

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA: INGENIERÍA AGRÓNOMICA

“EVALUACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE FOLIAR A BASE DE FRUTAS
(FERTI FRUIT) EN LA ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES EN LA LECHUGA
(*Lactuca Sativa L.*)”

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

LUIS ALBERTO OJEDA VARGAS

TUTOR:

ING. MARCO PÉREZ

CEVALLOS – ECUADOR

2017

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, LUIS ALBERTO OJEDA VARGAS, portador de cédula de identidad número: 110493240-3, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE FOLIAR A BASE DE FRUTAS (FERTI FRUIT) EN LA ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES EN LA LECHUGA (*Lactuca Sativa L.*)” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

Luis Alberto Ojeda Vargas

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE FOLIAR A BASE DE FRUTAS (FERTI FRUIT) EN LA ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES EN LA LECHUGA (*Lactuca Sativa L.*)” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

Luis Alberto Ojeda Vargas

“EVALUACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE FOLIAR A BASE DE FRUTAS
(FERTI FRUIT) EN LA ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES EN LA LECHUGA
(*Lactuca sativa L.*)”

REVISADO POR:

Ing. Mg. Marco Pérez

TUTOR

Ing. Mg. Alberto Gutiérrez
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Mg. Hernán Zurita

Fecha

PRESIDENTE TRIBUNAL

Ing. Mg. Deysi Guevara

Fecha

MIEMBRO TRIBUNAL DE CALIFICACION

Ing. Mg. Alberto Gutiérrez

Fecha

MIEMBRO TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a Dios, forjador de mi camino, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez.

A la Universidad Técnica de Ambato de manera especial a la Facultad De Ciencias Agropecuarias, Carrera De Ingeniería Agronómica que me abrió sus puertas para ser mejor persona y un buen profesional

A mi tutor Ing. Mg. Marco Pérez, quien me brindó sus conocimiento y su tiempo para la realización de este trabajo, y gracias a su constante guía pude cumplir con éxito los objetivos planteados de este proyecto.

Agradezco también al Ing. Mg. Alberto Gutiérrez, Biometrista, por orientarme con sus conocimientos y apoyarme desde el inicio de mi investigación y a la Ing. Mg. Deysi Guevara, Asesor de Redacción Técnica, por su valiosa colaboración y asesoría durante el desarrollo de mi investigación.

Agradezco de manera especial al Ing. Mg. Jorge Dobronski, quien supo guiarme al inicio de esta investigación.

A mis amigos/as con quienes compartí buenos y malos momentos en el transcurso de este camino de aprendizaje, gracias por las risas, las lágrimas, por los momentos que siempre quedarán en mi memoria. Jorge, Jairo, Oscar, Henry, Paul gracias por todo amigos.

A toda mi familia por sus consejos y apoyo incondicional.

DEDICATORIA

A Dios, por la vida, la salud, por permitirme seguir adelante a pesar de tantas dificultades que se me han presentado en la vida y poder finalizar mi carrera profesional con éxito.

A mis queridos padres Aquiles Ojeda y Soledad Vargas por darme la vida, por su amor y apoyo incondicional a pesar de tantos errores cometidos en mi vida. Siempre han estado a mi lado, en mis logros y fracasos. Sus consejos, sus enseñanzas y su paciencia me han permitido llegar a donde estoy. Este logro y los que vengan se los debo a ustedes.

A mis hermanos Santiago y María Soledad, por mostrarme lo bueno que es tenerlos conmigo, representan mucho para mí. Espero poder llegar a ser un ejemplo para ustedes.

A mis queridos abuelitos Segundo, Galut, Manuel y Rosita (+) por ser las personas después de mis padres que más se han preocupado por mí, sus enseñanzas me han servido a lo largo de toda mi vida.

A mi compañera de vida, Paulina por estar a mi lado incondicionalmente.

A la luz de mi vida, mi motivación, mi adorada Lucianita, me impulsas a cada día superarme para poder ofrecerte siempre lo mejor. Llenas mi vida de felicidad. Tal vez mi vida sería un desastre sin ti.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
MARCO TEÓRICO O REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	3
2.2. CATEGORIAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.2.1. Variable independiente: Biofertilizante foliar elaborado a base de frutas (Ferty Fruit).....	6
2.2.1.1. Biofertilizante	6
2.2.1.2. Biofertilizantes foliares	6
2.2.1.3. Biofertilizante foliar a base de fermentación de frutas.....	6
2.2.1.4. Materiales utilizados en la preparación de biofertilizantes	7
2.2.1.5. Aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de fruta.....	11
2.2.1.6. Ventajas de la fertilización foliar	12
2.2.2. Variable dependiente: Asimilación nutricional	12
2.2.2.1. Mecanismo de absorción de nutrientes	13
2.2.2.2. Tiempo de asimilación de nutrientes en la fertilización foliar	15
2.2.2.3. Movilidad de los nutrientes en las plantas.....	16
2.2.3. Unidad de análisis: Cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	16
2.2.3.1. Generalidades	16
2.2.3.2. Clasificación taxonómica	17
2.2.3.3. Descripción botánica	17
2.2.3.4. Requerimientos edafoclimáticos	17
2.2.3.5. Plagas y enfermedades	18

CAPITULO III.....	19
HIPOTESIS Y OBJETIVOS	19
3.1. HIPÓTESIS	19
3.2. OBJETIVOS.....	19
3.2.1. Objetivo general.....	19
3.2.2. Objetivos Específicos	19
CAPÍTULO IV.....	20
MATERIALES Y METODOS	20
4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	20
4.2. CARACTERISTICAS DEL LUGAR.....	20
4.2.1. Clima.....	20
4.2.2. Ecología	20
4.2.3. Agua.....	200
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES	21
4.4. FACTORES EN ESTUDIO	21
4.4.1. Dosis del Biofertilizante foliar.....	21
4.5. TRATAMIENTOS	21
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
4.7. VARIABLES RESPUESTA	23
4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	233
4.8.1. Elaboración de las cajas de madera	233
4.8.2. Llenado de las cajas con el sustrato	233
4.8.3. Trasplante.....	244
4.8.4. Riego.....	244
4.8.5. Aplicación del Biofertilizante foliar a base de frutas	244
4.8.6. Toma de muestras	255
4.8.7. Análisis foliar.....	266

4.8.8. Métodos de análisis.....	266
4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	266
CAPÍTULO V	277
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	277
5.1. RESULTADOS, INTERPRETACIONES Y DISCUSIÓN	277
5.1.1. Nitrógeno	277
5.1.2. Fósforo	300
5.1.3. Potasio.....	333
5.1.4. Calcio	355
5.1.5. Magnesio.....	377
5.1.6. Cobre.....	399
5.1.7. Manganeso	411
5.1.8. Zinc.....	433
CAPÍTULO VI.....	455
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	455
6.1. CONCLUSIONES.....	455
6.2. BIBLIOGRAFÍA	477
6.3. ANEXOS	533
CAPÍTULO VII	611
PROPUESTA.....	611
7.1. TEMA.....	611
7.2. DATOS INFORMATIVOS	611
7.3. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	611
7.4. JUSTIFICACIÓN.....	622
7.5. OBJETIVO	622
7.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	622
7.7. FUNDAMENTACIÓN	633

7.8. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	633
7.8.1. Preparación del suelo	633
7.8.2. Riego.....	633
7.8.3. Trasplante.....	644
7.8.4. Fertilización	644
7.8.5. Control de malezas.....	644
7.8.6. Control de plagas y enfermedades	644
7.8.7. Cosecha.....	655
7.8.8. Comercialización	655
7.9. ADMINISTRACIÓN	655
7.10. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	655

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA NARANJA EN 100 GRAMOS.....	7
TABLA 2.	CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA PAPAYA EN 100 GRAMOS.....	8
TABLA 3.	CONTENIDO NUTRICIONAL DEL BANANO EN 100 GRAMOS.....	9
TABLA 4.	CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA FRESA EN 100 GRAMOS.....	9
TABLA 5.	CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA MORA EN 100 GRAMOS.....	10
TABLA 6.	CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA GUAYABA EN 100 GRAMOS.....	10
TABLA 7.	CONTENIDO NUTRICIONAL DEL BABACO EN 100 GRAMOS.....	11
TABLA 8.	TIEMPO REQUERIDO PARA LA ABSORCIÓN FOLIAR DEL 50% DE NUTRIENTES.....	15
TABLA 9.	MOVILIDAD DE LOS NUTRIENTES EN LAS PLANTAS.....	16
TABLA 10.	TRATAMIENTOS.....	22
TABLA 11.	RESULTADOS DEL CONTENIDO DE NITROGENO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES.....	28
TABLA 12.	RESULTADOS DEL CONTENIDO DE FÓSFORO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES.....	31
TABLA 13.	RESULTADOS DEL CONTENIDO DE POTASIO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES.....	34

TABLA 14.	RESULTADOS DEL CONTENIDO DE CALCIO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES.....	36
TABLA 15.	RESULTADOS DEL CONTENIDO DE MAGNESIO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES.....	38
TABLA 16.	RESULTADOS DEL CONTENIDO DE COBRE OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES.....	40
TABLA 17.	RESULTADOS DEL CONTENIDO DE MANGANESO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES.....	42
TABLA 18.	RESULTADOS DEL CONTENIDO DE ZINC OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Contenido de Nitrógeno antes y después de las aplicaciones.....	28
Figura 2.	Contenido de Fósforo antes y después de las aplicaciones.....	31
Figura 3.	Contenido de Potasio antes y después de las aplicaciones.....	34
Figura 4.	Contenido de Calcio antes y después de las aplicaciones.....	36
Figura 5.	Contenido de Magnesio antes y después de las aplicaciones.....	38
Figura 6.	Contenido de Cobre antes y después de las aplicaciones.....	40
Figura 7.	Contenido de Manganeso antes y después de las aplicaciones.....	42
Figura 8.	Contenido de Zinc antes y después de las aplicaciones.....	44

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “Evaluación del biofertilizante foliar a base de frutas (Ferti fruit) en la asimilación de nutrientes en la lechuga (*Lactuca Sativa L.*)” se realizó en el sector Olmedo, perteneciente al cantón Pelileo, provincia de Tungurahua; con una altitud de 2580 msnm. Las coordenadas geográficas son: 01° 19' 13.9" de latitud Sur y 78° 32' 07.4" de longitud Oeste. La investigación se llevó a cabo con el fin de evaluar la cantidad de nutrientes que el cultivo puede recibir del biofertilizante, siendo éste el único aporte nutritivo que la planta tuvo a lo largo de su ciclo, ya que se encontraba sobre un sustrato químicamente inerte.

Los tratamientos fueron tres de acuerdo a las dosis aplicadas; V1D1 3 ml/l, V1D2 5 ml/l, V1D3 7 ml/l. Para el establecimiento del ensayo se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. No se utilizó ningún análisis estadístico, debido a que se tomó submuestras de cada repetición para formar una muestra compuesta de cada tratamiento. Los resultados fueron interpretados de manera comparativa.

Se realizó tres aplicaciones con el biofertilizante a base de frutas, las mismas que se hicieron a los 20, 40 y 60 días luego del trasplante. Para determinar las concentraciones de nutrientes en la planta se realizaron análisis foliares antes y después de cada aplicación, para tal efecto se procedió a tomar muestras de las hojas de la lechuga, que fueron enviadas al Laboratorio de Suelos y Termoquímica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato. Al realizar la interpretación de los resultados se determinó que el tratamiento V1D3 (7 ml/l) aportó una mayor concentración de nutrientes a la planta, existiendo diferencias mínimas en la asimilación de los demás nutrientes en los tres tratamientos; esto queda evidenciado al observarse un mayor crecimiento y uniformidad en las plantas de lechuga en comparación con los otros tratamientos.

Palabras clave: Análisis foliar, concentraciones, biofertilizante, nutrientes, sustrato inerte

SUMMARY

The research work titled "Evaluation of the fruit biofertilizer (Ferti fruit) in the assimilation of nutrients in lettuce (*Lactuca Sativa L.*)" was carried out in the Olmedo sector, belonging to the Pelileo canton, Tungurahua province; with an altitude of 2580 msnm. The geographic coordinates are: 01° 19' 13.9" South latitude and 78° 32' 07.4" West longitude. The research was carried out in order to evaluate the amount of nutrients that the crop can receive from the biofertilizer, being this the only nutritive contribution that the plant had throughout its cycle, since it was on a substrate chemically inert.

The treatments were three according to the applied doses; V1D1 3 ml / l, V1D2 5 ml / l, V1D3 7 ml / l. For the establishment of the test it used a random block design with four replicates. No statistical analysis was used because sub-samples were taken from each replicate to form a composite sample from each treatment. The results were interpreted in a comparative way.

Three applications were made with the biofertilizer based on fruits, the same ones that were done at 20, 40 and 60 days after the transplant. To determine the concentrations of nutrients by the plant, foliar analyzes were performed before and after each application. For that purpose, samples were taken from lettuce leaves, which were sent to the Soil and Thermochemical Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Ambato. When performing the interpretation of the results, it was determined that the V1D3 treatment (7 ml / l) contributed a higher concentration of nutrients to the plant, with minimal differences in the assimilation of the other nutrients in the three treatments; this is evidenced by greater growth and uniformity in lettuce plants compared to other treatments.

Key words: Foliar analysis, concentration, biofertilizer, nutrients, inert substrate

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La fertilización orgánica es una alternativa para el agricultor en lo que se refiere a la nutrición de los cultivos. Diferentes productos orgánicos tales como: abonos verdes, residuos agrícolas, compost y biofertilizantes han sido probados en diferentes cultivos obteniendo resultados positivos. A pesar que estos productos han sido probados, existen dudas respecto a este tipo de fertilización, específicamente en la posibilidad de lograr un manejo de nutrientes eficiente sólo a partir de fuentes orgánicas (Pérez, Correa y Kilcher, 2008)

Una de las alternativas utilizadas en la fertilización orgánica para mejorar el desarrollo de las plantas es el biofertilizante, que se obtiene a partir de componentes vegetales como las frutas, desechos de alimentos y restos de cultivos. Los biofertilizantes a base de frutas son el resultado de la fermentación de los azúcares de las frutas, y son utilizados en la agricultura por su composición rica en macro y micronutrientes, además de su gran aporte de sustancias energéticas, aminoácidos y minerales (Álvarez, 2011).

La capacidad de un producto orgánico para proveer nutrientes a un cultivo, así como su contenido nutricional determina su calidad. El contenido nutricional depende principalmente de los materiales utilizados en su elaboración y su composición. En la elaboración del biofertilizante se utiliza varios tipos de frutas que tienen un contenido nutricional variable, que en conjunto permiten determinar la composición o contenido nutricional del biofertilizante (Pérez, Céspedes y Nuñez, 2008)

Existen algunas alternativas para suministrar los nutrientes a los cultivos, una de ellas es la fertilización foliar. Esta técnica no reemplaza a la fertilización al suelo pero permite una absorción instantánea de nutrientes por parte de los cultivos. La aplicación foliar es una técnica complementaria que es utilizada cuando se requiere aportar algún nutriente específico a la planta. (Melgar, 2005)

Las hortalizas como la lechuga, el brócoli, la col, son consideradas como grandes consumidores de nutrientes provenientes de fuentes orgánicas o sintéticas. 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 (Vallejo y Estrada, 2004). En el Ecuador existen entre siete y ocho variedades. Su distribución comprende los valles secos y templados de la Sierra. (Rendón y Yance, 2012)

En la presente investigación se pretende evaluar los bionutrientes aportados con la aplicación del biofertilizante a base de frutas durante el ciclo del cultivo de lechuga. Con la utilización de este producto se busca manejar otras alternativas a la fertilización convencional, disminuyendo la contaminación ocasionada por el uso de fertilizantes sintéticos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO O REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En el Ecuador se han realizado algunas investigaciones con respecto a la aplicación de biofertilizantes líquidos al follaje de las plantas, y se han obtenido resultados positivos en cuanto a la mejora en el rendimiento de varios cultivos. En estudios realizados en lechuga se ha demostrado la eficiencia de los abonos de frutas, mejorando algunas variables de la planta como son altura, diámetro y peso. (Venegas, 2008)

Quinde, (2015) en su trabajo de investigación evaluó la influencia de la aplicación de un fertilizante biológico a base de frutas en el incremento de clorofila a y b, así como la calidad obtenida en el follaje de tres especies vegetales: tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosa canina* L.). Se evaluaron seis formulaciones distintas que contenían papaya, babaco, banano, melón, y naranja en un 10% cada una y un 50% de melaza. En cada aplicación cada planta recibió aproximadamente 110 ml de solución del biofertilizante. Las especies vegetales mencionadas anteriormente mostraron un incremento significativo en los niveles de clorofila a y b, además de mejorar porcentualmente otros parámetros como el tamaño del tallo, longitud, anchura, y color de las hojas, y la reducción de defectos con respecto a los testigos, logrando una mejor calidad de follaje.

Martín y Spiller, (2007) manifiestan que la respuesta más notable a la utilización de un biofertilizante líquido está representada por un incremento en la producción del cultivo, por ejemplo, en las pasturas este indicativo es el aumento de la materia seca, alcanzando 2398 kg Ms/ha en una pastura tratada con un biofertilizante frente a la pastura testigo con 1478 kg Ms/ha, reportando un incremento de 61% de materia seca del tratamiento con respecto al testigo.

Los abonos orgánicos líquidos obtenidos mediante fermentación y al ser aplicados al follaje de las plantas tienen resultados benéficos e inmediatos, entre los que destacan:

aumento del brillo del follaje, aumento del tamaño de hojas y mejor calidad del fruto, esto fue demostrado en un estudio de aplicación de biofertilizantes líquidos a base de estiércol bovino y de gallinaza al follaje en plantas de chile jalapeño y tomate, realizado en México, observándose un 15% de aumento en el tamaño de las hojas y tallos con respecto al testigo. (Armenta, 2010).

Rodriguez y Soto (1999), mencionan que desde años anteriores en la mayoría de fincas orgánicas se usa dos fertilizantes foliares: el vinagre de madera y el fermento de frutas, debido a los resultados obtenidos con su aplicación en diversos cultivos. El fermento de frutas además de nutrir a la planta, tiene acción repelente al ataque de patógenos. En ensayos realizados en tomate riñón, se ha evidenciado que con la aplicación del fertilizante a base de frutas la planta presentó un mayor vigor, mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades en comparación con plantas en las que no se aplicó el fermento de frutas.

Arias (2010), evaluó la productividad de la lechuga con fertilización foliar complementaria a base de mezclas de fruta. En su 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 401,9 cm/planta, el peso de 325.9 gr, y en el rendimiento con 32633.6 kg/ha.

En México para mejorar la nutrición de cultivos agrícolas, se consideró como alternativa a la fertilización convencional el uso de biofertilizantes. Se realizó una serie de ensayos en los que se probaron biofertilizantes en cereales, leguminosas y cítricos. Se obtuvieron óptimos resultados registrándose incrementos en la producción sobre el testigo fertilizado que fueron hasta de 60% en maíz, 85% en trigo, 74 % en cebada, 111 % en naranja y 25% en avena. (Garza et al., 2003)

Se evaluó la dosis eficiente de aplicación de un biofertilizante foliar en frijol, maíz, papa y tomate, en condiciones de invernadero. Al analizar los resultados, no se encontró diferencias significativas entre las dosis de biofertilizante aplicados a las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum* L.) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). La materia seca de la parte aérea y de la raíz de plantas de frijol y maíz que fueron sometidas al tratamiento presentaron diferencias significativas al control sin inocular. En papa y tomate, no se encontraron diferencias significativas con el control. (Santillana, 2006)

Pavón (2013), evaluó la respuesta agronómica de la zanahoria a la aplicación de tres abonos orgánicos foliares como son el humus líquido, abono de frutas y el bocashi en tres dosis. En lo que hace referencia al rendimiento; el mejor promedio lo presentó el abono de frutas con 38192,1 kg/ha. En cuanto a dosis aplicadas el mayor rendimiento por hectárea se registró en la dosis baja con un peso de 39206,35 kg/ha. Los componentes que incrementaron el rendimiento de la zanahoria fueron: Altura de planta a los 60 días, diámetro ecuatorial, peso de la raíz y rendimiento de la parcela en kilogramos.

2.2. CATEGORIAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL

En el trabajo investigación intervienen los siguientes elementos:

- Variable independiente: Biofertilizante foliar elaborado a base de frutas (Ferty Fruit)
- Variable dependiente: Asimilación nutricional
- Unidad de análisis: Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.).

2.2.1. Variable independiente: Biofertilizante foliar elaborado a base de frutas (Ferty Fruit)

2.2.1.1. Biofertilizante

Los biofertilizantes son productos orgánicos que pueden ser aplicados de manera foliar o al suelo. Con el uso de este tipo de productos se busca sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética, lo que disminuiría notablemente la contaminación generada por el uso de agroquímicos. (Bojórquez et al., 2010)

2.2.1.2. Biofertilizantes foliares

Los biofertilizantes foliares son líquidos que pueden ser elaborados de fruta y hierbas medicinales con una base de melaza. Este tipo de producto se aplica al follaje de los cultivos y aporta gran cantidad de nutrientes a las plantas. (Eibner, 1996)

El mismo autor menciona que el mayor aporte de nutrientes que el biofertilizante tiene en su composición es por parte de las frutas o hierbas medicinales que se utilizan en su elaboración; además del gran aporte de nutrientes estas especies vegetales brindan propiedades repelentes o fungicidas, especialmente las que tienen olores fuertes y sabores desagradables.

2.2.1.3. Biofertilizante foliar a base de fermentación de frutas

Es un abono líquido de elaboración artesanal que resulta de la fermentación aeróbica o anaeróbica de frutas y melaza (Suquilanda 2003). Las frutas utilizadas en su elaboración deben ser de pulpa y se usan con corteza (Eibner, 1996)

Según Suquilanda (2003), este producto orgánico se puede utilizar en varios cultivos como: hortalizas, frutales, tubérculos, granos y plantas ornamentales. En su composición química contiene aminoácidos y elementos menores que son proporcionados por las frutas y la melaza.

2.2.1.4. Materiales utilizados en la preparación de biofertilizantes

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 del biofertilizante a base de frutas estos nutrientes son proporcionados en mayor porcentaje por las frutas y por la melaza (Donoso y Torres, 2007).

Según Caiza, (2016) los principales frutas que son base para obtener un buen fertilizante foliar son naranja (aporta gran cantidad de N), papaya (aporta gran cantidad de P) y el banano (aporta K). Además de estas frutas que son base para la elaboración del biofertilizante se les puede añadir otras como: fresa, mora, guayaba, babaco entre otras.

- **Naranja (*Citrus cinensis*)**

Es una fruta que pertenece al género Citrus, el cual forma parte de la familia de las Rutaceas. Está compuesta principalmente por agua, tiene un bajo contenido de grasa, proteínas y fibra. Además tiene un elevado contenido de vitamina C e hidratos de carbono (Chávez, 2002).

TABLA 1. CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA NARANJA EN 100 GRAMOS

Elemento	Valor nutricional
Nitrógeno	0,87 g
Fósforo	28 mg
Potasio	165 mg
Calcio	41 mg
Magnesio	15 mg
Zinc	0,15 mg

Fuente: Chávez, (2002)

- **Papaya (*Carica papaya*)**

La papaya es originaria de América Central, pertenece a la familia de las Caricaceas género *Carica* del cual es la única representante (Storey, 1976). 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 2. CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA PAPAYA EN 100 GRAMOS

Elemento	Valor nutricional
Fósforo	11 mg
Potasio	200 mg
Calcio	20 mg
Magnesio	11 mg
Zinc	0,16 mg

Fuente: Guzmán, (1998)

- **Banano (*Musa paradisiaca*)**

Es originario de las regiones tropicales y húmedas de Asia y es considerada la fruta más consumida a nivel mundial. Pertenece a la familia de las Musáceas (Echeverri y García, 1997).

En lo referente a su contenido nutricional el banano es rico en carbohidratos, contiene potasio, magnesio y vitaminas esenciales. (López, 2000).

TABLA 3. CONTENIDO NUTRICIONAL DEL BANANO EN 100 GRAMOS

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

Fuente: López, (2000)

- **Fresa (*Fragaria vesca*)**

La fresa es una planta rastrera, precoz. Pertenece de la familia de las Rosáceas, su fruto es de un exquisito sabor y presenta un elevado valor nutricional. (Dávalos, 2009)

TABLA 4. CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA FRESA EN 100 GRAMOS

Elemento	Valor nutricional
Fósforo	16 mg
Potasio	152 mg
Calcio	21.47 mg
Magnesio	13,32 mg
Zinc	0,22 mg
Hierro	0,46 mg

Fuente: Dávalos, (2009)

- **Mora (*Rubus glaucus*)**

La mora es una fruta originaria de América del Sur, es una baya perteneciente a la familia de las Rosáceas. (Donoso y Torres, 2007)

TABLA 5. CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA MORA EN 100 GRAMOS

Elemento	Valor nutricional
Fósforo	30 mg
Potasio	190 mg
Calcio	44 mg
Magnesio	30 mg
Zinc	0,19 mg
Hierro	0,90 mg

Fuente: Donoso y Torres, (2007)

- **Guayaba (*Psidium guajava*)**

La guayaba es una fruta perteneciente a la familia de las Myrtaceas, originaria del Caribe y América Central. (Martínez et al., 1997)

TABLA 6. CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA GUAYABA EN 100 GRAMOS

Elemento	Valor nutricional
Fósforo	29 mg
Potasio	290 mg
Calcio	17 mg
Magnesio	13 mg
Zinc	0,56 mg
Hierro	0,75 mg

Fuente: Martínez et al., (1997)

- **Babaco (*Carica pentagona*)**

Es una especie arbustiva nativa de la provincia de Loja. El fruto es una baya sin semilla, es alargado de sección pentagonal (Rodríguez y Camacho, 1992).

TABLA 7. CONTENIDO NUTRICIONAL DEL BABACO EN 100 GRAMOS

Elemento	Valor nutricional
Fósforo	7 mg
Potasio	165 g
Calcio	1 mg
Proteínas	0,95 g
Hierro	3,40 mg

Fuente: Donoso y Torres, (2007)

- **Melaza**

La melaza es un líquido denso y negrozco, 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 calcio, fósforo, magnesio, potasio y micronutrientes. (Arnau, 2004)

2.2.1.5. Aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de fruta

Los productores han buscado alternativas para corregir las deficiencias nutricionales en sus cultivos, una de ellas es la fertilización foliar que se ha convertido en una práctica muy importante favoreciendo el buen desarrollo de los cultivos, mejorando el rendimiento y calidad del producto. (Trinidad y Aguilar, 2000)

Ramírez (2000), manifiesta que la fertilización foliar complementa la fertilización realiza al suelo, mediante la aplicación de soluciones nutritivas al follaje de las plantas. Este tipo de fertilización permite absorción más rápida y eficiente de los nutrientes en comparación con la fertilización al suelo. Mediante la aplicación foliar se abastece los requerimientos de los nutrientes secundarios (Ca, Mg y S) y los micronutrientes (Zn, Fe, Cu, Mn, B y Mo), mientras que suplementa los requerimientos de N, P y K, requeridos en los períodos de estado de crecimiento crítico del cultivo.

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 (Pérez, 1988).

2.2.1.6. 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 (Sánchez, 2007).

2.2.2. Variable dependiente: Asimilación nutricional

Melgar (2005), menciona que mediante la aplicación foliar se puede satisfacer los requerimientos de micronutrientes, mejorando los rendimientos y la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, la movilidad de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es la misma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta. Tampoco la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema. En la fertilización foliar las dosis utilizadas son bajas en relación con las dosis aplicadas al suelo por la menor capacidad de absorción de las hojas en comparación con las raíces.

La técnica se utiliza particularmente para el suministro de micronutrientes por las bajas cantidades implicadas en el suministro, la uniformidad lograda al aplicar cantidades muy pequeñas y la relación entre las cantidades aplicadas y las absorbidas por las plantas.

2.2.2.1. Mecanismo de absorción de nutrientes

Trinidad y Aguilar (2000), manifiestan que desde años anteriores se demostró que las sales y otras sustancias pueden ser absorbidas a través de las hojas. Lo que no se había demostrado era el mecanismo de absorción foliar de nutrientes. Las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrientes como lo son las raíces; sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrientes en solución sí son absorbidos aunque no en toda la superficie de la cutícula foliar.

Los nutrientes atraviesan por un proceso de absorción vía membrana del plasma del apoplasto hacia el simplasto, para poder cumplir sus funciones en las hojas o para traslocarse de la hoja hacia otros órganos (El-Fouly, 1999)

Melgar (2005), manifiesta que en el proceso de absorción de nutrientes vía foliar se deben considerar los siguientes pasos:

1. Mojado de superficie foliar con la solución fertilizante.

La superficie exterior de las células de las hojas está cubierta por la cutícula y una capa de cera con características que repelen el agua. Para facilitar la absorción de nutrientes se requiere utilizar aditivos que reduzcan la tensión superficial.

2. Penetración a través de la pared externa de las células epidermales.

Los nutrientes penetran a través de los poros de la cutícula. La absorción directamente por los estomas de la hoja no es muy probable, ya que las células de guarda también están cubiertas por una capa de cutina similar a las del resto de la hoja. Esta evidencia se basa en que no hay diferencias de absorción entre pulverizaciones de día (estomas abiertos) y de noche (estomas cerrados).

3. Entrada de los nutrientes en el apoplasto de la hoja

El apoplasto de la hoja es un importante espacio ocupado por los nutrientes antes de la absorción a través de una membrana plasmática al simplasto de una célula individual. Luego de penetrar la pared externa de las células epidermales los nutrientes entran en el espacio apoplástico. El pH del apoplasto es una condición decisiva para la posterior absorción en el interior de la célula y podrían ser manipuladas con adecuados aditivos.

4. Absorción de nutrientes dentro del simplasto de la hoja.

Los principios fisiológicos de la absorción de nutrientes minerales desde el apoplasto hacia el interior de las células que constituye el simplasto son similares a los que participan en la absorción por las raíces. La absorción por las hojas es más dependiente de factores externos como humedad relativa y la temperatura ambiente. La luz la afecta directamente, ya que en su transporte intervienen enzimas y energía disponible en la hoja, que es obviamente afectada por la luz en los procesos de fotosíntesis y respiración.

5. La distribución de los nutrientes dentro de la hoja y su translocación hacia otras partes de la planta.

El movimiento y translocación fuera de las hojas a otras partes de la planta después de la fertilización foliar dependen del movimiento del nutriente en el floema y xilema. Los nutrientes móviles en el floema, tales como el N, P, K y Mg se distribuyen dentro de la hoja de manera acrópeta (por el xilema) y basípeta (por el floema), y un alto porcentaje del nutriente absorbido puede transportarse fuera de la hoja hacia otras partes de la planta que tengan una alta demanda. Al contrario ocurre con nutrientes de movimiento limitado en el floema, tales como el Cu, Fe y Mn, que se distribuyen principalmente en forma acrópeta dentro de la hoja sin una translocación considerable fuera de la hoja. En el caso del Boro, la movilidad dentro de la planta depende mucho del genotipo de la planta.

2.2.2.2. Tiempo de asimilación de nutrientes en la fertilización foliar

Venegas (2008), menciona que la velocidad de absorción foliar de los diferentes nutrientes no es igual. El nitrógeno se absorbe entre 1 a 6 horas; el potasio 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 único nutriente cuya velocidad de absorción es más lenta, es el fósforo con 5 días.

Cada elemento tiene un tiempo requerido para su absorción, como se muestra en la Tabla 8:

TABLA 8. TIEMPO REQUERIDO PARA LA ABSORCIÓN FOLIAR DEL 50% DE NUTRIENTES

Minerales	Sales y Óxidos	Quelatos sintéticos	Orgánicos
Nitrógeno	1 a 6 horas	1 a 6 horas	12 min
Fósforo	15 días	7 a 11 días	2 min
Potasio	4 días	24 horas	1 hora
Calcio	6 días	36 horas	2 horas
Magnesio	2 días	24 horas	3 horas
Zinc	3 días	26 horas	2 horas

Fuente: El-Fouly (1999)

2.2.2.3. Movilidad de los nutrientes en las plantas

Los nutrientes difieren notablemente en cuanto a su movilidad dentro de la planta tal como se muestra en la TABLA 9.

TABLA 9. MOVILIDAD DE LOS NUTRIENTES EN LAS PLANTAS

Móvil	Variablemente móvil	Inmóvil
Nitrógeno	Cobre	Calcio
Fósforo	Zinc	Boro
Potasio	Azufre	Manganeso
Magnesio	Molibdeno	
Hierro		

Fuente: Melgar (2005)

Los elementos móviles como son el nitrógeno, el fósforo y el potasio se trasladan rápidamente desde las hojas viejas a las partes nuevas en todas las condiciones. Por esta razón va a existir carencia de estos elementos en las hojas viejas. Otros nutrientes como el calcio, boro y magnesio no se trasladan desde las hojas viejas a las partes nuevas, por consiguiente, la carencia de estos elementos se presenta en las partes jóvenes de la planta. (El-Fouly, 1999)

El mismo autor manifiesta que los elementos como el cobre, zinc y molibdeno son trasladados desde las hojas viejas a las partes jóvenes de la planta sólo en ciertas condiciones.

2.2.3. Unidad de análisis: Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)

2.2.3.1. Generalidades

La lechuga es una de las hortalizas de hojas más importante y de forma progresiva su popularidad y uso ha aumentado, por tratarse de un producto de consumo natural de sabor agradable y con contenido calórico bajo (Vallejo y Estrada, 2004).

2.2.3.2. Clasificación taxonómica

Osorio y Lobo (1983), manifiestan que la clasificación taxonómica de la lechuga es la siguiente:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Subfamilia:	Cichorioideae
Género:	Lactuca
Especie:	<i>Lactuca sativa</i> L.

2.2.3.3. Descripción botánica

La lechuga una planta anual y autógama. La raíz no sobrepasa los 30 cm de profundidad es pivotante y con ramificaciones. Tiene un tallo corto y cilíndrico. Las hojas se disponen primero en roseta y después se aprietan unas junto a otras formando un cogollo. Los limbos pueden tener un borde liso, ondulado o aserrado. La inflorescencia son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos. (Agrolanzarote, 2012)

2.2.3.4. Requerimientos edafoclimáticos

Carillo, (2015) menciona que el cultivo de lechuga se desarrolla preferentemente en suelos ligeros de textura areno-limosa y buen drenaje, con un pH que va entre 6,7 y 7,4 y una conductividad eléctrica de 1 a 2,3 mS/cm; la temperatura óptima para el crecimiento es de 18 a 23 °C durante el día y de 7 a 15 °C durante la noche, y necesita un requerimiento de agua mayor de 134 mm por ciclo, así como una humedad relativa de 60 a 80 %.

2.2.3.5. Plagas y enfermedades

Las principales plagas que atacan al cultivo de lechuga son las siguientes: Gusano gris (*Agrotis sp.*), Minadores (*Liriomyza trifolii*), Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), Trips (*Frankliniella occidentalis*); en cuanto a las enfermedades que se presentan en la lechuga tenemos Alternaria (*Alternaria dauci – Stemphyllium spp.*), Antracnosis (*Microdochium panattoniana*), Oídio (*Erysiphe cichoracerum*), Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*), Septoria (*Septoria lactucae*), Mildiu (*Bremia lactucae*) y Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*). (Vallejo y Estrada, 2004).

CAPITULO III

HIPOTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

La aplicación del biofertilizante foliar a base de frutas (Ferty fruit) en el cultivo de lechuga, en dosis de 7 ml/l permitirá un mayor aporte de nutrientes.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto biofertilizante foliar a base de frutas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)

3.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar el análisis foliar de los diferentes tratamientos, antes y después de la aplicación del biofertilizante.
- Determinar la variabilidad en las concentraciones de los nutrientes con las aplicaciones del biofertilizante, en base a referencias bibliográficas.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y METODOS

4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

La presente investigación se llevó a cabo en el cantón Pelileo, provincia de Tungurahua a una distancia de 19.7 km de Ambato con una altitud de 2580 msnm., cuyas coordenadas geográficas son: 01° 19' 13.9'' de latitud Sur y 78° 32' 07.4'' de longitud Oeste. Según el sistema de posicionamiento global (GPS).

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

4.2.1. Clima

El clima de esta zona es seminublado – lluvioso. Con una temperatura de 18 ° C a 22 °C con una precipitación entre 500 a 1000 mm/ año. (GAD Pelileo, 2014)

4.2.2. Ecología

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida realizada por Holdrige (1982), esta región corresponde a la formación de bosque seco Montano Bajo (b.s.MB.), con una precipitación entre 500 y 1000 m

4.2.3. Agua

El agua utilizada en esta zona proviene del canal Ambato-Huachi-Pelileo, con un pH de 7,78, una alcalinidad total de 100 mg/l, dureza de 88 mg/l, conductividad eléctrica de 321,5 umhos/cm.

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

Los equipos y materiales utilizados en la investigación fueron los siguientes:

- Plántulas de lechuga (variedad Waltzs)
- Sustrato inerte
- Biofertilizante foliar a base de frutas
- Cajas de madera
- Letreros de identificación
- Bomba de mochila
- Libreta de campo
- Computadora
- Cámara fotográfica

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

4.4.1. Dosis del Biofertilizante foliar

- D1= 3 ml/l
- D2= 5 ml/l
- D3= 7 ml/l

4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos aplicados y que resultaron de la combinación de los factores en estudio se presenta la tabla 10.

TABLA 10. TRATAMIENTOS

N°	SIMBOLO	TRATAMIENTOS
1	V1D1	Variedad Waltzs + 3 ml/l de Biofertilizante
2	V1D2	Variedad Waltzs + 5 ml/l de Biofertilizante
3	V1D3	Variedad Waltzs + 7 ml/l de Biofertilizante

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se utilizará un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con tres tratamientos y cuatro repeticiones.

Características del ensayo

Número de parcelas por tratamiento:	4
Largo de la parcela:	1,50 m
Ancho de la parcela:	0,90 m
Área por parcela:	1,35 m ²
Número de plantas por parcela:	15
Número de plantas/tratamiento:	60
Distancia entre plantas:	0,30 m
Distancia entre hileras:	0,30 m
Número total de parcelas:	12
Número de plantas/total ensayo:	180
Superficie total de las parcelas:	16,2 m ²
Superficie de caminos:	11,55 m ²
Superficie total del ensayo:	27,75 m ²

4.7. VARIABLES RESPUESTA

En la presente investigación se evaluó la concentración de nutrientes en el cultivo de lechuga con la aplicación de un biofertilizante foliar a base de frutas. Para la obtención de estos datos se tomaron muestras, las mismas que fueron enviadas al Laboratorio de Suelos y Termoquímica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, en donde se realizó un análisis foliar.

Los nutrientes a determinarse fueron los siguientes: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn) y Zinc (Zn).

4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

El ensayo se realizó a campo abierto en 12 cajas de madera que fueron llenadas con un sustrato de fibra de coco sobre el que se trasplantaron las plántulas de lechuga.

4.8.1. Elaboración de las cajas de madera

Las cajas tuvieron unas dimensiones de 1,50 m de largo por 0,90 m de ancho. Para su elaboración se utilizó madera de monte.

4.8.2. Llenado de las cajas con el sustrato

Las cajas contenían un sustrato inerte sobre el cual se trasplantaron las plántulas de lechuga. Se utilizó este tipo de sustrato porque es un material considerado como inerte desde el punto de vista químico, sólo actúa como soporte para la planta y no interviene en el proceso de absorción de nutrientes (Bastida, 1999).

Se requería que el único aporte de nutrientes que reciba el cultivo sea del biofertilizante a base de frutas para poder determinar la cantidad de nutrientes que aporta a la planta.

El sustrato que se utilizó fue la fibra de coco. Este tipo de sustrato es fácil de manejar, retiene gran cantidad de humedad y en los últimos años se lo ha utilizado en la producción de hortalizas en mezclas con otros sustratos que aporten nutrientes a la planta. (Quintero et al., 2011)

La fibra de coco viene en bloques compactados que al ser hidratados se expanden. En el ensayo se utilizaron 60 bloques de fibra de coco que fueron hidratados previamente lo que hizo más fácil su manejo para el llenado en las cajas de madera.

En el ensayo se utilizaron 12 cajas, cada caja tenía un volumen de $0,27 \text{ m}^3$, dando un total de $3,24 \text{ m}^3$ en las 12 cajas. Cada bloque de fibra de coco al ser hidratado se expande hasta llegar a tener un volumen de $0,055 \text{ m}^3$. Se utilizaron 5 bloques de fibra de coco para llenar una caja, 60 bloques en total.

4.8.3. Trasplante

Al momento del trasplante las plántulas de lechuga presentaron de 4 a 5 hojas verdaderas. El trasplante se lo realizó con una distancia de siembra de 30 cm entre planta y 30 cm entre hilera, obteniendo 15 plantas por caja y un total de 180 plantas en todo el ensayo.

4.8.4. Riego

El riego se lo realizó utilizando una regadera. El primer riego fue antes del trasplante, el segundo después del trasplante y los riegos posteriores cada ocho días dependiendo de las condiciones climáticas que se presentaron y de la humedad del sustrato.

4.8.5. Aplicación del Biofertilizante foliar a base de frutas

Previo a la aplicación del Biofertilizante se envió una muestra del mismo al Laboratorio de Suelos y Termoquímica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de

la Universidad Técnica de Ambato para un análisis que permitió determinar su composición química. (Anexo 2)

Las dosis de biofertilizante que se aplicó son: D1 3ml/litro, D2 5ml/litro y D3 7 ml/litro. Las aplicaciones se las realizó cada 20 días utilizando una bomba de mochila, la primera aplicación fue a los 20 días del trasplante, la segunda a los 40 días y la tercera a los 60 días.

Las aplicaciones del biofertilizante se llevaron a cabo en la mañana, ya que la radiación solar y la temperatura son bajas y la humedad es alta permitiendo una absorción más efectiva (El-Fouly, 1999)

4.8.6. Toma de muestras

Agrocalidad (2015), manifiesta que una muestra foliar es una muestra de una determinada parte de la planta que es sometida a un análisis, prueba o estudio.

En este caso las muestras a tomar fueron las hojas de la lechuga. La recolección de muestras se la realizó un día antes y 2 días después de cada aplicación. La primera aplicación fue a los 20 días, así que la recolección de muestras se hizo el día 19 y el día 22, se seguirá el mismo procedimiento para las dos aplicaciones restantes que serán a los 40 y 60 días respectivamente. El muestreo se lo realizó en primera instancia de las hojas que presentaba la planta al realizar el trasplante, luego al ya existir una masa foliar abundante se procedió a muestrear hojas jóvenes. Las muestras se tomaron de todas las plantas de la parcela de estudio.

Se tomaron submuestras de cada repetición haciendo un solo consolidado o una muestra compuesta de cada tratamiento, es decir una sola muestra de la dosis 1 (3 ml/l), una de la dosis 2 (5 ml/l) y una de la dosis 3 (7 ml/l).

La cantidad de la muestra fue de 50 a 100 gramos y se enviaron a laboratorio en fundas plásticas las mismas que iban dentro de fundas de papel y debidamente etiquetadas con

los siguientes datos: identificación de la muestra, nombre del cliente, localización, fecha que tomó la muestra, nombre del cultivo y parte de la planta.

4.8.7. Análisis foliar

Los análisis foliares se consideran un índice bastante preciso de la absorción de los diferentes elementos por la planta, ya que las hojas son muy sensibles a los cambios de composición del medio nutritivo. (Legaz y Primo, 1988)

Se realizaron 18 análisis foliares; uno antes y uno después de cada aplicación.

4.8.8. Métodos de análisis

La metodología utilizada en el laboratorio para la determinación de los macro y microelementos fue la siguiente:

Para nitrógeno la metodología que se utilizó es la de Kjeldahl (digestión con ácido sulfúrico) (Grimm y Fassbender, 1981)

Para la determinación de fósforo se utilizó el método del Metavanadato de Amonio con el Espectrofotómetro Genesys 2.0, el cual es un método sencillo y directo, de sensibilidad media y elevada precisión. (UCV, 2013)

Para determinar K, Mg, Ca, Cu, Mn y Zn se utilizó la Espectrofotometría de Absorción Atómica. (Huamaní et al., 2012)

4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de la información se utilizó el programa Microsoft Excel como hoja de cálculo.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS, INTERPRETACIONES Y DISCUSIÓN

5.1.1. Nitrógeno

TABLA 11. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE NITROGENO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES

TRATAMIENTO	NITROGENO (%)					
	PRIMERA APLICACIÓN		SEGUNDA APLICACIÓN		TERCERA APLICACIÓN	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
V1D1	4,9	4,1	5,1	5,1	4,7	4,6
V1D2	6	5,2	4,9	4,6	4,1	5,1
V1D3	6,1	4,4	5,1	4,3	4,1	4,8

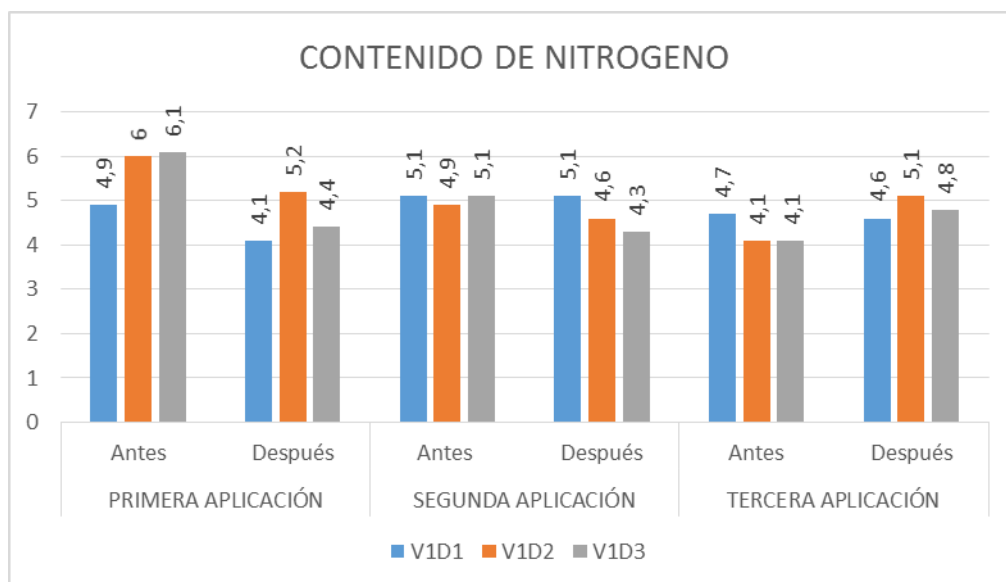


FIGURA 1. Contenido de Nitrógeno antes y después de las aplicaciones

Los resultados de los análisis foliares permitieron determinar el contenido de Nitrógeno antes y después de las aplicaciones del biofertilizante en los tres tratamientos (Tabla 11). El contenido de nitrógeno en los tres tratamientos sigue una

misma tendencia que empieza con un porcentaje antes de la primera aplicación que en el tratamiento 1 (V1D1) es 4.9 %, en el tratamiento 2 (V1D2) es 6% y en el tratamiento 3 (V1D3) es 6,1%. Después de la primera aplicación del biofertilizante, la misma que se hizo a los 20 días del trasplante, se obtuvo un contenido de nitrógeno menor al porcentaje obtenido antes de la aplicación, teniendo así: V1D1 4,1%, V1D2 5,2% y V1D3 4,4 %. En los tres tratamientos bajó el porcentaje de nitrógeno en las plantas, esta disminución en el contenido de nitrógeno se debe a muchos factores, uno de ellos es que las plantas fueron trasplantadas en un sustrato inerte el cual no aporta ningún nutriente, y así sobrevivieron los primeros días hasta la primera aplicación, por esta razón las plantas se encontraban en un estado de estrés por ausencia de nutrientes lo cual exige a la planta una serie de cambios fisiológicos con el único fin de mantenerse con vida (Melgar, 2005). Al no tener ningún tipo de aporte nutricional la planta utiliza sus reservas para sobrevivir lo cual disminuye el porcentaje de nutrientes. Al realizar la primera aplicación la planta recibe por primera vez un aporte de nutrientes entre ellos nitrógeno que es absorbido por la planta donde pasa a formar parte de las proteínas constituyendo el almacén de la estructura subcelular, y de diversos orgánulos como cloroplastos, mitocondrias y peroxisomas donde ocurren numerosos procesos metabólicos (Soria, 2008). El N al pasar por estos procesos no se ve reflejado en el análisis foliar, razón por la cual el contenido de nitrógeno baja en los tres tratamientos después de la primera aplicación. La mayor parte de nitrógeno que aportó el biofertilizante en su primera aplicación fue utilizado por las plantas para su nutrición ya que antes no tuvo ningún aporte de nutrientes.

El contenido de nitrógeno en los tratamientos V1D1 Y V1D3 muestra un incremento en los análisis realizados antes de la segunda aplicación, en comparación con los porcentajes obtenidos después de la primera aplicación. Este incremento se dio en un periodo de días en los que no hubo ningún tipo de aporte de nutrientes y se debe entre otros factores al muestreo de las hojas para el análisis foliar. En primera instancia el muestreo se hizo de hojas maduras (plántulas con tres hojas), después de la primera aplicación del biofertilizante se logró generar una masa foliar que permitió muestrear hojas jóvenes del centro de la planta y no de las hojas senescentes como al inicio del muestreo. Esto permite explicar el incremento de nitrógeno ya que este es un elemento móvil que se traslada rápidamente desde las hojas viejas a las partes nuevas en todas

las condiciones, acumulándose el nitrógeno en las hojas jóvenes (El-Fouly, 1999), obteniendo así un mayor porcentaje de nitrógeno sin recibir ningún aporte de este elemento. En el tratamiento VID2 existe una ligera disminución del porcentaje de nitrógeno en relación a los resultados de después de la primera aplicación. Estas variaciones inusuales se dan por la acción de diversos factores ambientales como humedad, temperatura, y luminosidad (Soria, 2008)

El contenido de nitrógeno después de la segunda aplicación en el tratamiento VID1 se mantuvo constante en relación al contenido antes de esta aplicación, la misma que se realizó a los 40 días del trasplante. Esto se debe a que la planta absorbió el nitrógeno aportado al realizar la aplicación del biofertilizante y transformó solo lo que necesitaba, dejando así el mismo porcentaje de nitrógeno que tuvo antes de la aplicación. En los tratamientos VID2 Y VID3 el contenido de nitrógeno disminuye en relación con los datos de antes de la segunda aplicación. Según lo manifestado por (Perdomo y Barbazán, 1999) la demanda de nitrógeno es alta durante los estados de crecimiento para la formación de masa foliar, por esta razón al realizar la segunda aplicación del biofertilizante la planta consumió gran cantidad de este nutriente para poder seguir con su desarrollo y crecimiento, consecuentemente los porcentajes de nutrientes disminuyen.

En los tres tratamientos el contenido de nitrógeno antes de la tercera aplicación disminuye en comparación con el contenido de nitrógeno después de la segunda aplicación. Esta disminución se da en el periodo de 40 a 60 días, en el que no se dió ningún aporte de nutrientes. La planta al no tener ninguna fuente de nutrientes fue consumiendo el nitrógeno disponible para continuar con su ciclo de vida, consecuentemente los niveles de este elemento fueron disminuyendo en este periodo de tiempo.

Los análisis foliares después de la tercera aplicación, la misma que se hizo a los 60 días mostraron un incremento en el contenido de nitrógeno en los tratamientos VID2 y VID3 en relación con los datos del análisis antes de la aplicación. En el tratamiento VID1 el contenido de este elemento se mantuvo constante. Este aumento en el contenido de nitrógeno se debe a que las plantas ya están al final de su ciclo de vida y

en esta etapa ocurren marcados cambios en la concentración de nutrientes en los tejidos. La planta absorbe los nutrientes y los acumula porque en esta etapa el consumo de nutrientes es mínimo. (Barbazán, 1998)

Cabe recalcar que la concentración de nitrógeno desde el inicio del cultivo hasta el final tuvo una tendencia a bajar, esto concuerda con lo citado por (Barbazán, 1998) que manifiesta que la concentración de nutrientes en hoja desde una edad temprana hasta la senescencia de la planta declinan con el tiempo.

5.1.2. Fósforo

TABLA 12. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE FOSFORO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES

TRATAMIENTO	FÓSFORO (%)					
	PRIMERA APLICACIÓN		SEGUNDA APLICACIÓN		TERCERA APLICACIÓN	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
V1D1	0,7	0,6	1,2	1,2	0,4	0,5
V1D2	0,8	0,7	1,1	1,2	0,3	0,6
V1D3	0,7	0,7	1,1	1,2	0,4	0,6

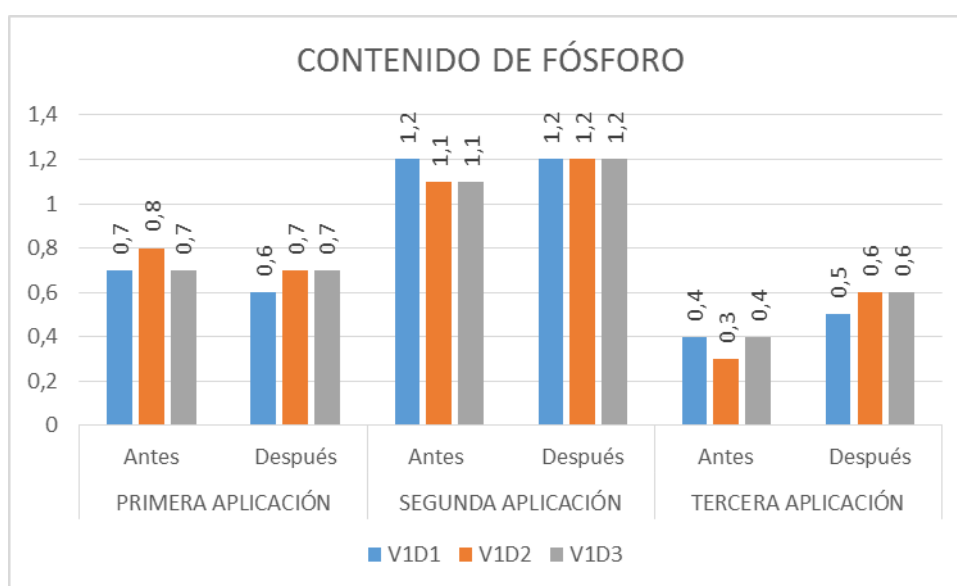


FIGURA 2. Contenido de Fósforo antes y después de las aplicaciones

Los análisis foliares muestran una concentración de fósforo entre 0,7 y 0,8 % en los tres tratamientos antes que se realice la primera aplicación del biofertilizante. Al realizar los análisis después de la primera aplicación el contenido de fósforo tiende a disminuir en los tratamientos V1D1 Y V1D2, en el tratamiento V1D3 el porcentaje de nitrógeno se mantuvo constante. El fósforo es un elemento esencial para el desarrollo de la planta, sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente (Brown y Hu, 1999); además es requerido en estados tempranos del ciclo vegetativo como nutriente clave en el desarrollo radicular (Barquero et al., 2002). Este nutriente tiene una mayor demanda por parte de la planta al inicio del ciclo vegetativo, razón por la cual al aplicar el biofertilizante a las plantas estas lo transforman y lo utilizan inmediatamente ya que pasaron 20 días hasta la aplicación sin ningún tipo de aporte nutritivo.

A través de varias reacciones químicas el P se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosfatados ricos en energía como la adenosina trifosfato (ATF). (Brown y Hu, 1999). La planta consume solo la cantidad de nutrientes necesaria para cumplir sus funciones metabólicas, el resto que es absorbido lo mantiene como reserva.

Antes de la segunda aplicación del biofertilizante, los resultados de los análisis foliares muestran un gran incremento en el contenido de fósforo en los tres tratamientos. Al igual que lo sucedido con el nitrógeno este incremento se da por el muestreo de las hojas para los respectivos análisis foliares, ya que en principio se muestrearon hojas viejas pero luego ya existiendo una masa foliar abundante se procedió a muestrear hojas jóvenes. El fósforo al ser un nutriente móvil puede trasladarse rápidamente de las hojas viejas a las partes nuevas de la planta (González y Pomares, 2008); razón por la cual la concentración de fósforo es mayor sin realizar ningún aporte de nutrientes.

Después de la segunda aplicación los niveles de fósforo se incrementan ligeramente en los tratamientos V1D2 y V1D3. En el tratamiento V1D1 los valores se mantienen constantes en relación con los resultados antes de la aplicación. La planta al estar aproximadamente en la mitad de su ciclo vegetativo no demanda de concentraciones

altas de este elemento, por lo que al realizar la segunda aplicación la planta absorbe el nutriente pero no lo consume en grandes cantidades, sumándose estos valores a los ya contenidos en la planta, consecuentemente los niveles de nutrientes aumentaran como es el caso de los tratamientos V1D2 y V1D3 o se mantendrán constantes como en V1D1.

Los niveles de fósforo antes de la tercera aplicación disminuyeron considerablemente en los tres tratamientos en comparaciones con los porcentajes después de la segunda aplicación. Esta disminución se da en el periodo desde los 40 hasta los 60 días del trasplante; además en este periodo no existió ningún aporte de nutrientes, razón por la cual la planta utilizó los nutrientes que tenía de reserva para poder sobrevivir, disminuyendo las concentraciones de fósforo, el mismo que juega un papel vital en todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta. Los fosfatos de alta energía, que son parte de la estructura química de la adenosina difosfato (ADF) y de la ATF, son la fuente de energía que empuja una multitud de reacciones químicas dentro de la planta. La transferencia de energía del ADF y ATF a otras moléculas, desencadena una gran cantidad de procesos esenciales para la planta, entre ellos la fotosíntesis. (Brown y Hu, 1999)

Después de la tercera aplicación las concentraciones de fósforo aumentaron ligeramente en los tres tratamientos en comparación con los niveles antes de esta aplicación. Este incremento en la concentración de fósforo se da gracias al aporte de nutrientes que se le da a la planta al realizar la tercera aplicación del biofertilizante y al poco consumo de nutrientes que la planta tiene al final de su ciclo vegetativo.

5.1.3. Potasio

TABLA 13. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE POTASIO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES

TRATAMIENTO	POTASIO (%)					
	PRIMERA APLICACIÓN		SEGUNDA APLICACIÓN		TERCERA APLICACIÓN	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
V1D1	3,2	2,3	5,6	3,9	3,7	6
V1D2	5	3,9	5	4,6	3,7	8,8
V1D3	6,7	4,2	5,3	6,3	4,3	7

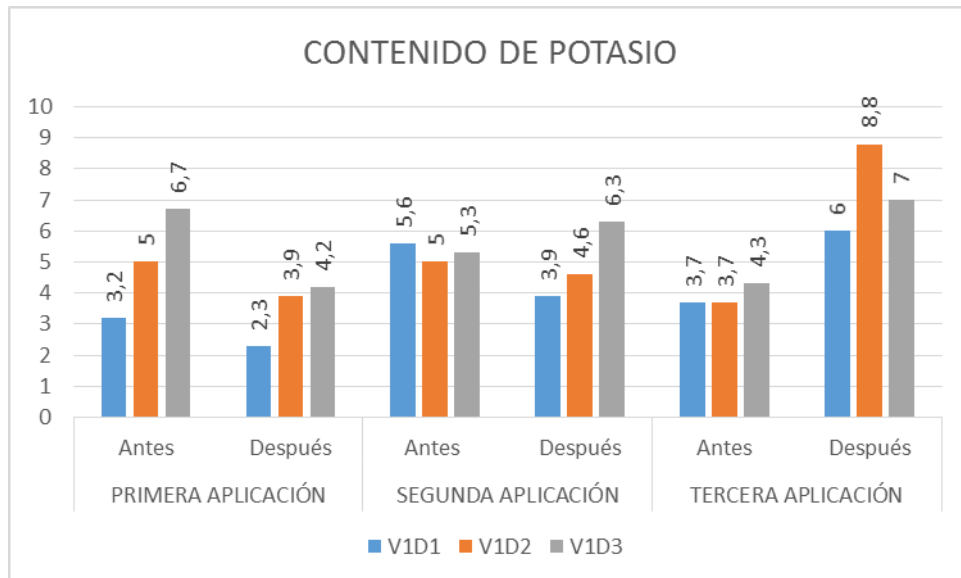


FIGURA 3. Contenido de Potasio antes y después de las aplicaciones

El contenido de potasio antes de la primera aplicación en los tres tratamientos oscila entre 3,2 y 6,7. Luego de realizar la primera aplicación del biofertilizante con las dosis respectivas las concentraciones de potasio disminuyeron. Al igual que sucedió con los otros nutrientes, la planta al no tener ningún aporte nutritivo durante un periodo de 20 días absorbió inmediatamente el elemento y lo utilizó, ya que es requerido en grandes cantidades para cumplir con sus funciones metabólicas como la fotosíntesis, síntesis de proteínas y la activación de enzimas que permiten un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas. (Barquero et al., 2002)

Los análisis foliares antes de la segunda aplicación mostraron un incremento en los niveles de potasio en los tres tratamientos, en comparación con los niveles del nutriente después de la primera aplicación. Esta tendencia se dio en N y P, que al igual que el potasio son nutrientes móviles y el incremento en sus concentraciones se debe al muestreo para los análisis foliares, que al principio fueron de hojas viejas, y al momento de tomar las muestras antes de la segunda aplicación ya existía una masa foliar abundante por lo que se muestreo hojas jóvenes, donde los niveles de estos elementos son superiores debido a su movilidad desde las hojas senescentes a las nuevas.

Después de la segunda aplicación el contenido de potasio en los tratamientos V1D1 y V1D2 disminuye ligeramente y en V1D3 aumenta. Las plantas al estar un largo periodo de tiempo sin recibir un aporte de nutrientes desde la primera aplicación utiliza sus reservas de nutrientes para sobrevivir; al realizar la segunda aplicación la planta absorbe los nutrientes necesarios que le permitan realizar sus procesos metabólicos. Las plantas en los tratamientos V1D1 y V1D2 consumieron parte de sus reservas y un porcentaje de lo aportado mediante la aplicación del biofertilizante disminuyendo así en sus concentraciones. En el caso de V1D3 hubo un aumento en los niveles de potasio debido entre otros factores a la dosis que fue mayor que los otros tratamientos.

Antes de la tercera aplicación los niveles de potasio disminuyeron en los tres tratamientos en comparación con los niveles después de la segunda aplicación. En este periodo de 40 a 60 días no se hizo ninguna aplicación del biofertilizante y las plantas continuaron consumiendo lo que se aportó con la aplicación anterior disminuyendo así los niveles de este elemento. Las plantas necesitan de este elemento y lo consumen ya que el K fomenta la fotosíntesis mediante la activación de numerosas enzimas que participan en este proceso, mejora la eficiencia en el consumo de agua al aumentar la presión osmótica de las células; además el K acelera el flujo y translocación de los productos asimilados, tales como los azúcares y almidones que son formados durante la fotosíntesis. (Kant y Kafkafi, 2002)

Después de la tercera aplicación las concentraciones de potasio se elevaron en los tres tratamientos, en relación a las concentraciones antes de la aplicación, esto debido a que las plantas no demandan gran cantidad de nutrientes al final de su ciclo.

5.1.4. Calcio

TABLA 14. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE CALCIO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES

TRATAMIENTO	CALCIO (%)					
	PRIMERA APLICACIÓN		SEGUNDA APLICACIÓN		TERCERA APLICACIÓN	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
V1D1	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
V1D2	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
V1D3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4

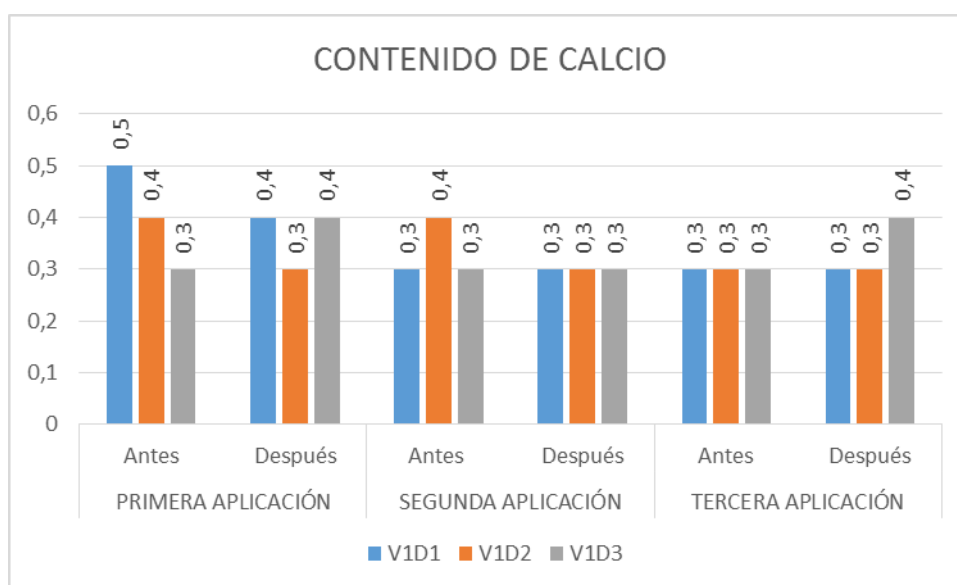


FIGURA 4. Contenido de Calcio antes y después de las aplicaciones

El reporte de los análisis foliares antes de la primera aplicación mostraron que las concentraciones de calcio en los tres tratamientos oscilaban entre 0,3 y 0,5%. Al realizar la primera aplicación los análisis reflejaron una ligera disminución de los niveles de calcio en los tratamientos V1D1 y V1D2, en el tratamiento V1D3 hubo un incremento en el nivel de calcio en relación con los resultados de los análisis antes de la aplicación. El calcio es un elemento estructural en la planta ya que constituye la

lámina media, las paredes y membranas de la célula y, además, participa en la división y extensión celulares, modula la acción de hormonas, estabiliza la pared y membrana, y contribuye al equilibrio iónico de la célula. (Díaz, Cayón, y Mira, 2007). Al ser un elemento de gran importancia para las plantas, al realizar la aplicación del abono de frutas el calcio fue absorbido por la planta y utilizado. La primera aplicación fue a los 20 días y en este transcurso de tiempo no hubo otro aporte de nutrientes, por esta razón la planta presentaba un déficit nutricional y al recibir la aplicación del biofertilizante la planta transformó inmediatamente estos nutrientes para ser utilizado en los procesos mencionados anteriormente, disminuyendo así su concentración en los tratamientos V1D1 y V1D2. En el tratamiento V1D3 el nivel de calcio aumentó ligeramente debido a la dosis, la cual fue superior a los otros tratamientos.

Antes de la segunda aplicación existió una disminución en los niveles de calcio en los tratamientos V1D1 y V1D3 en comparación con las concentraciones de calcio después de la primera aplicación. Esta disminución está relacionada con la movilidad del calcio en la planta, ya que según lo manifestado por (Monge et al., 1994), el calcio es un elemento inmóvil que no se traslada de hojas viejas a nuevas, teniendo una menor concentración de este elemento en las partes nuevas de la planta, justificándose así la disminución de los niveles del elemento en los tratamientos mencionados debido a que este muestreo como anteriormente se ha manifestado se lo hizo de hojas jóvenes de la planta en comparación con el primer muestreo que fue de hojas viejas. En el tratamiento V1D2 se muestra un ligero incremento en el nivel de calcio debido a que factores ambientales tales como la temperatura, humedad y luminosidad no permiten una rápida absorción de ciertos nutrientes como el calcio por lo que necesitaran de un número mayor de días para que exista una absorción significativa (Soria, 2008); siendo así la planta absorbió lentamente el nutriente en comparación con los otros tratamientos aumentando su concentración en la planta.

Después de la segunda aplicación los valores de calcio en la planta prácticamente se mantienen constantes. La planta al no tener nutrientes en el sustrato asimila lo aportado con la aplicación para poder continuar con su desarrollo manteniendo así la constancia en los niveles del nutriente.

Esta constancia en los niveles de calcio en la planta se mantienen en los tres tratamientos según los reportes de los análisis foliares antes y después de la tercera aplicación. Las plantas en su etapa final no demandan gran cantidad de nutrientes por lo que no existe variación en sus niveles. La única variación que hubo fue en el tratamiento V1D3 donde se presenta un aumento en el nivel de calcio, esto debido a la dosis que es mayor que en los otros tratamientos.

5.1.5. Magnesio

TABLA 15. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE MAGNESIO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES

TRATAMIENTO	MAGNESIO (%)					
	PRIMERA APLICACIÓN		SEGUNDA APLICACIÓN		TERCERA APLICACIÓN	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
V1D1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
V1D2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
V1D3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3

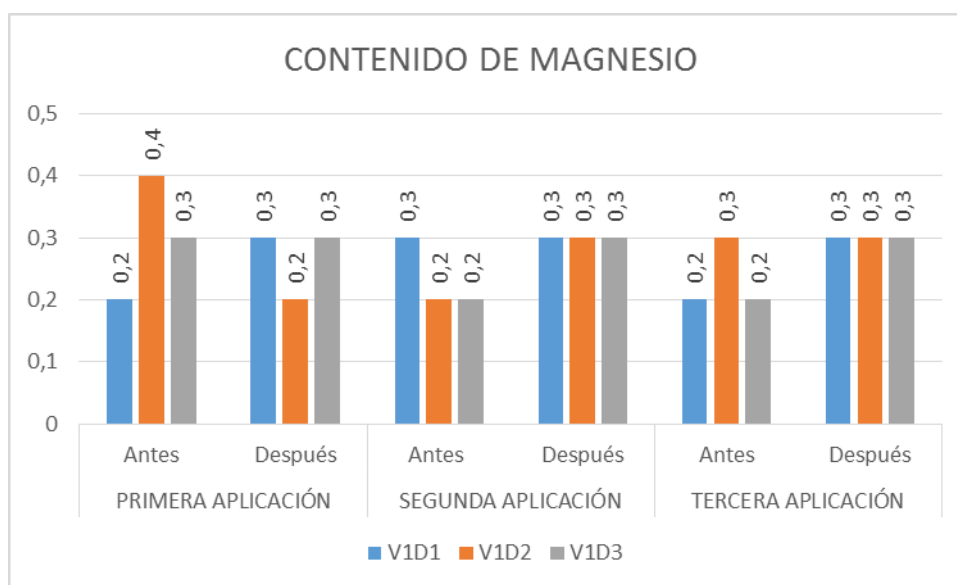


FIGURA 5. Contenido de Magnesio, antes y después de las aplicaciones

Los niveles de Mg antes de las aplicaciones en los tres tratamientos son: V1D1 0,2%, V1D2 0,4% y V1D3 0,3%. Al realizar la primera aplicación los datos muestran ligeras

variaciones en los tres tratamientos. En el tratamiento V1D1 aumenta el nivel de Mg a 0,3%, en V1D2 disminuyó a 0,2% y en V1D3 el nivel se mantuvo constante en relación al reporte del análisis foliar antes de la aplicación.

De aquí en adelante existió una constancia en los niveles de Mg según los reportes de los análisis foliares antes y después de la segunda y tercera aplicación; manteniéndose los valores entre 0,2 y 0,3 % en los tratamientos.

El incremento y disminución en los niveles de los nutrientes en las plantas se debe a muchos factores entre ellos factores ambientales como deficiencia o exceso de humedad, altas o bajas temperaturas; además la etapa fenológica del cultivo influye en la velocidad de absorción de los nutrientes. (Barbazán, 1998)

La movilidad del nutriente dentro de la planta es otro factor influyente en lo relacionado con las concentraciones de los nutrientes en los tejidos vegetales. Según lo manifestado por (Cakmak y Yazici, 2010) el Mg es un elemento móvil que se traslada de partes viejas a nuevas de la planta presentando mayores concentraciones del elemento en estas últimas, justificando así incrementos en los niveles del nutriente en el ensayo debido al muestreo para los análisis foliares.

Las disminuciones de los niveles de Mg en las plantas se deben al consumo que el vegetal le da al nutriente para cumplir con los procesos metabólicos. El Mg es un elemento de gran importancia para la planta ya que es el átomo central de la molécula de clorofila, fundamental en la fotosíntesis; además interviene en la síntesis de proteínas y tiene un papel importante en la transferencia de energía. (Ross, 2004)

5.1.6. Cobre

TABLA 16. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE COBRE OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES

TRATAMIENTO	COBRE (ppm)					
	PRIMERA APLICACIÓN		SEGUNDA APLICACIÓN		TERCERA APLICACIÓN	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
V1D1	12,3	24,6	8,3	14,9	8,1	8,3
V1D2	12,1	12,3	8,3	23,1	8,1	8,3
V1D3	12,2	12,4	8,2	31,5	8,2	8,3

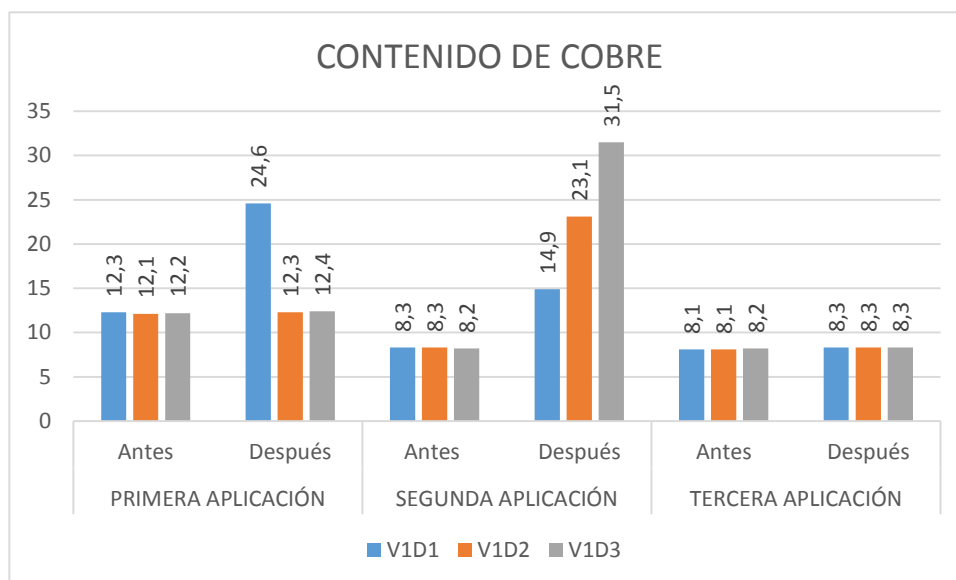


FIGURA 6. Contenido de Cobre, antes y después de las aplicaciones

Los reportes de los análisis foliares mostraron que los niveles de cobre antes de la primera aplicación en los tres tratamientos fueron de 12,3 ppm en V1D1, 12,1 ppm en V1D2 y 12,2 ppm en V1D3. Al realizar la primera aplicación los resultados de los análisis nos muestran un ligero incremento en los tratamientos V1D2 y V1D3, en el tratamiento V1D1 el incremento es considerable.

A partir de este punto se marca una tendencia en donde los niveles de cobre en las plantas disminuyen antes de las aplicaciones y se incrementen al realizar la debida aplicación del biofertilizante, esto se da en los tres tratamientos con excepción de

después de la tercera aplicación en el tratamiento VID2 donde el nivel de cobre disminuye en relación al nivel antes de la aplicación.

Los niveles de Cu aumentan en las plantas debido al aporte de nutrientes que se da al realizar las aplicaciones del biofertilizante. La planta absorbe el elemento pero no es consumido en gran porcentaje debido a la poca cantidad en que este micronutriente es requerido. (Kirkly y Römheld, 2007); el incremento del nutriente va a ser variable en los tratamientos, esto debido a las dosis aplicadas, concentraciones del nutriente en la solución y factores que alteren la velocidad de absorción del nutriente.

La disminución de los niveles de Cu en la planta obedece a varios factores. Tal es el caso antes de la segunda aplicación en donde los análisis del tejido vegetal nos muestran una disminución en el contenido del nutriente en los tres tratamientos en mayor o menor cantidad. Esta disminución está relacionada con el muestreo de las hojas de la planta, que para este análisis se hizo de hojas nuevas; el Cu al ser un elemento prácticamente inmóvil no se traslada de hojas viejas a nuevas teniendo una menor concentración en las partes jóvenes de la planta. (Melgar, 2005)

Antes de la tercera aplicación también se muestra un descenso en los niveles de cobre en los tres tratamientos en comparación con los análisis realizados después de la segunda aplicación. En este caso esta disminución se da por el hecho de que la planta no ha recibido ningún aporte de nutrientes en un periodo de 20 días y para sobrevivir consume los nutrientes aplicados anteriormente disminuyendo así su concentración. El Cu a pesar de ser un micronutriente es tan necesario para el crecimiento como lo son los macronutrientes y las plantas lo necesitan para cumplir su ciclo de vida ya que es esencial para diversos sistemas enzimáticos e interviene en el proceso de la fotosíntesis. (Kirkly y Römheld, 2007)

5.1.7. Manganeso

TABLA 17. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE MANGANESO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES

TRATAMIENTO	MANGANESO (ppm)					
	PRIMERA APLICACIÓN		SEGUNDA APLICACIÓN		TERCERA APLICACIÓN	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
V1D1	61,6	73,7	91,2	52,1	112,8	132,6
V1D2	84,6	61,3	99,1	69,4	124,1	140,4
V1D3	85,5	74,3	90	78,8	81,5	66,6

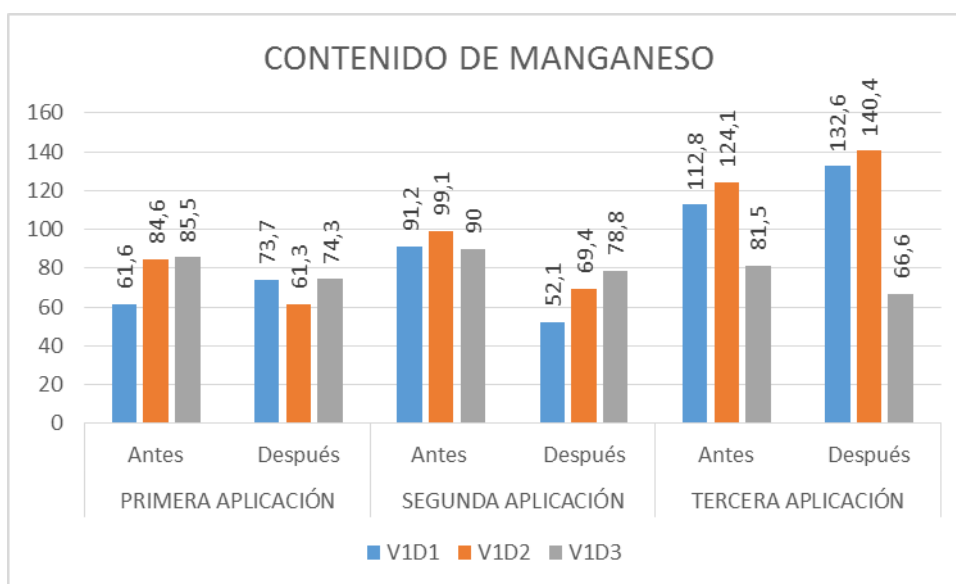


FIGURA 7. Contenido de Manganeso, antes y después de las aplicaciones

El contenido de Mn en los tres tratamientos antes de la primera aplicación está en un rango de 61,6 ppm a 85,5 ppm. Al realizar la primera aplicación los niveles de Mn disminuyen en los tratamientos V1D2 y V1D3, y aumenta en el V1D1. Este incremento en los niveles de Mn también se presentan en los análisis foliares realizados antes de la segunda y tercera aplicación y en los tratamientos V1D1 y V1D2 después de la tercera aplicación. La disminución del contenido de Mn se presenta en los análisis después de la segunda aplicación en los tres tratamientos y después de la tercera aplicación en el tratamiento V1D3.

La concentración de Mn en la planta es relativamente pequeña, pero mayor que la de cualquier otro micronutriente, y muy variable (Gómez y Sotés, 2014). Esta variabilidad en las concentraciones de Mn en la planta justifica los incrementos de los niveles del nutriente antes de la segunda y tercera aplicación en comparación con los análisis de después de la primera y segunda aplicación respectivamente; además de esta variabilidad en las concentraciones del nutriente existen factores que afectan la velocidad de absorción del nutriente en la hoja, que pudieron influir para que la absorción sea lenta. De esta forma el elemento fue absorbido en un largo periodo tiempo, aumentando así su contenido en el tejido vegetal. (Kirkly y Römheld, 2007)

La disminución de los niveles de Mn después de las aplicaciones está relacionada con el sustrato sobre cual se encuentran las plantas, el cual es químicamente inerte por lo que no provee a la planta de ningún aporte nutricional. Al realizar las aplicaciones del biofertilizante la planta absorbe los nutrientes en gran o menor medida y a velocidades variables, compensando en algo lo que la planta ya utilizó para sobrevivir en el periodo antes de las aplicaciones. El manganeso es de gran importancia para el crecimiento y producción de las plantas, teniendo funciones en el sistema enzimático y en varias reacciones metabólicas importantes; además participa en la fotosíntesis al ayudar a la síntesis de clorofila. (Soria, 2008). Estas funciones hacen que la planta demande de Mn, disminuyendo su contenido en la planta.

El incremento de los niveles de Mn después de la tercera aplicación en los tratamientos VID1 y VID2, obedece a que la planta en su etapa final demanda menos cantidad de nutrientes en comparación con etapas fenológicas tempranas, acumulando el nutriente en sus tejidos. (Correndo y García, 2012)

5.1.8. Zinc

TABLA 18. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE MANGANESO OBTENIDOS DE LOS ANALISIS FOLIARES

TRATAMIENTO	ZINC (ppm)					
	PRIMERA APLICACIÓN		SEGUNDA APLICACIÓN		TERCERA APLICACIÓN	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
V1D1	37	49,1	58	81,9	40,3	66,3
V1D2	72,5	49,1	66,1	77,1	49,6	74,3
V1D3	61,1	49,5	57,3	63	24,5	25

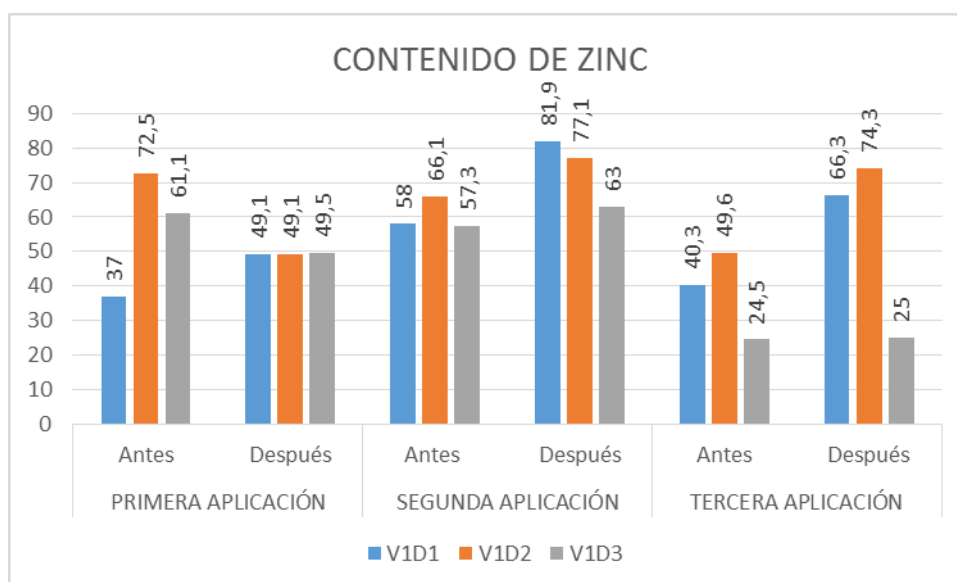


FIGURA 8. Contenido de Zinc, antes y después de las aplicaciones

Los reportes de los análisis foliares iniciales muestran que los niveles de Zn en los tres tratamientos están en un rango de 37 a 72,5 ppm. Al realizar la aplicación del biofertilizante de frutas el nivel de Zn disminuyó en los tratamientos V1D2 y V1D3, y aumentó en el tratamiento V1D1. La disminución del nivel de zinc se da por no tener un suministro de nutrientes antes de la aplicación y consume lo que la planta tiene de reserva para sobrevivir; al realizar la aplicación se compensa en parte lo consumido por la planta en cantidades mínimas por ser el Zn un micronutriente, disminuyendo el nivel del elemento en comparación con los niveles iniciales. Otra de las causas que influyen en la disminución o incremento del nivel de los nutrientes en el tejido vegetal

como es el caso del tratamiento VID1 son factores ambientales, tiempo de absorción, demanda del nutriente, estado fenológico del cultivo entre otros. (Barbazán, 1998)

Antes de la segunda aplicación existe un incremento en el contenido de Zn en los tres tratamientos. Este incremento se da 20 días después de la primera aplicación y en el transcurso de este tiempo no hubo ningún suministro de nutrientes. El incremento obedece a factores externos como la temperatura, humedad que aceleran o retrasan el tiempo de absorción de nutrientes en la planta. (Melgar, 2005). En este caso la absorción de nutrientes pudo ser más lenta y se dio durante el periodo de 20 días entre la primera aplicación y la toma de muestras antes de la segunda aplicación, aumentando así el nivel de Zn en las plantas.

Después de la segunda aplicación los análisis foliares muestran un aumento en el contenido de Zn en los tres tratamientos. Estas variaciones en las concentraciones de nutrientes en las plantas se dan en este caso por el aporte de nutrientes que se dio al realizar la aplicación, los cuales fueron absorbidos en cantidades variables según la dosis aplicada.

En el transcurso de 20 días en los que la planta no recibió ningún aporte de nutrientes los reportes de los análisis dan a conocer que la concentración de Zn disminuyó en los tres tratamientos. Esto es consecuencia del consumo de zinc que la planta tuvo en estos días, debido a que este micronutriente es necesario para el crecimiento y reproducción normal de la planta; además es esencial en el funcionamiento de muchos sistemas enzimáticos de la planta y en la síntesis de proteínas. (Kirkly y Römheld, 2007)

Después de la tercera aplicación los niveles de Zn aumentaron en los tres tratamientos en comparación con los niveles antes de la aplicación. Esto sucede con la mayor parte de nutrientes porque la planta al estar en el final de su ciclo de vida no demanda de grandes cantidades para su consumo, de esta manera los niveles aumentan tomando en cuenta el estado nutricional de las plantas de cada tratamiento, variando así los niveles en cada tratamiento.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

Finalizada la investigación “Evaluación del biofertilizante foliar a base de frutas (ferti fruit) en la asimilación de nutrientes en la lechuga (*Lactuca Sativa L.*)”, se llegaron a las siguientes conclusiones:

Al evaluar el efecto del biofertilizante a base de frutas en el cultivo de lechuga con la se puede afirmar que el producto utilizado para el ensayo aportó los nutrientes necesarios para que la planta sobreviva en un periodo de tiempo de 60 días; además al estar cultivadas en un sustrato inerte y al ser el biofertilizante el único suministro de nutrientes para la planta queda demostrada la eficacia del producto, caso contrario las plantas no hubieran sobrevivido.

Los análisis foliares realizados antes y después de cada aplicación del biofertilizante reflejaron el estado nutricional de la planta existiendo variaciones en cuanto al contenido de nutrientes previa aplicación del producto y al realizar la aplicación del mismo.

La concentración de nutrientes en el cultivo de lechuga al aplicar el biofertilizante a base de frutas fue variable dependiendo de algunos factores, entre los que podemos mencionar están las dosis aplicadas en cada tratamiento que fueron de 3 ml/l en V1D1, 5 ml/l en V1D2 y 7 ml/l en V1D3, factores ambientales como alta y baja temperatura y exceso o deficiencia de humedad, estado fenológico del cultivo, el sustrato químicamente inerte y el muestreo de las hojas para los análisis; además hay fuentes de variaciones a nivel de laboratorio que a menudo no se las considera pero pueden influir en los resultados como es el manejo de las muestras, los métodos de limpieza, procedimientos de secado y molienda y los métodos analíticos. Tomando en cuenta todos esos factores se determinó que el tratamiento V1D3 (7ml/l) permitió a la planta tener un mayor aporte de nutrientes, ya que la dosis fue mayor y consecuentemente el

aporte fue superior a los otros tratamientos. Estos resultados se evidencian en el desarrollo del cultivo en donde las plantas del tratamiento VID3 presentan visualmente un mayor crecimiento y uniformidad en comparación con los otros tratamientos. Esta determinación se la realiza al estar estrechamente relacionados el crecimiento de la planta con el nivel de nutrientes que el producto aporte,

El biofertilizante a base de frutas al ser aplicado de manera foliar en el cultivo de lechuga, aportó una cantidad de nutrientes en mayor o menor medida, permitiendo un desarrollo considerable del cultivo, tomando en cuenta las características del ensayo. Al finalizar el ensayo se logró determinar que el biofertilizante a base de frutas mostró resultados positivos a lo largo del ciclo del cultivo y serviría como complemento a la fertilización edáfica para aumentar la producción y rendimiento en el cultivo de lechuga.

Con todo lo manifestado anteriormente se acepta la hipótesis planteada, ya que con la dosis de 7 ml/l de biofertilizante a base de frutas, se obtuvo mejores resultados en cuanto a aporte de nutrientes.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

- AGROCALIDAD. (2015). Instructivo para toma de muestras de foliares.
- Agrolanzarote. (2012). *Fichas técnicas de cultivos de lanzarote*. Retrieved from www.agrolanzarote.com
- Álvarez, E. (2011) Fertilizantes orgánicos foliares, 2da Edición, Machala-Ecuador.
- Arias, E. (2010). *EVALUACION 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*.
- Armenta, A. (2010) Biofertilizantes en el Desarrollo Agrícola de México. Ra Ximhai, enero abril, año/Vol. 6, Numero 1. Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 51-56
- Arnau, J. (2004). Características de la melaza. Revista Nutrición, salud y alimentación. [En línea] Vol 1. Bogotá - Colombia
- Bastida A (1999) El Medio de Cultivo de las Plantas. Sustratos para Hidroponía y Producción de Plantas Ornamentales. Serie de publicaciones AGRIBOT No. 4 UACH. Preparatoria Agrícola, Chapingo, Mex. 72 p.
- Barquero, G., Bertsch, F., Gutiérrez, M., Jiménez, A., Molina, E., Saborío, F., ... Viquez, R. (2002). Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. *Centro de Investigaciones Agronomicas, CIA/UCR*, 145. Retrieved from <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria Curso Fertilización Foliar.pdf>
- Brown, P., y Hu, H. (1999). Funciones del fosforo en las plantas *. *Informaciones Agronómicas*, 83(36), 9–10.
- Cakmak, I., y Yazici, A. (2010). Magnesio: El elemento olvidado en la producción de cultivos. *Informaciones Agronómicas-IPNI*, 94(2), 23–25. Retrieved from [https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/901DD92BAE8EF8F60525777D0074FDAA/\\$file/2.+Magnesio.+El+elemento+olvidado.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/901DD92BAE8EF8F60525777D0074FDAA/$file/2.+Magnesio.+El+elemento+olvidado.pdf)
- Carillo, G., Lara, A., Padilla, L., Flores, M., Avelar, J., y Llamas, J., (2015). Evaluación técnica y financiera del cultivo de lechuga en invernadero alternativa para invierno. *Terra Latinoamericana*, 33(3), 251-260

- Chávez, A. (2002). Extracción industrial de esencia de cascaras de naranja y preparación de derivados del limoneno. Tesis para optar el grado de bachiller en Farmacia y Bioquímica. UNMSM. Lima.
- Correndo, A., y García, F. (2012). Concentración de nutrientes en planta como herramienta de diagnóstico: Cultivos extensivos. *Informaciones Agronómicas*, 5, 1–8. Retrieved from [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2983F9B934DDE60D852579BA00747DF4/\\$FILE/AA14.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2983F9B934DDE60D852579BA00747DF4/$FILE/AA14.pdf)
- Dagoberto Armenta Bojórquez, A., García Gutiérrez, C., Ricardo Camacho Báez, J., Ángel Apodaca Sánchez, M., Gerardo Montoya Eusebio Nava Pérez Ra Ximhai, L., de Sociedad, R., ... Nava-Pérez, E. (2010). BIOFERTILIZANTES EN EL DESARROLLO AGRÍCOLA DE MÉXICO ROLE OF BIOFERTILIZERS IN THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN MEXICO. *Ra Ximhai*, 6(1), 51–56. Retrieved from <http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-16articulosPDF/07Biofertilizantes.pdf>
- Dávalos, P. A. (2009). Nuevas variedades de fresa y sistemas de plantación alternativos en "El Bajío". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Celaya, Guanajuato, México, D. F. 24 pp.
- Díaz, A., Cayón, G., y Mira, J. (2007). Metabolismo del calcio y su relación con la “mancha de madurez” del fruto de banano . Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 280–287.
- Donoso, T y Torres, J. (2007). Respuesta del cultivo de proteas (*Leucadendron* híbrido) var. Safari sunset a la aplicación de tres tipos de abonos de frutas en tres dosis. Tabacundo, Pichincha. Tesis de grado Ing. Agr. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolgui. Ecuador.
- Echeverri, L. y García, R. (1997). Influencia de la clase de material de siembra sobre la producción de plátano. Guatemala, CENICAFE 8 p.
- El-Fouly, V. R. y M. (1999). Aplicación Foliar De Nutrientes : Retos Y Limites En La Producción Agrícola. *INFORMACIONES AGRONOMICAS No.*, (48), 10–14. Retrieved from [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/E88FD559C305BF37852579A3007815CB/\\$FILE/Aplicación foliar de nutrientes.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/E88FD559C305BF37852579A3007815CB/$FILE/Aplicación_foliar_de_nutrientes.pdf)

- GAD Pelileo. (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Retrieved from: http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1860000640001_ACTUALPDYOT2015_15-03-2015_21-58-23.pdf
- García, M. (2013). Cultivo de lechuga, p. 10. Obtenido el 2 de Noviembre del 2015, desde https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2013/446/42109/1/Documento2.Pdf
- Gómez, M., y Sotés, V. (2014). El Manganeso y la Viticultura: una revisión, 84. Retrieved from http://www.mapama.gob.es/es/alimentacion/publicaciones/MANGANESO_Y_VITICULTURA_tcm7-344123.pdf
- Gonzálvez, V., y Pomares, F. (2008). Balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. *Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, 1–24.
- Grimm, U., y Fassbender, H. W. (1981). Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela I. *Turrialba*, 31(1), 27–43.
- Guzmán, D. (1998). Guía para el cultivo de la papaya. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José. Costa Rica. p. 62.
- Huamaní-Yupanqui, H. A., Huauya-Rojas, M. A., Mansilla-Minaya, L. G., Florida-Rofner, N., y Neira-Trujillo, G. M. (2012). Presencia de metales pesados en cultivo de cacao (*Theobroma Cacao* L.) orgánico. *Acta Agronómica*, 61(4), 339–344. <http://doi.org/10.11.12>
- Irizar Garza, M., Blanca, M., Vázquez, V., García, G., Couoh, T., Martínez, R., ... Francisco, J. (2003). Agricultura Técnica en México, 29, 213–225. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/608/60829211.pdf>
- Kant, S., y Kafkafi, U. (2002). Absorción de potasio por los cultivos en distintos estadios fisiológicos. *The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agricultural*, 263–280. Retrieved from <https://www.ipipotash.org/udocs/SesionV.pdf>
- Kirkly, E., y Römheld, V. (2007). MICRONUTRIENTES EN LA FISILOGIA DE LAS PLANTAS : (Segunda Parte). *Informaciones Agronómicas*, 2, 1–5. Retrieved from [https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/FEB8DB4F5AFB8FF50525748300700842/\\$file/Micronutrientes+en+la+Fisiología+de+las+Plantas+II+Parte](https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/FEB8DB4F5AFB8FF50525748300700842/$file/Micronutrientes+en+la+Fisiología+de+las+Plantas+II+Parte)

.pdf


- Legaz, F., y Primo, E. (1988). NORMAS PARA LA FERTILIZACION DE LOS AGRIOS. *Generalitat Valenciana*, 2, 29. Retrieved from <http://www.elpalomar.es/sites/default/files/normfertimincitricos.pdf>
- López, R. (2000). Determinación de las características de biofertilizantes líquidos aplicados en agricultura, *Agronomía Costarricense (C. R.)* 4 (2): 2
- Martín, B y Spiller, L, (2007). Fertilización foliar en pasturas: Una estrategia de uso. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario, Argentina.
- Martínez, J., Molina, N., y Elisa, B. (1997). EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL *Psidium guajava* L. (GUAYABA). 2, 12–14.
- Melgar, R. (2005). Aplicación Foliar de Micronutrientes. *Agrolluvia*, 4. Retrieved from <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/05/Aplicación-Foliar-de-Micronutrientes-Artículos.pdf>
- Monge, E., Val, J., Sanz, M., y Montañés, A. B. L. (1994). El calcio nutriente para las plantas . Bitter pit en manzano. In *Departamento de Nutrición Vegetal Y Departamento de Pomología (A.B), Estación Experimental de Aula Dei.*, 21(3), 189–201. Retrieved from http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/El_calcio_nutriente.pdf
- Osorio J, Lobo M. (1983). Hortalizas. Manual de asistencia técnica No. 28. Instituto Colombiano Agropecuario.
- 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 PUEMBO PROVINCIA DE PICHINCHA* yquot; Retrieved from <http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1155/1/137.pdf>
- Perdomo, C., y Barbazán, M. (1999). Nitrógeno. *Uruguay*, 70. Retrieved from <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Tomo N.pdf>
- Pérez, A., Céspedes, C., y Nuñez, P. (2008). Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en república dominicana. *Revista De La Ciencia Del Suelo Y Nutricion Vegetal*, 8(4), 10–29. <http://doi.org/10.4067/S0718-27912008000300002>

- Pérez I. (1988). Fertilización foliar de macro y micronutrientes en un Andosol de la Sierra Tarasca, Michoacán. CEDAF-CP. Montecillo, México. 15p.
- Pérez, M., Correa, A., y Kilcher, L. (2008). FRUTICULTURA ORGANICA TROPICAL, 5. Retrieved from file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Varios_-_Agricultura_Organica.pdf
- Quinde F. (2015). Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en el nivel de clorofila a y b y en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae* sp.).”
- Quintero, M. F., González, C. A., y Guzmán, J. M. (2011). Sustratos para cultivos hortícolas y flores de corte. Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo. Universidad Nacional de Colombia, Bogota, 79-108.
- Ramírez, F. (2000). Fertilidad de Suelo y Nutrición de Plantas. Corporación Misti S.A. Lima – Perú.
- Rendón, V., y Yance, M. (2012). Establecimiento del cultivo hidropónico de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Restrepo, J. (2001). Elaboración de bioestimulantes orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. San José de Costa Rica: IICA
- Rodríguez, V y Camacho, S. (1992). Babaco: un cultivo tradicional ecuatoriano. Carta de Frutales N°22. INIAP. Quito – Ecuador.
- Rodríguez, G., y Soto, G. (1999). Fertilización de hortalizas orgánicas. *Conferencia*, 82. Retrieved from http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_267.pdf
- Ross, M. (2004). Importancia del magnesio para altos rendimientos sostenibles en palma de aceite. *Palmas*, 25(2), 98–104.
- Sánchez, E. (2007). Evaluación de la fertilización química y orgánica en el cultivo de lechuga variedad (Verpia) en la comunidad de Florencia – Tabacundo, provincia de Pichincha. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.


- Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. Pág. 73.
- Sánchez, E. (2009). Evaluación de la fertilización química y orgánica en el cultivo de lechuga variedad (verpia) en la comunidad de Florencia – Tabacundo, provincia de Pichincha. (Tesis de ingeniero agropecuario). Universidad del Norte, p. 24. Ibarra: Ecuador.
- Santillana, N. (2006). PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTES UTILIZANDO *Pseudomonas* sp. *Ecología Aplicada*, 5(12). Retrieved from <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v5n1-2/a12v5n1-2.pdf>
- Soria, N. (2008). NUTRICION FOLIAR Y DEFENSA NATURAL. Retrieved from <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/5.-Ing.-Norman-Soria.-Nutricion-foliar.pdf>
- Suquilanda, V. (2003). Elaboración de abonos Orgánicos para la producción de hortalizas. Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro. Fundagro. Quito, Ecuador
- Trinidad, A., y Aguilar, D. (2000). FERTILIZACION FOLIAR, UN RESPALDO IMPORTANTE EN EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS Foliar Fertilization, an Important Enhancing for the Crop Yield. *Revista Terra*, 17, 9. Retrieved from <https://chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art247-255.pdf>
- UCV. (2013). GUIA DE ANÁLISIS MEDIANTE MÉTODOS DE ESPECTROMETRÍA MOLECULAR EN EL UV-VISIBLE. Retrieved from <http://www.ciens.ucv.ve:8080/generador/sites/LIApregrado/archivos/Guia Foto Modificacion mayo 2013-2.pdf>
- Vallejo, F., y Estrada, E. I. (2004). El cultivo de Lechuga *Lactuca sativa* L. En F. Vallejo Cabrera, y E. I. Estrada Salazar, Producción de hortalizas de clima cálido (págs. 315-340). Palmira.
- Venegas C. (2008). Fertilización foliar complementaria. Ediciones Agrys. Lima – Perú. 15-16 p

6.3. ANEXOS

Anexo 1. Análisis foliares



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO FIAGR
Casilla 18-01-334 Telfs. 746151-746171 Fax 746231 Cevallos - Tungurahua
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO FIAGR



Datos del cliente:


NOMBRE: Luis Ojeda	COD. LAB 158-159-160-167-172-173-2017
ATENCION: Luis Ojeda	
DIRECCIÓN: Pelileo	MUESTRA: Foliar
PROVINCIA: Tungurahua	MATRIZ: s
CANTÓN: Pelileo	ANALISIS:

Datos de la muestra:


DIRECCIÓN: PELILEO	FECHA DE TOMA DE	07/10/2017
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Luis Ojeda	INGRESO AL LAB. :	07/10/2017
LOTE:	SALIDA:	08/03/2017

Cod. Cliente	Lab. N°	Análisis							
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn
		%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm
V1D2	158,1	6,0	0,8	5,0	0,4	0,4	12,1	84,6	72,5
V1D1	158,2	4,9	0,7	3,2	0,5	0,2	12,3	61,6	37,0
V1D3	158,3	6,1	0,7	6,7	0,3	0,3	12,2	85,5	61,1
V1D1	159,1	4,1	0,6	2,3	0,4	0,3	24,6	73,7	49,1
V1D2	159,2	5,2	0,7	3,9	0,3	0,2	12,3	61,3	49,1
V1D3	159,3	4,4	0,7	4,2	0,4	0,3	12,4	74,3	49,5
V1D1	160,1	5,1	1,2	5,6	0,3	0,3	8,3	91,2	58,0
V1D2	160,2	4,9	1,1	5,0	0,4	0,2	8,3	99,1	66,1
V1D3	160,3	5,1	1,1	19,3	0,3	0,2	8,2	90,0	57,3
V1D1	167,1	5,1	1,2	3,9	0,3	0,3	14,9	52,1	81,9
V1D2	167,2	4,6	1,2	4,6	0,3	0,3	23,1	69,4	77,1
V1D3	167,3	4,3	1,2	6,3	0,3	0,3	31,5	78,8	63,0
V1D1	172,1	4,7	0,4	3,7	0,3	0,2	8,1	112,8	40,3
V1D2	172,2	4,1	0,3	3,7	0,3	0,3	16,5	124,1	49,6
V1D3	172,3	4,1	0,4	16,3	0,3	0,2	8,2	81,5	24,5
V1D1	173,1	4,6	0,5	6,0	0,3	0,3	8,3	132,6	66,3
V1D2	173,2	5,1	0,6	8,8	0,3	0,3	8,3	140,4	74,3
V1D3	173,3	4,8	0,6	7,0	0,4	0,3	8,3	66,6	25,0

Parametro analizado	Metodo	Equipo
N-Total	Kjedahl	Micro-Kjedahl
Fosforo	Acido vanadomolibdato	Espectrofotometro Genesis 20
K, Ca, Mg, Cu, Mn, Zn	Digestion total acida	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100


Quim. Marcia Buenaño
RESPONSABLE DEL ANALISIS

Anexo 2. Análisis químico del biofertilizante a base de frutas




UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO FIAGR

Casilla 18-01-334 Telfs. 746151-746171 Fax 746231 Cevallos - Tungurahua

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO FIAGR



Datos del cliente:

NOMBRE:	Luis Ojeda		
ATENCION:	Luis Ojeda	COD. LAB	152 2017
DIRECCIÓN:	Pelileo		
PROVINCIA:	Tungurahua	MATRIZ :	L
CANTÓN:	Pelileo	ANALISIS:	Completo

Datos de la muestra:

Biol	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	12/06/2017
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	INGRESO AL LAB. : 13/06/2017	
LOTE CLIENTE	SALIDA:	23/06/2017
CULTIVO ANTERIOR:		
CULTIVO ACTUAL:		

ANALISIS	Unidad	Valor
pH		4,68
C.E.	ms/cm	6,7
N Total	%	0,21
P	%	0,04
K	%	1,08
Ca	%	1,35
Mg	%	0,10
Cu	ppm	5,0
Mn	ppm	12,5
Zn	ppm	10,0

Parametro analizado	Metodo	Equipo
Materia Organica	Gravimetrico	Balanza Analitica
Humedad	Gravimetrico	Balanza Analitica
Nitrogeno Total	Kjeldahl	Kjeldahl
Fosforo	Colorimetrico	Espectrofotometro Genesys 20
Ca,Mg,Fe,Cu,Mn,Zn	Digestion total acida	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100

Quim. Marcia Buenaño
RESPONSABLE DEL ANALISIS

Anexo 3. Elaboración de las cajas de madera



Anexo 4. Llenado de las cajas con el sustrato



Anexo 5. Trasplante



Anexo 6. Plantas de lechuga después de la primera aplicación

VID1



VID2



VID3



Anexo 7. Plantas de lechuga después de la segunda aplicación

VID1



VID2



VID3



Anexo 8. Plantas de lechuga después de la tercera aplicación.

VID1



VID2



VID3



Anexo 9. Aplicación del biofertilizante a base de frutas



Anexo 10. Muestras para enviar a laboratorio



CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1. TEMA

“PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) CON LA APLICACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA DE UN BIOFERTILIZANTE A BASE DE FRUTAS EN DOSIS DE 7 ml/l”

7.2. DATOS INFORMATIVOS

El cantón Pelileo, perteneciente a la provincia de Tungurahua se encuentra a una distancia de 19.7 km de Ambato, con una altitud de 2580 m.s.n.m., cuyas coordenadas geográficas son: 01° 19' 13.9'' de latitud Sur y 78° 32' 07.4'' de longitud Oeste. El suelo es areno-arcilloso con gran capacidad de retención de agua. Su temperatura fluctúa 18 °C a 22 °C con una precipitación entre 500 a 1000 mm/ año.

La propuesta puede ser implementada en cualquier lugar que tenga condiciones parecidas a las del Cantón Pelileo.

Los responsables tanto administrativos como técnicos son la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica.

7.3. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Esta propuesta se planteó en relación a los mejores resultados encontrados en la investigación, donde se determinó que la dosis de 7 ml/l de biofertilizante a base de frutas aportó una mayor cantidad nutrientes, lo cual se evidencia al observar un mayor crecimiento en comparación con los otros tratamientos.

7.4. JUSTIFICACIÓN

La fertilización foliar es una herramienta importante para el manejo sostenible y productivo de los cultivos, además de su importancia comercial en todo el mundo.

La aplicación foliar de productos orgánicos es una alternativa para el agricultor en lo referente a la nutrición de los cultivos. Diferentes productos orgánicos tales como: abonos verdes, residuos agrícolas, bioles, compost y biofertilizantes han sido probados en diferentes cultivos obteniendo resultados positivos; sin embargo, existen dudas respecto a este tipo de fertilización, específicamente en la posibilidad de lograr un manejo de nutrientes eficiente sólo a partir de fuentes orgánicas.

Esta alternativa de fertilización orgánica puede ser utilizada como complemento a la fertilización edáfica, incrementando la producción y rendimiento en los cultivos, protegiendo el medio ambiente y la salud humana.

7.5. OBJETIVO

Producir lechuga (*Lactuca sativa L.*) con la aplicación foliar complementaria de un biofertilizante a base de frutas.

7.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La utilización de productos orgánicos en la actualidad es considerada como una alternativa ecológica para la producción de cultivos con un alto rendimiento y buena calidad, siendo amigables con el medio ambiente. El biofertilizante a base de frutas aporta una cantidad de nutrientes considerable para el buen desarrollo de las plantas; a más de esto es de fácil preparación, los materiales utilizados para la preparación se los consigue fácilmente, lo que permitirá disminuir los costos de producción, al evitarse adquirir grandes cantidades de fertilizantes químicos que tiene precios elevados.

7.7. FUNDAMENTACIÓN

El uso de productos orgánicos en el sector agrícola se fundamenta en principios básicos responsables de los equilibrios biológicos de la naturaleza. Los vegetales o animales se mantienen sanos y resisten mejor el ataque de plagas y enfermedades si están alimentados en forma adecuada, es decir que exista un equilibrio en cuanto a la cantidad de nutrientes y en la relación entre estos.

La utilización de un biofertilizante foliar a base de frutas como complemento a la fertilización edáfica, es una alternativa viable en lo referente a la nutrición de las plantas, ya que se obtendrá una buena producción a bajo costo, disminuyendo en parte el uso de productos sintéticos.

7.8. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

7.8.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se efectuará una semana antes del trasplante, con ayuda de arado, rastra de discos, dejando el suelo mullido. Posteriormente se nivelará manualmente y se realizará el surcado con la ayuda de azadón, separados a 70 cm entre uno y otro.

7.8.2. Riego

Los riegos serán gravitacionales por surcos. El primero se realizará previo al trasplante. El segundo después del trasplante y los posteriores riegos cada ocho días dependiendo de las condiciones climáticas que se presenten durante el ciclo del cultivo.

7.8.3. Trasplante

Para realizar el trasplante, las plántulas de lechuga, presentarán de 4 a 5 hojas verdaderas y se hará con las distancias de siembra de 40 cm entre planta y 70 cm entre hilera.

7.8.4. Fertilización

Para la fertilización edáfica se utilizará Nitrato de amonio, Muriato de potasio y Fosfato diamónico a razón de 3 g por planta de la mezcla de los tres fertilizantes, con la finalidad de tener una fertilización homogénea la aplicación se la realizará a los 15 y 35 días después del trasplante.

La fertilización complementaria se la realizará de manera foliar, utilizando el biofertilizante a base de frutas en dosis de 7 ml/l. Se hará tres aplicaciones a los 20, 40 y 60 días del trasplante.

7.8.5. Control de malezas

El control de malezas o deshierba se realizará de forma manual con ayuda de azadillas y rastrillos, esta labor se hará cada vez que aparezcan malezas, en las parcelas.

7.8.6. Control de plagas y enfermedades

Se realizará un monitoreo diario de las plantas de lechuga, para verificar la existencia de plagas y enfermedades, en caso de presentarse algún problema fitosanitario se lo tratará inmediatamente con la utilización de productos químicos disponibles para el efecto.

7.8.7. Cosecha

La cosecha se efectuará cuando los repollos presenten características de madurez comercial, se la realizará de forma manual procediendo a cortar en la base de la planta, con la ayuda de un cuchillo y con la utilización de sacos de yute para el embalaje.

7.8.8. Comercialización

La comercialización se la realizará de manera directa en mercados locales

7.9. ADMINISTRACIÓN

Esta propuesta se llevará a cabo con agricultores de la zona bajo asesoramiento del investigador, que cuenten con los recursos y tengan conocimiento sobre el manejo del cultivo de lechuga. Las personas responsables del manejo y asesoramiento en la elaboración del biofertilizante, deberán entender a satisfacción los requerimientos del cultivo de lechuga y el manejo técnico del producto orgánico.

7.10. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Los resultados de la aplicación foliar de un biofertilizante a base de frutas como fertilización complementaria en lechuga, se informará a los pequeños y medianos productores mediante la divulgación de la información, utilizando como medios, la vinculación directa con los agricultores y productores, con días de campo, en donde se efectuarán parcelas demostrativas, con la debida comparación de resultados y demostrando los beneficios de la utilización del producto orgánico, profundizando los conocimientos sobre las bondades del producto.