análisis químico</b>		
<b>Variable</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Contenido</b>
Acides - alcalinidad	pH	6.80
Materia orgánica	%	3.15
Nitrógeno total	%	0.1
Fosforo disponible	ppm	6.2
Potasio disponible	ppm	133
Conductividad eléctrica	mS/cm	0.25
Conductividad eléctrica del extracto	mS/cm	1.25

Fuente: Laboratorio de aguas y Suelos UNA – Puno

De acuerdo al análisis físico – químico del suelo, se tiene las siguientes estructuras; arena 62.40 %, arcilla 18.20 % y limo 19.40 %, que representa una clase textural de franco arenoso, el contenido de materia orgánica de 3.15 % que se interpreta como media, el N total 0.1 % es considerado como bajo, por otra parte, el P con 6.2 ppm se considera como media a baja, y el K con 133 ppm considerado como bajo. El pH es de 6.8 que es neutro y la conductividad eléctrica es media.

### 3.1.4 Análisis de agua

El análisis físico – químico del agua para riego del cultivo de lechuga, se realizó en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA – Puno, cuyos resultados se muestran en la tabla 8.

**Tabla 8.** Análisis físico – químico y bacteriológico del agua

<b>Análisis organolépticas</b>		
Aspecto	Líquido	
Color	Incoloro	
Olor	Inodoro	
Sabor	Insípido	
<b>Análisis químico</b>		
<b>Variable</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Contenido</b>
Acides – alcalinidad	pH	6.8
Conductividad eléctrica	mS/cm	2.36
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	665
Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	323
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	mg/l	53.9
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	mg/l	280
Nitratos (como NO <sub>3</sub> )	POSITIVO	
Calcio (como Ca <sup>++</sup> )	mg/l	228
Magnesio (como Mg <sup>++</sup> )	mg/l	22.93
Sólidos Disueltos totales	g/l	1.18

Fuente: Laboratorio de aguas y Suelos UNA – Puno

De acuerdo al análisis químico del agua, el contenido de pH es de 6.8 que es neutro y la conductividad eléctrica es media a alta, la dureza total fue de 665 mg/l, alcalinidad con 323 mg/l, Cl<sup>-</sup> con 53.9 mg/l, SO<sub>4</sub><sup>=</sup> 280 mg/l, Nitratos positivos, Ca 228 mg/l, Magnesio con 22.93 mg/l y Sólidos Disueltos totales con 1.18 g/l.

### 3.2 Material experimental

#### 3.2.1 Semilla vegetativa del cultivo de lechuga

Para la instalación del trabajo de investigación, se compró la semilla de la hortaliza lechuga (*Lactuca sativa* L.); en la Agro veterinaria HORTUS la variedad “Great lakes 659” las cuales fueron sembradas en el almacigo, luego manualmente se separaron los plantines, en donde luego se plantó en campo definitivo.

### 3.2.2. Fertilización orgánica foliar de hidrolizado de gallinaza

Para el trabajo de investigación se utilizó el fertilizante orgánico foliar hidrolizado de gallinaza que se obtuvo el estiércol de gallina en la Facultad de Veterinaria y Zootecnia, ubicado en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, con la obtención del abono orgánico se llegó a hidrolizar para la obtención del fertilizante líquido.

El análisis químico de hidrolizado de gallinaza, se realizó en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA – Puno, cuyos resultados se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Análisis químico de fertilizante orgánico foliar de hidrolizado de gallinaza

Análisis Químico		
Variable	Unidad de medida	Contenido
Acides – alcalinidad	pH	6.5
Conductividad eléctrica (Relac. 2.5:25ml)	mS/cm	47
Nitrógeno total (N)	%	0.39
Fósforo total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	0.45
potasio total (K)	%	49
Materia orgánica (M.O)	%	18

Fuente: Laboratorio de aguas y Suelos UNA – Puno

De acuerdo a los datos mostrados en la Tabla 9, el valor del pH 6.5 que se considera como neutro, el contenido de la materia orgánica de 18.00 % se interpreta como bajo, el contenido de N de 0.39 % es considerado como bajo, el P con 0.45 ppm se considera como bajo, el K con 49 ppm es considerado también como bajo y la conductividad eléctrica es considerada alta.

### 3.2.3. Fertilización orgánica foliar de té de humus

Se utilizó el fertilizante orgánico foliar de té de humus que se obtuvo mediante la compra en el fundo Camacani - Puno, con la obtención del abono orgánico se llegó a procesarlo para la obtención del fertilizante líquido.

El análisis químico de té de humus, se realizó en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA – Puno, cuyos resultados se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Análisis químico de fertilizante orgánico foliar de té de humus

<b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:</b>		
<b>VARIABLE</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Contenido</b>
Acides – alcalinidad	pH	7.5
Conductividad eléctrica (Relac. 2.5:25ml)	mS/cm	4.36
Nitrógeno total (N)	%	0.05
Fósforo total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	0.09
Potasio total (K)	%	0.11
Materia orgánica (M.O)	%	8.02

Fuente: Laboratorio de aguas y Suelos UNA – Puno

De acuerdo a los datos mostrados en la Tabla 10, el valor del pH 7.5 que se considera como neutro, el contenido de la materia orgánica de 8.02 % se interpreta como bajo, el contenido de N de 0.05 % es considerado como muy bajo, el P con 0.09 ppm se considera como muy bajo, el K con 0.11 ppm es considerado también como muy bajo y la conductividad eléctrica es considerada alta.

### 3.2.4. Fertilización orgánica foliar de abono de frutas

Se utilizó el fertilizante orgánico foliar de abono de frutas, obtenido en los mercados comerciales de frutas, con la obtención de las frutas se llegó a procesar para la obtención del fertilizante líquido.

El análisis químico de abono de frutas, se realizó en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA – Puno, cuyos resultados se muestran en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Análisis físico – químico de fertilizante orgánico foliar de abono de frutas

<b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:</b>		
<b>VARIABLE</b>	<b>Unidad</b>	<b>Contenido</b>
Acides – alcalinidad	pH	4.8
Conductividad eléctrica (Relac. 2.5:25ml)	mS/cm	40.5
Nitrógeno total (N)	%	0.25
Fósforo total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	0.29
Potasio total (K)	%	0.36
Materia orgánica (M.O)	%	15.6

Fuente: Laboratorio de aguas y Suelos UNA – Puno

De acuerdo a los datos mostrados en la Tabla 11, el valor del pH 4.8 que se considera como ácido, el contenido de la materia orgánica de 15.6 % se interpreta como medio, el contenido de N de 0.25 % es considerado como bajo, el P con 0.29 ppm se considera como bajo, el K con 0.36 ppm es considerado también como bajo y la conductividad eléctrica es considerada alta.

### **3.2.5. Materiales y equipos de campo**

Entre los materiales y equipos que se utilizaron durante el periodo que duró el trabajo de investigación fueron los siguientes:

#### **En la preparación del almacigo**

- Suelo
- Arena
- Compost

#### **En la Siembra**

- 2.5 g de semilla de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad “*Great lakes 659*”

#### **En la preparación del terreno**

- Pico
- Pala
- Rastrillo

#### **En la toma de muestras**

- Pala
- Botellas
- Bolsas de plástico
- Etiquetas

#### **En el marcado del campo experimental**

- Flexómetro
- Cordel
- Yeso
- Estacas.

**En el riego**

- Regadera de un litro.

**Materiales para la elaboración de abonos orgánicos foliares****a) Hidrolizado de gallinaza**

- 3 kg de estiércol fresco de gallinaza.
- 250 g de melaza.
- ½ litros de leche.
- 20 g de levadura.
- Balde de 20 litros.
- 4 litros de agua.

**b) Te de Humus**

- 3 kg de humus fresco.
- 2 Saquillos.
- Balde de 20 litros.
- 5 litros de agua.

**c) Abono de frutas**

- 3 kg de plátano.
- 3 kg de papaya.
- Balde de 20 litros.

**Para el control fitosanitario**

- 2 kg de rocoto.
- Balde de 20 litros.
- 12 litros de agua.

**Para la toma de evaluaciones**

- Balanza analítica.
- Cinta métrica.
- Bolsa de polietileno.
- Etiquetas.
- Sacos.

- Cuaderno de campo.
- Bolígrafo.
- Cámara fotográfica.

### 3.3. Factores en estudio

En el trabajo de investigación se realizó la creación de fertilizantes orgánicos foliares elaborados con insumos de la zona; cuyos tratamientos describen su dosis de fertilizante foliar, enumeradas a continuación:

- T0 = 0.00 ml/lit Testigo
- T1 = 2.50 ml/lit de Hidrolizado de gallinaza
- T2 = 5.00 ml/lit de Hidrolizado de gallinaza
- T3 = 2.50 ml/lit de Té de humus
- T4 = 5.00 ml/lit de Té de humus
- T5 = 2.50 ml/lit de Abono de frutas
- T6 = 5.00 ml/lit de Abono de frutas

**Tabla 12.** Distribución de tratamientos en estudio

N°	Descripción de tratamientos con sus dosis de fertilizante foliar	Código
1	0.00 ml/lit testigo	T0
2	2.50 ml/lit de hidrolizado de gallinaza	T1
3	5.00 ml/lit de hidrolizado de gallinaza	T2
4	2.50 ml/lit de té de humus	T3
5	5.00 ml/ lit de té de humus	T4
6	2.50 ml/ lit de abono de frutas	T5
7	5.00 ml/ lit de abono de frutas	T6

### 3.4. Características del campo experimental

#### a) Bloque

- Número de bloques : 3
- Largo : 10 m
- Ancho : 1 m
- Área : 10 m<sup>2</sup>

- Distancia entre bloques : 1 m

**b) Parcela**

- Número de parcelas : 21
- Largo : 1 m
- Ancho : 1 m
- Área : 1 m<sup>2</sup>
- Distancia entre parcelas : 0.5 m

**c) Área experimental**

- Largo del campo experimental : 10 m
- Ancho del campo experimental : 5 m
- Área total del campo experimental : 50 m<sup>2</sup>

**d) Plantación de cultivo por parcela**

- Número de plantas/ hilera : 4
- Número de plantas /parcelas : 12
- Número de plantas /bloque : 84
- Número de plantas /total de bloque: 252
- Distanciamiento entre hileras : 0.30 cm
- Distanciamiento entre plantas : 0.25 cm

**3.5. Diseño experimental**

Para la distribución de los tratamientos en estudio dentro del campo experimental y para procesar la base de datos, se utilizó un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA), con 7 tratamientos y tres repeticiones, haciendo un total de 21 unidades experimentales.

El procesamiento y análisis de datos se realizó a través de los siguientes pasos:

- Recopilación de datos de campo en registros según los parámetros en estudio.
- Elaboración de la base de datos en la hoja de cálculo Excel.
- Análisis de datos para el diseño de bloque completo al azar.
- Interpretación de la información estadística obtenida.

**a) Modelo aditivo lineal**

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta observada (rendimiento de lechuga)

$\mu$  = Media general de la variable de respuesta

$\beta_j$  = El efecto de bloque sobre el rendimiento de lechuga.

$\alpha_i$  = El efecto de dosis de abonos orgánicos líquidos.

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

**b) Transformación de datos**

Los valores expresados en porcentaje y conteo como es el caso de prendimiento de plántulas y número de hojas por planta, se han transformado en valores angulares arcoseno ( $Y = \arcseno\sqrt{\text{porcentaje o conteo}}$ ) y para realizar el análisis de variancia.

**c) Análisis de variancia**

Los datos de las variables de respuesta se sometieron al análisis de variancia, cuyas fuentes de variación se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla 13.** Análisis de variancia del experimento

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Bloques	$b - 1 = 3 - 1 = 2$
Tratamientos	$t - 1 = 7 - 1 = 6$
Error experimental	$(b - 1) * (t - 1) = (3 - 1) * (7 - 1) = 12$
Total	$(t * b) - 1 = (7 * 3) - 1 = 20$

### 3.6. Variables de respuesta y observaciones

Las variables en estudio del trabajo de investigación fueron:

Características agronómicas

- Prendimiento de plántulas (%)
- Diámetro apical de planta (cm)
- Diámetro ecuatorial de planta (cm)
- Número de hojas (número de hojas/planta)
- Longitud de hoja (cm/hoja)
- Peso fresco por planta (kg/planta)

Rendimiento (kg/m<sup>2</sup>)

- Rentabilidad (%)

### 3.7. Conducción del experimento

#### 3.7.1. Invernadero

El trabajo fue conducido bajo condiciones de invernadero, para tal fin, se coordinó el préstamo de un invernadero con una superficie de 75 m<sup>2</sup>

#### 3.7.2. Preparación del almacigo

El almacigo se realizó en el mismo invernadero preparando una mezcla de 1:1:1 (suelo, arena y compost) cuya medida del semillero fue de 1 m<sup>2</sup> con 30 cm de alto. Los sustratos, suelo, arena y compost se mezclaron, las mismas que fueron humedecidas previamente, luego se procedió al nivelado y desmenuzado del suelo utilizando pico y rastrillo.

#### 3.7.3. Siembra

Se utilizó semilla correspondiente a la hortaliza lechuga (*Lactuca sativa L.*); el cual se adquirió en la Agro veterinaria HORTUS la variedad “Great lakes 659” las cuales fueron sembradas. Como sustrato se utilizó compost, arena, tierra en proporción 1:1:1, utilizando 2.5 g de semilla.

#### 3.7.4. Preparación del terreno

En la preparación del terreno experimental, fue roturado manualmente con la ayuda de un pico; luego se procedió a desmenuzar los terrones en forma manual con la ayuda de

las herramientas, para remover, airear, eliminar malezas y mullir el suelo. Finalmente se procedió a nivelar el terreno con la ayuda del rastrillo (Anexo Figura 11).

### **3.7.5. Muestreo y análisis de suelo**

Se realizó un muestreo de suelo de distintas partes del área experimental, luego se mezcló todas las muestras, obteniéndose una sola muestra representativa, posteriormente se llevó al laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Altiplano, para su respectivo análisis físico y químico.

### **3.7.6. Marcado del campo experimental**

Luego de la preparación del terreno se procedió a construir las parcelas manualmente, con las medidas establecidas para el ensayo, el marcado del área experimental de los bloques y parcelas con sus respectivas calles se realizó con la ayuda de un flexómetro, cordel, yeso y estacas. Luego se realizó los camellones, las plántulas de lechuga se trasplantaron con un distanciamiento de 25 x 30 cm. (Anexo Figura 12).

### **3.7.7. Trasplante**

El trasplante se realizó a los 40 días de la siembra, cuando las plántulas presentaron 5 hojas verdaderas, despegándola del almácigo cuidadosamente, para no causar daño en la raíz y plantarlas en el sitio definitivo. Las distancias fueron de 30 cm entre hileras y 25 cm entre plantas esta labor se realizó manualmente con un total de 12 plantas por parcela (Anexo Figura 13).

### **3.7.8. Riegos**

Se realizó el riego mediante regaderas cada dos días después del trasplante (4 lt/m<sup>2</sup>), durante todo el trascurso del ciclo producción bajo condiciones de invernadero.

### **3.7.9. Elaboración de fertilizantes orgánicos foliar**

Se realizó manualmente los abonos orgánicos foliares se originan a partir de la fermentación de materiales orgánicos propios de la zona, como estiércol de animales, plantas verdes y frutos. Las sustancias que se originan a partir de la fermentación son muy ricas en energía libre, y al ser absorbidas directamente por las hojas tonifican las plantas e impiden el desarrollo de enfermedades y el constante ataque de insectos (Restrepo, 2001). La nutrición foliar no sustituye a la fertilización tradicional de los

cultivos. Esta alternativa de fertilización complementa los requerimientos nutricionales de un cultivo que no se pueden suministrar mediante la fertilización común al suelo (Ojeda, 2017).

#### **3.7.9.1. Hidrolizado de gallinaza**

Se recolecto estiércol fresco de gallinaza obteniendo 3 kg que se obtuvo en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano, también se utilizó 1/4 de melaza, 1/2 lt de leche y 20 g de levadura y 4 lt de agua; luego se mezcló en una licuadora (para una mezcla homogénea) en un balde de 20 lt se procedió a cubrirlo con un saco arpillera para dejar fermentar durante 15 días (Anexo Figura 14).

#### **3.7.9.2. Te de Humus**

Se adquirió comercialmente humus fresco obteniendo 3 g y un saquillo; luego se colocó el saco dentro de un balde de 20 lt, agregando 5 lt de agua, el proceso duro 7 días. (Anexo Figura 15).

#### **3.7.9.3. Abono de frutas**

Se recolecto cascara 3 kg de plátano y 3 kg de papaya en el mercado las Mercedes de la ciudad de Juliaca también se utilizó 1/4 lt de melaza; luego se picó en pequeños trozos, colocándolo en un balde de 20 lt, diluyendo en el balde la melaza, luego se colocó en la parte superior del balde una tapa de madera permitiendo aplastar la fruta picada y encima de la tapa se colocó las piedras para ejercer presión, el proceso duro 10 días. (Anexo Figura 16).

#### **3.7.9.4. Riego con fertilización foliar**

La aplicación de los nutrientes vía foliar se realizó a cada 8 días después del trasplante, reemplazando el riego convencional cada 8 días (Anexo Figura 18).

#### **3.7.10. Controles fitosanitarios**

Se efectuaron tres aplicaciones fitosanitarias durante el desarrollo del ensayo, la aplicación se realizó a los 25, 40 y 55 días después del trasplante, para el control de pulgones (*Acyrtosiphom pisum*) se utilizó rocoto 2 kg el cual se dejó reposar en un balde con 12 lt de agua durante 24 horas.

### 3.7.11. Control de maleza

Los deshierbes se realizaron manualmente cada 8 días después del trasplante para evitar competencia de luz y agua, esta actividad se realizó manualmente para evitar daños al sistema radicular de las plantas de lechuga pues podrían constituirse en la puerta de entrada de patógenos y hospederos de plagas.

### 3.7.12. Cosecha

La cosecha de los cogollos se realizó a los 65 días después del trasplante en forma manual cuando las plantas alcanzaron la madurez comercial. Para tal efecto se cortó la planta a ras del cuello y se eliminaron las hojas del borde (Anexo Figura 19).

## 3.8. Evaluaciones realizadas

La metodología del experimento y el procedimiento que se empleó para medir y evaluar las variables de respuesta en el trabajo de investigación fueron los siguientes:

### 3.8.1. Porcentaje de prendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

El número de plantaciones de lechuga (*Lactuca sativa*), prendidas después de su plantación, se estimó utilizando el “método de conteo de plantas”, para lo cual se contaron las plantaciones prendidas de lechuga en cada parcela y los resultados se expresaron en número de plantaciones por parcela, esta evaluación se realizó por única vez a los 10 días después del proceso del trasplante de plántulas. Se determinó el porcentaje de prendimiento (Anexo Figura 17), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Prendimiento (\%)} = \frac{\text{Número de plantines prendidos por distanciamiento}}{\text{Número total de plantines plantados por distanciamiento}} * 100$$

### 3.8.2. Diámetro apical de la planta

Para determinar el diámetro apical de la planta de lechuga por parcela experimental se realizó en la cosecha, se midió con una cinta métrica, midiendo de un extremo a otro, efectuando la evaluación en cuatro plantas de lechuga dentro de cada parcela experimental, obteniendo un promedio en cm (Anexo Figura 20).

### **3.8.3. Diámetro ecuatorial de la planta**

Para la estimación el diámetro ecuatorial del cogollo de lechuga por parcela experimental se realizó en la cosecha, se midió con una cinta métrica midiendo de un extremo a otro, efectuando la evaluación en cuatro plantas de lechuga dentro de cada parcela experimental, obteniendo un promedio en cm/planta (Anexo Figura 20).

### **3.8.4. Número de hojas/planta**

Para la estimación del número de hojas por planta de lechuga por parcela experimental se realizó en la cosecha, realizándolo manualmente efectuando la evaluación en cuatro plantas de lechuga dentro de cada parcela experimental, obteniendo un promedio de número de hojas/planta (Anexo Figura 21).

### **3.8.5. Longitud de hoja**

Para la estimación la longitud de hoja de lechuga por parcela experimental se realizó en la cosecha, se midió con una cinta métrica, midiendo desde la base de la hoja hasta el ápice de la misma, efectuando la evaluación en cuatro plantas de lechuga dentro de cada parcela experimental, obteniendo un promedio en cm/hoja (Anexo Figura 22).

### **3.8.6. Peso fresco por planta**

Para la estimación de peso fresco por planta de lechuga por parcela experimental se realizó en la cosecha, se midió el pesado con una balanza de precisión, efectuando la evaluación en cuatro plantas de lechuga dentro de cada parcela experimental, obteniendo un promedio en kg/planta (Anexo Figura 23).

### **3.8.7. Rendimiento**

Para la estimación de rendimiento de la planta de lechuga por parcela experimental expresado en  $\text{kg/m}^2$ .

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Características agronómicas

La evaluación de las características agronómicas de la lechuga en respuesta a la aplicación de dosis de abonos orgánico foliares a base de hidrolizado de gallinaza, te de humus y abono de frutas, en condiciones de invernadero, cuyos resultados según los parámetros establecidos en el presente estudio experimental, se detallan a continuación:

#### 4.1.1. Prendimiento de plántulas (%)

Los resultados obtenidos sobre el prendimiento de plántulas por efecto de tratamientos (dosis de abonos orgánico foliares ml/litro), en estudio se procesaron en porcentaje (%). Sin embargo, para realizar el análisis de varianza de esta variable, se realizó la transformación a datos angulares, mediante la siguiente fórmula: ( $Y = \arccos \sqrt{\text{porcentaje}}$ ).

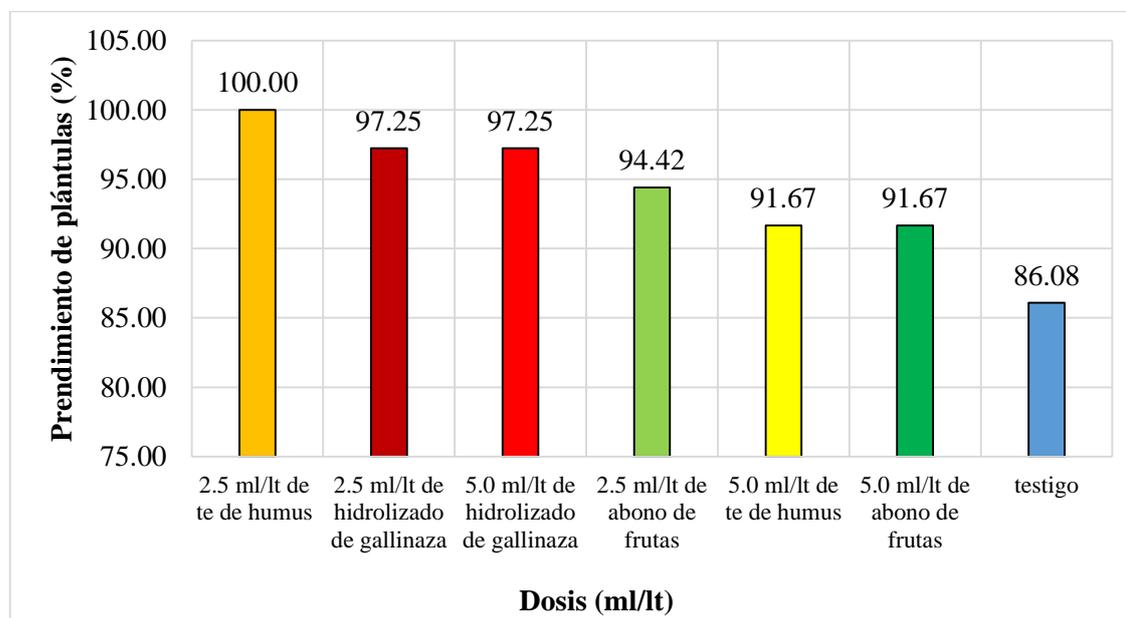
En la Tabla 14 se muestra el análisis de varianza en el porcentaje de prendimiento de plántulas de lechuga, realizado a los 10 días del trasplante, donde tuvieron un comportamiento en forma homogénea todas las plántulas, tal es así, que la F-calculada para bloque (1.114) es inferior a la F-tabular (3.89 y 6.93), y estadísticamente nos indica que entre bloques no hay diferencia estadística significativa, lo que señala que entre los bloques existe un mismo comportamiento. Por otro lado, la F-calculada para la fuente de variabilidad de tratamientos (0.995) es inferior a la F-tabular (3.000 y 4.820), estadísticamente también nos indica que no hay diferencias significativas entre tratamientos, lo que significa que abonos orgánico foliares (hidrolizado de gallinaza, te de humus y abono de frutas), no influye en el prendimiento de las plantas, no se encontró efecto alguno, este comportamiento se atribuye a que las plántulas de lechuga están en su fase de prendimiento vegetativo en el campo experimental según los tratamientos establecidos. Además, el coeficiente de variabilidad (C.V.) fue 14.20 %, indicando un nivel aceptable de confiabilidad estadística y que el experimento ha sido conducido en forma aceptable estadísticamente, D.A.N.E (2005).

**Tabla 14.** Análisis de variancia de prendimiento de plántulas (%), por efecto de abonos orgánico foliares

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	286.49053	143.24526	1.11426	3.890	6.930	N.S.
Tratamientos	6	767.24762	127.87460	0.99470	3.000	4.820	N.S.
Error experimental	12	1542.67324	128.55610				
Total	20	2596.41139	129.82057				

C.V. = 14.20 %

En la Figura 3, se observa el comparativo entre tratamientos del prendimiento de plántulas (%), por efecto de fertilizantes foliares, en donde el abono foliar con 2.5 ml/lit de té de humus obtuvo un mejor rendimiento de 100.00 %, 2.5 ml/lit de hidrolizado de gallinaza cuenta con un prendimiento de 97.25 %, 5.0 ml/lit de hidrolizado de gallinaza muestra un prendimiento de 97.25 %, 2.5 ml/lit de abono de frutas muestra un prendimiento de 94.42 %, 5.0 ml/lit de té de humus muestra un prendimiento de 91.67 %, 5.0 ml/lit de abono de frutas muestra un prendimiento de 91.67 % y con respecto al testigo muestra un prendimiento de 86.08 %.



**Figura 3.** Prendimiento de plántulas (%), por efecto de abonos orgánico foliares

Los resultados obtenidos en esta investigación en relación a la evaluación del porcentaje de prendimiento, permitió deducir que los efectos de abonos orgánico foliares no muestran diferencias estadísticas, frente al testigo. Estos resultados son respaldados por

Ccoscco (2015), manifiesta que el porcentaje de prendimiento no se halló significancia estadística ante el uso de A: 4 abonos orgánicos (a1: humus de lombriz a2: compost a3: guano isla y a4: estiércol de ovino) y el factor B: a 2 niveles de abonamiento (b1 alto, b2 bajo). Además, Gonzales (2013), menciona que el efecto de la aplicación de cuatro fuentes de abono orgánico en el cultivo de la lechuga Var. White Bastan. No mostraron diferencias estadísticas en el porcentaje de prendimiento con promedios homogéneos entre todos los tratamientos, sin mostrar diferencias con respecto al testigo. (T1: sin abono, T2: sustrato sphsgnum, T3: estiércol de ovino, T4: guano de isla y T5: compost). En síntesis, se puede indicar que los abonos orgánico foliares no afecta en el porcentaje de prendimiento en el cultivo de lechuga.

#### 4.1.2. Diámetro apical (cm/planta)

En la Tabla 15, se muestra el análisis de varianza para el diámetro apical (cm/planta) evaluadas, que corresponden al momento de la cosecha por cada parcela experimental, donde presentaron un comportamiento heterogéneo entre los tratamientos en estudio. Así la F-calculada para bloque (14.767) supera a F-tabular (3.890 y 6.930), mostrando una diferencia estadística altamente significativa, lo que significa que los bloques tuvieron un comportamiento diferente entre ellos. Por otro lado, para el factor tratamientos, la F-calculada (7.667) supera a F-tabular (3.000 y 4.820), mostrando estadísticamente una alta diferencia significativa, lo que nos manifiesta que los abonos orgánico foliares (hidrolizado de gallinaza, te de humus y abono de frutas), e inclusive el testigo presentaron diferente comportamiento, siendo uno de ellos con mejores diámetros apicales de planta. Además el coeficiente de variabilidad (C.V.) es 6.7 %, indicando que el experimento ha sido conducido en forma aceptable estadísticamente, D.A.N.E (2005).

**Tabla 15.** Análisis de variancia de diámetro apical (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	146.72024	73.36012	14.76725	3.890	6.930	**
Tratamientos	6	228.52976	38.08829	7.66710	3.000	4.820	**
Error experimental	12	59.61310	4.96776				
Total	20	434.86310	21.74315				

C.V. = 6.7 %

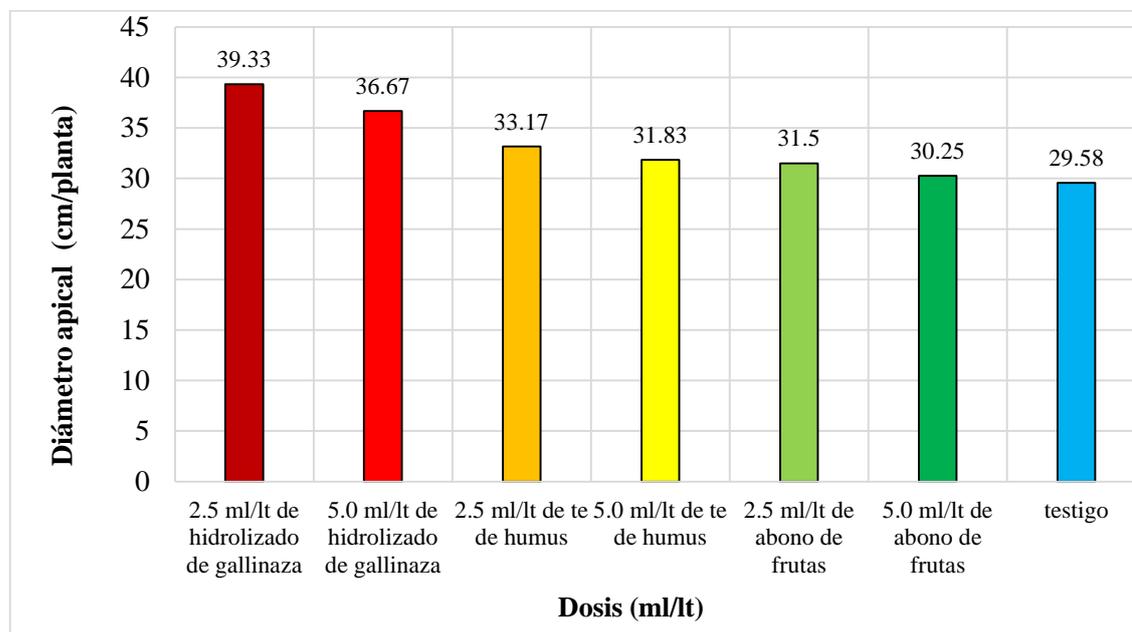
En la Tabla 16, se muestra la prueba de comparación de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el diámetro apical de la planta por efecto de abonos orgánico foliares, obteniendo el mayor crecimiento con (T1) 2.5 ml/lt de hidrolizado de gallinaza con 39.33 cm/planta, el segundo lugar (T2) 5.0 ml/lt de hidrolizado de gallinaza con 36.67 cm/planta, el tercer lugar (T3) 2.5 ml/lt de té de humus con 33.17 cm/planta, y estadísticamente nos muestra que estos tratamientos presentan la mejores en el diámetro apical de la planta y se encuentran en el mismo nivel con respecto al primer tratamiento; luego en cuarto lugar (T4) 5.0 ml/lt de Té de humus con 31.83 cm/planta, el quinto lugar (T5) 2.5 ml/lt de abono de frutas con 31.50 cm/planta, el sexto lugar (T6) 2.5 ml/lt de abono de frutas con 30.25 cm/planta y séptimo con respecto al testigo 29.58 cm/planta, mostrando que los abonos orgánico foliares aumenta el diámetro apical de planta (cm) frente al testigo.

**Tabla 16.** Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el diámetro apical (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares

Orden de merito	Dosis de fertilización (ml/lt)	Diámetro apical (cm)	
Primero	2.5 ml/lt de hidrolizado de gallinaza	39.33	a
Segundo	5.0 ml/lt de hidrolizado de gallinaza	36.67	a b
Tercero	2.5 ml/lt de té de humus	33.17	a b c
Cuarto	5.0 ml/lt de té de humus	31.83	b c
Quinto	2.5 ml/lt de abono de frutas	31.50	b c
Sexto	5.0 ml/lt de abono de frutas	30.25	c
Séptimo	testigo	29.58	c

En la Figura 4, se observa gráficamente los valores de la diámetro apical de planta por efecto de abonos orgánico foliares, en donde la dosis de 2.5 ml/lt de hidrolizado de gallinaza obtuvo un mejor crecimiento con 39.33 cm, frente a los demás tratamientos; luego la dosis 5.0 ml/lt de hidrolizado de gallinaza cuenta con un crecimiento de 36.67 cm, posteriormente la dosis 2.5 ml/lt de té de humus muestra un crecimiento de 33.17 cm, en tanto la dosis 5.0 ml/lt de té de humus muestra un crecimiento de 31.83 cm, la dosis 2.5 ml/lt de abono de frutas muestra un crecimiento de 31.50 cm, y la dosis 5.0 ml/lt de abono de frutas muestra un crecimiento de 30.25 cm y el tratamiento testigo muestra un crecimiento de 29.58 cm, siendo éste inferior a los demás tratamientos; lo cual se corrobora que la aplicación de fertilizantes foliares sobre las hojas influye

favorablemente en el crecimiento de la planta, debido que fertilizan a la planta con nutrientes respectivos.



**Figura 4.** Diámetro apical (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares

El índice de diámetro apical de las lechugas desde la base hasta el extremo final de la cabeza, en el trabajo de investigación de los tratamientos, el hidrolizado de gallinaza cuenta con mayor porcentaje de N, P, K y materia orgánica con respecto al abono de frutas y te de humus. Siendo superior a lo reportado por: Arias (2010), que indica que el diámetro apical de planta con respecto en las dosis de abono de frutas obteniendo la mejor dosis de 2.5 ml/Lt, en la longitud de hoja a los 46 días con 22.8 cm/planta, en la evaluación del cultivo de lechuga, siendo superiores a las dosis 1.5 ml/Lt y 2.0 ml/Lt. Además, Gonzales (2013), indica el efecto en el cultivo de la lechuga Var. White Bastan, en el diámetro apical de cabeza muestra una diferencia significativa alta ( $\alpha = 0.05$ ). T1: sin abono con 12.39 cm; T2: sustrato sphsgnum con 15.69 cm; T3: estiércol de ovino con 17.10 cm; T4: guano de isla con 17.24 cm y T5: compost. 16.55 cm. En síntesis, se puede indicar que el abonos orgánico foliares a base de hidrolizado de gallinaza con una dosis de 2.5 ml/Lt, sobre el parámetro de diámetro apical de planta de lechuga, incrementó el tamaño de la planta; lo cual conlleva a determinar que una planificación de abonos orgánico foliares desde la fase del trasplante hasta la cosecha es favorable para lograr lechugas de buen tamaño.

#### 4.1.3. Diámetro ecuatorial (cm/planta)

En la Tabla 17, se muestra el análisis de varianza para el diámetro ecuatorial de las plantas evaluadas, realizado en la cosecha por cada parcela experimental, donde tuvieron un comportamiento en forma heterogénea. Para bloques, la F-calculada (4.806) supera a F-tabular (3.890), pero es menor a (6.930), lo que nos indica una diferencia estadística significativa, es decir, los bloques tuvieron un comportamiento diferente. Por otro, para los tratamientos en estudio la F-calculada (3.3448) supera a F-tabular (3.000) pero es menor a (4.820), mostrando una significancia estadística, lo que significa que los abonos orgánicos foliares (hidrolizado de gallinaza, té de humus y abono de frutas), son superiores al testigo y que uno de ellos muestra un mejor efecto entre los tratamientos. Además, el coeficiente de variabilidad (C.V.) es 9.0 %, indicando que el experimento ha sido conducido en forma aceptable estadísticamente, D.A.N.E (2005).

**Tabla 17.** Análisis de variancia de diámetro ecuatorial (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	17.64286	8.82143	4.80649	3.890	6.930	*
Tratamientos	6	36.83333	6.13889	3.34486	3.000	4.820	*
Error experimental	12	22.02381	1.83532				
Total	20	76.50000	3.82500				

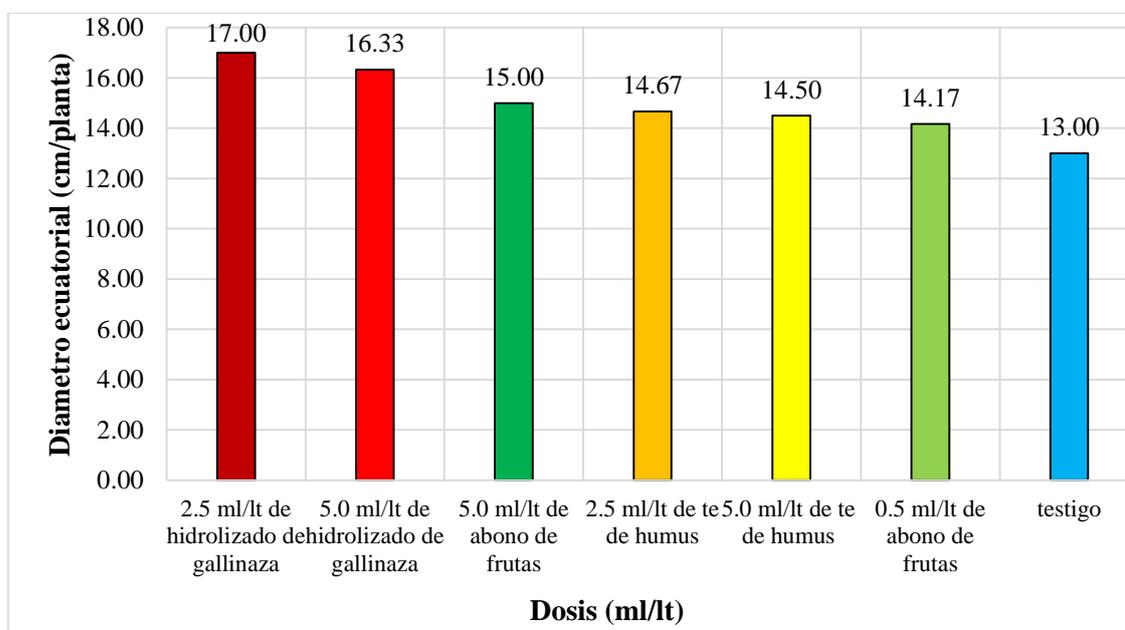
C.V. = 9.0 %

En la Tabla 18, se muestra la prueba de comparación de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el diámetro ecuatorial por efecto de la abonos orgánico foliares; obteniendo el mayor diámetro ecuatorial (cm) de la “cabeza” de lechuga con (T1) 2.5 ml/lit de hidrolizado de gallinaza con 17.00 cm, siendo éste superior a los demás tratamientos; sin embargo, el segundo lugar (T2) 5.0 ml/lit de hidrolizado de gallinaza con 16.33 cm, el tercer lugar (T6) 5.0 ml/lit de abono de frutas con 15.00 cm, el cuarto lugar (T3) 2.5 ml/lit de té de humus con 14.67 cm, el quinto lugar (T4) 5.0 ml/lit de té de humus con 14.50 cm, el sexto lugar (T5) 5.0 ml/lit de abono de frutas con 14.17 cm, estadísticamente muestran el mismo nivel de comportamiento. En cambio, el séptimo lugar, corresponde al testigo alcanzando solamente 13.00 cm, en el diámetro ecuatorial de la planta. De acuerdo a estos valores, podemos manifestar que la aplicación de los abonos orgánico foliares aumenta el diámetro ecuatorial de la “cabeza” de lechuga frente al testigo.

**Tabla 18.** Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el diámetro ecuatorial (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares

Orden de merito	Dosis de fertilización (ml/lit)	Diámetro ecuatorial (cm)	
Primero	2.5 ml/lit de hidrolizado de gallinaza	17.00	a
Segundo	5.0 ml/lit de hidrolizado de gallinaza	16.33	a b
Tercero	5.0 ml/lit de abono de frutas	15.00	a b
Cuarto	2.5 ml/lit de té de humus	14.67	a b
Quinto	5.0 ml/lit de té de humus	14.50	a b
Sexto	0.5 ml/lit de abono de frutas	14.17	a b
Séptimo	testigo	13.00	b

En la Figura 5, se observa gráficamente el comparativo del diámetro ecuatorial (cm), por efecto de abonos orgánico foliares, en donde la dosis de 2.5 ml/lit de hidrolizado de gallinaza obtuvo un mayor diámetro de 17 cm, 5.0 ml/lit de hidrolizado de gallinaza cuenta con un diámetro de 16.33 cm, 5.0 ml/lit de abono de frutas muestra un diámetro de 15.00 cm, 2.5 ml/lit de té de humus muestra un diámetro de 14.67 cm, 5.0 ml/lit de té de humus muestra un diámetro de 14.50 cm, 5.0 ml/lit de abono de frutas muestra un diámetro de 14.17 cm y con respecto al testigo muestra un diámetro de 13 cm.



**Figura 5.** Diámetro ecuatorial (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares

Los resultados reportados en la investigación, sobre el parámetro del diámetro ecuatorial de la “cabeza” de lechuga, permitió deducir que los efectos de fertilización foliar sobre la planta durante su desarrollo vegetativo es altamente significativa, frente al testigo que resulto con los menores valores de la “cabeza” de lechuga. El abono foliar de hidrolizado de gallinaza fue superior en N, P, K y materia orgánica es superior con respecto al abono de frutas y te de humus. Siendo superior a lo reportado por: Ojeda (2017), indicando que el efecto de abonos orgánico foliares a base de frutas en el cultivo de lechuga, con la aplicación de una dosis de 5 a 7 ml/lt, permitió a la planta tener un mayor aporte de nutrientes, presentando visualmente un mayor crecimiento y uniformidad en comparación con los otros tratamientos. En síntesis, se puede indicar que el abonos orgánico foliares a base de hidrolizado de gallinaza tienen un mayor aporte nutricional por parte de la planta durante todo el ciclo vegetativo, razón por la cual al aplicar el hidrolizado de gallinaza a las plantas estas lo transforman y lo utilizan inmediatamente aumentando el crecimiento de la planta.

#### 4.1.4. Número de hojas/planta

Los resultados obtenidos de número de hojas/planta por efecto de tratamientos (dosis de fertilizante foliar ml/lt), en estudio se dieron en numeración (conteo), para realizar el análisis de varianza de esta variable, se realizó la transformación a datos angulares, mediante la siguiente fórmula:  $(Y = \arccoseno\sqrt{\text{conteo}})$ .

En la Tabla 19, se muestra el análisis de varianza para el número de hojas/planta evaluadas realizado en la cosecha por cada parcela experimental, donde tuvieron un comportamiento en forma homogénea en bloques y heterogénea en tratamientos. Así, la F-calculada para bloque (2.328) es inferior a F-tabular (3.890 y 6.930), mostrando que no existe significancia ya que todos tuvieron el mismo comportamiento. Por otro lado, F-calculada para tratamientos (17.109) supera a F-tabular (3.000 y 4.820), mostrando una alta significancia estadística, lo que implica que los abonos orgánicos foliares (hidrolizado de gallinaza, te de humus y abono de frutas), son superiores al testigo. Además, el coeficiente de variabilidad (C.V.) es 1.5 %, indicando que el experimento ha sido conducido en forma aceptable estadísticamente, D.A.N.E (2005).

**Tabla 19.** Análisis de variancia de número de hojas/planta, por efecto de abonos orgánico foliares

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	1.67369	0.83685	2.32786	3.890	6.930	N.S.
Tratamientos	6	36.90231	6.15039	17.10855	3.000	4.820	**
Error experimental	12	4.31390	0.35949				
Total	20	42.88991	2.14450				

C.V. = 1.5 %

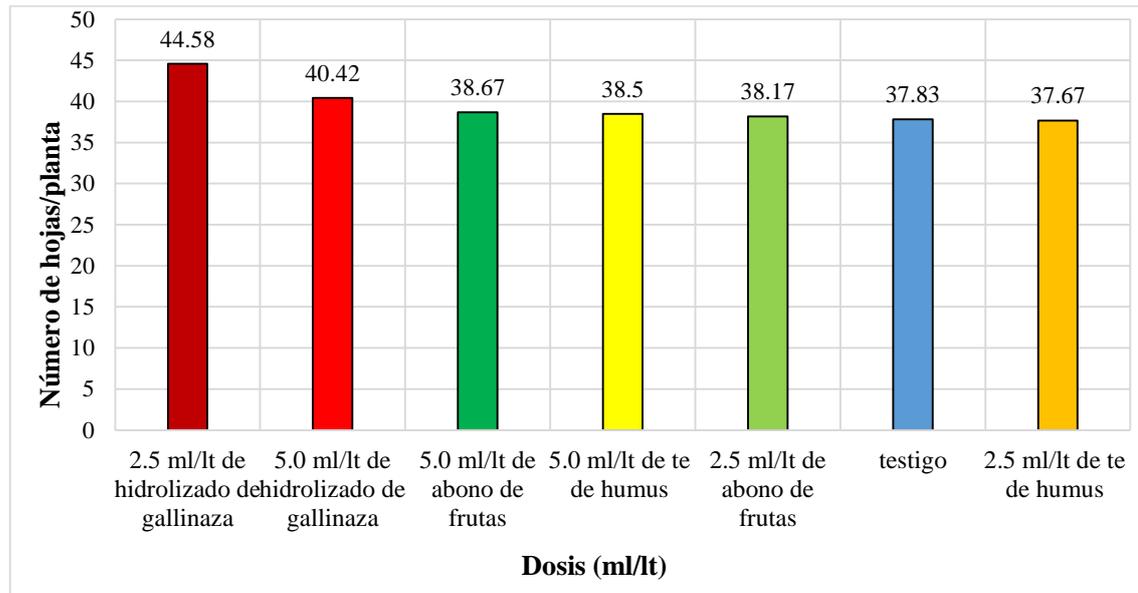
En la Tabla 20, se muestra la prueba de comparación de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el número de hojas/planta. Siendo estadísticamente superior a todos los tratamientos con el mayor número de hojas el (T1) 2.5 ml/lt de hidrolizado de gallinaza con 44.58 hojas/planta, luego en segundo lugar el (T2) 5.0 ml/lt de hidrolizado de gallinaza con 40.42 hojas/planta, el tercer lugar (T6) 5.0 ml/lt de abono de frutas con 38.67 hojas/planta, el cuarto lugar (T4) 5.0 ml/lt de té de humus con 38.50 hojas/planta, el quinto lugar con (T5) 2.5 ml/lt de abono de frutas con 38.17 hojas/planta, el sexto tenemos el testigo con 37.83 hojas/planta y séptimo lugar (T3) 2.5 ml/lt de té de humus con 37.67 hojas/planta, mostrando que los fertilizantes foliares aumenta el número de hojas/planta frente al testigo.

**Tabla 20.** Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el número de hojas/planta, por efecto de abonos orgánico foliares

Orden de merito	Dosis de fertilización ( ml/lt)	Número de hojas/planta	
Primero	2.5 ml/lt de hidrolizado de gallinaza	44.58	a
Segundo	5.0 ml/lt de hidrolizado de gallinaza	40.42	b
Tercero	5.0 ml/lt de abono de frutas	38.67	b
Cuarto	5.0 ml/lt de té de humus	38.50	b
Quinto	2.5 ml/lt de abono de frutas	38.17	b
Sexto	testigo	37.83	b
Séptimo	2.5 ml/lt de té de humus	37.67	b

En la Figura 6, se observa gráficamente el comparativo del número de hojas/planta, por efecto de la aplicación de abonos orgánico foliares, en donde se distingue que las dosis de aplicación de 2.5 ml/lt de hidrolizado de gallinaza obtuvo un mayor número de hojas

con 44.58 hojas; luego la aplicación de la dosis de 5.0 ml/lt de hidrolizado de gallinaza continúan en orden de importancia de numero de hojas con 40.42, posteriormente la dosis de 5.0 ml/lt de abono de frutas muestra un número de hojas de 38.67; la dosis 5.0 ml/lt de té de humus muestra un número de hojas de 38.50, y la dosis de 2.5 ml/lt de abono de frutas muestra un número de hojas de 38.17, el testigo muestra un número de hojas de 37.83 y por último el abono foliar con él 2.5 ml/L de té de humus muestra un número de hojas de 37.67.



**Figura 6.** Número de hojas/planta, por efecto de abonos orgánico foliares

El índice de número de hojas/planta de las lechugas, en el trabajo de investigación, muestran que los tratamientos aplicados con hidrolizado de gallinaza, cuentan con mayor porcentaje de N, P, K y materia orgánica con respecto al te de humus y abono de frutas, razón por la cual al aplicar el abono orgánico foliar a las plantas estas lo transforman y lo utilizan inmediatamente aumentando el número de hojas por planta, es superior a lo reportado por: Gonzales (2013), manifiesta que el efecto de la aplicación de 4 fuentes de abono orgánico en el cultivo de lechuga Var. White Bastan, en el número de hojas/planta, mostro una diferencia estadística ( $\alpha: 0.05$ ), los resultados fueron: T1: sin abono con 9.28 hojas/planta; T2: sustrato sphsgnum con 14.93 hojas/planta; T3: estiércol de ovino con 16.05 hojas/planta; T4: guano de isla con 16.58 hojas/planta y T5: compost con 15.47 hojas/planta. Las plantas se comportaron de forma homogénea para los bloques. En síntesis, se puede manifestar que la aplicación abonos orgánico foliares, específicamente con el hidrolizado de gallinaza, influye favorablemente en el mayor número de

hojas/planta, por lo que debe tenerse en cuenta para futuras planificaciones del cultivo de lechuga, a fin de obtener plantas con buen número de hojas.

#### 4.1.5. Longitud de hoja (cm/hoja)

En la Tabla 21, se muestra el análisis de varianza para la variable longitud de hoja cm/planta evaluadas al momento de la cosecha de la lechuga por cada parcela experimental, donde los bloques y tratamientos tuvieron un comportamiento en forma heterogénea. La F-calculada para bloque (20.354) supera a F-tabular (3.890 y 6.930), mostrando una diferencia estadística altamente significativa, lo que significa que los bloques no tuvieron el mismo comportamiento y difieren entre ellos. Por otro la F-calculada para tratamientos (16.615) supera a F-tabular (3.000 y 4.820), mostrando una alta significancia, indicándonos que los fertilizantes foliares orgánicos (hidrolizado de gallinaza, té de humus y abono de frutas), son superiores al testigo. Además, el coeficiente de variabilidad (C.V.) es 4.2 %, indicando que el experimento ha sido conducido en forma aceptable estadísticamente, D.A.N.E (2005).

**Tabla 21.** Análisis de variancia de longitud de hoja (cm/hoja), por efecto de abonos orgánico foliares

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	87.43452	43.71726	20.3542	3.890	6.930	**
Tratamientos	6	214.11905	35.68651	16.61524	3.000	4.820	**
Error experimental	12	25.77381	2.14782				
Total	20	327.32738	16.36637				

C.V. = 4.2 %

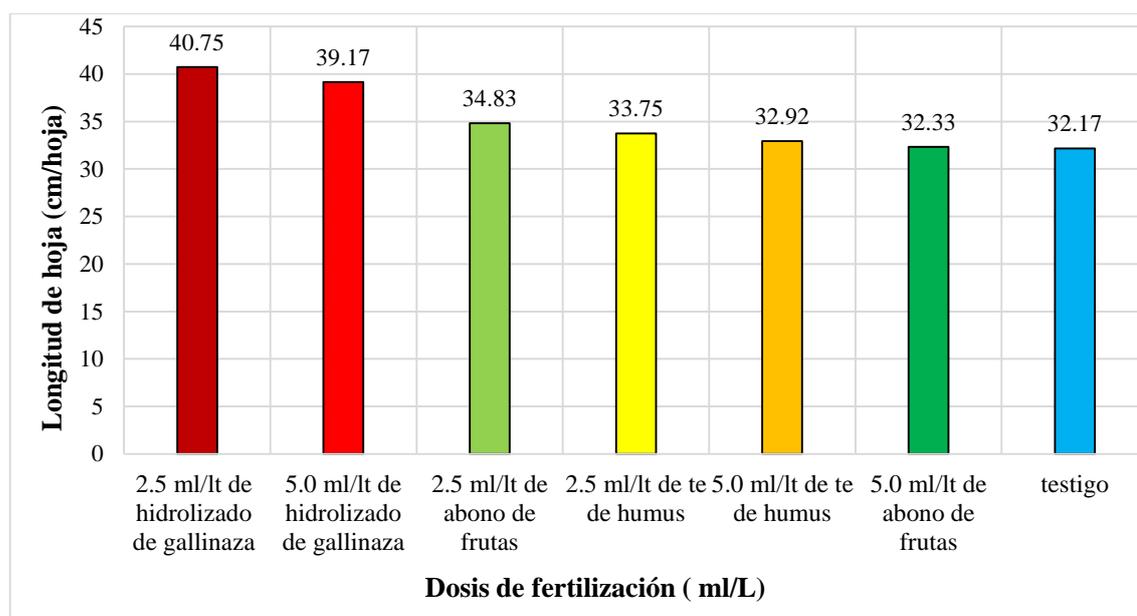
En la Tabla 22, se muestra la prueba de comparación de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para longitud de hoja obteniendo estadísticamente la mayor longitud de hoja con (T1) 2.5 ml/lit de hidrolizado de gallinaza con 40.75 cm, con el segundo lugar (T2) 5.0 ml/lit de hidrolizado de gallinaza con 39.17 cm, con el primer tratamiento estadísticamente se encuentran en el mismo lugar de mérito, siendo ambos tratamientos superiores a los demás tratamientos, posteriormente continua el tercer lugar (T5) 2.5 ml/lit de abono de frutas con 34.83 cm, el cuarto lugar (T3) 2.5 ml/lit de té de humus con 33.75 cm, el quinto lugar (T4) 5.0 ml/lit de té de humus con 32.92 cm, el sexto lugar (T6) 5.0 ml/lit de abono de frutas con 32.33 cm y séptimo con respecto al testigo 32.17 cm, mostrando que la aplicación de abonos

orgánico foliares promueven el desarrollo de una mayor longitud de hoja (cm/hoja) frente al testigo.

**Tabla 22.** Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para la longitud de hoja (cm/hoja), por efecto de abonos orgánico foliares

Orden de merito	Dosis de fertilización (ml/lt)	Longitud de hoja (cm/hoja)	
Primero	2.5 ml/lt de hidrolizado de gallinaza	40.75	a
Segundo	5.0 ml/lt de hidrolizado de gallinaza	39.17	a
Tercero	2.5 ml/lt de abono de frutas	34.83	b
Cuarto	2.5 ml/lt de té de humus	33.75	b
Quinto	5.0 ml/lt de té de humus	32.92	b
Sexto	5.0 ml/lt de abono de frutas	32.33	b
Séptimo	Testigo	32.17	b

En la Figura 7, se observa el comparativo de la longitud de hoja/planta, por efecto de fertilizantes foliares, en donde el abono foliar con 2.5 ml/lt de hidrolizado de gallinaza obtuvo una mayor longitud de 40.75 cm, 5.0 ml/lt de hidrolizado de gallinaza cuenta con un longitud de 39.17 cm, 2.5 ml/lt de abono de frutas muestra una longitud de 34.33 cm, 2.5 ml/lt de té de humus muestra una longitud de 33.75 cm, 5.0 ml/lt de té de humus muestra una longitud de 32.92 cm, 5.0 ml/lt de abono de frutas muestra una longitud de 32.33 cm y con respecto al testigo muestra un crecimiento de 32.17 cm.



**Figura 7.** Longitud de hoja (cm/planta), por efecto de abonos orgánico foliares

Los resultados obtenidos en esta investigación, particularmente en el parámetro de longitud de hoja cm/hoja de las plantas de lechuga, nos permite afirmar que la aplicación de abonos orgánico foliares sobre el desarrollo de la planta promueve un mejor desarrollo de las partes vegetativas de la planta. Lo cual se respalda porque en el análisis químico de hidrolizado de gallinaza es mayor en porcentaje de N, P, K y materia orgánica con respecto al abono de frutas y te de humus. Además Ojeda (2017), aseverando que el efecto de abonos orgánico foliares elaborado a base de frutas en el cultivo de lechuga, con una aplicación de 5 a 7 ml/lit, permitió a la planta tener un mayor aporte de nutrientes, presentando visualmente un mayor crecimiento y uniformidad en comparación con los otros tratamientos. Aumentando la producción y rendimiento en el cultivo de lechuga.

#### 4.1.6. Peso fresco (kg/planta)

En la Tabla 23, se muestra el análisis de varianza para el peso fresco de la planta (kg/planta) evaluadas, en la cosecha por cada parcela experimental, donde tuvieron un comportamiento en forma heterogénea, la F-calculada para bloque (6.909) supera a F-tabular (3.890), pero es inferior a (6.930), mostrando una diferencia estadística significativa, es decir los bloques del campo experimental tuvieron un comportamiento diferente. Por otro la F-calculada para tratamientos (13.065) supera a F-tabular (3.000 y 4.820), mostrando estadísticamente una alta diferencia significancia, es decir que la aplicación de los diferentes abonos orgánico foliares, tales como el hidrolizado de gallinaza, el te de humus y el abono foliar de frutas, son superiores al testigo. Además, el coeficiente de variabilidad (C.V.) es 7.7 %, indicando que el experimento ha sido conducido en forma aceptable, D.A.N.E (2005).

**Tabla 23.** Análisis de variancia de peso fresco (kg/planta), por efecto de abonos orgánico foliares

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	0.09500	0.04750	6.90909	3.890	6.930	*
Tratamientos	6	0.53893	0.08982	13.06494	3.000	4.820	**
Error experimental	12	0.08250	0.00687				
Total	20	0.71643	0.03582				

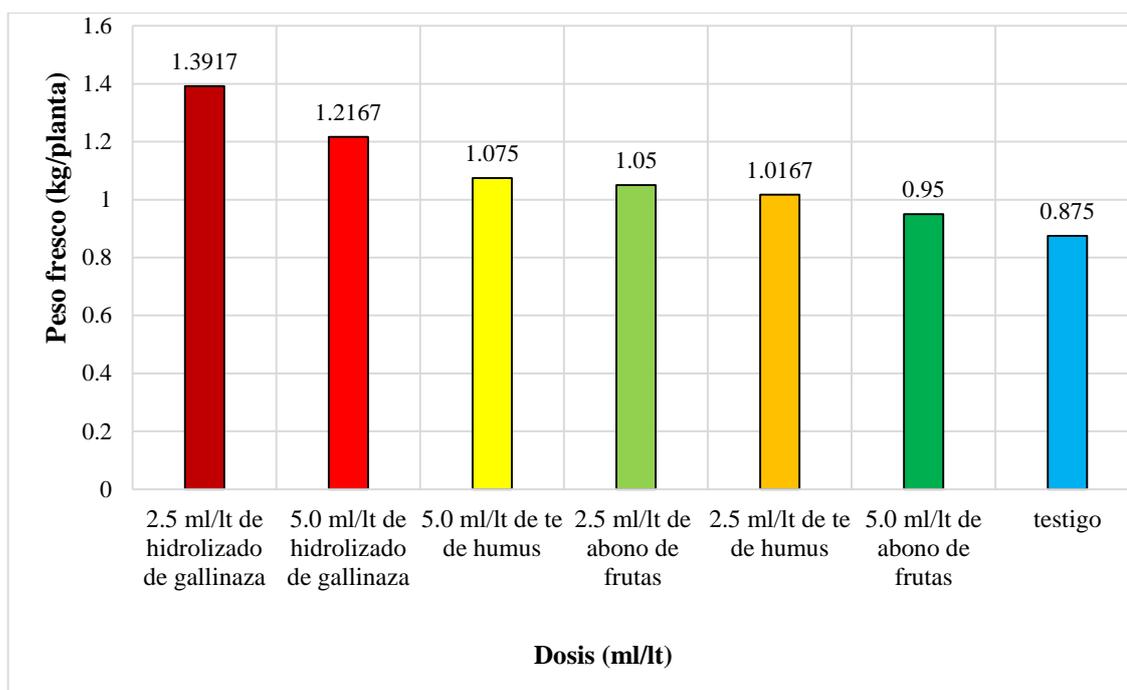
C.V. = 7.7 %

En la Tabla 24, se muestra la prueba de comparación de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el peso fresco de la planta, en donde se puede observar, que el mayor peso fresco mostrando superioridad de masa vegetal fue en el (T1) 2.5 ml/lit de hidrolizado de gallinaza con 1.3917 kg/planta, luego en segundo lugar fue el (T2) 5.0 ml/lit de hidrolizado de gallinaza con 1.2167 kg/planta, siendo entre este tratamiento y el primero con el mismo nivel de superioridad frente a los demás tratamientos. Luego en tercer lugar fue el (T4) 5.0 ml/lit de té de humus con 1.0750 kg/planta, en cuarto lugar, fue el (T5) 2.5 ml/lit de abono de frutas con 1.0500 kg/planta, en quinto lugar, fue el (T3) 2.5 ml/lit de té de humus con 1.0167 kg/planta, en el sexto lugar fue el (T6) 5.0 ml/lit de abono de frutas con 0.9500 kg/planta y en séptimo lugar con el más bajo peso de masa fresca, fue el tratamiento testigo con 0.8750 kg/planta.

**Tabla 24.** Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el peso fresco (kg/planta), por efecto de abonos orgánico foliares

Orden de merito	Dosis de fertilización (ml/lit)	Peso fresco (kg/planta)	
Primero	2.5 ml/lit de hidrolizado de gallinaza	1.3917	a
Segundo	5.0 ml/lit de hidrolizado de gallinaza	1.2167	a b
Tercero	5.0 ml/lit de té de humus	1.0750	b
Cuarto	2.5 ml/lit de abono de frutas	1.0500	b c
Quinto	2.5 ml/lit de té de humus	1.0167	b c
Sexto	5.0 ml/lit de abono de frutas	0.9500	c
Séptimo	Testigo	0.8750	c

En la Figura 8, se observa el comparativo de peso fresco por planta (kg/planta), en el cultivo de lechuga, por efecto de la aplicación de abonos orgánico foliares, en donde el abono foliar con 2.5 ml/lit de hidrolizado de gallinaza obtuvo un mayor peso 1.3917 kg/planta, 5.0 ml/lit de hidrolizado de gallinaza cuenta con un peso de 1.2167 kg/planta, 5.0 ml/lit de té de humus muestra un peso de 1.0750 kg/planta, 2.5 ml/lit de abono de frutas muestra un peso 1.0500 kg/planta, 2.5 ml/lit de té de humus muestra un peso de 1.0167 kg/planta, 5.0 ml/lit de abono de frutas muestra un peso de 0.9500 kg/planta y con respecto al testigo muestra un peso de 0.8750 kg/planta.



**Figura 8.** Peso fresco (kg/planta), por efecto de abonos orgánico foliares

El índice de peso fresco (kg/planta) de las plantas de lechuga, en el trabajo de investigación, bajo la incorporación de abonos orgánico foliares tales como el hidrolizado de gallinaza, el te de humus y el abono foliar de frutas, mostraron superioridad de masa verde en la planta, en todos los casos fueron superiores al tratamiento testigo. Siendo superiores a lo reportado por Gonzales (2013), afirma que el efecto de la aplicación de 4 fuentes de abono orgánico sobre el cultivo de la lechuga Var. White Bastan. El peso fresco de lechuga kg/planta, mostro una diferencia estadística ( $\alpha: 0.05$ ), los resultados fueron: T1: Sin abono con 0.112 kg/planta; T2: Sustrato sphsgnum con 0.138 kg/planta; T3: Estiércol de ovino con 0.150 kg/planta; T4: Guano de isla con 0.167 kg/planta y T5: Compost con 0.161 kg/planta, indicando que los abonos orgánicos influyeron en el desarrollo de las plantas. En síntesis, se puede manifestar que el abono orgánico foliar de hidrolizado de gallinaza es mayor el porcentaje de N, P, K y materia orgánica con respecto al abono de frutas y te de humus. Estos nutrientes tienen una mayor demanda por parte de la planta durante todo el ciclo vegetativo, razón por la cual al aplicar el abono orgánico foliar a las plantas estas lo transforman y lo utilizan inmediatamente aumentando masa verde de planta.

#### 4.2. Rendimiento (kg/m<sup>2</sup>)

La determinación del rendimiento del cultivo de lechuga en respuesta a la aplicación de dosis de abonos foliares a base de hidrolizado de gallinaza, te de humus y abono de frutas, en condiciones de invernadero, cuyos resultados se detalla a continuación:

En la Tabla 25, se muestra el análisis de varianza para el rendimiento de biomasa verde kg/m<sup>2</sup> del cultivo de la lechuga, realizado durante las labores de cosecha por cada parcela experimental, donde tuvieron un comportamiento estadístico en forma heterogénea. La F-calculada para bloque (6.909) supera a F-tabular (3.890) pero es inferior a (6.930), mostrando estadísticamente una diferencia significativa, lo que nos indica un comportamiento heterogéneo entre bloques. Por otro lado, la F-calculada para tratamientos (13.065) supera a F-tabular (3.000 y 4.820), mostrando una alta significancia entre tratamientos, lo que significa que los fertilizantes foliares orgánicos (hidrolizado de gallinaza, te de humus y abono de frutas), son superiores al testigo. Además, el coeficiente de variabilidad (C.V.) es 7.7 %, indicando que el experimento ha sido conducido en forma aceptable, D.A.N.E (2005).

**Tabla 25.** Análisis de variancia de rendimiento (kg/m<sup>2</sup>), por efecto de abonos orgánico foliares

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	13.68000	6.84000	6.90909	3.890	6.930	*
Tratamientos	6	77.60571	12.93429	13.06494	3.000	4.820	**
Error experimental	12	11.88000	0.99000				
Total	20	103.16571	5.15829				

C.V. = 7.7 %

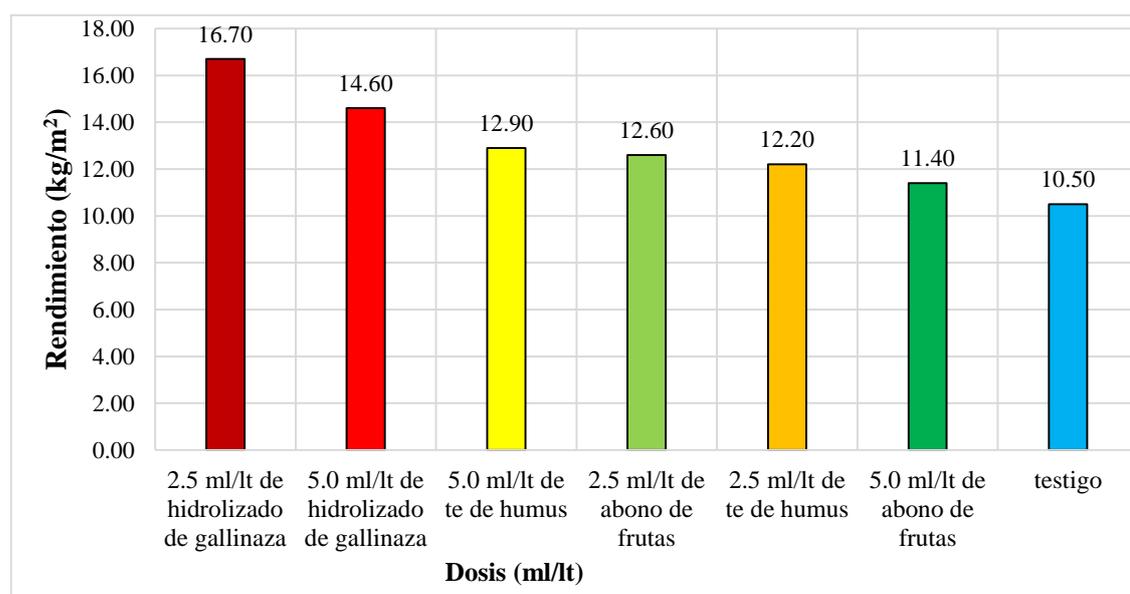
En la Tabla 26, se muestra la prueba de comparación de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para rendimiento kg/m<sup>2</sup>, el cual nos indica que los mayores rendimiento fueron en el (T1) 2.5 ml/lit de hidrolizado de gallinaza con 16.70 kg/m<sup>2</sup>, y en el tratamiento (T2) 5.0 ml/lit de hidrolizado de gallinaza con 14.60 kg/m<sup>2</sup>; siendo éstos tratamiento igual rendimiento estadísticamente, pero superiores a los demás tratamientos; luego en tercer lugar fue el (T4) 5.0 ml/lit de té de humus con 12.90 kg/m<sup>2</sup>, en cuarto lugar fue el (T5) 2.5 ml/lit de abono de frutas con 12.60 kg/m<sup>2</sup>, en quinto lugar fue el (T4) 2.5 ml/lit de té de humus con 12.20 kg/m<sup>2</sup>, en sexto lugar fue (T6) 5.0 ml/lit de abono de frutas con 11.40 kg/m<sup>2</sup> y

finalmente en séptimo lugar fue el tratamiento testigo con 10.50 kg/m<sup>2</sup>, mostrando que los fertilizantes foliares aumenta el peso fresco (kg/m<sup>2</sup>) frente al testigo.

**Tabla 26.** Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para el rendimiento (kg/m<sup>2</sup>), por efecto de abonos orgánico foliares

Orden de merito	Dosis de fertilización ( ml/L)	Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )	
Primero	2.5 ml/lt de hidrolizado de gallinaza	16.70	a
Segundo	5.0 ml/lt de hidrolizado de gallinaza	14.60	a b
Tercero	5.0 ml/lt de té de humus	12.90	b c
Cuarto	2.5 ml/lt de abono de frutas	12.60	b c
Quinto	2.5 ml/lt de té de humus	12.20	b c
Sexto	5.0 ml/lt de abono de frutas	11.40	c
Séptimo	Testigo	10.50	c

En la Figura 9, se observa gráficamente el comparativo de rendimiento (kg/m<sup>2</sup>), por efecto de abonos orgánico foliares, en donde la dosis de 2.5 ml/lt de hidrolizado de gallinaza obtuvo un mayor peso 16.70 kg/m<sup>2</sup>, 5.0 ml/lt de hidrolizado de gallinaza cuenta con un peso de 14.60 kg/m<sup>2</sup>, 5.0 ml/lt de té de humus muestra un peso de 12.90 kg/m<sup>2</sup>, 2.5 ml/lt de abono de frutas muestra un peso 12.60 kg/m<sup>2</sup>, 2.5 ml/lt de té de humus muestra un peso de 12.20 kg/m<sup>2</sup>, 5.0 ml/lt de abono de frutas muestra un peso de 11.40 kg/m<sup>2</sup> y con respecto al testigo muestra un peso de 10.50 kg/m<sup>2</sup>.



**Figura 9.** Rendimiento (kg/m<sup>2</sup>), por efecto de abonos orgánico foliares

El índice de rendimiento de lechugas, en el trabajo de investigación, muestra que los tratamientos ensayados en el cultivo de lechuga en condiciones de invernadero, presentaron un comportamiento heterogéneo entre ellos, básicamente la aplicación foliar a diferentes dosis, con diferentes fuentes de fertilizantes foliares orgánicos como el hidrolizado de gallinaza; te de humus y abono de frutas, influyen favorablemente en el rendimiento de la lechuga. En síntesis, para el abonos orgánico foliares el hidrolizado de gallinaza es mayor en el porcentaje de N, P, K y materia orgánica con respecto al te de humus y abono de frutas, de acuerdo a los resultados del trabajo de investigación se puede afirmar que el abono orgánico foliar a base de hidrolizado de gallinaza, mostro un mejor comportamiento nutricional para el desarrollo de la planta de lechuga, lo cual se ha manifestado en lograr un mayor crecimiento y uniformidad. Por lo que se sugiere, a los horticultores de las zonas aledañas al área experimental, considerar que, en la planificación hortícola del cultivo de lechuga, la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos a base del hidrolizado de gallinaza, ésta siendo una opción viable ya que para su elaboración es sencilla y utiliza insumos propios de la zona al alcance de los productores dedicados al cultivo de hortalizas.

## V. CONCLUSIONES

El efecto de la aplicación de abonos orgánicos foliares al cultivo de lechuga variedad Great lakes 659, se concluye lo siguiente:

- Se logró las mejores características agronómicas al aplicar 2.5 ml/lit de hidrolizado de gallinaza, se obtiene un diámetro apical 39.33 cm/planta, diámetro ecuatorial 17.00 cm/planta, 44.58 hojas/planta, 40.75 cm/hoja y 1.3917 kg/planta; en cambio en el tratamiento testigo las características agronómicas fueron inferiores, el diámetro apical de planta fue 29.58 cm/planta, diámetro ecuatorial 13.00 cm/planta, 38.50 hojas/planta, 32.17 cm/hoja, 0.8750 kg/planta.
- El mayor rendimiento de biomasa fue al aplicar 2.5 ml/lit de hidrolizado de gallinaza con 16.70 kg/m<sup>2</sup>, seguido de 5.0 ml/lit de hidrolizado de gallinaza con 14.60 kg/m<sup>2</sup>, seguido de 5.0 ml/L de té de humus con 12.90 kg/m<sup>2</sup>, 2.5 ml/L de abono de frutas con 12.20 kg/m<sup>2</sup>, seguido de 5.0 ml/lit de abono de frutas con 11.40 kg/m<sup>2</sup> y por último lugar el testigo con 10.50 kg/m<sup>2</sup>.

## VI. RECOMENDACIONES

La fertilización foliar aporta elementos nutritivos a la planta, implicando un mejor desarrollo vegetativo, por lo que se recomienda, promover el uso de fertilizantes foliares orgánicos, elaborados con insumos propios de la zona que esté al alcance de los horticultores.

- Se recomienda incluir en la planificación del cultivo de lechuga, la fertilización foliar orgánica, aplicando una dosis de incluir 2.5ml/litro de hidrolizado de gallinaza, durante su desarrollo vegetativo.
- Se recomienda efectuar mayores investigaciones en diferentes cultivos hortícolas sobre la utilización foliar del hidrolizado de gallinaza, a fin de validar su comportamiento y efectividad en la nutrición vegetal de la planta.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbulú, P. (2000). *Manual de Economía Agrícola; Primera Edición*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Agronomía, Lambayeque – Perú. Pag.
- Arias, E. (2010). *Evaluación de la productividad de la lechuga (Lactuca sativa L.) var. Green Salad Bowl. Con fertilización foliar complementaria a base de mezclas de fruta en Yaruqui – Pichincha*. Quito – Ecuador.
- Ávila, C. (2015). *Manual de lechuga: programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de Bogotá*. Cámara de comercio de Bogotá.
- Barrios, A. (2004). *Evaluación del cultivo de la lechuga (Lactuca sativa L.) bajo condiciones hidropónicas en Pachali, San Juan Sacatepéquez*. Guatemala.
- Bital. (2014). *Repicando voy*. Consultado 17 marzo 2019. Disponible en: <http://bitalytl.wordpress.com/category/coles/col-de-bruselas/>
- Cajo, C. (2016). *Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas*. Universidad técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cevallos – Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136%20%20Ingeniería%20Agronómica%20-CD%20413.pdf>
- Ccoscco, C. (2015). *Efecto de tres abonos orgánicos sólidos en la producción de lechuga (Lactuca sativa L.) Var. Capitata en la comunidad de Cconchacalla - distrito y provincia de Anta - Región Cusco*. Perú.
- Ceci, N. (2014). Consultado 17 marzo 2019. Disponible en: [https://prezi.com/fswxp-s0g2u\\_/translocacion-en-las-plantas/](https://prezi.com/fswxp-s0g2u_/translocacion-en-las-plantas/)
- Córdoba, T. (2014). *Se viene la huerta de otoño*. (Consultado 17 marzo 2019). Disponible en: <http://www.cordobatimes.com/el-campo/2014/02/28/se-viene-la-huerta-de-otono-ya-sabes-que-cultivar/>
- Cotacallapa, H. (2000). *Gestión empresarial básica con aplicación en microempresa*. Editorial Universitaria. Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú.

- D.A.N.E (2005.) *departamento administrativo nacional de estadística, estimación e interpretación del coeficiente de variación de la encuesta censal*, Censo general 2005 – CGRAI. Colombia
- Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Innovación Tecnológica. (2000). *Guía de producción de lechuga: sistema de raíz flotante*. Honduras, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Consultado 17 marzo 2019. Disponible en: [http://www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/lechuga\\_hidroponica.html](http://www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/lechuga_hidroponica.html)
- Fintrac (2008). *Manual de producción de lechuga*. Boletín técnico de producción. Honduras. Consultado 17 marzo 2019. Disponible en: [https://issuu.com/sheencat90/docs/manual\\_del\\_cultivo\\_de\\_la\\_lechuga](https://issuu.com/sheencat90/docs/manual_del_cultivo_de_la_lechuga)
- Gonzales, R. (2013). *Influencia de musgo descompuesto sphagnum y tres abonos orgánicos en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) en condiciones de Acobamba*. Huancavelica – Perú.
- González, P. y Zepeda, L. (2013). *Rendimiento de cinco variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) tipo gourmet ciclo primavera – verano*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí Facultad de Agronomía y Veterinaria. México. Disponible en: <http://ninive.uaslp.mx/jspui/bitstream/i/3477/1/IAF1GOU01301.pdf>
- Gros, A. (1976). *Abonos (Guía práctica de fertilización) versión española de Alonso Domínguez*. Editorial Mundi Prensa. Madrid - España.
- Guzmán, D. (1998). *Guía para el cultivo de la papaya*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José - Costa Rica. Revisado 20 de marzo 2019. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658papaya.pdf>
- ITGA. (2013). *Guía del cultivo de lechuga en invernadero, época invernal*. Consultado 15 marzo 2019. Disponible en: [http://www.itga.com/docs/GUIALECHUGA\(0\).pdf](http://www.itga.com/docs/GUIALECHUGA(0).pdf) (Revisado 7 de marzo 2013).
- La Rosa, V. (2015). *Cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) bajo condiciones del valle del Rímac*, Lima – Perú.

- Lacarra, G. y García S. (2011). *Validación de Cinco Sistemas Hidropónicos para la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mili.) y Lechuga (*Lactuca saliva* L.) en Invernadero*. México.
- López, R. (2000). *Determinación de las características de biofertilizantes líquidos aplicados en agricultura*. Colombia.
- Maroto, J.V. (1983). *Horticultura herbácea especial. Mundi – Prensa*. Madrid – España.
- Marschner, H. (1995). *Nutrición mineral de plantas más altas*. Segunda edición. Londres. 889 pag.
- Melgar, R. (2005). *Aplicación Foliar de Micronutrientes*. Agrolluvia. Consultado 17 marzo 2019. Disponible en: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/05/Aplicación-Foliar-deMicronutrientes-Artículos.pdf>
- Montesdeoca, P. (2008). *Caracterización física, química y funcional de la Lechuga rizada, para la creación de una norma técnica ecuatoriana, por parte del instituto ecuatoriano de normalización*. Quito: Universidad tecnológica equinoccial. Ecuador. Consultado 17 marzo 2019. Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5182>
- Muller, E. (2009). *Manual para la presentación de proyecto al noveno curso fondo empleo*. Perú.
- Ojeda, V. (2017). *Evaluación del biofertilizante foliar a base de frutas en la asimilación de nutrientes en la lechuga (*Lactuca sativa* L.)*. Cevallos – Ecuador. Consultado 16 marzo 2019. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26752/1/Tesis-183%20%20Ingeniería%20Agronómica%20-CD%20538.pdf>
- Pavón, O. (2013). *Respuesta del cultivo de la mini zanahoria (*Daucus carota*) a la fertilización foliar complementaria con tres tipos de abonos orgánicos y tres dosis en la parroquia de pueumbo Provincia de Pichincha*. Guaranda – Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1155/1/137.pdf>

- Restrepo, J. (2001). *Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y Biofertilizantes Foliareos*. San José. Costa Rica. Consultado 16 marzo 2019. Disponible en:  
<http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000028259>
- Salinas, T. (2013). *Introducción de cinco variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) en el barrio Santa Fe de la parroquia Atahualpa en el cantón ambato*. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias carrera de Ingeniería Agronómica. Ambato – Ecuador.
- Santander, H. (2015), *Desarrollo Técnico de un Hidrolizado Líquido De Gallinaza Como Fertilizante Foliar*. Tesis. Lima – Perú. Consultado 30 marzo 2019. Disponible en:  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1417/t007344.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suquilanda, M. 2000. *La fertilización orgánica y el uso del humus de lombriz*. 17 Pp.
- Tamaro, D. 1976. *Manual de horticultura. Trad. por Arturo Caballero*. Barcelona, Gustavo Gili. 510 p.
- Taringa. (2014). *La lechuga*. Consultado 26 marzo 2019. Disponible en:  
<http://www.taringa.net/comunidades/botanica/6003346/La-lechuga.htm>
- Trinidad, A. y Aguilar, D. (2000). *Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos*. México.Pp 247-255.
- USDA. (2006). *PLANTS Profile*. Consultado 15 de marzo 2019. Disponible en:  
<http://plants.usda.gov/java/nameSearch?keywordquery=lactuca+sativa&mode=sina me&submit.x=0&submit.y=0>.
- Venegas, C. (2008). *Fertilización foliar complementaria*. Ediciones Agrys. Lima – Perú. 15-16 p Consultado 15 de marzo 2019. Disponible en:  
<http://www.jadefo.org.mx/jwp/wp-content/uploads/Fertilizacion.pdf>

## ANEXOS

**Tabla 27.** Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T0

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unidad	Costo total (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>283.00</b>
<b>Preparación del terreno</b>				<b>105.00</b>
Preparación del terreno	Jornal	2	30.00	60.00
Nivelado manual	Jornal	1	30.00	30.00
Marcación de parcelas manualmente	Jornal	0.5	30.00	15.00
<b>Labores culturales</b>				<b>96.00</b>
Almacigo	Jornal	0.2	30.00	6.00
Trasplante	Jornal	1	30.00	30.00
Riego (20 minutos/días)	Jornal	1	30.00	30.00
Deshierbo y control de plagas y enfermedades	Jornal	1	30.00	30.00
<b>Cosecha</b>				<b>60.00</b>
Cortado, limpieza, peso y medición	Jornal	2	30.00	60.00
<b>Insumos</b>				<b>22.00</b>
Semilla/almacigo	Gr	100	0.20	20.00
Control fitosanitarios	Kg	2	1.00	2.00
<b>Testigo</b>				<b>0.00</b>
<b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>122.64</b>
Agua	Litros	777	0	0.00
Análisis de suelo	Muestra	1	50	50.00
Análisis de fertilizante foliar	Muestra	1	50	50.00
Otros gastos (gastos administrativos)	8 % del costo directo			22.64
<b>III. COSTOS TOTAL</b>				<b>405.64</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>				
Número de lechuga por 21 m <sup>2</sup>	Unidades			<b>252.00</b>
Peso de unidad lechuga	kg.			<b>0.875</b>
Rendimiento de lechuga	kg/21 m <sup>2</sup>			<b>220.50</b>
Costo total (CT)	S/.			<b>405.64</b>
Precio de lechuga kg.	S/.			<b>2.30</b>
Ingreso bruto o total (IT)	S/.			<b>507.15</b>
Ingreso neto (IN)	S/.			<b>101.51</b>
Ingreso de rentabilidad (IR)	%			<b>25.02</b>
Relación beneficio/costo (B/C)				<b>1.25</b>

**Tabla 28.** Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T1

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unidad	Costo total (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>291.35</b>
<b>Preparación del terreno</b>				<b>105.00</b>
Preparación del terreno	Jornal	2	30.00	60.00
Nivelado manual	Jornal	1	30.00	30.00
Marcación de parcelas manualmente	Jornal	0.5	30.00	15.00
<b>Labores culturales</b>				<b>96.00</b>
Almacigo	Jornal	0.2	30.00	6.00
Trasplante	Jornal	1	30.00	30.00
Riego (20 minutos/días)	Jornal	1	30.00	30.00
Deshierbo y control de plagas y enfermedades	Jornal	1	30.00	30.00
<b>Cosecha</b>				<b>60.00</b>
Cortado, limpieza, peso y medición	Jornal	2	30.00	60.00
<b>Insumos</b>				<b>22.00</b>
Semilla/almacigo	Gr	100	0.20	20.00
Control fitosanitarios	Kg	2	1.00	2.00
<b>Fertilización foliar</b>				<b>8.35</b>
<b>(Hidrolizado de gallinaza 2.5 ml/L)</b>				
Estiércol de gallinaza	Kg	3	0.2	0.60
Balde de 20 litros	Unidad	1	5	5.00
Leche	Unidad	0.5	2.00	1.00
Melaza	Kg	0.25	5.00	1.25
Levadura	Sobre	1	0.50	0.50
Agua	Litros	5	0.00	0.00
<b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>123.31</b>
Agua	Litros	777	0	0.00
Análisis de suelo	Muestra	1	50	50.00
Análisis de fertilizante foliar	Muestra	1	50	50.00
Otros gastos (gastos administrativos)	8 % del costo directo			23.31
<b>III. COSTOS TOTAL</b>				<b>414.66</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>				
Número de lechuga por 21 m <sup>2</sup>	Unidades			<b>252.00</b>
Peso de unidad lechuga	kg.			<b>1.3917</b>
Rendimiento de lechuga	kg/21 m <sup>2</sup>			<b>350.71</b>
Costo total (CT)	S/.			<b>414.66</b>
Precio de lechuga kg.	S/.			<b>2.30</b>
Ingreso bruto o total (IT)	S/.			<b>806.63</b>
Ingreso neto (IN)	S/.			<b>391.97</b>
Ingreso de rentabilidad (IR)	%			<b>94.53</b>
Relación beneficio/costo (B/C)				<b>1.95</b>

**Tabla 29.**Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T2

Descripción	Unidad de medida	Canti- dad	Precio unidad	Costo total (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>291.35</b>
<b>Preparación del terreno</b>				<b>105.00</b>
Preparación del terreno	Jornal	2	30.00	60.00
Nivelado manual	Jornal	1	30.00	30.00
Marcación de parcelas manualmente	Jornal	0.5	30.00	15.00
<b>Labores culturales</b>				<b>96.00</b>
Almacigo	Jornal	0.2	30.00	6.00
Trasplante	Jornal	1	30.00	30.00
Riego (20 minutos/días)	Jornal	1	30.00	30.00
Deshierbo y control de plagas y enfermedades	Jornal	1	30.00	30.00
<b>Cosecha</b>				<b>60.00</b>
Cortado, limpieza, peso y medición	Jornal	2	30.00	60.00
<b>Insumos</b>				<b>22.00</b>
Semilla/almacigo	Grs	100	0.20	20.00
Control fitosanitarios	Kg	2	1.00	2.00
<b>Fertilización foliar (Hidrolizado de gallinaza 5.0 ml/L)</b>				<b>8.35</b>
Estiércol de gallinaza	kg	3	0.2	0.60
Balde de 20 litros	Unidad	1	5	5.00
Leche	Unidad	0.5	2.00	1.00
Melaza	kg	0.25	5.00	1.25
Levadura	Sobre	1	0.50	0.50
Agua	Litros	5	0.00	0.00
<b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>123.31</b>
Agua	Litros	777	0	0.00
Análisis de suelo	Muestra	1	50	50.00
Análisis de fertilizante foliar	Muestra	1	50	50.00
Otros gastos (gastos administrativos)	8 % del costo directo			23.31
<b>III. COSTOS TOTAL</b>				<b>414.66</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>				
Número de lechuga por 21 m <sup>2</sup>	Unidades			<b>252.00</b>
Peso de unidad lechuga	kg.			<b>1.2167</b>
Rendimiento de lechuga	kg/21 m <sup>2</sup>			<b>306.61</b>
Costo total (CT)	S/.			<b>414.66</b>
Precio de lechuga kg.	S/.			<b>2.30</b>
Ingreso bruto o total (IT)	S/.			<b>705.20</b>
Ingreso neto (IN)	S/.			<b>290.54</b>
Ingreso de rentabilidad (IR)	%			<b>70.07</b>
Relación beneficio/costo (B/C)				<b>1.70</b>

**Tabla 30.** Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T3

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unidad	Costo total (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>295.00</b>
<b>Preparación del terreno</b>				<b>105.00</b>
Preparación del terreno	Jornal	2	30.00	60.00
Nivelado manual	Jornal	1	30.00	30.00
Marcación de parcelas manualmente	Jornal	0.5	30.00	15.00
<b>Labores culturales</b>				<b>96.00</b>
Almacigo	Jornal	0.2	30.00	6.00
Trasplante	Jornal	1	30.00	30.00
Riego (20 minutos/días)	Jornal	1	30.00	30.00
Deshierbo y control de plagas y enfermedades	Jornal	1	30.00	30.00
<b>Cosecha</b>				<b>60.00</b>
Cortado, limpieza, peso y medición	Jornal	2	30.00	60.00
<b>Insumos</b>				<b>22.00</b>
Semilla/almacigo	Grs	100	0.20	20.00
Control fitosanitarios	Kg	2	1.00	2.00
<b>Fertilización foliar</b>				<b>12.00</b>
<b>(Te de humus 2.5 ml/L)</b>				
Estiércol de humus de lombriz	kg	3	2	6.00
Balde de 20 litros	Unidad	1	5	5.00
Sacos de 50 kg	Unidad	2	0.50	1.00
Agua	Litros	3	0.00	0.00
<b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>123.60</b>
Agua	Litros	777	0	0.00
Análisis de suelo	Muestra	1	50	50.00
Análisis de fertilizante foliar	Muestra	1	50	50.00
Otros gastos (gastos administrativos)	8 % del costo directo			23.60
<b>III. COSTOS TOTAL</b>				<b>418.60</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>				
Número de lechuga por 21 m <sup>2</sup>	Unidades			<b>252.00</b>
Peso de unidad lechuga	kg.			<b>1.02</b>
Rendimiento de lechuga	kg/21 m <sup>2</sup>			<b>256.21</b>
Costo total (CT)	S/.			<b>418.60</b>
Precio de lechuga kg.	S/.			<b>2.30</b>
Ingreso bruto o total (IT)	S/.			<b>589.28</b>
Ingreso neto (IN)	S/.			<b>170.68</b>
Ingreso de rentabilidad (IR)	%			<b>40.77</b>
Relación beneficio/costo (B/C)				<b>1.41</b>

**Tabla 31.** Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T4

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unidad	Costo total (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>295.00</b>
<b>Preparación del terreno</b>				<b>105.00</b>
Preparación del terreno	Jornal	2	30.00	60.00
Nivelado manual	Jornal	1	30.00	30.00
Marcación de parcelas manualmente	Jornal	0.5	30.00	15.00
<b>Labores culturales</b>				<b>96.00</b>
Almacigo	Jornal	0.2	30.00	6.00
Trasplante	Jornal	1	30.00	30.00
Riego (20 minutos/días)	Jornal	1	30.00	30.00
Deshierbo y control de plagas y enfermedades	Jornal	1	30.00	30.00
<b>Cosecha</b>				<b>60.00</b>
Cortado, limpieza, peso y medición	Jornal	2	30.00	60.00
<b>Insumos</b>				<b>22.00</b>
Semilla/almacigo	Gr	100	0.20	20.00
Control fitosanitarios	Kg	2	1.00	2.00
<b>Fertilización foliar</b>				<b>12.00</b>
<b>(Te de humus 5.0 ml/L)</b>				
Estiércol de humus de lombriz	Kg	3	2	6.00
Balde de 20 litros	Unidad	1	5	5.00
Sacos de 50 kg	Unidad	2	0.50	1.00
Agua	Litros	3	0.00	0.00
<b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>123.60</b>
Agua	Litros	777	0	0.00
Análisis de suelo	Muestra	1	50	50.00
Análisis de fertilizante foliar	Muestra	1	50	50.00
Otros gastos (gastos administrativos)	8 % del costo directo			23.60
<b>III. COSTOS TOTAL</b>				<b>418.60</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>				
Número de lechuga por 21 m <sup>2</sup>	Unidades			<b>252.00</b>
Peso de unidad lechuga	kg.			<b>1.08</b>
Rendimiento de lechuga	kg/21 m <sup>2</sup>			<b>270.90</b>
Costo total (CT)	S/.			<b>418.60</b>
Precio de lechuga kg.	S/.			<b>2.30</b>
Ingreso bruto o total (IT)	S/.			<b>623.07</b>
Ingreso neto (IN)	S/.			<b>204.47</b>
Ingreso de rentabilidad (IR)	%			<b>48.85</b>
Relación beneficio/costo (B/C)				<b>1.49</b>

**Tabla 32.** Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T5

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unidad	Costo total (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>288.50</b>
<b>Preparación del terreno</b>				<b>105.00</b>
Preparación del terreno	Jornal	2	30.00	60.00
Nivelado manual	Jornal	1	30.00	30.00
Marcación de parcelas manualmente	Jornal	0.5	30.00	15.00
<b>Labores culturales</b>				<b>96.00</b>
Almacigo	Jornal	0.2	30.00	6.00
Trasplante	Jornal	1	30.00	30.00
Riego (20 minutos/días)	Jornal	1	30.00	30.00
Deshierbo y control de plagas y enfermedades	Jornal	1	30.00	30.00
<b>Cosecha</b>				<b>60.00</b>
Cortado, limpieza, peso y medición	Jornal	2	30.00	60.00
<b>Insumos</b>				<b>22.00</b>
Semilla/almacigo	Gr	100	0.20	20.00
Control fitosanitarios	Kg	2	1.00	2.00
<b>Fertilización foliar</b>				<b>5.50</b>
<b>(Abono de frutas 2.5 ml/L)</b>				
Papaya en pudrición	Kg	3	0.5	1.50
Plátano en pudrición	Unidad	3	0.5	1.50
Melaza	kg	0.5	5.00	2.50
Agua	Litros	3	0.00	0.00
<b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>123.08</b>
Agua	Litros	777	0	0.00
Análisis de suelo	Muestra	1	50	50.00
Análisis de fertilizante foliar	Muestra	1	50	50.00
Otros gastos (gastos administrativos)	8 % del costo directo			23.08
<b>III. COSTOS TOTAL</b>				<b>411.58</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>				
Número de lechuga por 21 m <sup>2</sup>	Unidades			<b>252.00</b>
Peso de unidad lechuga	kg.			<b>1.05</b>
Rendimiento de lechuga	kg/21 m <sup>2</sup>			<b>264.60</b>
Costo total (CT)	S/.			<b>411.58</b>
Precio de lechuga kg.	S/.			<b>2.30</b>
Ingreso bruto o total (IT)	S/.			<b>608.58</b>
Ingreso neto (IN)	S/.			<b>197.00</b>
Ingreso de rentabilidad (IR)	%			<b>47.86</b>
Relación beneficio/costo (B/C)				<b>1.48</b>

**Tabla 33.** Costo de producción y análisis económico del tratamiento: T6

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unidad	Costo total (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>288.50</b>
<b>Preparación del terreno</b>				<b>105.00</b>
Preparación del terreno	Jornal	2	30.00	60.00
Nivelado manual	Jornal	1	30.00	30.00
Marcación de parcelas manualmente	Jornal	0.5	30.00	15.00
<b>Labores culturales</b>				<b>96.00</b>
Almacigo	Jornal	0.2	30.00	6.00
Trasplante	Jornal	1	30.00	30.00
Riego (20 minutos/días)	Jornal	1	30.00	30.00
Deshierbo y control de plagas y enfermedades	Jornal	1	30.00	30.00
<b>Cosecha</b>				<b>60.00</b>
Cortado, limpieza, peso y medición	Jornal	2	30.00	60.00
<b>Insumos</b>				<b>22.00</b>
Semilla/almacigo	Grs	100	0.20	20.00
Control fitosanitarios	Kg	2	1.00	2.00
<b>Fertilización foliar (Abono de frutas 5.0 ml/L)</b>				<b>5.50</b>
Papaya en pudrición	kg	3	0.5	1.50
Plátano en pudrición	Unidad	3	0.5	1.50
Melaza	kg	0.5	5.00	2.50
Agua	Litros	3	0.00	0.00
<b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>123.08</b>
Agua	Litros	777	0	0.00
Análisis de suelo	Muestra	1	50	50.00
Análisis de fertilizante foliar	Muestra	1	50	50.00
Otros gastos (gastos administrativos)	8 % del costo directo			23.08
<b>III. COSTOS TOTAL</b>				<b>411.58</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>				
Número de lechuga por 21 m <sup>2</sup>	Unidades			<b>252.00</b>
Peso de unidad lechuga	kg.			<b>0.95</b>
Rendimiento de lechuga	kg/21 m <sup>2</sup>			<b>239.40</b>
Costo total (CT)	S/.			<b>411.58</b>
Precio de lechuga kg.	S/.			<b>2.30</b>
Ingreso bruto o total (IT)	S/.			<b>550.62</b>
Ingreso neto (IN)	S/.			<b>139.04</b>
Ingreso de rentabilidad (IR)	%			<b>33.78</b>
Relación beneficio/costo (B/C)				<b>1.34</b>

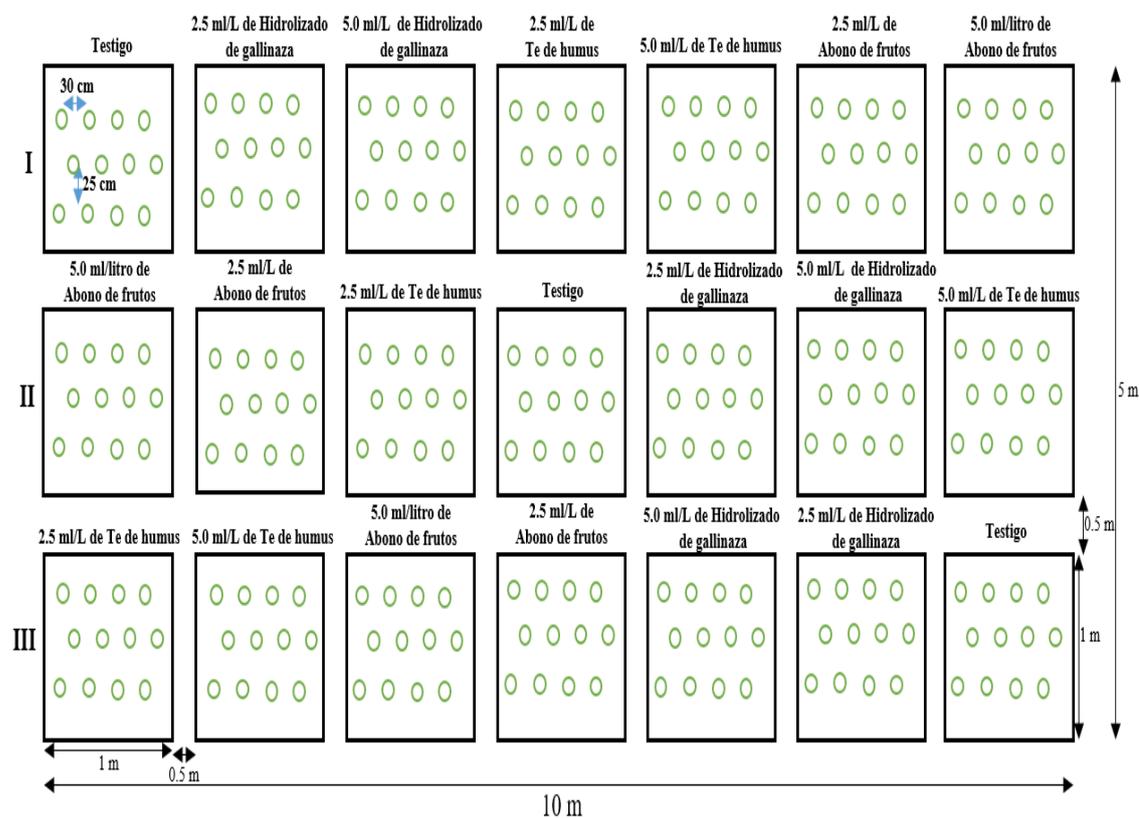


Figura 10. Croquis de instalación del proyecto de investigación

## PANEL FOTOGRAFICO



**Figura 11.** Preparación del almacigo en invernadero – Juliaca, el 20 de diciembre del 2018



**Figura 12.** Preparación del terreno y marcado del campo experimental, el 24 de enero del 2019



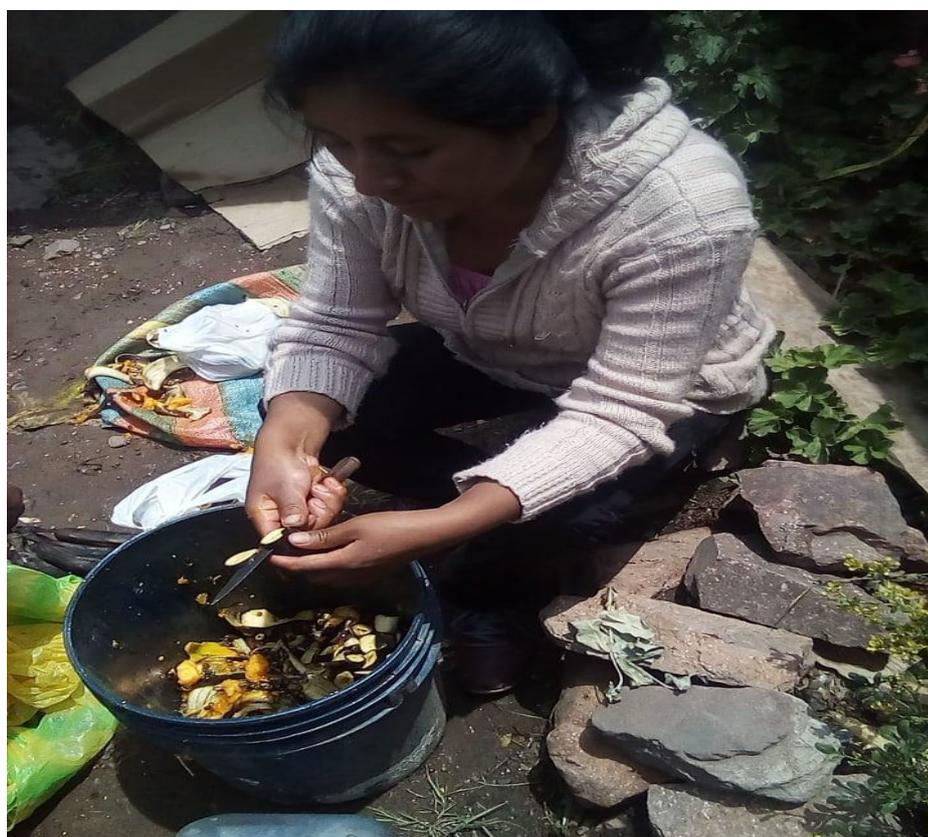
**Figura 13.** Trasplante de plántulas de lechuga por tratamientos, el 31 de enero del 2019



**Figura 14.** Preparación de fertilizante orgánico foliar de hidrolizado de gallinaza, el 20 de diciembre del 2018



**Figura 15.** Preparación de fertilizante orgánico foliar de té de humus, el 27 de diciembre del 2018



**Figura 16.** Preparación de fertilizante orgánico foliar de abono de frutas, el 20 de diciembre del 2018



**Figura 17.** Evaluación de prendimiento de plántulas a los 10 días del trasplante, el 08 de febrero del 2019



**Figura 18.** Aplicación de fertilizante orgánico foliar, el 06 de marzo del 2019



**Figura 19.** Cosecha de lechuga, el 04 de abril del 2019



**Figura 20.** Evaluación de diámetro apical y ecuatorial de la planta, el 04 de abril del 2019



**Figura 21.** Evaluación de número de hojas/planta, el 04 de abril del 2019



**Figura 22.** Evaluación de longitud de hoja, el 04 de abril del 2019



**Figura 23.** Evaluación del peso fresco de lechuga, el 04 de abril del 2019

MAPA DE UBICACION DE LOCALIZACION

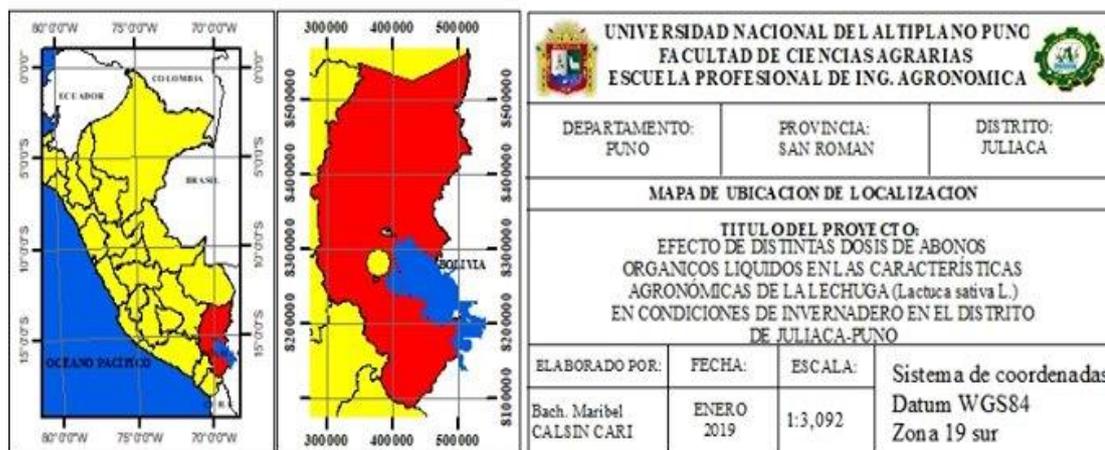
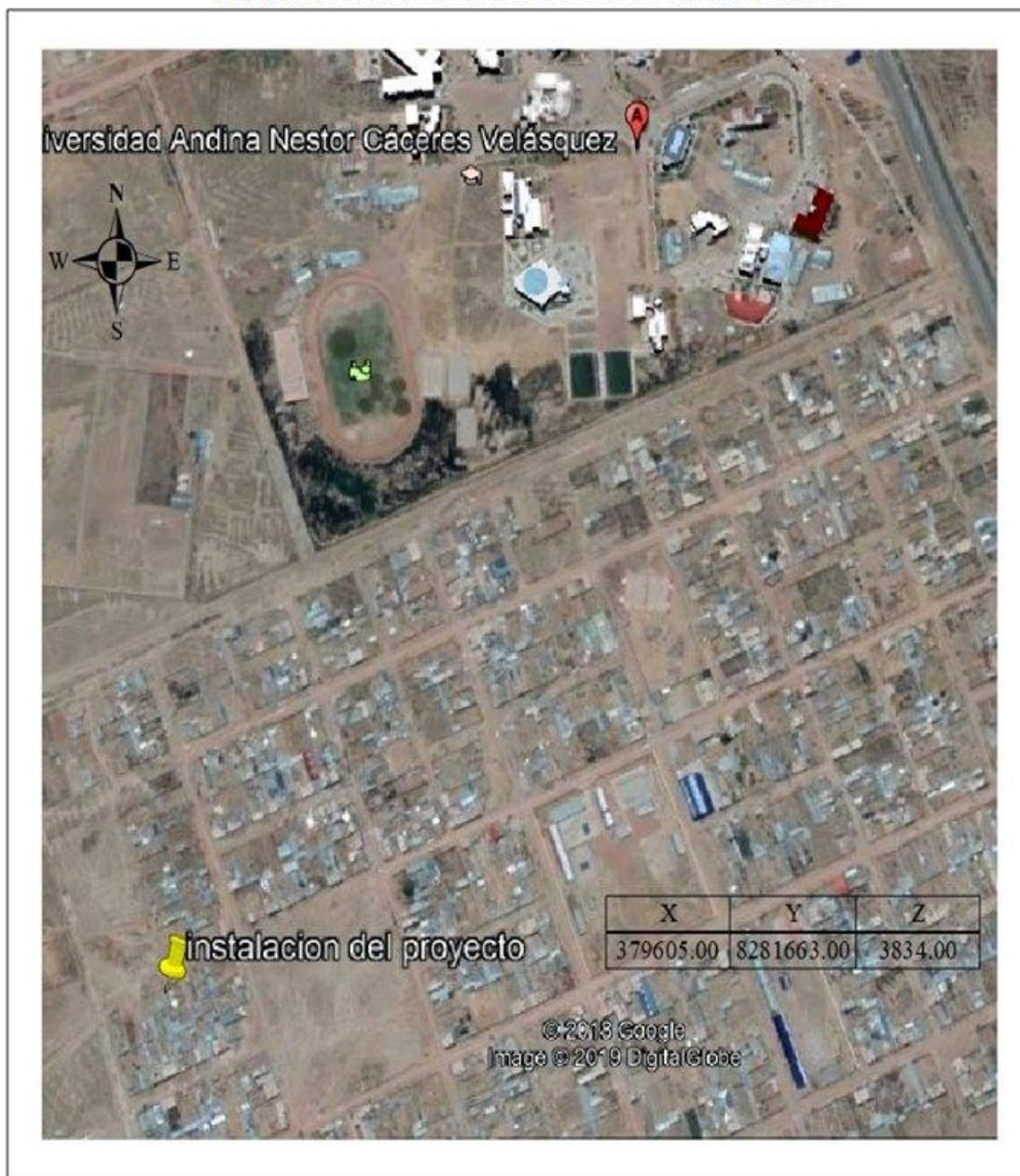


Figura 24. Ubicación del área experimental



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



**ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS**

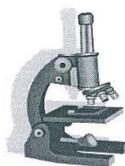
PROCEDENCIA : DISTRITO JULIACA- PROVINCIA DE SAN ROMAN-PUNO  
 INTERESADO : MARIBEL CALSIN CARI  
 MOTIVO : Análisis físico químico  
 MUESTREO : 02/01/2019  
 ANÁLISIS : 02/01/2019  
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO <sub>3</sub> <sup>s</sup> %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	URBANIZACION SATELITE JULIACA	62.40	18.20	19.40	Franco arenoso	0.00	3.15	0.10

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
				P ppm	K ppm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>		
01	6.80	0.25	1.25	6.20	113	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

FAR = Franco arcillo arenoso  
 Ar = Arcilloso  
 FARA = Franco arcillo arenoso  
 CIC= Capacidad Intercambio Cationico  
 N = Nitrógeno total  
 K<sup>+</sup> = Potasio cambiabile  
 A= Arena  
 Ca<sup>2+</sup>= Calcio cambiabile  
 Na<sup>+</sup>= Sodio cambiabile  
 CO<sub>3</sub><sup>s</sup> = Carbonatos  
 me = miliequivalente.

FAr = Franco arcilloso  
 M.O.=Materia orgánica  
 P = Fósforo disponible  
 K = Potasio disponible  
 C.E. = Conductividad eléctrica  
 SB = Saturación de bases  
 Mg<sup>2+</sup> = Magnesio cambiabile  
 mS/cm = milisiemens por centímetro  
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto  
 Al<sup>3+</sup> = Aluminio cambiabile  
 NC= No corresponde



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS**



**RESULTADO DE ANÁLISIS**

ASUNTO: ANALISIS FISICOQUÍMICO MUESTRA DE AGUA DISTRITO JULIACA PROVINCIA DE SAN ROMAN-PUNO

PROCEDENCIA : DISTRITO JULIACA- PROVINCIA DE SAN ROMAN- PUNO  
 INTERESADO : MARIBEL CALSIN CARI  
 MOTIVO : Análisis Físico-químico (agua).  
 MUESTREO : 02/01/2019(por el Interesado)  
 ANALISIS : 02/01/2019

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:**

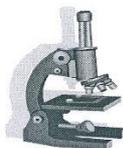
Aspecto : Líquido  
 Color : Incoloro  
 Olor : Inodoro  
 Sabor : Insípido

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICA:**

pH : 6.80 C.E.:2.36mS/cm.

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:**

Dureza total (como CaCO<sub>3</sub>) : 665.00 mg/l  
 Alcalinidad (como CaCO<sub>3</sub>) : 323.00 mg/l  
 Cloruros (como Cl<sup>-</sup>) : 53.90 mg/l  
 Sulfatos (como SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) : 280.00 mg/l  
 Nitratos (como NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) : POSITIVO  
 Calcio (como Ca<sup>++</sup>) : 228.00 mg/l  
 Magnesio (como Mg<sup>++</sup>) : 22.93 mg/l  
 Sólidos Disueltos totales : 1.18 g/l  
 Sodio (como Na<sup>+</sup>) : 4.20 mg/l  
 Potasio (como K<sup>+</sup>) : 1.10 mg/l



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS**

ASUNTO: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE ABONO DE FRUTA, HIDROLIZADO DE GALLINAZA Y TE DE HUMUS

PROCEDENCIA : DISTRITO JULIACA- PROVINCIA DE SAN ROMAN- PUNO

USUARIO : MARIBEL CALSIN CARI

MOTIVO : ANALISIS FISICO-QUÍMICO

FECHA RECEPCION : 02/01/2019

LABORATORIO : AGUA Y SUELO FCA – UNA

TOTAL DE MUESTRAS: 03 MUESTRAS

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:**

ELEMENTOS ANALIZADOS	ABONO DE FRUTA	HIDROLIZADO DE GALLINAZA	TE DE HUMUS
pH	4.8	6.5	7.5
C.E. mS/cm.(Relac. 2.5:25ml)	40.50	47.00	4.36
Nitrógeno total (% de N)	0.25	0.39	0.05
Fósforo total (% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.29	0.45	0.09
potasio total (% de k)	0.36	049	0.11
Materia orgánica (M.O)	15.60	18.00	8.02