UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA

"EVALUACION DEL BIOSOL GENERADO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS, COMO BIOFERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)"

Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

MARTÍNEZ BARRENO BYRON ALBERTO

TUTOR:

ING. MANOLO MUÑOZ

CEVALLOS - ECUADOR

2019

“El suscrito, MARTÍNEZ BARRENO BYRON ALBERTO, portador de cédula de identidad número: 1804594248 libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACION DEL BIOSOL GENERADO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS, COMO BIOFERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)” es original, autentico 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”.

Byron Alberto Martínez Barreno

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado "EVALUACION DEL BIOSOL GENERADO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS, COMO BIOFERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)" 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".

Byron Alberto Martínez Barreno

"EVALUACION DEL BIOSOL GENERADO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS, COMO BIOFERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)"

REVISADO POR:

Ing. Mg. Manolo Muñoz
TUTOR

Ing. Mg. Segundo Curay
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

FECHA

…… ……..

Ing. Hernán Zurita
PRESIDENTE TRIBUNAL

…… ……....

Ing. Pedro Pablo Pomboza
MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

…….. ……..

Ing. Jorge Dobronski

MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTO

Mi reconocimiento a la Universidad Técnica de Ambato, de manera muy especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por haberme acogido en sus aulas del saber, las mismas que sirvieron para enriquecer mis conocimientos, y brindarme un futuro profesional que será parte de mi vida y cumplir con mi más anhelada meta que es mi carrera profesional de Ingeniero Agrónomo.

A mi tutor Ing. Manolo Muñoz. Mg. quién me brindó todo su apoyo y conocimientos para culminar la investigación, como también a los Ing. Mg. Segundo Curay. Asesor de Biometría e Ing. Mg. Wilfrido Yánez. Asesor de Redacción Técnica quienes supieron en su determinado momento asesorarme para que los resultados alcanzados en el trabajo de investigación sean fructíferos.

A todos mis compañeros de aula con quienes compartimos gratos momentos durante los semestres de estudio.

A todos un gracias.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado en primer lugar a Dios ya que sin Él nada de esto sería posible, a mi madre Sara Barreno, por permanecer junto a mi cada instante y ser un pilar muy fundamental en mi vida, la amo.

A mi abuelita Obdulia Benavidez, que desde el cielo me ha guiado en todo este camino, por sus enseñanzas de vida y el respeto a los demás que me inculcó en toda mi niñez, logrando sobresalir en todos los obstáculos que se me han presentado.

A mis hermanos Darwin, Judith, Norma, Edwin y Marcos Martínez Barreno por quienes con su eterno apoyo y amor incondicional han sabido alentarme no sólo en la culminación de mi carrera, sino, en mi diario vivir.

La dedicación y el esfuerzo siempre se verán plasmados en los objetivos alcanzados, objetivos que se han logrado con el apoyo de mi familia.

Índice de contenido

CAPÍTULO I 1
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO II 3
REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO 3
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 3
2.2 MARCO CONCEPTUAL O CATEGORÍAS FUNDAMENTALES 6
2.2.1 Cultivo de Lechuga 6
2.2.2 Rendimiento del cultivo de Lechuga 16
2.2.3 Biofertilizantes 17
CAPÍTULO III 19
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS 19
3.1. HIPÓTESIS 19
3.2. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS 19
3.2.1. Variable independiente 19
3.2.2. Variable dependiente 19
3.3. OBJETIVOS 19
3.3.1. Objetivo General 19
3.3.2. Objetivos Específicos 20
CAPÍTULO IV 21
MATERIALES Y MÉTODOS 21
4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO) 21
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR 21
4.2.1. Clima 21
4.2.2. Agua 21
4.2.3. Suelo 21
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES 22

4.3.1. Materiales 22
4.4. FACTORES EN ESTUDIO 22
4.5. TRATAMIENTOS 22
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL 23
4.7. VARIABLES RESPUESTAS 23
4.7.1. Altura de planta 23
4.7.2. Diámetro ecuatorial y polar del repollo 23
4.7.3. Volumen de raíz 23
4.7.4. Peso del follaje 23
4.7.5. Rendimiento 24
4.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO 24
4.8.1. Preparación de la parcela experimental 24
4.8.2. Análisis de suelo 24
4.8.3. Análisis del biosol 24
4.8.5. Aplicación de fertilizante 24
4.8.7. Control de malezas 25
4.8.8. Control de plagas y enfermedades 25
4.8.9. Cosecha 25
4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 25
CAPITULO V 26
RESULTADOS Y DISCUSIÒN 26
5. 1. RESULTADOS 26
5.1.1. Altura de Planta 26
5.1.2. Peso de Follaje 26
5.1.3. Volumen de Raíz 27
5.1.4. Diámetro Ecuatorial 27
5.1.5. Diámetro Polar 27
5.1.6 Rendimiento 27

5.2. Discusión..... 28

CAPÍTULO VI..... 31

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS..... 31

6.1. Conclusiones..... 31

6.2. Bibliografía..... 31

6.3. Anexos...... 36

CAPÍTULO VII..... 45

PROPUESTA..... 45

7.1. TITULO..... 45

7.2. DATOS INFORMATIVOS..... 45

7.3. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA..... 45

7.4. JUSTIFICACIÓN..... 45

7.5. OBJETIVO..... 45

7.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD..... 46

7.7. FUNDAMENTACIÓN..... 46

7.8. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO..... 46

7.8.1. MEDICIÓN DE CAUDALES DE LAS CINTAS DE GOTEO..... 46

7.8.2. PREPARACIÓN DEL SUELO..... 46

7.8.3. ÉPOCA DE SIEMBRA..... 47

7.8.4. TRASPLANTE..... 47

7.8.5. APLICACIÓN DE BIOSOL..... 47

7.8.6. CONTROL DE MALEZAS..... 47

7.8.7. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES..... 47

7.8.8. COSECHA..... 47

7.8.9. COMERCIALIZACIÓN..... 48

7.9. ADMINISTRACIÓN..... 48

7.10. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN..... 48

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la lechuga 6
Tabla 2. Principales plagas y enfermedades del cultivo de lechuga 16
Tabla 3. Evaluación el efecto de Biosol generado en la producción de Biogás, como fertilizante en el cultivo de lechuga. 30

Índice de figuras

Figura. 1. Distribución de tratamientos 222

Índice de anexos

Anexo 1. Análisis de suelo tratamiento 1 36
Anexo 2. Análisis de suelo tratamiento 2 37
Anexo 3. Análisis de suelo tratamiento 3 38
Anexo 4. Análisis de suelo tratamiento 4 39
Anexo 5. Análisis de suelo tratamiento 5 40
Anexo 6. Análisis de biosol 41
Anexo 7. Altura de la planta a los 0 días (cm) 42
Anexo 8. Peso de la planta a los 0 días (g) 42
Anexo 9. Volumen de la raíz a los 0 días (ml) 42
Anexo 10. Altura de la planta a los 60 días (cm) 42
Anexo 11. Peso de la planta a los 60 días (g) 43
Anexo 12. Volumen de raíz a los 60 días (ml) 43
Anexo 13. Peso de la planta a la cosecha (g). 43
Anexo 14. Volumen de raíz a la cosecha (ml) 43
Anexo 15. Diámetro ecuatorial a la cosecha (cm) 44
Anexo 16. Diámetro polar a la cosecha (cm) 44

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo de investigación titulado "Evaluación del biosol generado en la producción de biogás, como biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)" se realizó con la finalidad de identificar los efectos del biosol en los parámetros de producción del cultivo de lechuga, esta investigación se llevó acabo en la granja experimental docente Querochaca, ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Sus coordenadas geográficas son 01° 22´ 02" de latitud Sur y 78° 36´ 20" de longitud Oeste, a una altitud de 2 865 metros sobre el nivel del mar.

Se aplicó el diseño de bloques al azar, 5 tratamientos con 4 repeticiones, además se realizaron las pruebas de significación de Tukey al 5 % para los tratamientos que resultaron significativos, se obtuvieron los siguientes resultados: variable altura de planta a los 0 días el tratamiento 5, fertilización convencional (F.C) fue el mejor con una media de 7,03 cm y el tratamiento 3 con la aplicación de biosol 1 $kg.m^{-2}$ (B1,0) fue el menor con 3,18 cm, a los 60 días para esta variable el tratamiento 4 con la aplicación de 2 $kg.m^{-2}$ de biosol (B2,0) fue mayor con una media de 15,25 cm y el tratamiento 1 con 0 $kg.m^{-2}$ de biosol (B0,0) fue el menor con 12,84 cm. La variable peso del follaje presentó significación, (F.C) al inicio del ensayo fue el mejor con una media de 12,08 g y el menor peso fue el tratamiento (B1,0) con 8,03 g, a los 60 días presentó significación en donde (B2,0) con una media de 157,75 g fue el mejor y el que menor promedio presentó fue (B0,0) con 99,21 g, al momento de la cosecha esta variable presentó significación siendo el tratamiento (F.C) el mejor con una media de 708,75 g y el menor fue (B2,0) con 443,06 g. Para la variable volumen de raíz existe significación en donde (F.C) con una media de 11,15 cm^3 fue el mejor mientras que (B1,0) fue el menor con 9,03 cm^3, a los 60 días (B2,0) con una media de 13,00 cm^3 fue el mejor y (B0,0) fue el menor valor con 8,60 cm^3. La variable diámetro ecuatorial a la cosecha presentó significación, (F.C) con una media de 9,95 fue el mejor, (B2,0) fue el menor con 7,73 cm. Para la variable diámetro polar no existió significación sin embargo (F.C) presentó una media de 8,99 cm. La variable rendimiento presentó significación (F.C) fue el mejor con 94499,34 kg/ha y (B2,0) fue el menor con 59074,00 kg/ha

PALABRAS CLAVE: Biosol, biofertilizante, biogás, lechuga, rendimiento

SUMMARY

The research work entitled "Evaluation of the biosol generated in the production of biogas, as biofertilizer in the lettuce crop (Lactuca sativa)" was carried out in order to identify the effects of biosol on the production parameters of the lettuce crop. The research was carried out in the Querochaca experimental teaching farm, located in the canton of Cevallos, province of Tungurahua. Its geographic coordinates are 01 ° 22' 02 "South latitude and 78 ° 36' 20" West longitude, at an altitude of 2 865 meters above sea level.

The randomized block design was applied, 5 treatments with 4 repetitions, in addition Tukey significance tests were performed at 5% for the treatments that were significant, the following results were obtained: variable plant height at 0 days treatment 5, conventional fertilization (FC) was the best with an average of 7.03 cm and treatment 3 with the application of biosol 1 kg.m-2 (B1.0) was the lowest with 3.18 cm, at 60 days for this variable treatment 4 with the application of 2 kg.m-2 of biosol (B2.0) was greater with an average of 15.25 cm and treatment 1 with 0 kg.m-2 of biosol (B0, 0) was the smallest with 12.84 cm. The variable weight of foliage presented significance, (FC) at the beginning of the trial was the best with an average of 12.08 g and the lowest weight was the treatment (B1.0) with 8.03 g, at 60 days it presented significance in where (B2.0) with an average of 157.75 g was the best and the one with the lowest average was (B0.0) with 99.21 g, at the time of harvest this variable presented significance, being the treatment (FC) the best with an average of 708.75 g and the lowest was (B2.0) with 443.06 g. For the variable root volume there is significance where (FC) with an average of 11.15 cm3 was the best while (B1.0) was the lowest with 9.03 cm3, at 60 days (B2.0) with an average of 13.00 cm3 was the best and (B0.0) was the lowest value with 8.60 cm3. The variable equatorial diameter at harvest showed significance, (F.C) with a mean of 9.95 was the best, (B2.0) was the lowest with 7.73 cm. For the polar diameter variable there was no significance, however (F.C) presented an average of 8.99 cm. The yield variable presented significance (F.C) was the best with 94499.34 kg / ha and (B2.0) was the lowest with 59074.00 kg / ha.

KEY WORDS: Biosol, biofertilizer, biogas, lettuce, yield

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En Ecuador se cultivan 1 145 ha de lechuga con un rendimiento promedio de 7 928 kg por ha. El 70% de esta superficie es lechuga variedad criolla y la superficie restante pertenece a híbridos como: roja, romana y la variedad salad. La principal provincia productora de este vegetal es Cotopaxi (481 ha), seguida de Tungurahua (325 ha) y Carchi (96 ha). En la provincia de Tungurahua se cultiva principalmente en Izamba, Huachi, Píllaro y Pelileo (SIAP, 2010).

En las últimas décadas se ha tomado conciencia del agotamiento de los recursos naturales debido a la explotación desmesurada de los mismos. En el ámbito agrícola, el objetivo es lograr altos rendimientos por unidad de superficie para satisfacer la creciente demanda de alimentos, sin embargo se ha incurrido en una agricultura ineficiente y altamente contaminante, la cual ha ocasionado la pérdida de la diversidad biológica, disminución de los recursos naturales, erosión del suelo, cambios climáticos, etc. Por tal motivo, es necesario encontrar soluciones de producción adecuadas y orientadas a mantener la sostenibilidad del sistema agrícola mediante la explotación racional de los recursos naturales y aplicación de medidas adecuadas para preservar el ambiente (Grageda *et al.*, 2012).

Una de las alternativas para mejorar la agricultura con sostenibilidad ambiental es el uso de biofertilizantes, los cuales incorporan desde microorganismos, abonos verdes y estiércoles, hasta extractos de plantas. De manera sintetizada, podemos decir que son productos que contienen microorganismos, que al ser inoculados pueden vivir asociados o en simbiosis con las plantas y le ayudan a su nutrición y protección (Vessey, 2003). Estos microorganismos se encuentran de forma natural en el suelo y abarcan diversos grupos; sin embargo, su población es afectada por el manejo de suelo y uso excesivo de agroquímicos (Caballero *et al.*, 1992; Grageda *et al.*, 2000).

El Biosol es el resultado de la separación de la parte semisólida (fango) obtenida en el proceso de fermentación anaeróbica, el porcentaje de humedad en el biosol debe estar entre un 10% a un 25 %, estos valores dependerá de la tecnología y método

que se utilice en el momento de la separación, este porcentaje de humedad corresponde al residuo del Biol, es decir también actúa como fertilizante, la composición del biosol depende mucho del material utilizado, el biodigestor y la técnica de fermentación. Para la aplicación al suelo y cultivos se realiza solo en asociación con fertilizantes de origen natural como el *compost*, *humus*, entre otros; también con los fertilizantes de síntesis orgánica mineral utilizado en la agricultura convencional esto mejora efectividad de los fertilizantes aplicados y modifica las características del sustrato y también la disponibilidad de nutrientes en el suelo. (Robles y Jansen, 2008).

En vista de que la lechuga es muy utilizada para consumo en fresco y su calidad no depende solo de las apariencia sino también de las cualidades sanitarias y organolépticas de la hortaliza, se evidencia la necesidad de mejorar la producción de una manera amigable con el ambiente, que no afecte a la salud de los consumidores ni a la rentabilidad de los productores. Debido al aporte de nutrientes del biosol obtenido en la producción de biogás, se evaluó los efectos del biosol en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) con la finalidad de producir esta hortaliza de forma amigable con el ambiente y rentable para los agricultores.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Lemes *et al*., (2016), evaluaron la influencia de los biofertilizantes en la composición nutricional de alfalfa (*Medicago sativa L*.) El experimento se realizó con dosis crecientes de los biofertilizantes en un invernadero en la Facultad de Medicina Veterinaria / UNESP, Araçatuba - Sao Paulo, Brasil, de abril a octubre de 2010. Se utilizó el diseño experimental completamente aleatorizado con seis dosis de biofertilizantes a partir de estiércol de ganado vacuno (0, 25, 50, 100, 200 y 400 m^3. ha^{-1}) y cinco repeticiones. Los cortes se realizaron cada 27 días, a 10 cm por encima del suelo cuando el 10% de las plantas estaban floreciendo. Se evidenció que la biofertilización tuvo un impacto significativo positivo en el nitrógeno foliar, potasio, calcio y concentraciones de magnesio, azufre y hierro. Los valores de proteína cruda, fibra detergente ácida y la fibra detergente neutra no difirieron entre las dosis de los biofertilizantes.

De Araújo Viana *et al*., (2014), investigaron el impacto de biofertilizante de excretas bovinas en el crecimiento y rendimiento de maíz (*Zea mays L*.). El biofertilizante de bovino fue aplicado a través del agua de riego en el suelo (bio fertigación) como una fuente orgánica viable para mantener los niveles de fertilidad en los sistemas de producción agrícola. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de diferentes concentraciones de biofertilizantes bovinos aplicados por fertirrigación en el crecimiento del maíz, el intercambio de gases y el rendimiento. El diseño experimental fue el de bloques al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos consistieron en dosis de 0,5 l (por planta) de una solución fertilizante (biofertilizante+agua) aplicada semanalmente, con una concentración de biofertilizante diferente para cada tratamiento, según se indica a continuación: C0 = 0% de biofertilizante (control), C1 = 12.5%, C2 = 25% de biofertilizante, C3 = 50% de biofertilizante, C4 = 100% de biofertilizante. Analizamos los efectos sobre las siguientes variables: altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, peso seco del brote, fotosíntesis, conductancia estomática, transpiración y rendimiento. El

biofertilizante fue el más eficiente considerando el crecimiento inicial y el intercambio de gases. Además, los tratamientos con biofertilizantes bovinos (en general) favorecieron el aumento del peso de 1000 semillas y el rendimiento de grano.

Pereira *et al*., (2014), evaluaron el comportamiento productivo de la hortaliza quiabo (*Abelmoschus esculentus*) con el uso de estiércol bovino y biofertilizante. Utilizaron el diseño experimental de bloques aleatorizados, con cuatro repeticiones, en esquema factorial de 6x2, con dos factores: dosis de estiércol bovino (0, 15, 27.5, 30, 45 y 60 $t.ha^{-1}$) y biofertilizante (con y sin biofertilizante). El peso medio de los frutos comerciales de quiabo con y sin biofertilizantes fue de 18,0 y 16,5 g., respectivamente en las dosis de 27,5 y 60 $t.ha^{-1}$. El número de frutos por planta sin biofertilizante fue de 30 con la dosis de 60 $t.ha^{-1}$ de estiércol bovino, con la misma dosis de estiércol y la adición de biofertilizante se incrementó a 33 frutos por planta.

Zermeño *et al*., (2015), evaluaron el efecto de la aplicación de un biofertilizante a base de extractos de algas marinas al suelo y follaje de una plantación de vid (*Vitis vinifera*) *cv.* Shiraz, en la tasa de asimilación de bióxido de carbono (CO_2), y su relación con el rendimiento y calidad de frutos. Para esto, se usaron dos plantaciones de vid cv. Shiraz de 5.2 ha, en la Vinícola San Lorenzo, Municipio de Parras, Coahuila, México. Se aplicaron al suelo 2 L ha^{-1} del biofertilizante Algaenzims y se aplicaron vía foliar 0.5 L ha^{-1} del mismo producto. La tasa de asimilación de CO_2 de cada plantación durante su ciclo productivo se evaluó instalando un sistema eddy con sus sensores correspondientes. Los tratamientos fueron con y sin aplicación del biofertilizante. La diferencia estática en la tasa de asimilación de CO2 entre tratamientos se evaluó con la prueba no paramétrica de Wilcoxon para poblaciones pareadas (p£0.05), mientras que para las diferencias en rendimiento y calidad de frutos se usó un diseño completamente al azar y las medias se compararon con la prueba de Tukey (p£0.05). Para evaluar el balance de energía en cada superficie, se midió la radiación neta, flujo de calor latente y sensible, y flujo de calor en el suelo. Con base en la prueba de Wilcoxon (p£0.05), los resultados del estudio mostraron que la aplicación del biofertilizante aumentó en 7.72 % la tasa de asimilación de CO_2, por lo cual el rendimiento de frutos fue 13.9 % mayor y el de grados Brix 3.04 % (Tukey, p£0.05) en la plantación con el biofertilizante.

Pecina *et al*., (2005), investigaron el efecto de siete fechas de siembra en la asociación sorgo-biofertilizante (*Glomus intraradices, Azospirillum brasilense* y la fitohormona *brassinoesteroide*). No se observaron diferencias significativas entre biofertilizantes en ninguna fecha de siembra ni en el análisis combinado, para rendimiento de grano, porcentaje de infección radical y otras características agronómicas. Aunque en las dos primeras fechas de siembra se observaron temperaturas bajas (12 ºC), éstas no afectaron el grado de colonización radical. Sólo se observaron diferencias significativas en el índice de clorofila para fechas de siembra, híbridos y en la interacción de estos factores. En general, el porcentaje de colonización radical fue bajo (6 %), y se detectó la presencia de cepas nativas de hongos micorrízicos en el testigo. Es probable que la baja colonización se deba, en parte, a los bajos contenidos de N, P y materia orgánica del sitio de estudio y al efecto inhibitorio de las cepas nativas.

En el 2013, Montesinos en su investigación sobre "El uso del lixiviado procedente de la descomposición del material orgánico para la elaboración de biol y su aplicación como fertilizante para el pasto", en la cual utilizo dos tipos de bioles: el primero desarrollado a partir de estiércol de pollo, caballo, alfalfa y melaza y el segundo desarrollado a partir de lixiviado, estiércol de vaca, leche, cenizas y melaza, los mismos que fueron aplicados en parcelas de pasto en dosis de 5, 10, 15 y 20 gal de biol por parcela y al ser analizados estadísticamente: el biol 1 presento diferencia significativa únicamente, en la parcela donde se aplicó 10 gal de biol con un peso promedio de 21,5 libras de pasto con respecto al testigo que obtuvo un peso promedio de 15,85 libras, y con el biol 2 las parcelas que mostraron diferencia significativa fueron las parcelas donde se aplicó 10 y 20 gal por parcela, con pesos promedio del pasto de 24,23 y 26,6 respectivamente y al comparar entre los dos bioles se apreció que el rendimiento es superior en las parcelas donde se aplicó el biol 2 desarrollado a partir de lixiviado, estiércol de vaca, leche, cenizas y melaza.

2.2 MARCO CONCEPTUAL O CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1 Cultivo de Lechuga

- **Origen y Generalidades**

Casseres (1980) sostiene que la lechuga es un cultivo que la humanidad domesticó desde hace unos 2 500 años. Su centro de origen se encuentra en las regiones templadas de Europa, Asia y América del Norte. El cultivo de la lechuga comenzó con los egipcios, que producían aceite a partir de sus semillas y fue la representación de una planta sagrada de Min, Dios de la reproducción. De los egipcios el cultivo pasó a los griegos, quienes a su vez lo dieron a conocer a los romanos. Hay registros de que en el año 50 de nuestra era, el escritor romano de temas rurales y agrícolas Columela, escribió sobre diversas variedades de lechugas. Fue tal la importancia que los romanos le dieron a su cultivo que prevalece hasta nuestros días la llamada lechuga romana, de gran importancia aunque no es el tipo más extendido.

- **Taxonomía**

Según Almeida (1946) la clasificación taxonómica de la lechuga es la siguiente:

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la lechuga

TAXÓN	NOMBRE
Reino	Vegetal
División	Spermatophyta
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Sinandrales
Familia	Compositaceae
Género	*Lactucae*
Especie	*L. sativa*
Nombre común	Lechuga

- **Descripción Botánica**

Guarro (1989) desarrolló la descripción botánica de la lechuga, la cual se detalla a continuación:

– Raíz: es de tipo pivotante, pudiendo llegar a medir hasta 30 cm. Esta hortaliza posee un sistema radicular bien desarrollado, estando de acuerdo la ramificación a la compactación del suelo; así un suelo suelto tendrá lechugas con un sistema radicular más denso y profundo que un suelo compacto.

– Tallo: es muy corto y al llegar a la floración se alarga hasta un metro, desarrollando un capitulo de 15 a 25 flores de color amarillo, pequeñas, reunidas en anchas cimas corimbosas y con numerosas bracteolas. En todas las especies de lechuga se encuentra un jugo lechoso al interior del tallo; que da el nombre al género *Lactuca* al cual pertenece la lechuga, que viene de la palabra latina *lac*, que se refiere a dicho jugo.

– Hojas: son basales numerosas y grandes en densa roseta, además ovales, oblongas, brillantes, dependiendo del tipo y variedad. En variedades de repollo, las hojas bajeras son grandes y alargadas, que se van formando un repollo.

– Inflorescencia: la inflorescencia es una panícula.

– Flores: son perfectas, con 5 estambres y un ovario de una sola cavidad. Comúnmente son auto-polinizadas. Las flores se agrupan en ramilletes y tienen un color amarillo pálido. Son pequeñas y hermafroditas, se abren después de la caída del sol su fase de polinización es generalmente de seis horas.

– Semillas: son alargadas de 4-5 mm de diámetro y su color generalmente es blanco crema, aunque también tienen coloración parda y castaña dependiendo de la variedad.

- **Variedades**

Lechugas de cabeza o Crisp Head

En este grupo se encuentran las lechugas conocidas como Batavia e Iceberg, que se caracterizan por presentar cabeza cerrada y mayor resistencia al daño mecánico. En su interior, las hojas forman un cogollo apretado o cabeza firme, las hojas exteriores son abiertas, gruesas, crujientes, con bordes rizados y sirven de envoltura y protección al cogollo (Flórez, 1986).

Las variedades de lechuga de cabeza son:

Icevic

Es una lechuga tipo salinas, presenta una planta de vigor medio, con color verde brillante y excelente formación y calibre. Se destaca por su cierre, precocidad y tolerancia al espigado. Recomendada para consumo fresco e industria.

Coolguard

Es una variedad de gran tolerancia al frío y gran tamaño de cabeza, con pesos que oscilan entre 900 y 1 100 gramos. Tiene cabezas redondas y firmes, de color verde oscuro y hojas envolventes grandes con muy buena cobertura; es una variedad muy uniforme, de alto vigor, por lo que se adapta a un variado tipo de climas.

Arizona

Es una lechuga tipo Iceberg con forma de cabeza redonda achatada, compacta, de buen peso y forma; cabezas muy uniformes en campo, excelentes para supermercado y plaza. Se adapta entre 2 000 y 2 800 msnm. Un gramo de semillas puede contener de 881 a 991 semillas.

Grandes Lagos 118

Variedad tradicionalmente sembrada en la región, de buen comportamiento en general en las épocas de mayor temperatura; en periodos de muy baja temperatura y alta nubosidad tiende a la formación de cabezas más flojas, que son preferidas en el mercado de la región Costa. Tiempo para cosecha: 55-60 días; peso promedio de cabeza: 600-700 gramos; resistencia o tolerancia a enfermedades: resistente a la quemadura de las puntas.

Winter Haven

Lechuga tipo Batavia; es una planta vigorosa, de cabezas grandes, compactas y uniformes, con buen color y apariencia y de buena tolerancia al frío. Altura promedio: 21 cm; diámetro promedio: 19 cm; peso promedio planta: 900 gramos, días para cosecha: 56-62. La cosecha es concentrada y uniforme y la cabeza presenta un color verde oscuro.

Luana

Variedad tipo Batavia, de plantas uniformes y con buena adaptación, de cabeza grande, buen tamaño, compacta y color verde brillante. Días para cosecha: 63-68. Peso promedio planta: 860-904 gramos. Diámetro promedio: 13,2 cm. Longitud promedio: 12,6 cm. Buena adaptación a zonas intermedias y frías.

Badger

Lechuga tipo Batavia de alta calidad y sabor, buena adaptación a periodos de invierno y verano en Colombia, con cabezas compactas de tamaño grande a mediano (peso entre 900 y 1.200 g), color verde y excelente apariencia externa e interna. Días para cosecha: entre 73 y 77 para zonas templadas.

Lechugas tipo mantequilla o Butter Head

Presentan cabeza cerrada o semiabierta, no apretada, superficie de las hojas muy lisa, textura suave, un tanto aceitosa, hojas verdes-amarillentas. Este tipo de lechugas está conformado por variedades como White Boston, Floresta y Regina. Son lechugas muy susceptibles a daño mecánico (Vallejo y Estrada, 2004). Entre las variedades de tipo mantequilla se encuentran:

Albert

Lechuga verde lisa mantecosa o española; el tallo es cilíndrico y ramificado, muy corto e imperceptible, las hojas están dispuestas en roseta, se despliegan al principio y se acogollan más tarde, con formación de una cabeza compacta, grande y uniforme, de hojas suaves pero firmes, color verde medio a oscuro brillante, con alta calidad y uniformidad. Un gramo de semillas de este material puede contener entre 900 y 1000 semillas. Es tolerante al virus del mosaico de la lechuga y al mildiu velloso o *Bremia lactucae*.

Elisa

Lechuga tipo lisa verde, plantas de porte grande, compactas, de hojas color verde claro. Uniformidad en campo y alto rendimiento. Se manejan distancias de siembra de 0,3 m x 0,3 m, para una densidad de 65 000 - 75 000 plantas/ha; consumo de semillas/ha: 82 500. Posee resistencia a la floración precoz y resistencia moderada al virus del mosaico de la lechuga.

White Boston

Lechuga blanca lisa adaptada a climas entre 1 800 y 2 600 msnm. Planta de tamaño medio, con cabeza no muy compacta, de color verde claro. Exige un manejo cuidadoso ya que puede sufrir magulladuras. Se cosecha a los 75 a 90 días del trasplante

Lechugas cos o Romanas

Sus hojas son alargadas, con bordes enteros y nervio central ancho. Estas forman un cogollo ligeramente apretado. El color característico de las hojas es verde oscuro, aunque existen variedades de color rojo oscuro (Flórez, 1996). Entre las lechugas romanas se encuentran:

Parris island cos

Su tallo es cilíndrico y ramificado, muy corto e imperceptible; las hojas están en roseta y son erectas con una cabeza bien definida, semi-crespas, color verde, con tamaño de cabeza entre 20 y 25 cm. Un gramo de semillas de este material puede contener de 900 a 1 000 semillas.

Mirella

Planta con cabeza grande, uniforme y compacta, hojas de color verde oscuro. Presenta excelente sabor, textura y aceptación en el mercado. Días para cosecha: 56. Altura: 25,9 cm. Peso promedio de planta: 700 gramos.

Lechugas sin cabeza, hojas sueltas

No forman cabeza y las hojas son sueltas y pueden ser crespas lisas, de textura suave; la coloración varía de verde claro a verde oscuro y de rojo a morado en diferentes tonalidades (Vallejo y Estrada, 2004). Dentro de las lechugas sin cabeza se encuentran:

Red salad bowl improved

Es una planta de porte pequeño, tipo hoja de roble, sus hojas presentan coloración roja, de forma festoneada y textura suave, se cosecha a los 40-49 días después del trasplante. Su longitud promedio es de 12 cm, diámetro de 7 cm, se siembran 156 plantas por metro cuadrado, con un rendimiento de 600 gramos por metro cuadrado.

Verde crespa casabella

Es de tallo cilíndrico y ramificado, muy corto e imperceptible; las hojas, fuertemente crespas, están colocadas en roseta y exhiben buena uniformidad, color verde claro brillante, tamaños medios a grandes. Es un cultivar de lechuga que no produce cabeza, con hojas reticuladas y suaves. Un gramo de semillas de este material puede contener de 900 a 1 000 semillas.

Verónica

Tipo crespa verde claro, planta de porte grande, vigoroso, de alta uniformidad y rendimiento. Se cosecha a los 56 días después de trasplante. Tiene una altura promedio de 20,3 cm y un peso promedio de 480 gramos. Posee alta resistencia a florecimiento precoz.

- **Requerimientos Edafoclimáticos**

Suelo

Los suelos con alto contenido de materia orgánica son los mejores para lechuga. El sistema radicular de esta hortaliza no es muy extenso y por eso los suelos que retienen bien la humedad, pero a la vez son bien drenados, son los más apropiados. El pH más apropiado es el de 5,2 a 5,8 en suelos orgánicos y de 5,5 a 6,7 en suelo de origen mineral, pero la lechuga no se da bien en suelos muy ácidos. Los terrenos oscuros, con sustancias fosfóricas y potásicas, provocan que las lechugas se repollen mal, cuya cabeza carecerá de estabilidad y de fuerza lo que ocasionar la apertura de las hojas (Cásseres, 1980).

Temperatura

La temperatura de germinación de la semilla oscila entre 20 y 26 °C, con óptimas de 24 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14 y 18 °C con máximas de 24 °C y mínimas de 7 °C, pues para la formación de cabezas la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche;

si se presentan temperaturas por debajo de 7 °C, durante 10 a 30 días, hay emisión prematura de tallos florales. Las temperaturas altas, por encima de los 24 °C, aceleran el desarrollo del tallo floral y la calidad se afecta rápidamente con el calor, debido a la acumulación de látex en los tejidos (Osorio y Lobo, 2003).

Humedad relativa

El sistema radicular de la lechuga es muy reducido, en comparación con la parte aérea, por lo cual es muy sensible a la falta de humedad y no soporta la exposición a un periodo de sequía, por breve que sea. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%; la alta humedad causa problemas porque favorece el ataque de enfermedades como el moho blanco causado por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*, el moho gris causado por *Botrytis cinerea* y el mildiu velloso causado por el hongo *Bremia lactucae* (Alzate y Loaiza, 2008).

Luminosidad

Según Valadez (1997) la lechuga es una planta anual que bajo condiciones de fotoperiodo largo (más de 12 horas luz), acompañado de altas temperaturas (mayores de 26 °C), emite el tallo floral; al respecto son más sensibles las lechugas foliares que las de cabeza. En cuanto a la intensidad de la luz, el cultivo es exigente en alta luminosidad para un mejor desarrollo del follaje en volumen, peso y calidad, dado que estas plantas exigen mucha luz y se ha comprobado que su escasez causa que las hojas sean delgadas y que en múltiples ocasiones las cabezas sean flojas y poco compactas. No es conveniente sembrar en épocas de invierno, con alta nubosidad y poca radiación solar.

- **Manejo del cultivo**

Semilleros

Vallejo y Estrada (2004) sostienen que el cultivo de la lechuga se puede realizar por siembra directa o por trasplante. La siembra directa no es recomendable debido a la fuerte competencia de las malezas y al ataque de enfermedades. La multiplicación de

la lechuga se debe hacer siempre con planta en cepellón, obtenida en semilleros. La temperatura óptima de germinación está entre 15 y 20 °C; la semilla de lechuga no germina por debajo de 3 a 5 °C en el suelo, ni por encima de 25 a 30 °C. La temperatura óptima de un semillero es 15 °C en el día y 19 °C en la noche. La producción de plántulas es un procedimiento de vital importancia para lograr el éxito en el cultivo, ya que el crecimiento y la producción de frutos son afectados por la calidad de la plántula que se lleve a campo.

Trasplante

El trasplante es el paso de las plántulas del semillero al sitio definitivo. Las plántulas se llevan a campo luego de 25-30 días de su germinación. Como norma general se puede tomar el número de hojas, tres a cuatro bien formadas; es decir, cuando la plántula tenga entre ocho y diez, lo cual generalmente se alcanza 25 a 30 días después de la germinación Los trasplantes se deben hacer en las primeras horas de la mañana, en suelo húmedo, asegurando que el sistema radicular de las plantas provenientes de las bandejas de propagación tenga buena humedad. La plántula se debe sembrar a una profundidad igual a la longitud del pilón de sustrato donde se desarrolla el sistema radicular, teniendo cuidado que el sustrato quede cubierto con suelo, para reducir las posibilidades de pérdida de humedad. El trasplante se debe hacer con el mayor cuidado posible a fin de evitar el daño de hojas, ya que estas conforman la primera área fotosintética influyente sobre el desarrollo de la planta (Vallejo y Estrada, 2004).

Distancia de Plantación

Según Pinzón *et al.,* (1993) la distancia de plantación depende de la envergadura que alcance la variedad; en el caso de variedades de tamaño pequeño se pueden plantar hasta 18 plantas por metro cuadrado, sembrando en eras o en llano total a distancias de 25 cm por 25 cm o en caballón a una distancia de 50 cm entre caballones y dos hileras por planta por caballón, separadas 25 cm entre sí. La siembra en caballón se recomienda cuando existen riesgos de exceso de humedad en el suelo, para evitar pudriciones del cuello de la planta o el ataque del moho blanco *Esclerotia sclerotiorum*. La distancia de siembra más utilizada en la producción de lechuga de

cabeza es de 35 a 40 cm entre plantas y 40 cm entre surcos. A una distancia de siembra de 40 cm por 40 cm se tiene una población de 56 100 plantas por hectárea. Para lechugas tipo mantequilla y romana, las distancias son de 30 cm por 30 cm. Para las lechugas foliares se utilizan distancias de siembra entre 20 y 30 cm entre plantas y de 20 a 30 cm entre surcos.

Control de malezas

Gutiérrez (2010) menciona que la flora espontánea, arvense, maleza o adventicia, es un componente propio de todos los agroecosistemas, entre ellos, los hortícolas. Con frecuencia, aparece donde no se la desea, interfiere con los cultivos, ocasiona disminución en el rendimiento y en la calidad de las cosechas y hay sobrecostos para su control; entonces, se la considera maleza. El control de malezas es una actividad primordial y la mayoría de los productores no le da la importancia que merece, por desconocimiento acerca de cómo combatirlas y porque no tienen conocimiento del problema que acarrean al cultivo. Los daños que ocasionan las malezas a los cultivos de lechuga son:

- Generan competencia por los recursos: luz, agua y nutrientes.
- Sirven como hospederas alternas o secundarias de patógenos plaga.
- Las altas poblaciones de malezas facilitan la presencia de condiciones microclimáticas como alta humedad, lo que favorece el desarrollo de epidemias.
- Son excelentes competidoras, sobre todo cuando emergen al mismo tiempo que el cultivo; la mayoría de malezas presentan tasas de desarrollo iguales o superiores que las plantas de lechuga.

Cosecha

Jaramillo *et al.,* (1998) sostienen que el éxito de la calidad del producto dependerá de este proceso; se estima que el manejo dado incide entre un 10 y un 20% sobre la calidad comercial del mismo. Se debe cuidar de no causar daños mecánicos a los productos, ya sea por golpes, presiones excesivas, cortaduras, entre otros. La madurez se basa en la compactación de la cabeza. Una cabeza compacta es la que

requiere una fuerza manual moderada para ser comprimida y es considerada apta para ser cosechada Una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobre madura. Las cabezas inmaduras o maduras tienen mucho mejor sabor que las sobre maduras y también tienen menos problemas en pos cosecha.

- **Plagas y Enfermedades**

Estas ocasionan grandes pérdidas económicas en el cultivo de lechuga y a continuación se detallan los problemas más frecuentes de acuerdo a Saldarriaga, 1993:

Tabla 2. Principales plagas y enfermedades del cultivo de lechuga

Nombre común	Nombre científico
Mildiu velloso	*Bremia lactucae*
Septoriosis	*Septoria lactucae*
Cercosporiosis	*Cercospora longissima*
Pudrición blanda	*Sclerotinia sclerotiorum (Libert.) de Bary*
pudrición basal	*Botrytis cinerea Pers.:Fr.*
Marchitez vascular	*(Fusarium oxysporum f. sp. lactucae*
Antracnosis	*Michodochium panattonianum*
Pudrición suave	*Erwinia carotovora var. carotovora*
Mancha foliar brillante	*Pseudomonas cichorii*
Nematodos	*Meloidogyne hapla y Meloidogyne incognita*
Áfidos	*Myzus persicae*
Babosas	*Deroceras sp., Limax sp.*
Trozadores	*Agrotis ípsilon*

2.2.2 Rendimiento del cultivo de Lechuga

Echerer *et al.,* (2001) sostienen que los valores de rendimiento son difíciles de comparar, debido a que el número de unidades por hectárea es bastante relativo y

depende mucho de la población inicial establecida. Esta población es bastante variable por cada región del país y va de acuerdo al marco de plantación según tipo de lechuga, variedades utilizadas, disponibilidad de agua, época de trasplante y, principalmente, a las costumbres locales para el cultivo.

Según Martínez *et al.,* (2015) mencionan que la lechuga tiene un alto potencial de rendimiento y se adapta a lo largo del año, particularmente en invierno en la mayoría de países sudamericanos. México es el principal productor de esta hortaliza en américa, así, se registró que el estado de Zacatecas ocupó junto con Guanajuato, el primer lugar en producción de esta hortaliza con más de 70 000 toneladas en cada estado.

En el Ecuador, la variedad Orejona presenta la mayor producción en materia fresca, con un rendimiento de 6493,55 kg/ha, seguido de la variedad Francesa (5432,15 kg/ha) y de la variedad Mantequilla, con una rendimiento de 5213,5 kg/ha (González y Zepeda, 2013).

2.2.3 Biofertilizantes

La interpretación del término biofertilizante es muy amplia, representando desde microorganismos, abonos verdes y estiércoles, hasta extractos de plantas. De manera sintetizada, podemos decir que son productos que contienen microorganismos, que al ser inoculados pueden vivir asociados o en simbiosis con las plantas y le ayudan a su nutrición y protección (Vessey, 2003).

- **Biosol**

Según Soria et al., (2000) proviene de la porción solida o fango que queda de la producción de biogás. El método básico consiste en alimentar al digestor con materiales orgánicos y agua, dejándolos un período de semanas o meses, a lo largo de los cuales, en condiciones ambientales y químicas favorables, el proceso bioquímico y la acción bacteriana se desarrollan simultánea y gradualmente, descomponiendo la materia orgánica hasta producir grandes burbujas que fuerzan su salida a la superficie donde se acumula el gas.

La digestión anaerobia, a partir de polímeros naturales y en ausencia de compuestos inorgánicos, se realiza en tres etapas:

1) Hidrólisis y fermentación, en la que la materia orgánica es descompuesta por la acción de un grupo de bacterias hidrolíticas anaerobias que hidrolizan las moléculas solubles en agua, como grasas, proteínas y carbohidratos, y las transforman en monómeros y compuestos simples solubles

2) Acetogénesis y deshidrogenación, donde los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos se degradan produciendo ácido acético, CO_2 e hidrógeno que son los sustratos de las bacterias metanogénicas.

3) Metanogénica en la que se produce metano a partir de CO_2 e hidrógeno, a partir de la actividad de bacterias metanogénicas (Marty, 1984)

- **Uso del Biosol**

Además de generar gas combustible, la fermentación anaerobia de la materia orgánica produce un residuo orgánico de excelentes propiedades fertilizantes, evitando en esta forma la competencia que se podría presentar con el aprovechamiento tradicional de los residuos animales y agrícolas con fines fertilizantes o como combustibles. La composición del biofertilizante en promedio tiene 8,5% de materia orgánica, 2,6% de nitrógeno, 1,5% de fósforo, 1,0% de potasio y un pH de 7,5 (Botero y Thomas, 1987). El biofertilizante sólido no posee mal olor, a diferencia del estiércol fresco, tampoco atrae moscas y puede aplicarse directamente al campo, en las cantidades recomendadas (McCaskey, 1990); o bien, el biofertilizante sólido puede deshidratarse y almacenarse para usarlo posteriormente en el entendido de que al deshidratarse puede haber pérdidas por volatilización hasta 60%, sobre todo de nitrógeno (Day, 1987). Según Soria *et al.*, (2000), un metro cúbico de biofertilizante producido y aplicado diariamente, puede fertilizar más de 2 ha de tierra por año y proporcionar hasta 200 kg N ha^{-1} de los que estarán disponibles en el primer año entre 60 y 70 kg. El biofertilizante no deja residuos tóxicos en el suelo, eleva la calidad del mismo y puede considerarse como un buen fertilizante que puede competir o complementarse con los fertilizantes químicos.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

$H_{0:}$ La aplicación del biosol generado por la producción del biogás en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) aumentará la producción.

3.2. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

3.2.1. Variable independiente

- Biosol

3.2.2. Variable dependiente

- **Crecimiento vegetal de lechuga**

- Altura de planta.
- Volumen de la raíz.
- Diámetro Ecuatorial y Polar del repollo.

- **Producción**

- Peso de la repollo.
- Rendimiento.

3.3. OBJETIVOS

3.3.1. Objetivo General

Evaluar los efectos del biosol generado por la producción del biogás en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

3.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar el efecto del biosol como fertilizante en parámetros de producción en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).
- Determinar rendimiento del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*) utilizada en el ensayo.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO)

El ensayo experimental se realizó en el campus Querochaca, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato. Ubicado a una altura de 2 865 msnm en las coordenadas geográficas 01° 22’ 02’’ de Latitud Sur 78° 36’ 20’ de Longitud Oeste. En el cantón Cevallos. (INAMHI, Estación meteorológica de primer orden Querochaca, 2016).

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

4.2.1. Clima

Según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI (2 015, p.87) los registros promedios de los parámetros meteorológicos año 2 015 son temperatura máxima de 18,7 °C, temperatura mínima 7,6 °C, humedad relativa 75%, y precipitación anual 549.5 mm.

4.2.2. Agua

El agua utilizada en la Granja Experimental Docente Querochaca proviene del canal Ambato- Huachi- Pelileo, pH: 7,82, C.E: 0,3 milimhos/cm, alcalinidad: 140,2 mg/l, y una dureza total: 110,2 mg/l. (Cajo, 2 016).

4.2.3. Suelo

El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos (1976), indica que el tipo de suelo que predomina en esta zona está clasificado como Typic Vitradepts que se caracteriza por la presencia de materiales amorfos y ceniza volcánica. Suelos con una pendiente del 2 al 8% con un relieve plano, ondulado, profundo (1,5m), textura franco arenoso con contenidos de materia orgánica media, nitrógeno bajo, fósforo medio y muy alto en

potasio, la capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases es alta. En conclusión el nivel de fertilidad es moderado en la capa superficial y bajo en la parte profunda del suelo.

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. Materiales

- Balanza digital.
- Calibrador Vernier.
- Flexómetro.
- Probeta.

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores en estudio son el efecto de fertilizante del efluente sólido del biogás en la producción del cultivo de lechuga.

4.5. TRATAMIENTOS

T1: Biosol 0 $kg.m^{-2}$ (B 0,0)
T2: Biosol 0,5 $kg.m^{-2}$ (B 0,5)
T3: Biosol 1 $kg.m^{-2}$ (B 1,0)
T4: Biosol 2 $kg.m^{-2}$ (B 2,0)
T5: Fertilización Convencional.

R1	R2	R3	R4
T1	T2	T3	T4
T2	T3	T4	T5
T3	T4	T5	T1
T4	T5	T1	T2
T5	T1	T2	T3

Figura. 1. Distribución de tratamientos

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó el diseño de bloques al azar, 5 tratamientos con 4 repeticiones. Además se realizaron las pruebas de significación de Tukey al 5 % para los tratamientos que resultaron significativos.

4.7. VARIABLES RESPUESTAS

4.7.1. Altura de planta

Para la variable altura de planta se utilizó un flexómetro y se consideró para la medición desde el cuello hasta la hoja más alta, se la realizó a los 30, 60 días del trasplante y en la cosecha.

4.7.2. Diámetro ecuatorial y polar del repollo

Al momento de la cosecha, con ayuda de un calibrador Vernier, se midió el diámetro ecuatorial de 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta.

4.7.3. Volumen de raíz

Esta variable se la realizó según el principio de Arquímedes el cual consiste en poner un volumen determinado de agua en una probeta graduada luego sumergir la raíz, la cantidad de agua desplazada será el volumen que posee la raíz, esto se realizó a 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta a los 30, 60 días del trasplante y a la cosecha.

4.7.4. Peso del follaje

Esta variable se la realizó a los 30, 60 días del trasplante y a la cosecha, de 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta con ayuda de una balanza digital, se la expresó en g.

4.7.5. Rendimiento

El rendimiento se tomó del promedio del peso de las 10 plantas por parcela neta en la cosecha, luego se relacionó para una hectárea.

4.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

4.8.1. Preparación de la parcela experimental

La secuencia de preparación de la parcela experimental fue la siguiente:

- Arado.- eliminar las malezas y roturar el suelo que se encontraba compacto se procedió a pasar una arada para una mejor aireación e infiltración del agua.
- Nivelación.- esta se realizó manualmente con rastrillos, para disponer de una pendiente uniforme con relación a las cintas de goteo.

4.8.2. Análisis de suelo

El análisis se realizó al inicio del experimento y a los 0 y 45 días del trasplante.

4.8.3. Análisis del biosol

El análisis se realizó antes de colocar el biosol en la unidad experimental.

4.8.4. Aplicación del biosol

La aplicación del biosol se la realizó a los 0 y 45 días del trasplante.

4.8.5. Aplicación de fertilizante

Se aplicó Nitrato de amonio, Muriato de potasio y Fosfato diamónico a razón de 3 g por planta de la mezcla de los tres fertilizantes, para tener una fertilización

homogénea en las parcelas manejadas con fertilización convencional del ensayo, la aplicación se realizó únicamente a los 45 días después del trasplante.

4.8.6. Trasplante

Se colocó 2000 plántulas de lechuga a una distancia de 0,25 entre plantas y 0,30 entre hileras.

4.8.7. Control de malezas

Para controlar las malezas en caminos o espacios entre tratamientos y repeticiones se utilizó el herbicida paraquat a los 20, 45 y 80 días del trasplante, aplicación que se realizó con una bomba de mochila.

En las mismas fechas con una azadilla y rastrillos se hizo la deshierba en cada una de las hileras tanto en los tratamientos y repeticiones.

4.8.8. Control de plagas y enfermedades

Se presentó ataque de pulgón *(Brevicoryne brassicae.)* en el ensayo, el mismo que fue controlado mediante la utilización de cypermetrina con la dosis 200 cc/ha, aplicación realizada con bomba de mochila esta fue realizada a los 14 días y a los 46 días después del trasplante.

4.8.9. Cosecha

La cosecha se realizó a los 103 días contabilizados desde el trasplante, en forma manual con la ayuda de un cuchillo con la finalidad de retirar las plantas.

4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de la información se utilizó el programa estadístico INFOSTAT. Se realizó el Análisis de Varianza (ADEVA) y de las fuentes de variación que resultaron significativas, se realizaron pruebas de comparación de

Medias (Tukey 5%), además se hizo la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) aplicando el programa Infostat versión 2016.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÒN

5. 1. RESULTADOS

5.1.1. Altura de Planta

A los 30 días, la mayor altura de planta se presentó en el tratamiento 5, fertilización convencional (F.C), con una media de 7,03 cm, mientras que el tratamiento 3, aplicación de biosol 1 $kg.m^{-2}$ (B1,0) presentó la menor altura de planta con una media de 3,18 cm.

En la medición realizada a los 60 días, el tratamiento 4 con 2 $kg.m^{-2}$ de biosol (B2,0) presentó la mayor altura de planta, con una media de 15,25 cm y el tratamiento 1 con 0 $kg.m^{-2}$ de biosol (B0,0) presentó la menor altura de planta con una media de 12,84 cm.

5.1.2. Peso de Follaje

Al inicio del ensayo el mayor peso de follaje se registró en el tratamiento fertilización convencional (F.C), con una media de 12,08 gramos, mientras que en el tratamiento 3 aplicación de biosol 1 $kg.m^{-2}$ (B1,0) obtuvo el menor peso de follaje con una media de 8,03 gramos.

A los 60 días se registró el mayor peso del follaje en el tratamiento 4 con 2 $kg.m^{-2}$ de biosol (B2,0), con una media de 157,75 gramos, mientras que el tratamiento 1 con 0 $kg.m^{-2}$ (B0,0) presentó el menor peso del follaje con una media de 99,21 gramos.

En la medición realizada a la cosecha, se registró que en el tratamiento de fertilización convencional (F.C), obtuvo el mayor peso de follaje, con una media de 708,75 gramos, mientras que el tratamiento 3 aplicación de biosol 1 $kg.m^{-2}$ (B1,0) y

tratamiento 4 con 2 kg.m^{-2} de biosol (B2,0), presentaron los menores pesos de follaje, con medias de 461,37 y 443,06 gramos, respectivamente.

5.1.3. Volumen de Raíz

Al inicio del ensayo el mayor volumen radicular se presentó en el tratamiento de fertilización convencional (F.C), con una media de 11,15 cm^3, mientras que en los tratamientos 1 con 0 kg.m^{-2} de aplicación de biosol (B0,0) y tratamiento 3 aplicación de biosol 1 kg.m^{-2} (B1,0) presentaron el menor volumen radicular, con medias de 9,10 y 9,03 cm^3, respectivamente.

A los 60 días, el tratamiento 4 con 2 kg.m^{-2} de biosol (B2,0), presentó el mayor volumen radicular, con una media de 13,00 cm^3, mientras que el tratamiento 1 con 0 kg.m^{-2} de aplicación de biosol (B0,0) presentó el menor volumen radicular, con una media de 10,20 cm^3. En la medición realizada a la cosecha, en esta variable no se observaron diferencias estadísticamente significativas.

5.1.4. Diámetro Ecuatorial

En la variable diámetro ecuatorial a la cosecha, se registró el mayor diámetro de repollo en el tratamiento de fertilización convencional (F.C), con una media de 9,95 cm, mientras que el tratamiento 4 con 2 kg.m^{-2} de biosol (B2,0), presentó el menor diámetro ecuatorial, con una media de 7,73 cm.

5.1.5. Diámetro Polar

En la variable diámetro polar de repollo no se registraron diferencias estadísticamente significativas; sin embargo, el tratamiento de fertilización convencional (F.C), registró el mayor diámetro polar de repollo, con una media de 8,99 cm.

5.1.6 Rendimiento

El tratamiento de fertilización convencional (F.C), presentó el mayor rendimiento con una media de 94499,34 kg/ha, mientras que el tratamiento 3 aplicación de biosol

de 1 kg.m^{-2} (B1,0) y tratamiento 4 con 2 kg.m^{-2} de biosol (B2,0) registraron los menores valores de tratamiento, con medias de 61516,00 y 59074,00 kg/ha, respectivamente.

5.2. Discusión

Durante la investigación realizada se observó un notable desarrollo en los parámetros de altura de planta, peso de follaje y volumen de raíz durante los primeros 30 días en el tratamiento que se aplicó la fertilización convencional (FC), esto podría deberse a la pronta disponibilidad de nutrientes de este tipo de fertilización, en relación a la fertilización orgánica, lo cual asevera Ruiz, Russián, y Tua (2007) y además destacan la gran importancia de promover el uso de fertilización orgánica en los agro ecosistemas con la finalidad de mantener el uso eficiente de los recursos naturales.

A los 60 días luego de la aplicación de biosol en el ensayo, se observó un considerable crecimiento en los parámetros de altura de planta, peso de follaje y volumen de raíz, este crecimiento considerable podría deberse al alto contenido de Nitrógeno y Fosforo en este tratamiento. Según Pedroza y Duran (2005) el nitrógeno y fosforo son esenciales para el desarrollo de los vegetales, intervienen en la activación de enzimas, como la enzima Rubisco, esencial en el crecimiento de las plantas. En lo que respecta al rendimiento, con el uso de fertilización convencional se obtuvo 94 499,34 kg/ha, sin embargo se debe considerar el costo de la fertilización convencional y el bajo costo del uso de biosol.

En lo que respecta al rendimiento, con el uso de fertilización convencional se obtuvo rendimiento de 94 499,34 kg/ha, sin embargo, Marín et al., (2008) sostienen que la evaluación de los fertilizantes no se debe basar en el rendimiento, sino más bien se debe considerar factores económicos y ambientales, a los cuales afectan el uso de fertilizantes sintéticos.

Según Pulido *et al.*, (2009) la adición de materia orgánica en el suelo ayuda a mantener las partículas minerales unidas frente a las fuerzas desestabilizadoras como el humedecimiento e impacto de gotas de lluvia, lo cual se ha observado en el ensayo. Motivo por el cual, el uso de fertilización asociada orgánica - sintética,

permite mejorar la eficiencia de los nutrimentos. Álvarez et al., (2010) desarrolló una investigación con la fertilización asociada en maíz, de esta manera, se presentó un incremento del 20% de biomasa microbiana y la biomasa microbiana y el cociente microbiano mostraron una correlación positiva con el rendimiento

Tabla 3. Evaluación el efecto de

Biosol generado en la producción de Biogás, como fertilizante en el cultivo de lechuga.

Trat.	60 Días			Cosecha				
	Altura de la Planta (cm)	Volumen de Raíz (cm^3)	Peso de Follaje (g.)	Volumen de Raíz (cm^3)	Peso de Follaje (g.)	Diámetro Ecuatorial (cm)	Diámetro Polar(cm)	Rendimiento (Kg/ha)
B 0,0	12,84 b	10,20 b	99,21 c	26,65 a	570,68 ab	9,30 ab	8,72 a	76090,67 ab
B 0,5	13,38 b	11,60 ab	123,62 b	30,15 a	522,56 ab	8,57 ab	8,05 a	69674,67 ab
B 1,0	13,51 b	12,03 ab	119,94 b	28,55 a	461,37 b	8,24 ab	7,79 a	61516,00 b
B 2,0	15,25 a	13,00 a	157,75 a	27,45 a	443,06 b	7,73 b	7,36 a	59064,00 b
F.C	13,32 b	11,80 ab	128,10 b	26,00 a	708,75 a	9,95 a	8,99 a	94499,34 a
CV	2,45	7,69	7,15	14,64	20,69	10,33	12,92	20,69
Error E.	0,17	0,44	4,49	2,03	55,99	0,45	0,53	7465,94
P-Valor	<0,0001	0,0043	<0,0001	0,6346	0,0297	0,0261	0,2248	0,0297

CV: Coeficiente de Variación. Error E: Error Estándar. P-valor: Probabilidad. Trat.: Tratamientos

[a-c] Medidas en la fila seguida de letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05)

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. Conclusiones

Durante la evaluación realizada a los 60 días, la mayor altura de planta (13,00 cm) y peso de follaje (157,75 g.) se obtuvo con la aplicación del tratamiento 4 con 2 $kg.m^{-2}$ de biosol (B2,0). Con respecto al rendimiento, se obtuvo el mayor rendimiento con la fertilización convencional (94 499, 34 kg/ha.) mientras que el mayor rendimiento con la aplicación de biosol fue el de la aplicación de 0,5 $kg.m^{-2}$ (B 0,5) con (69 674,67 kg/ha). De acuerdo a la investigación se puede concluir que es necesario buscar la dosis correcta de biosol para mejorar el rendimiento del cultivo de lechuga.

Se debería evaluar su comportamiento en otros cultivos. Se concluye que como labor cultural permanente de manejo mejoraría la estructura y textura de suelo como una práctica de mejoramiento y conservación del suelo.

De acuerdo a la aplicación de Biosol generado de la producción de Biogas, se puede apreciar que la aplicación convencional, es de mayor peso, por lo que se sugiere aplicar Biosol con menor dosis y en varias frecuencias frecuencia.

6.2. Bibliografía

Álvarez, J., Díaz, E., León, N. y Guillén, J. (2010). Enmiendas orgánicas y actividad metabólica del suelo en el rendimiento de maíz. *Terra Latinoamericana*, *28*(3), 239-245

Alzate, J., Loaiza, L. (2008). Monografía del cultivo de la lechuga. Colinagro, 37 p.

Botero, B. y Thomas, R. (1987). Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Manual para su instalación, operación y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

Caballero, J., Carcaño, M. y Mascarua, M. (1992). Field Inoculation of Wheat (*Triticum aestivum*) with *Azospirillum brasilense* under temperate climate. Symbiosis. 243-253.

Cajo, A, (2016). "PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA (Lactuca sativa L), BAJO EL SISTEMA NFT, CON TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS." Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20413.pdf

Cásseres, E. (1980). Producción de hortalizas. 3 ed. San José, C.R., IICA. 387 p.

Day, D. (1987). Management swine wastes. Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Cerdos. Acapulco, México.

De Araújo Viana, T., Araújo Lima, J., Gomes De Sousa, G., Gonzaga Pinheiro, L., y Moreira De Azevedo, B. (2014). Growth, Gas Exchange And Yield Of Corn When Fertigated With Bovine Biofertilizer. *Revista Caatinga*, 27 (3), 106-114.

Echerer, M., Sigrist, V., Guimaraes, M. (2001). Comportamiento de la lechuga en función de la distancia. *Rev. Agric.* 76: 267-275.

Flórez I. 1986. Cultivos de hortalizas. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas, Departamento de Agronomía, Monterrey, Mx, 170 pp.

Gonzalez, L., Zepeda, A. (2013). Rendimiento de cinco variedades de lechuga *Lactuca sativa L*. tipo gourmet ciclo primavera-verano. Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Universidad Autónoma de Sal Luis Potosí, México.

Grageda, O., Díaz, A., Peña., J., y Vera, J. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3(6), 1261-1274.

Grageda, O., Esparza, F. y Peña, J. (2000). Environmental impact of nitrogen fertilizers in the region known as "Bajío" in México. *Environmental biotechnology and cleener processes.* 45-54 pp.

Guarro, E. (1989). Horticultura práctica. Buenos Aires, Ar. 177 p.

Gutiérrez, M. (2010). El cultivo de la lechuga en Cantabria. Gobierno de Cantabria, Consejería y desarrollo rural, ganadería, pesca y biodiversidad, Centro de investigación y formación agrarias, 24 pp.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2015. Anuario Meteorológico. Quito, Ecuador. Recuperado de: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf

Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos. 1976. Diagnóstico del Proyecto de Desarrollo Rural Integral para el Área de Quero, Provincia de Tungurahua. Quito.37 pp.

Jaramillo, J., Tamayo, A., Suaza, D., Rodas, M. (1998). Fertilización química y orgánica en lechuga (*Lactuca sativa* Great Lakes) en suelos Andisoles del municipio de Marinilla, Oriente Antioqueño. Frutos de investigación 1994-1998. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 165 pp.

Lemes, R., Soares, C., Garcia, M., y Heinrichs, R. (2016). Biofertilizer in the nutritional quality of alfalfa (*Medicago sativa L.*). *Semina: Ciências Agrárias*, 37 (3), 1441-1450.

Marín, N., Plaza, G. y Rojas, J. (2008). Evaluación técnica y económica de alternativas de fertilización y enmiendas en tabaco Virginia (*Nicotiana tabacum*) en la región García Rovira, Santander (Colombia). *Agronomía Colombiana, 26* (3), 505-515

Martínez, G., Lara, A., Padilla, L., Luna, M., Avela, J. y Llamas, J. (2015). Evaluación técnica y financiera del cultivo de lechuga en invernadero, como alternativa para invierno. *Terra Latinoamericana,* 33(3), 251-260.

Marty, B. (1984). Microbiology of anaerobic digestion. pp. 72-85.

McCaskey, A. (1990). Microbiological and chemical pollution potential of swine waste. Memorias del Primer Ciclo Internacional de Conferencias sobre Manejo y Aprovechamiento de Estiércol de Cerdos. Guadalajara, México. pp. 12-32

Montesinos, G. D. (2013). *Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pasto.* Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias

Agropecuarias . Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4706/1/TESIS.pdf

Osorio, J., Lobo, M. (2003). Hortalizas. Manual de asistencia técnica No. 28. Instituto Colombiano Agropecuario.

Pecina, V., Díaz, A., Williams, H., Rosales, E., y Garza, I. (2005). Influencia de fecha de siembra y de biofertilizantes en sorgo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28 (4), 389-392.

Pereira, A., Nonato Oliveira, A., Rodrigues da Silva, O., Pinheiro, S., Dantas, A. (2014). Rendimento do quiabo adubado com esterco bovino e biofertilizante. *Semina: Ciências Agrárias*, 989-993.

Pinzón, H., Laverde, H., Clavijo, J. (1993). Producción de semilla de lechuga en Colombia. *Revista Agronomía Colombiana* X (2):105-113.

Pulido, M., Lobo, D. y Lozano, Z. (2009). Asociación entre indicadores de estabilidad estructural y la materia orgánica en suelos agrícolas de Venezuela. *Agrociencia*, *43*(3), 221-230

Robles, S. A., & Jansen, A. (2008). http://www.german-profec.com/cms/upload/Reports/Estudio sobre el Valor Fertilizante de los Productos del Proceso Fermentacion Anaerobica para Produccion de Biogas. *German Profec*, 2 - 5. Obtenido de http://www.german-profec.com/cms/upload/Reports/Estudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertilizante%20de%20los%20Productos%20del%20Proceso%20Fermentacion%20Anaerobica%20para%20Produccion%20de%20Biogas_ntz.pdf

SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010.

Soria F., M., J. Tun S., A. Trejo R. y R. Terán S. 2000. Tecnología para producción de hortalizas a cielo abierto en la península de Yucatán. SEP-DGETA. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Yucatán, Mx. 23 pp.

Valadez, A. (1997). Producción de hortalizas. México, Noriega Editores, 298 pp.

Vallejo, A., Estrada, E. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, 347 pp.

Vessey, J. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil. 255:571-586.

Zermeño, A., Mendez, G., Rodríguez, R., Cadena, M., Cárdenas, J., y Catalán, E. (2015). Biofertilización de vid en relación con fotosíntesis, rendimiento y calidad de frutos. *Agrociencia,* 49 (8), 875-887.

6.3. Anexos.

Anexo 1. Análisis de suelo tratamiento 1

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA
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:	Ing. Manolo Muñoz		
ATENCION:	Ing. Manolo Muñoz	COD. LAB	T1 2018
DIRECCIÓN:		MUESTRA:	Suelo
PROVINCIA:		MATRIZ :	S
CANTÓN:		ANALISIS:	Completo

Datos de la muestra:

T1	FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 09/08/2018
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	INGRESO AL LAB. : 09/08/2018
LOTE:	SALIDA: : 27/08/2018
CULTIVO ANTERIOR:	
CULTIVO ACTUAL:	

ANALISIS	*Unidad*	*Valor*	*Nivel*
pH extracto suelo:agua		6,53	P N
C.E. extracto suelo:agua 1:2,5	mmhos/ cm	0,1	N S
Textura	Clase		
Arena	%		
Limo	%		
Arcilla	%		
M.O.	%	3,3	M
N - TOTAL	ppm	25,0	B
P	ppm	28	A
K	meq/100 g	1,2	A
Ca	meq/100 g	8	A
Mg	meq/100 g	2,5	A
Cu	ppm	5	A
Mn	ppm	8	M
Zn	ppm	2	B
Ca/Mg	meq/100 g	3	O
Mg/K	meq/100 g	2	B
Ca+Mg/K	meq/100 g	9	B

INTERPRETACION	
M Ac	Muy Acido
Ac	Acido
Me Ac	Medianamente Acido
L Ac	Ligeramente Acido
P N	Practicamente Neutro
L AL	Ligeramente Alcalino
Me AL	Medianamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Neutro
B	Bajo
M	Medio
A	Alto
T	Toxico
N S	No Salino
L S	Ligeramente Salino
S	Salino
M S	Muy Salino
O	Optimo

Parametro analizado	Metodo	
PH	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
C.E	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
Textura	Bouyoucos	Licuadora Bouyoucos
M.O	Gravimetrico	Balanza Analitica
N-Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fosforo	Olsen Mod.	Espectrofotometro Genesys 20
K,Ca,Mg	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100
Fe,Cu,Mn,Zn	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100

Quim. Marcia Buenaño
RESPONSABLE DEL ANALISIS

Anexo 2. Análisis de suelo tratamiento 2

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA
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:	Ing. Manolo Muñoz		
ATENCION:	Ing. Manolo Muñoz	COD. LAB	T2 2018
DIRECCIÓN:		MUESTRA:	Suelo
PROVINCIA:		MATRIZ :	S
CANTÓN:		ANALISIS:	Completo

Datos de la muestra:

T2	FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 09/08/2018
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	INGRESO AL LAB. : 09/08/2018
LOTE:	SALIDA: : 27/08/2018
CULTIVO ANTERIOR:	
CULTIVO ACTUAL:	

ANALISIS	*Unidad*	*Valor*	*Nivel*
pH extracto suelo:agua		6,64	P N
C.E. extracto suelo:agua 1:2,5	mmhos/ cm	0,1	N S
Textura	Clase		
Arena	%		
Limo	%		
Arcilla	%		
M.O.	%	3,6	M
N - TOTAL	ppm	26,8	B
P	ppm	26	A
K	meq/100 g	0,8	A
Ca	meq/100 g	7	A
Mg	meq/100 g	2,3	A
Cu	ppm	4	M
Mn	ppm	8	M
Zn	ppm	2	B
Ca/Mg	meq/100 g	3	O
Mg/K	meq/100 g	3	O
Ca+Mg/K	meq/100 g	12	O

INTERPRETACION	
M Ac	Muy Acido
Ac	Acido
Me Ac	Medianamente Acido
L Ac	Ligeramente Acido
P N	Practicamente Neutro
L AL	Ligeramente Alcalino
Me AL	Medianamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Neutro
B	Bajo
M	Medio
A	Alto
T	Toxico
N S	No Salino
L S	Ligeramente Salino
S	Salino
M S	Muy Salino
O	Optimo

Parametro analizado	Metodo	
PH	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
C.E	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
Textura	Bouyoucos	Licuadora Bouyoucos
M.O	Gravimetrico	Balanza Analitica
N-Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fosforo	Olsen Mod.	Espectrofotometro Genesys 20
K,Ca,Mg	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100
Fe,Cu,Mn,Zn	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100

Quim. Marcia Buenaño

RESPONSABLE DEL ANALISIS

Anexo 3. Análisis de suelo tratamiento 3

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA
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:	Ing. Manolo Muñoz		
ATENCION:	Ing. Manolo Muñoz	COD. LAB	T3 2018
DIRECCIÓN:		MUESTRA:	Suelo
PROVINCIA:		MATRIZ :	S
CANTÓN:		ANALISIS:	Completo

Datos de la muestra:

T3	FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 09/08/2018
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	INGRESO AL LAB. : 09/08/2018
LOTE:	SALIDA: : 27/08/2018
CULTIVO ANTERIOR:	
CULTIVO ACTUAL:	

ANALISIS	*Unidad*	*Valor*	*Nivel*
pH extracto suelo:agua		6,87	P N
C.E. extracto suelo:agua 1:2,5	mmhos/ cm	0,1	N S
Textura	Clase		
Arena	%		
Limo	%		
Arcilla	%		
M.O.	%	3,7	M
N - TOTAL	ppm	27,4	B
P	ppm	28	A
K	meq/100 g	0,7	A
Ca	meq/100 g	8	A
Mg	meq/100 g	2,6	A
Cu	ppm	5	A
Mn	ppm	7	M
Zn	ppm	2	B
Ca/Mg	meq/100 g	3	O
Mg/K	meq/100 g	4	O
Ca+Mg/K	meq/100 g	16	O

INTERPRETACION	
M Ac	Muy Acido
Ac	Acido
Me Ac	Medianamente Acido
L Ac	Ligeramente Acido
P N	Practicamente Neutro
L AL	Ligeramente Alcalino
Me AL	Medianamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Neutro
B	Bajo
M	Medio
A	Alto
T	Toxico
N S	No Salino
L S	Ligeramente Salino
S	Salino
M S	Muy Salino
O	Optimo

Parametro analizado	Metodo	
PH	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
C.E.	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
Textura	Bouyoucos	Licuadora Bouyoucos
M.O	Gravimetrico	Balanza Analitica
N-Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fosforo	Olsen Mod	Espectrofotometro Genesys 20
K,Ca,Mg	Olsen Mod	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100
Fe,Cu,Mn,Zn	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100

Quim. Marcia Buenaño
RESPONSABLE DEL ANALISIS

Anexo 4. Análisis de suelo tratamiento 4

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA
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:	Ing. Manolo Muñoz		
ATENCION:	Ing. Manolo Muñoz	COD. LAB	T4 2018
DIRECCIÓN:		MUESTRA:	Suelo
PROVINCIA:		MATRIZ :	S
CANTÓN:		ANALISIS:	Completo

Datos de la muestra:

T4	FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 09/08/2018
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	INGRESO AL LAB. : 09/08/2018
LOTE:	SALIDA: : 27/08/2018
CULTIVO ANTERIOR:	
CULTIVO ACTUAL:	

ANALISIS	*Unidad*	*Valor*	*Nivel*
pH extracto suelo:agua		6,61	P N
C.E. extracto suelo:agua 1:2,5	mmhos/ cm	0,1	N S
Textura	Clase		
Arena	%		
Limo	%		
Arcilla	%		
M.O.	%	3,7	M
N - TOTAL	ppm	27,8	B
P	ppm	34	A
K	meq/100 g	0,9	A
Ca	meq/100 g	8	A
Mg	meq/100 g	2,5	A
Cu	ppm	5	A
Mn	ppm	7	M
Zn	ppm	1	B
Ca/Mg	meq/100 g	3	O
Mg/K	meq/100 g	3	O
Ca+Mg/K	meq/100 g	12	O

INTERPRETACION	
M Ac	Muy Acido
Ac	Acido
Me Ac	Medianamente Acido
L Ac	Ligeramente Acido
P N	Practicamente Neutro
L AL	Ligeramente Alcalino
Me AL	Medianamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Neutro
B	Bajo
M	Medio
A	Alto
T	Toxico
N S	No Salino
L S	Ligeramente Salino
S	Salino
M S	Muy Salino
O	Optimo

Parametro analizado	Metodo	
PH	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
C.E	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
Textura	Bouyoucos	Licuadora Bouyoucos
M.O	Gravimetrico	Balanza Analitica
N-Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fosforo	Olsen Mod.	Espectrofotometro Genesys 20
K,Ca,Mg	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100
Fe,Cu,Mn,Zn	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100

Quim. Marcia Buenaño
RESPONSABLE DEL ANALISIS

Anexo 5. Análisis de suelo tratamiento 5

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA
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:	Ing. Manolo Muñoz		
ATENCION:	Ing. Manolo Muñoz	COD. LAB	T5 2018
DIRECCIÓN:		MUESTRA:	Suelo
PROVINCIA:		MATRIZ :	S
CANTÓN:		ANALISIS:	Completo

Datos de la muestra:

T5	FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 09/08/2018
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	INGRESO AL LAB. : 09/08/2018
LOTE:	SALIDA: : 27/08/2018
CULTIVO ANTERIOR:	
CULTIVO ACTUAL:	

ANALISIS	*Unidad*	*Valor*	*Nivel*
pH extracto suelo:agua		6,71	P N
C.E. extracto suelo:agua 1:2,5	mmhos/ cm	0,1	N S
Textura	Clase		
Arena	%		
Limo	%		
Arcilla	%		
M.O.	%	3,9	M
N - TOTAL	ppm	29,0	B
P	ppm	22	A
K	meq/100 g	1,4	A
Ca	meq/100 g	8	A
Mg	meq/100 g	2,5	A
Cu	ppm	5	A
Mn	ppm	8	M
Zn	ppm	2	B
Ca/Mg	meq/100 g	3	O
Mg/K	meq/100 g	2	B
Ca+Mg/K	meq/100 g	7	B

INTERPRETACION	
M Ac	Muy Acido
Ac	Acido
Me Ac	Medianamente Acido
L Ac	Ligeramente Acido
P N	Practicamente Neutro
L AL	Ligeramente Alcalino
Me AL	Medianamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Neutro
B	Bajo
M	Medio
A	Alto
T	Toxico
N S	No Salino
L S	Ligeramente Salino
S	Salino
M S	Muy Salino
O	Optimo

Parametro analizado	Metodo	
PH	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
C.E	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
Textura	Bouyoucos	Licuadora Bouyoucos
M.O	Gravimetrico	Balanza Analitica
N-Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fosforo	Olsen Mod.	Espectrofotometro Genesys 20
K,Ca,Mg	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100
Fe,Cu,Mn,Zn	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100

Quim. Marcia Buenaño
RESPONSABLE DEL ANALISIS

Anexo 6. Análisis de biosol

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO FIAGR

Datos del Cliente:			
NOMBRE:	Ing. Manolo Muñoz		
ATENCION:	Ing. Manolo Muñoz	LAB. N°:	P25,1 2018
DIRECCIÓN:	Cevallos	MUESTRA:	Abono Orgánico
PROVINCIA:	Tungurahua	MATRIZ	S
CANTÓN:	Cevallos	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	28/3/2018
Datos de la muestra:		ANALISIS:	Completo
DIRECCIÓN:		INGRESO:	28/3/2018
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:		SALIDA:	9/4/2018
CODIGO DEL CLIENTE:	Biosol		

Datos del Cliente:

ANALISIS	Unidad	Valor
pH extracto abono:agua 1:2,5		7,21
CE extracto abono:agua 1:2,5	ms/cm	1,14
M.O.	%	60,95
N Total	%	3,05
P	%	0,991
K	%	0,15
Ca	%	1,73
Mg	%	0,2
Cu	ppm	20
Mn	ppm	69
Zn	ppm	44

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

Quim. Marcia Buenaño
RESPONSABLE DEL ANALISIS

Anexo 7. Altura de la planta a los 0 días (cm)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
B 0,0	4,2	3,9	4,4	3,8	16,30	4,08
B 0,5	5,3	5,1	4,9	5.0	20,30	5,08
B 1,0	3,4	3,1	2,9	3,3	12,70	3,18
B 2,0	4,3	4,1	3,8	4,1	16,30	4,08
FC	6,5	6,1	5,8	5,7	24,10	6,03

Anexo 8. Peso de la planta a los 0 días (g)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
B 0,0	9,1	9,4	8,6	9,1	36,20	9,05
B 0,5	11,3	10,8	11,1	11,3	44,50	11,13
B 1,0	8,5	7,6	7,9	8,1	32,10	8,03
B 2,0	10,3	9,5	9,8	10,1	39,70	9,93
FC	12,3	11,7	12,1	12,2	48,30	12,08

Anexo 9. Volumen de la raíz a los 0 días (ml)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
B 0,0	9,2	9,1	9,3	8,8	36,40	9,10
B 0,5	10,4	9,7	10,2	9,9	40,20	10,05
B 1,0	9,3	8,8	8,9	9,1	36,10	9,03
B 2,0	10,4	10,1	9,7	9,9	40,10	10,03
FC	11,4	11,5	10,8	10,9	44,60	11,15

Anexo 10. Altura de la planta a los 60 días (cm)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
B 0,0	12,76	12,50	12,90	13,18	51,34	12,84
B 0,5	13,70	13,10	13,40	13,30	53,50	13,38
B 1,0	12,94	13,58	13,60	13,90	54,02	13,51
B 2,0	15,00	15,40	15,20	15,40	61,00	15,25
FC	13,40	12,68	13,80	13,40	53,28	13,32

Anexo 11. Peso de la planta a los 60 días (g)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
B 0,0	89,918	96,86	101,51	108,54	396,83	99,21
B 0,5	122,74	118,24	125,04	128,44	494,46	123,62
B 1,0	98,03	119,12	130,34	132,26	479,75	119,94
B 2,0	146,8	159,88	160,88	163,44	631,00	157,75
FC	122,28	126,50	132,20	131,40	512,38	128,10

Anexo 12. Volumen de raíz a los 60 días (ml)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
B 0,0	10,8	10,6	9,4	10	40,80	10,20
B 0,5	11,4	11	11,4	12,6	46,40	11,60
B 1,0	11,1	12	12,6	12,4	48,10	12,03
B 2,0	12,5	13,3	13,8	12,4	52,00	13,00
FC	8,8	10,6	12	11,8	43,20	10,80

Anexo 13. Peso de la planta a la cosecha (g).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
B 0,0	465,8	461,56	610,62	744,74	2282,72	570,68
B 0,5	462,92	555,86	644,08	427,38	2090,24	522,56
B 1,0	463,66	410,34	564,92	406,56	1845,48	461,37
B 2,0	372,04	382,96	564,18	453,04	1772,22	443,06
FC	890,06	729,36	683,22	532,34	2834,98	708,75

Anexo 14. Volumen de raíz a la cosecha (ml)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
B 0,0	26,4	28,6	21,6	30	106,60	26,65
B 0,5	35,4	29,2	28	28	120,60	30,15
B 1,0	22,6	35,0	29,8	26,8	114,20	28,55
B 2,0	28	23,2	30,2	28,4	109,80	27,45
FC	23,4	30,2	21,0	29,4	104,00	26,00

Anexo 15. Diámetro ecuatorial a la cosecha (cm)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
B 0,0	8,12	8,2	9,66	11,22	37,20	9,30
B 0,5	7,94	9,3	9,24	7,78	34,26	8,57
B 1,0	8,26	7,6	9,3	7,78	32,94	8,24
B 2,0	7,4	7,18	8,08	8,26	30,92	7,73
FC	10,7	10,2	9,7	9,18	39,78	9,95

Anexo 16. Diámetro polar a la cosecha (cm)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
B 0,0	7,44	7,74	8,36	11,32	34,86	8,72
B 0,5	7,3	8,86	8,36	7,66	32,18	8,05
B 1,0	7,54	7,36	8,5	7,74	31,14	7,79
B 2,0	6,72	7,1	7,9	7,7	29,42	7,36
FC	9,50	10,40	7,94	8,10	35,94	8,99

CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1. TITULO

"PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) CON LA APLICACIÓN DEL BIOSOL GENERADO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS"

7.2. DATOS INFORMATIVOS

El cantón Cevallos se encuentra ubicado en el centro sur de la provincia de Tungurahua, al sur oriente de la ciudad de Ambato, su altitud es de 2850 msnm, los terrenos son planos de textura en su mayoría franca arenosa, mal drenado, la fluctuación de la temperatura es de 11º C a 23º C.

7.3. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La aplicación de Biosol a 0,5 kg/m^2 fue el tratamiento que presentó una mejora en el suelo.

7.4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó debido a que el uso de fertilizantes químicos en los cultivos no es el correcto ya que estos deterioran el suelo y provocan una erosión más rápida del mismo, el uso de manera excedida, nos lleva a realizar enmiendas de tipo orgánico por lo que el uso de Biosol es una alternativa para la fertilización de los cultivos, en donde tenemos algunas ventajas como producir productos con alta calidad nutricional, aumenta la actividad microbiana del suelo, mejora la estructura del suelo, etc. Además, en la actualidad los términos de agricultura limpia con fertilizaciones orgánicas han tomado gran importancia en todo el mundo esto se debe principalmente a la gran contaminación producida por los fertilizantes químicos.

7.5. OBJETIVO

Producir lechuga *(Lactuca sativa)* con una dosis de biosol adecuada para el cultivo.

7.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Las principales razones por lo que la utilización de biosol hoy en día es una de las alternativas es debido a las altas contaminaciones producidas por los químicos en el mundo, además que brinda grandes beneficios como son: Altos rendimientos, mejora la estructura del suelo, entre otras. El trabajo de investigación se realizará por que existe gran competitividad entre los sectores dedicados a este cultivo por lo que se busca mejorar los rendimientos y la calidad de este cultivo.

7.7. FUNDAMENTACIÓN

La utilización de productos químicos para las fertilizaciones de los cultivos para su producción de diferentes cultivos, ha sido el principal determinante para la utilización de fertilizaciones orgánicas como el uso de biosol, siendo así que en la actualidad, el saber que existen varios métodos y productos de síntesis orgánica pueden ser utilizados para alcanzar rendimientos altos que satisfagan las necesidades alimenticias y exista un incremento de ingresos para los agricultores.

7.8. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

7.8.1. MEDICIÓN DE CAUDALES DE LAS CINTAS DE GOTEO

- Se procederá a colocar vasos de precipitación bajo la cinta (Al principio, en la mitad y al final de la cinta) durante 1 min.
- Se repetirá 3 veces el mismo paso.

7.8.2. PREPARACIÓN DEL SUELO

La secuencia de preparación de suelo es la siguiente:

- Limpieza.
- Arado.
- Rastreado.
- Nivelado.

7.8.3. ÉPOCA DE SIEMBRA

La lechuga puede ser cultivado durante todo el año es un cultivo de ciclo corto, de no más de 60 días para variedades precoces y 110 días para variedades tardías, es cultivable tanto en época seca (si se cuenta con riego), como lluviosa, para mantener la oferta al mercado local.

7.8.4. TRASPLANTE

Se procederá a trasplantar la lechuga a los 21 días con cuidado para evitar el maltrato del cuello de la planta.

7.8.5. APLICACIÓN DE BIOSOL

La aplicación de biosol debe ser de 0,5kg/m^2 a los 0, 7, 21 y 35 días del transplante.

7.8.6. CONTROL DE MALEZAS

Se debe realizar el control de malezas o deshierba, retirándolas de forma manual con ayuda de azadillas y rastrillos, esto se realizará cada vez que aparezcan malezas, en las parcelas.

7.8.7. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Las plantas de lechuga se revisaran diariamente, para verificar la existencia de plagas y enfermedades, en caso de existir serán tratadas de manera inmediata con la utilización de productos de síntesis orgánica disponibles para el efecto.

7.8.8. COSECHA

La cosecha se realizará con la ayuda de un cuchillo o una navaja para retirar las plantas de forma manual.

7.8.9. COMERCIALIZACIÓN

La comercialización las plantas de lechuga, se realizará con ventas de manera directa en mercados locales.

7.9. ADMINISTRACIÓN

Este proyecto estará administrado por la Universidad técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias y específicamente la Carrera de Ingeniería Agronómica, quienes brindarán una ayuda a los agricultores de las zonas aledañas para que mejoren sus ingresos económicos en diversos cultivos.

7.10. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Después de 9 meses, se hará una evaluación del alcance de la propuesta en la zona de influencia donde se desarrolló la investigación, esto se realizara mediante una encuesta a los agricultores, para así fomentar más estudios acerca de este tema.