

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



EFFECTO DE CUATRO DOSIS DE BIOL EN EL RENDIMIENTO DE LECHUGA
(*Lactuca sativa* L) VARIEDAD WHITE BOSTON EN CAJAMARCA

T E S I S

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el bachiller:

PAOLA KATHERINE INCIO SÁNCHEZ

ASESOR:

Ing. URÍAS MOSTACERO PLASENCIA

CAJAMARCA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Norte de la Universidad Peruana
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



SUSTENTACIÓN DE TESIS

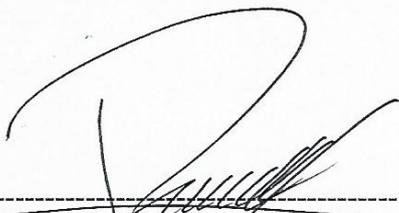
En Cajamarca, a los **VEINTISIETE** días del mes de **MARZO** del Año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente **2A - 201** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 010-2019-FCA-UNC, Fecha 26 de Marzo de 2019, con el objeto de Evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis titulado: **“EFECTO DE CUATRO DOSIS DE BIOL EN EL RENDIMIENTO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD WHITE BOSTON EN CAJAMARCA”**, de la Bachiller: **INCIO SÁNCHEZ PAOLA KATHERINE** en Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las **DIECISIETE** horas y **CERO** minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de Tesis, la formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado, el Presidente anunció la **APROBACION** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **CATORCE (14)**.

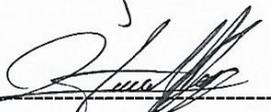
Por lo tanto, el graduando queda expedito para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

A las **DIECIOCHO** horas y **CINCO** minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, 27 de Marzo de 2019.



Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
PRESIDENTE



Ing. M.Sc. Víctor Torrel Pajares
VOCAL



Ing. M.Sc. Attilio Cadenillas Martínez
SECRETARIO



Ing. Urias Mostaero Plasencia
ASESOR

DEDICATORIA

A mi Padre Eterno quien siempre me da su infinito amor y fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

De manera especial a mis padres Víctor Hugo y Socorro Catalina, por ser mi fortaleza y en reconocimiento a sus sacrificios, comprensión, esmero y constante apoyo que fueron la base de mi formación e incentivo para salir adelante y ser su orgullo

A mi hijo Paulo André, quien es el centro de mi vida agradecerle por ser mi inspiración para seguir adelante, pues es mi fortaleza para no rendirme y la mayor bendición que el Señor Padre Eterno me ha dado.

A mi hermana Rosa Enriqueta por ser parte importante y especial en mi vida, su valioso apoyo moral, para salir adelante.

Paola K. Incio Sánchez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, y la bendición de superarme

A la Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela Académico Profesional de Agronomía, por ser pieza importante de mi formación.

Al Ing. Urías Mostacero Plasencia, asesor de dicho trabajo, quien me apoyo y oriento en el área académica y por guiarme en la búsqueda del conocimiento, enseñanzas y consejos en los momentos indicados.

Al Ing. Manuel Salomón Roncal Ordoñez, por su apoyo desinteresado en la redacción del presente proyecto, por sus críticas, comentarios y sugerencias brindadas.

A mi familia por todo el apoyo y aliento brindado a lo largo de todo este camino, dándome preciados consejos.

A todas aquellas personas que dieron su granito de arena en este trabajo.

Paola K. Incio Sánchez

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
CAP I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
CAP II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
1.1. Generalidades de producción orgánica	3
1.2. Generalidades sobre el cultivo de la lechuga	4
1.2.1. Origen de la lechuga	4
1.2.2. Cultivo de lechuga	4
1.2.3. Taxonomía de la lechuga	4
1.2.4. Características morfológicas de la lechuga	4
1.2.5. Valor nutritivo de la lechuga	5
1.2.6. Características ecológicas de la lechuga	6
1.3. Generalidades del abono líquido (biol)	7
2.3.1. Microorganismos que degradan la materia orgánica	8
2.3.2. Beneficios de su utilización	14
2.3.3. Formas de aplicación	15
CAP III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
1.4. Localización del campo experimental	16
1.5. Materiales	17
1.6. Metodología	17
1.7. Características del campo experimental	21
1.8. Instalación y conducción del experimento	21
CAP IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	27

CAP V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
CAP VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	35
Anexo	40

ÍNDICE DE TABLAS

Número	Página
1. Composición química de la lechuga (100 g)	6
2. Datos meteorológicos durante la conducción de experimento	16
3. Resultado del análisis del suelo campo experimental	19
4. Análisis químico del biol.	19
5. Tratamiento en estudio	20
6. Prueba de germinación	23
7. Conducción del experimento	24
8. Análisis de varianza (ANOVA) para el peso unitario de Planta de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L var. White Boston, con las Diferentes dosis de Biol y un testigo.	27
9. Análisis de varianza (ANOVA) para el peso total de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol y un testigo, con las diferentes dosis de Biol.	29
10. Análisis de varianza (ANOVA) para el peso seco de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo	31
11. Resultados de parámetros evaluados.	33
12. Análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de planta de <i>Lactuca Sativa</i> Var. White Boston bajo 4 dosis diferentes De fertilización (biol).	42

13. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta de *Lactuca Sativa* L. var. White Boston, bajo 4 diferentes dosis de biol 42
14. Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz (cm) De lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes Dosis de biol y un testigo. 42
15. Análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de cuello de Planta de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las Diferentes dosis de Biol y un testigo. 42
16. Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de tallo de Planta de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las Diferentes dosis de Biol y un testigo. 43
17. Datos obtenidos en campo para el diámetro de *Lactuca Sativa* L Var. White Boston bajo 4 dosis diferentes de biol.y un testigo 43
18. Datos obtenidos en campo para la altura de planta de *Lactuca Sativa* L. Var White Boston, bajo 4 diferentes dosis de biol. 43
19. Datos obtenidos en campo para la para la longitud de raíz de *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol. 44
20. Datos obtenidos para el diámetro de cuello de planta de *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol. 44
21. Datos obtenidos para la longitud de tallo de planta de *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol 44
22. Datos obtenidos para peso unitario de planta de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol. 45

23. Datos obtenidos para peso total de planta de lechuga 45

Lactuca sativa L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol.

24. Datos obtenidos para peso seco de planta de lechuga 45

Lactuca sativa L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol.

ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Página
1. Distribución de los tratamientos en el campo experimental	22
2. Promedio del peso unitario (cm) de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo, con las diferentes dosis de Biol, con las diferentes dosis de Biol.	28
3. Promedio del peso total (cm) de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo con las diferentes dosis de Biol, con las diferentes dosis de Biol.	30
4. Promedio del peso seco de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo con las diferentes dosis de Biol, con las diferentes dosis de Biol.	32
5. Promedio del diámetro de planta, (cm) de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol y un testigo.	46
6. Promedio de la altura de planta (cm) de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol y un testigo.	46
7. Promedio la longitud de raíz (cm) de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo.	47
8. Promedio del diámetro de cuello de planta (cm) de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo.	47
9. Promedio de la longitud de tallo (cm) de lechuga <i>Lactuca sativa</i> L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo, con las diferentes dosis de Biol.	48
10. Preparación del almácigo en el Servicio Silvo Agropecuario	48

11. Siembra en almácigo	49
12. Almácigo listo para el trasplante	49
13. Preparación del terreno para el trasplante.	50
14. Cultivo de lechugas a una semana del trasplante	50
15. Biol en el campo experimental	51
16. Aplicación del biol alrededor de cada planta	51
17. cultivo 4 semanas del trasplante	52
21. Distribución de los diferentes tratamientos	52
23. Evaluación de diferentes parámetros en el laboratorio	53
24. Muestras en bolsas de papel, con su respectivo número.	49

RESUMEN

La agricultura orgánica como actividad revalorada es importante en la producción ideal de alimento libre de agroquímicos. En la presente investigación se cumplió con el objetivo de determinar el efecto de cuatro dosis de biol (50 mL, 100 mL, 150 mL y 200 mL) en el rendimiento de lechuga (***Lactuca sativa L.***) variedad White Boston, investigación realizada bajo el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, cuatro tratamientos y testigo. El biol se aplicó a los 18 días del trasplante alrededor de cada planta siguiendo las dosis en estudio. Determinando que el rendimiento del cultivo, no existe significación estadística, pero si diferenciación numérica, siendo el tratamiento 3 (150 mL), que permitió cosechar 2.302 Tm / ha.

Palabras Claves: Biol - lechuga.

ABSTRACT

Organic agriculture as a modern activity revalued in the ideal production of agrochemical free food. The objective of the present investigation was to determine the effect of four doses of biol (50 mL, 100 mL, 150 mL and 200 mL) on the yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) White Boston variety, investigation done under the design of random blocks with four repetitions, four treatments and control. The biol was applied 18 days after the transplant around each plant following the doses under study. Determining that the yield of the culture, there is no statistical significance, but if it numerical, differentiation being treatment 3 (150 mL), that allowed to harvest 2,302 Tm / ha.

Keywords: Biol - lettuce

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La lechuga *Lactuca sativa* L. como hortaliza de hoja es de consumo mundial, por sus propiedades nutricionales, vitaminas y minerales; sin embargo, el uso de agroquímicos, causa contaminación al medio ambiente, consumidor con consecuencias irreversible, ante esta problemática, se plantea la investigación experimental.

Los agricultores por desconocimiento y comodidad prefieren usar productos químicos, sin tomar en cuenta el perjuicio a la salud, y el uso de manera excesiva y sin previa asistencia técnica. Los productos de tipo orgánico se presentan como una buena alternativa, destacando los bioles caseros o biofertilizantes, que cumplen las funciones de estimulante foliar y fertilizante, así la como protección de plagas y enfermedades.

Últimamente la producción de cultivos tiene procesos de cambios, pasando por diferentes sistemas y modalidades de producción. Con el auge de la agroecología y frente a la demanda de productos saludables, se considera que la materia orgánica al ser transformada en fuente importante de alimento, energía y nutrientes necesarios para que las plantas crezcan y desarrollen, mejoran las características biológicas, químicas y físicas del suelo.

1.1. Objetivo:

Objetivo general:

- Determinar el efecto de cuatro dosis de biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L) variedad white Boston.

CAÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de producción orgánica.

Es un sistema sustentable en el tiempo, que utiliza al máximo los recursos naturales, dándole énfasis a la fertilidad del suelo, actividad biológica y al mismo tiempo minimiza el uso de los recursos no renovables, sin el empleo de sustancias químicas sintéticas u otras de efecto tóxico real o potencial para la salud humana y para proteger el medio ambiente (Damiani 2002).

La agricultura orgánica es la conjugación de una serie de tecnologías aplicadas principalmente a la realidad y a la dinámica social, cultural, económica, ambiental y política de cada comunidad campesina con la que se pretenda trabajar, para obtener nuevos criterios de sostenibilidad y autodeterminación para el campo (Restrepo 2007).

La agricultura orgánica es uno de los varios enfoques de la agricultura sostenible. Lo que la distingue es que, están prohibidos casi todos los insumos sintéticos y es obligatoria la rotación de cultivos para "fortalecer el suelo". Una agricultura orgánica debidamente gestionada reduce o elimina la contaminación del agua y permite conservar el agua y el suelo en las granjas (FAO 1999).

2.2. Generalidades sobre el cultivo de la lechuga

2.2.1. Origen de la lechuga.

Geográficamente no está definido, probablemente se originó en Asia menor (Casseres 1980). Algunos autores afirman que procede de la India, de otro lado existen pinturas de esta en Egipto que datan del año 4500 a.C. se reportó en la isla Isabella en 1494 (Ryder 1999). Su introducción a América se da en los siguientes 400 años, actualmente se ha desarrollado diversidad de tipos y formas de lechuga, cultivados en todo el mundo (Casseres 1980).

2.2.2. Cultivo de lechuga.

Descrita por el científico sueco Carlos Linneus en el año 1735. *Lactuca* es un nombre genérico que procede de latín “**lac**” que significa “leche”, se refiere de apariencia láctea y “**sativa**” es un epíteto que hace referencia a su carácter de especie cultivada (Lozano 2003). Pertenece a la sub clase Dicotiledónea, la familia Asteraceae. Presenta diversidad, principalmente por los diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas (Zevallos 1935).

Hortaliza de fácil cultivo y propicia para cultivar durante todo el año, especialmente en los climas templados. Se adapta a todo tipo de suelo, ciclo vegetativo corto (Zevallos 1935).

2.2.3. Taxonomía de la lechuga.

Pertenece al reino *Plantae*, subreino Embryobionta, división Magnoliophyta, clase *Magnoliopsida*, subclase *Asteridae*, orden Asterales, familia *Asteraceae*, género *Lactuca* y especie *Sativa* L. nombre científico *Lactuca sativa* L. (Tiscornia 1983).

2.2.4. Características morfológicas de la lechuga.

a. Raíz, principal pivotante, corta, un tanto gruesa en la corona que se adelgaza en profundidad, puede alcanzar más de 60 cm, abundante latex, raíces laterales cerca de la superficie con una profundidad de 5 a 30 cm (Jackson 1995).

b. Tallo, simple, termina en una inflorescencia, la cual es una densa panícula compuesta por muchos capítulos, La parte baja está fusionada y rodea los órganos sexuales (Ryder 1999).

c. Hojas, alargadas, limbos pueden tener bordes lisos, aserrados u ondulados, color verde, amarillo o blanco, capítulo sésil distribuidos en forma de espiral (Ryder 1999).

d. Flores, amarillas, el estilo se elonga mientras las anteras dehicen desde adentro y el polen suelto es barrido por el estilo y los pelos del estigma (Ryder 1999).

e. Fruto, aquenio forma oval con puntas muy marcadas, maduran aproximadamente 2 semanas después de la fertilización (Mou 2008).

f. Semillas, tienen un período de dormancia corto, pero la mayoría de los cultivares presenta diferentes niveles de termodormancia (Mou 2008).

2.2.5. Valor nutritivo de la lechuga.

fuerente importante de calcio, hierro y vitamina A, proteína, ácido ascórbico (vitamina C), tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), niacina, protege de la osteoporosis (vitamina K), ácido fólico (vitamina E). contiene además potasio y fósforo. El aporte de calorías es muy bajo y está compuesta en un 94% de agua (Alzate & Loaiza 2008).

Tabla 1. Composición química de la lechuga (100 g)

Composición de la lechuga por 100 g	
Agua	95.1 (g)
Calorías	1.1 (kcal)
Carbohidratos	1.9 (g)
Grasas	0.2 (g)
Fibra	1.0 (g)
Potasio	257 (mg)
Otros componentes mg	Mg
Calcio	32 (mg)
Fosforo	23 (mg)
Sodio	5 (mg)
Tiamina	0.06 (mg)
Riboflavina	0.06 (mg)
Niacina	0.3 (mg)
Ácido fólico	215.00 (mg)
Vitamina C	8 (mg)
Vitamina A	970 (mg)
Vitamina B6	0.05 (mg)

Fuente: Vallejo 2004.

2.2.6. Características ecológicas de la lechuga.

a. Temperatura, máxima 30 °C y 6 °C como mínima. La germinación oscila entre 18 - 20 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14 - 18°C por el día y 5 - 8°C por la noche (Vallejo 2004).

b. Humedad, para el cultivo conveniente es de 60 al 80 %, aunque en determinados momentos responde a menos del 60 %.

c. Suelo, se produce en diversidad de suelos de consistencia media, fértil y bien drenado, en época calurosa prefiere suelos algo compactos, tolera poca acidez; se adapta a suelos alcalinos (Giacconi 2004).

d. Fertilización: La producción hortícola presenta variación, en condiciones de manejo, el plan de fertilización está determinado a través de un análisis de laboratorio. En caso de fertilización con estiércoles u otros compuestos de origen orgánico, es importante considerar el aporte de nutrientes (Infoagro s.f.).

e. Propagación: Vía sexual (semillas botánicas), se siembra en un almácigo a 5 mm de profundidad. A los 30 días de la siembra, cuando la planta tenga 5 o 6 hojas verdaderas y una altura de 8 cm, se trasplanta y pasa a campo definitivo (Giaconi 2004).

f. Trasplante: Cuando poseen de 4 a 8 hojas, y un tamaño de 10 cm. La plantación debe hacerse en la parte superior del camellón, para que la raíz con tierra quede al nivel del suelo, y así evitar podredumbres al nivel del cuello. Se deja un espacio de 25 - 30 cm entre cada lechuga y de 35 - 40 cm entre hileras (Giaconi 2004).

g. Riego: El mejor sistema es por goteo y el de aspersión, estos deben ser frecuentes y regulares, sin llegar a encharcar la tierra para evitar problemas, tampoco toleran la sequía (Giaconi 2004).

h. Cosecha: Como hortaliza está lista cuando ha alcanzado su máximo crecimiento, antes de que espiguen y empiece la floración, todo depende del espacio, necesidades, variedad y cantidad de cultivo (Mallar 1978).

2.3. Generalidades del abono líquido (biol)

Abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales en ausencia de oxígeno (INIA 2008). Provee nutrientes naturales que mejora el rendimiento de las cosechas (Martí 2008). Al salir del biodigestor, este material ya no huele y no atrae insectos. (Álvares 2010). Las bacterias productoras de biol son estrictamente anaeróbicas, la cantidad y calidad está relacionada con la estabilidad biológica, la madurez química que se alcanza durante el desarrollo y la evolución de las diferentes etapas

del proceso (Varnero 2011). La materia orgánica influirá en procesos físicos, químicos y biológicos del suelo (Arana 2011).

2.3.1. Microorganismos que degradan la materia orgánica

a. Organismos descomponedores

Entre los organismos o seres vivos que ayudan a descomponer la materia Orgánica tenemos:

Entre los géneros más frecuentes de bacterias del suelo se encuentran *Acinobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Brevibacterium*, *Caulobacter*, *Cellulomonas*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Xanthomonas* (Guanopatín 2012).

b. Bacterias anaerobias facultativas

Precisas en cuanto a sus exigencias de medio ambiente, sólo pueden desarrollarse en ausencia de oxígeno (condiciones anaerobias). el grado de resistencia y sensibilidad bajo estas condiciones varía ampliamente de una especie a otra (aerotolerancia). Se distinguen bacterias microaerófilas, aerotolerantes y anaerobios estrictos u obligados. Si el aceptor de electrones es una molécula orgánica (piruvato, acetaldehído, etc.) se trata de metabolismo fermentativo; si el aceptor final es una molécula inorgánica (sulfato, carbonato, etc.) se trata de respiración anaeróbica (Álvares 2010).

c. Biología microorganismos aerobios

Poseen un metabolismo de tipo fermentativo, sus requerimientos nutricionales complejos, su lento crecimiento y fragilidad, sumado a sus requerimientos atmosféricos estrictos (de O₂ y CO₂) hace que su aislamiento sea difícil, sustancias orgánicas son los aceptores finales de electrones (Guanopatín 2012).

Los plásmidos son los microorganismos aerobios más difundidos especialmente a nivel de especies de *Clostridium* y *Bacteroides*. Entre los plásmidos funcionalmente conocidos encontramos:

- Plásmidos que codifican la producción de bacteriocinas. Similares a las colicinas, son producidas por especies de *Clostridium* y *Bacteroides*.
- Plásmidos toxigénicos, ampliamente distribuidos entre las especies de *Clostridium* productoras de exotoxinas (toxigénicas).
- Plásmidos que codifican la resistencia a los antibióticos. diferentes especies de *Clostridium*, *Bacteroides* y cocos anaerobios codifican la resistencia a macrólidos, tetraciclinas y cloranfenicol (Guanopatín, M. 2012).

i. Fermentación anaerobia

Utilizan rutas catabólicas de polisacáridos, aminoácidos y glicerol para la producción de glucosa, la cual puede ser utilizada en las rutas de fermentación alcohólica, láctica y acética. Como resultado de esta fermentación se obtienen alcoholes y ácidos grasos. Entre los principales productos de la fermentación de carbohidratos se encuentran los ácidos grasos volátiles. Estos son importantes intermediarios para la producción de metano y su concentración es muy importante para la eficiencia de la metanogénesis (Rogers 2002, Arrigo 2005).

ii. Fermentación alcohólica

Proceso biológico que se lleva a cabo en ausencia de O_2 , se produce etanol a partir de glucosa, originado por microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por regla general azúcares de tipo hexosa: como por ejemplo la glucosa, la fructosa, la sacarosa para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol cuya fórmula química es: $(CH_3 -CH_2 -OH)$, dióxido de carbono (CO_2) en forma de gas y unas moléculas de ATP que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico. La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a partir de la glucosa a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno (Guanopatín 2012).

iii. Fermentación heteroláctica

Pueden producir otros productos finales como ácido acético y ácido fórmico generados por bacterias del género *Bifidobacterium*; representan hasta el 25% del número total de bacterias presentes. Debido a su naturaleza heterofermentativa, pueden producir ácido láctico y etanol, así como varios ácidos grasos de cadena corta tales como ácido acético y ácido fórmico (Montesinos 2013).

iv. Fermentación acetona–butanol

Característica de algunas especies del género *Clostridium*. Se forma butanol, etanol, acetona e isopropanol, La ruta metabólica para la producción de acetona-butanol-etanol está dada en dos diferentes fases, que tienen ciertas características de la fermentación que son nombradas comúnmente como fases de acidogénesis y solventogénesis (Montesinos 2013).

v. Fermentación propiónica

Los productos de este tipo de fermentación son ácido propiónico, ácido acético, ácido succínico y dióxido de carbono, Es característica de las bacterias del género *Propionibacterium*, *Veillonella* y *Clostridium propionicum*, que pueden producir ácido propiónico utilizando el ácido láctico como sustrato, y algunas también a partir de polialcoholes, aminoácidos y otros ácidos orgánicos distintos al ácido láctico.

En este proceso fermentativo también participan otras bacterias anaerobias estrictas, las cuales realizan principalmente fermentación secundaria de los productos de las fermentaciones lácticas primarias. Pueden fermentar la glucosa y glicerol para producir ácido propiónico y ácidos acético y succínico como dos subproductos (Rogers 2002, Arrigo 2005).

d. La digestión anaeróbica y sus etapas

Está dividido en cuatro etapas que permiten ilustrar la secuencia de eventos microbiológicos que ocurren durante el proceso de digestión y producción de metano. Estas etapas son hidrólisis, etapa fermentativa o acidogénica, etapa acetogénica y etapa metanogénica (Varnero 2011).

i. Hidrólisis, es, por tanto, la degradación de sustratos orgánicos complejos, solubilizados por acción de enzimas excretadas de bacterias hidrolíticas, que actúan en el exterior celular (exoenzimas). La conversión de los polímeros en sus respectivos monómeros. (Lorenzo y Obaya 2005). Depende de la temperatura, tiempo, composición bioquímica del sustrato (porcentaje de lignina, carbohidratos, proteínas y grasas), tamaño de partículas, pH y concentración de amonio. (Varnero 2011).

Microorganismos responsables del hidrólisis, destacan: *Bacteroides* sp, *Lactobacillus* sp, *Propioni-bacterium* sp, *Sphingomonas* sp, *Sporobacterium* sp, *Megasphaera* sp, *Bifidobacterium* sp. (Varnero 2011).

ii. Etapa acidogénica:

Está comprendida por la formación de ácido acético, butírico y ATP durante el crecimiento exponencial de las células. los compuestos solubles resultantes de la etapa hidrolítica van a ser transformados por la acción de microorganismos y bacterias a través de un proceso de fermentación, dando como resultado ácido acético (CH₃-COOH), hidrógeno (H₂) y dióxido de carbono (CO₂) principalmente, y en menor cantidad productos intermedios: alcoholes, ácidos grasos volátiles y ácidos orgánicos. siendo las más comúnmente identificadas el *Butyivibrio* sp, *Propionbacterium* sp, *Clostridium* sp, *Bacteroides* sp, *Ruminococos*, *Bifidobacterium* sp, *Lactobacillus* sp, *Streptococos* sp y *Enterobacterias* sp. (Varnero 2011).

iii. Etapa solventogénesis. En esta parte del proceso, los ácidos son asimilados, y la acetona-butanoletanol aparece como metabolitos secundarios (Arrigo 2005).

iv. Etapa acetogénica: es desarrollada por bacterias acetogénicas que realizan la degradación de ácidos orgánicos produciendo ácido acético. Estos productos, son los que van a utilizar como sustrato las bacterias metanogénicas en la etapa siguiente. Los principales microorganismos homoacetogénicos que han sido aislados son *Acetobacterium woodii* o *Clostridium aceticum* (Varnero 2011).

v. **Etapa metanogénica:** los microorganismos completan el proceso de digestión anaeróbica mediante la formación de metano a partir de sustratos monocarbonados o con dos átomos de carbono. Las bacterias metanogénicas activas aparecen en la segunda fase de la fermentación (fase acidogénica). Las principales especies están representadas por *Methanobacterium* sp, *Methanospirillum hungatii* y *Methanosarcina* sp (Varnero 2011).

Las bacterias partícipes de este proceso, se encuentran de forma simbiótica mientras que las bacterias productoras de ácido crean la atmósfera ideal para el desarrollo de las bacterias productoras de metano (condiciones anaerobias y compuestos con bajo peso molecular). Por el otro lado, los microorganismos productores de metano usan los ácidos producidos por las bacterias; que si no fueran consumidos crearían condiciones tóxicas para las acidogénicas. El proceso de fermentación es realizado por un grupo de bacterias que actúan en conjunto. Sin ser posible que alguna de ellas independientemente lleve a cabo todo el proceso (Varnero 2011).

e. Factores a considerar en el proceso digestión

i. **Materia prima:** Se utiliza cualquier biomasa residual que posea un alto contenido en humedad (Lorenzo y Obaya 2005), residuos orgánicos de origen vegetal, animal, agroindustrial, forestal, doméstico u otros. Las características bioquímicas deben permitir el desarrollo y la actividad microbiana del sistema anaeróbico. El proceso microbiológico requiere de fuentes de carbono, nitrógeno, también deben estar presentes en un cierto equilibrio sales minerales azufre (S), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), zinc (Zn), cobalto (Co), selenio (Se), tungsteno (Tg) y níquel (Ni) (Varnero 2011).

Los materiales que se pueden usar para la generación de metano son muy diversos:

Residuos de cosechas: Hierbas acompañantes, paja, rastrojo de maíz y otros cultivos, forraje deteriorado.

Restos de origen animal: residuos de establos (estiércol, orina, paja de camas), camas de ponedoras, boñigas (estiércol) de cabras y ovejas, desperdicios de matadero (sangre, vísceras), desperdicios de pesca, restos de lana y cuero.

Residuos de origen humano: basura, heces, orina.

Residuos agroindustriales: bagazo, salvado de arroz, y desechos de tabaco y semillas, desperdicios del procesamiento de hortalizas y frutas.

Mantillo forestal: ramitas, hojas, cortezas, ramas.

Restos de plantas acuáticas: algas marinas (Carrillo 2004).

- ii. **Temperatura:** Es uno de los factores más importantes que afectan la actividad microbiana dentro de un digestor anaeróbico (Gerardi 2003). La gama de temperatura para la digestión anaeróbica varía entre 10 y 60°C (Carrillo 2004). Sin embargo, las dos zonas óptimas son la mesófila (30-40°C) y la termófila (45-60°C). Casi todos los digestores funcionan dentro de los límites de temperaturas mesofílicas y la digestión óptima se obtiene a unos 35°C.

La velocidad de digestión a temperaturas superiores a 45°C es mayor. Sin embargo, dentro de esta gama de temperaturas, las bacterias son sumamente sensibles a los cambios ambientales y el mantenimiento de estas temperaturas elevadas resulta costoso y a veces difícil (Carrillo 2004).

- iii. **pH:** Óptimo para cultivos se encuentra en el rango entre 6.8 y 7.4, siendo el pH neutro el ideal (Varnero 2011). Asegura una mejor asimilabilidad de los diferentes nutrientes, especialmente fósforo y micronutrientes. (Martí 2006).

2.3.2. Beneficios de su utilización

Es un biofactor que promueve el crecimiento en la zona trofógena de los vegetales por un incremento apreciable del área foliar efectiva, abonan los suelos y le dan los nutrientes necesarios para que las plantas crezcan y desarrollen, mejorando las características biológicas, químicas y físicas del suelo en especial de los cultivos anuales y semiperennes como la alfalfa (Medina, 1990).

Desempeña un papel importante como fuente de nutrientes para la producción de cultivos, debido a que contiene nutrientes en una forma fácilmente disponible en comparación con el estiércol, son fácilmente disponibles (especialmente nitrógeno), lo que significa que puede tener un mayor efecto en la fertilización en un corto plazo. (Bonten 2014).

Siendo el bioabono una fuente orgánica de fitoreguladores en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, favoreciendo el enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traducándose esto en un incremento significativo de la producción de biomasa vegetal (Varnero 2011).

El incremento notable en el sistema radicular es por efecto de la tiamina entre otros componentes; en la composición del biol se encuentran diversos y valiosos precursores hormonales, aunque también ciertos represores como la metionina entre otros. (Medina 1990).

Además, puede ser utilizada para las siguientes aplicaciones:

Tratar las semillas y obtener una más alta germinación, resistencia a las enfermedades, mejores rendimientos y, mejor coloración de frutas y vegetales.

Aumentar el valor alimenticio del forraje con bajo valor proteínico.

Incrementar la disponibilidad de nutrientes para la microflora del suelo, tal como los organismos de fijación de nitrógeno u organismos solubilizantes de fósforo (Warnars y Oppenoorth 2014).

2.3.2. Formas de aplicación:

El biol puede ser aplicado directamente al suelo, a las hojas de los cultivos, o con el agua de riego (Colque, et al. 2005, Gomero 2005, INIA 2008, Piamonte 2009). Las aplicaciones de biol al suelo, o alrededor del tallo de las plantas, en una dilución de 10 a 30% son recomendadas para obtener resultados más duraderos buscando estimular la recuperación de la fertilidad de los suelos (Piamonte y Flores 2000, Piamonte 2009).

La incorporación inmediata al suelo ayuda a reducir las pérdidas, de Nitrógeno, las pérdidas de este elemento durante y después de la aplicación es alto, puesto que el amonio puede volatilizarse fácilmente. (Benzing 2001).

Los beneficios y propuestas para el uso del biol antes mencionados, han sido motivo de diversas investigaciones, a continuación, se presentan algunos resultados:

El trabajo de investigación realizado por Barrios (2001), evaluó la aplicación foliar de seis concentraciones de biol (10%, 20%, 40%, 80% y 100%) y la aplicación de biol al suelo (100%), sobre la producción y calidad del cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Bush Blue Lake 47. Los resultados mostraron que no se encontraron diferencias estadísticas significativas para el rendimiento total y los parámetros de calidad (longitud, diámetro y peso promedio de fruto). Sin embargo, las aplicaciones de biol al suelo y vía foliar (100%) lograron incrementar hasta en un 12 % el rendimiento en comparación con el testigo.

Wong y Jimenez (2009), al investigar la aplicación de biofertilizantes líquidos a plantas de algarrobo (*Prosopis juliflora*) en vivero, encontraron resultados significativos para las variables altura de planta y número de hojas. Además, observaron que el tiempo de permanencia de las plántulas en fase de vivero disminuyó considerablemente de un promedio de 4 meses a 37 días solamente.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Servicio Silvo Agropecuario, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, provincia y departamento de Cajamarca, ubicado a 776604.9117E, 9207041.365N

3.1.1. Datos meteorológicos

Tabla 2. Datos meteorológicos durante la conducción del experimento

Meses	Temperatura Promedio (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa Media (%)
Abril	15.3	78.6	71
Mayo	14.9	47.2	70
junio	14.4	12.0	62
julio	14.1	2.3	55
Agosto (2017)	14.5	20.9	60
Promedio	14.64	32.2	63.6

Fuente: Estación Meteorológica Agrícola Augusto Weberbauer-2017

3.1.2. Historia del campo experimental.

La parcela donde se llevó a cabo el experimento estuvo sembrada con cultivos como: acelga (*Beta vulgaris subsp. Vulgaris*) lechuga, (*Lactuca sativa L var. White Boston*), papa (*Solanum tuberosum*) los años 2015-2016.

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico.

a. Semilla botánica *Lactuca sativa* L. var. *white Boston*.

b. Biol.

3.2.2. Material de laboratorio.

Balanza analítica, vernier, cámara fotográfica, computadora.

3.2.3. Material de campo

Lampa, pico, rastrillo, palana, hoz, baldes, costales, estacas, Letreros, rafia, bolsas de polietileno, libreta de campo.

3.2.4. Material de escritorio

Cuaderno, lápiz, lapiceros, plumón indeleble, regla graduada, cinta adhesiva, bolsas de papel, cartulina.

3.3. Metodología

3.3.1. Proceso de fabricación de los Biol

La elaboración del biol se desarrolló acorde con las indicaciones tomadas de IPES/FAO, (2010). Se elaboró el biol a partir del empleo de diferentes fuentes y combinaciones de materias primas. La elaboración del biol comenzó el día 7 de abril de 2017 y culminó con la filtración del producto el 13 de julio del 2017. Los materiales, materias primas e instrumental empleados fueron:

3.3.2. Materias primas:

- 3kg de rumex de vaca o guano fresco
- 5kg de guapo de oveja
- 5kg de guano de cuy
- 10kg de alfalfa picada

- 10ltrs de orina de vaca
- 4 tapas de chancaca.
- 1 litro de agua de coco.
- 5kg de sangre del camal
- 4 kg de ceniza
- Estiércol (vacuno, cunícula u ovino según la variante).

3.3.3. Materiales y herramientas:

- Cilindro 200 L de capacidad.
- Mangueras plásticas transparente.
- Jarra plástica graduada de 5 L.
- Balanza con capacidad máxima de 2200 g y precisión de 0,01 g.
- Espátula.
- Embudo.
- Envases plásticos.

3.3.4. Análisis químico del biol.

Se realizó en el Universidad Nacional Agraria La Molina, Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas Aguas y Fertilizantes – Lima dichas muestras fueron tomadas antes de la aplicación al suelo (alrededor de la planta).

Tabla 3. Análisis químico del biol.

Determinación	Resultados
Nitrógeno (N)	3724.00 mg/ L
Fosforo (P)	1405.10 mg/ L
Potasio (k)	5690.00 mg/ L
pH (reacción)	6.90
Materia orgánica	34.23 g/ L
C.E	25.40 dS/ m
Solidos Totales	74.54 g/ L
Ca	4210.00 mg/ L
Mg	440.00 mg/ L
Na	2300.00 mg/ L
Fe	33.26 mg/ L
Cu	6.80 mg/ L
Zn	33.60 mg/ L
Mn	47.70 mg/ L
B	8.19 mg/ L

Fuente: Universidad Nacional Agraria La Molina, Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas Aguas y Fertilizante

3.3.5. Análisis químico del suelo.

Se realizó en el Laboratorio en INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria) Baños del Inca - Cajamarca, dichas muestras fueron tomadas antes de la instalación del experimento.

Tabla 4. Resultado del análisis del suelo campo experimental

Determinación	Resultados	Interpretación
Fósforo (P)	9.54 Ppm	Medio
Potasio (k)	330.0 Ppm	Medio
pH (reacción)	7.0	Neutro
Materia orgánica	2.24 %	Medio

Fuente: laboratorio de Servicio de Suelos (Institución Nacional De Innovación Agraria).

3.3.6. Trabajo de campo.

Los tratamientos que se realizó en el estudio son: biol 50 mL aplicación en el suelo alrededor de la planta (1), biol 100 mL aplicación en el suelo alrededor de la planta (2), biol 150 mL aplicación en el suelo alrededor de la planta (3), biol 200mL aplicación en el suelo alrededor de la planta (4), testigo (5).

Tabla 5. Tratamiento y randomización del experimento en estudio: “Efecto de cuatro dosis de biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var White Boston”.

TRATAMIENTOS		RANDOMIZACIÓN			
N°	NOMBRE	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV
1	Biol 50 mL aplicación alrededor de la planta	T4	T2	T1	T5
2	Biol 100 mL aplicación alrededor de la planta	T2	T5	T3	T4
3	Biol 150 mL aplicación alrededor de la planta	T5	T1	T2	T3
4	Biol 200 mL aplicación alrededor de la planta	T3	T4	T5	T1
5	Testigo (Agua)	T1	T4	T2	T3

Se evaluó una muestra de 10 plantas de lechuga por tratamiento las cuales se tomaron de los surcos centrales.

3.4. Características del campo experimental.

Bloque

- Número : 4.00
- Largo : 13.80 m
- Ancho : 4.00 m
- Área : 55.20 m²

Parcela

- Número/ bloque : 5
- Largo : 4.00 m
- Ancho : 2.40 m
- Área : 9.60 m²

Surco

- Número/ parcela : 5
- Largo : 4.00 m
- Ancho : 0.30 m
- Área : 1.20 m²

Calles:

- N° entre tratamientos : 4
- Largo : 4.00 m
- Ancho : 0.30 m
- Área entre tratamientos : 1.20 m²

Entre bloques:

- N° entre bloques : 3
- Largo : 13.80 m
- Ancho : 1 m
- Área entre bloques : 13.80 m²

Área neta del experimento : 192.00 m²

Área total del experimento : 276.00 m²

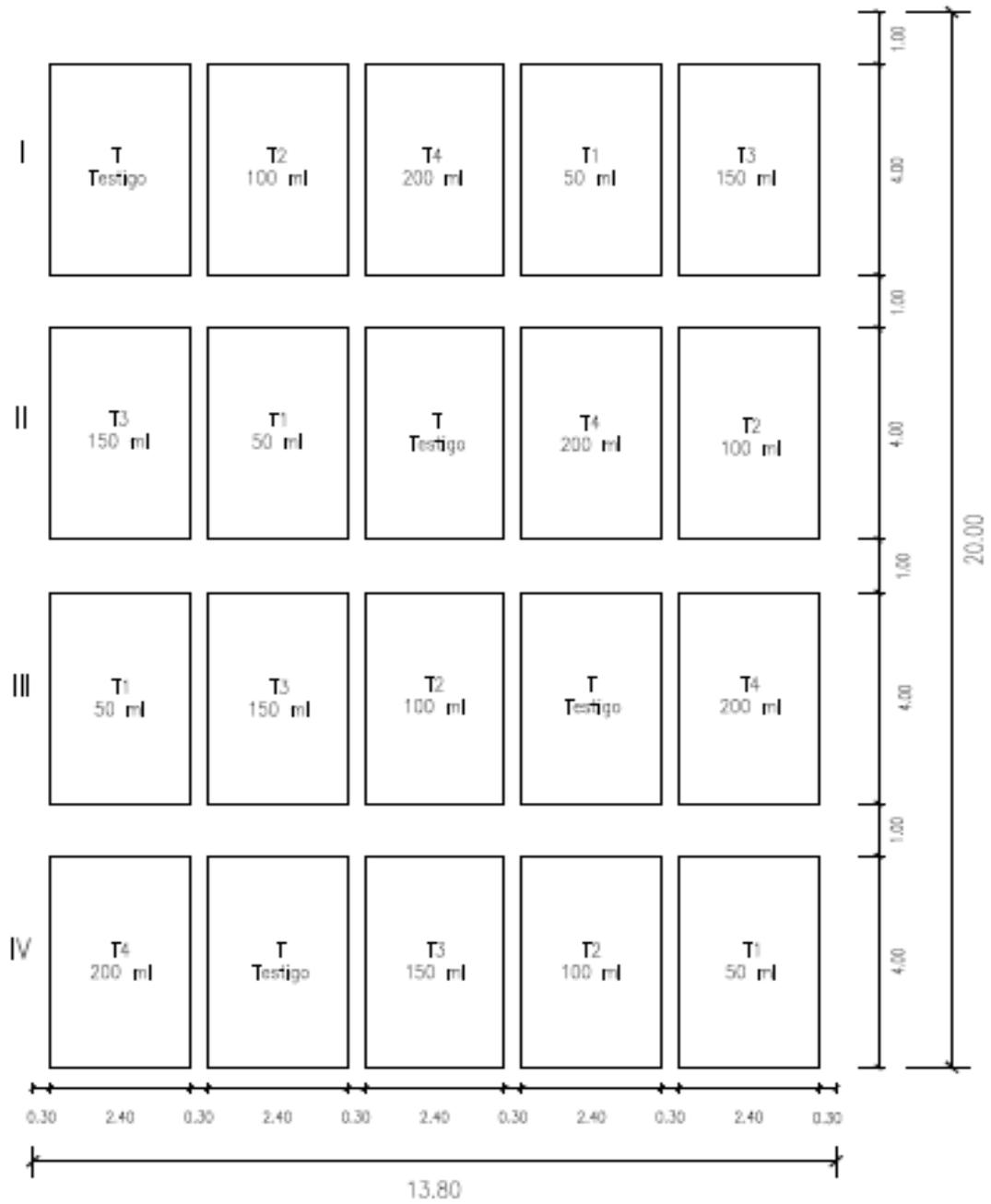


Figura 1. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos

3.5. Instalaciones y conducción del experimento.

a. Prueba de germinación:

La prueba de germinación se llevó a cabo en una placa petri, con una muestra de 100 semillas durante un período de 7 días.

Todos los días se realizó el conteo de las semillas, germinadas.

Tabla 6. Prueba de germinación

Prueba de germinación	
Días de evaluación	Semillas germinadas
Lunes	0
Martes	10
Miércoles	5
Jueves	15
Viernes	10
Sábado	20
Domingo	10
Lunes	15
Total	85

En condiciones normales en una habitación. De las 100 semillas habían germinado 85, lo cual es un estado de viabilidad excelente.

b. En almácigo:

El almácigo se realizó el 11 de junio de 2017 en forma manual utilizándose una cama a nivel del suelo con las siguientes medidas 3 de largo por 1 de ancho, por un tiempo de 30 días, la siembra se realizó en surquitos superficiales a chorro continuo y se colocó a una profundidad de 1.5 a 2 cm. Procediéndose luego al tapado de la semilla en forma manual; luego se procedió a regar para poner en contacto el suelo con las semillas y posteriormente según es la necesidad de agua por las plántulas.

Tabla 7. Conducción del experimento en estudio: “Efecto de cuatro dosis de biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var White Boston”.

CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO		
ACTIVIDAD	FECHA	DESCRIPCIÓN
En campo definitivo		
Muestreo de suelo	12 abril de 2017	Con la ayuda de una palana se hicieron diferentes hoyos en el campo experimental obteniéndose 10 sub muestra. Luego se mezcló y se obtuvo una mezcla general de 1000g; para luego ser llevado al Laboratorio de Servicio de Suelos del Instituto Nacional De Innovación Agraria INIA- Baños del Inca.
Preparación del terreno.	17 abril de 2017	Se prepararon de forma manual 276 m ² repartidos en 20 parcelas, cada una de 4 de largo x 2.40 de ancho y calles de 0.30 m entre parcelas y 1 m entre bloques; los surcos se hicieron a 0.60 m entre ellos en cada parcela.
Trasplante	12 julio de 2017	Se realizó forma manual, haciendo hoyos a ambos lados del surco y a 0.30 m entre ellos. Se utilizaron 2080 plántulas de lechuga variedad White Boston; 520 plántulas por bloque y 104 plántulas por tratamiento, cuando las plántulas tenían de 3 a 4 hojas. Luego se dio un riego para colocar en contacto al suelo con la raíz
Análisis químico del biol	14 julio de 2017	Se eligió una muestra (250 ml) la cual fue enviada al laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas Aguas y fertilizantes Universidad Agraria la Molina.
Riegos		Cortos y homogéneos en el fondo del surco.

Aplicación del biol	31 julio de 2017	La aplicación dosificada, ésta se aplicó alrededor de la planta y con las siguientes dosis usadas 50 ml, 100 ml, 150 ml y 200 ml, a excepción del testigo, la aplicación se realizó en forma manual, en horas de la mañana.
Manejo agronómico del cultivo		Se realizó el control manual de hierbas acompañantes, en dos oportunidades durante el tiempo que duro el experimento
Control fitosanitario		En cuanto a plagas y enfermedades no fue necesario hacer control alguno, teniendo en cuenta que la medida de control no superó el costo del daño económico.
Cosecha.	15 septiembre de 2017	El. Se realizó un riego, para que el suelo este húmedo y apto para la cosecha de tal manera que se extrae la planta completa. A los 127 días después del trasplante extrayendo 10 plantas de por tratamiento de los 2 surcos centrales de cada uno de los 4 bloques en forma manual y con ayuda de una lampilla. Las cuales fueron identificadas con anterioridad y posteriormente se hicieron las evaluaciones.

3.5.1. Evaluaciones realizadas

Diámetro de cabeza (cm): Se hizo el día de la cosecha para lo cual se midió el diámetro de 10 cabezas de lechuga por tratamiento, con ayuda de una regla graduada, para poder ver cuál de las lechugas de las parcelas son de mayor tamaño y poder determinar su rendimiento.

Altura planta (cm): se realizó al final de la cosecha, midiendo con una regla graduada, al nivel del cuello del tallo hasta el ápice de la planta.

Longitud de raíz (cm): Se hizo el día de la cosecha para lo cual se midió la longitud de las 10 lechuga por tratamiento, con ayuda de una regla graduada.

Diámetro de cuello del tallo (cm): se realizó al final de la cosecha, midiendo con un vernier metálico a 10 plantas de cada tratamiento y bloques.

Longitud de tallo (cm): Se hizo el día de la cosecha para lo cual se midió la longitud de 10 lechuga por tratamiento, con ayuda de una regla graduada, desde el cuello hasta la parte apical del tallo.

Peso fresco total de la planta (g): Se realizó al final de la cosecha, luego se tomaron los pesos individuales de 10 plantas de lechuga por cada tratamiento. Para lo anterior, se utilizó una balanza analítica en el lugar de la investigación (campo) para sacar un promedio final.

Peso seco de la planta (g): Se realizó después de tomar todos los datos de los parámetros evaluados para esto se tomaron 10 plantas de lechuga por cada tratamiento y se las llevó a estufa 60°C por un espacio de 72 horas, luego se procedió a pesar por separado nuevamente para así determinar la cantidad de materia seca que hay en la planta.

Rendimiento total por tratamiento (Kg): se realizó agrupando las lechugas de cada tratamiento (10) de los 4 bloques, siendo pesadas por separado, obteniéndose pesos diferentes por cada tratamiento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

A través de tablas y figuras se muestran los resultados obtenidos en el trabajo de investigación.

Tabla 08. Análisis de varianza (ANOVA) para el peso unitario de planta de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	7678.29	3	2559.43	2.98	0.0737
Biol	2894.65	4	723.66	0.84	0.5238
Error	10292.95	12	857.75		
Total	20865.88	19			

CV = 14.57 %

En Tabla 08, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el peso unitario, los cuales indican que no existe significación estadística para los bloques, dado que, el valor de significación (p-valor =0.0737) es mayor al 0.05. Para el biol, no se encontró significación, dado que, el valor de significación (p-valor =0.5238) es mayor al 0.05, lo cual indica que los resultados del peso unitario obtenido con las diferentes dosis de biol, son estadísticamente iguales.

El coeficiente de variación (CV = 14.57 %), indica la variabilidad de los resultados en el peso unitario, esta variabilidad probablemente se atribuya al material experimental (cultivo de lechuga) asociados a otros factores. Como producto de dicha asociación, se encontró que con un mismo tratamiento los resultados obtenidos en el peso unitario, fueron diferentes.

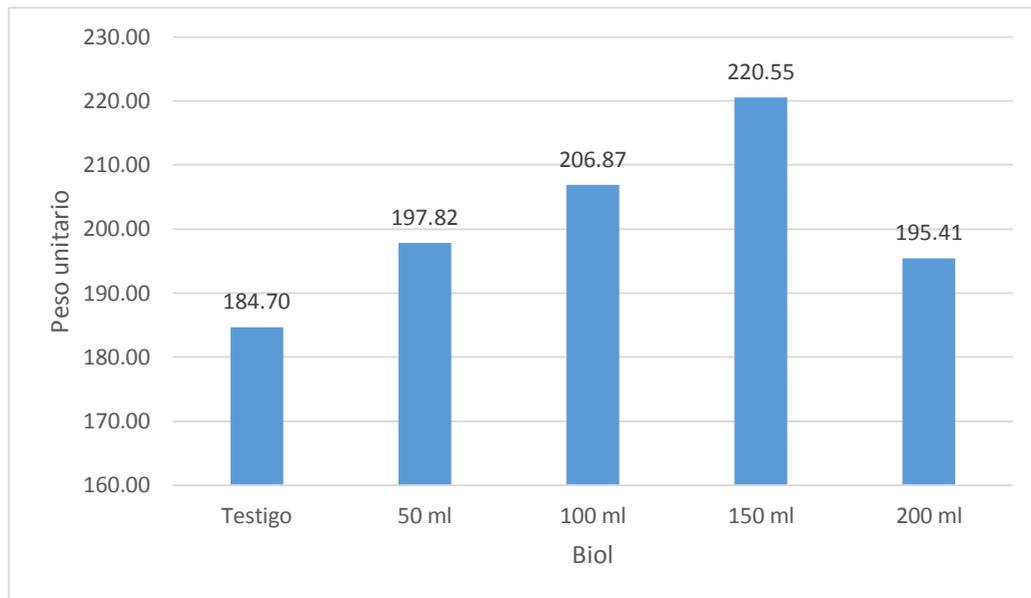


Figura 02. Promedio del peso unitario de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo con las diferentes dosis de Biol, con las diferentes dosis de Biol.

En la Figura 8, se observa los resultados del peso unitario, los cuales oscilan entre 184.70 gr (testigo) y 220.55 gr (biol a 150 ml). Con el testigo se obtuvo el menor peso unitario.

Los resultados encontrados contra dicen a lo establecido por Sánchez (2009), en Lechuga, quien en su trabajo encontró, para el peso del arrellado, que para el tratamiento con aplicación de biofertilizante BIOL fue estadística y significativamente superior al tratamiento sin aplicación.

Tabla 09. Análisis de varianza (ANOVA) para el peso total de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo con las diferentes dosis de Biol

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	0.77	3	0.26	2.99	0.0734
Biol	0.29	4	0.07	0.85	0.5216
Error	1.03	12	0.09		
Total	2.1	19			

CV = 14.59 %

En Tabla 09, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el peso total, los cuales indican que no existe significación estadística para los bloques, dado que, el valor de significación (p-valor =0.0734) es mayor al 0.05. Para el biol, no se encontró significación, dado que, el valor de significación (p-valor =0.5216) es mayor al 0.05, lo cual indica que los resultados del peso total obtenido con las diferentes dosis de biol, son estadísticamente iguales.

El coeficiente de variación (CV = 14.59 %), nos indica que está dentro de los rangos permisibles para los trabajos de campo, la variabilidad de los resultados en el peso total, esta variabilidad probablemente se atribuya al material experimental (cultivo de lechuga) asociados a otros factores. Como producto de dicha asociación, se encontró que con un mismo tratamiento los resultados obtenidos en el peso total, fueron diferentes.

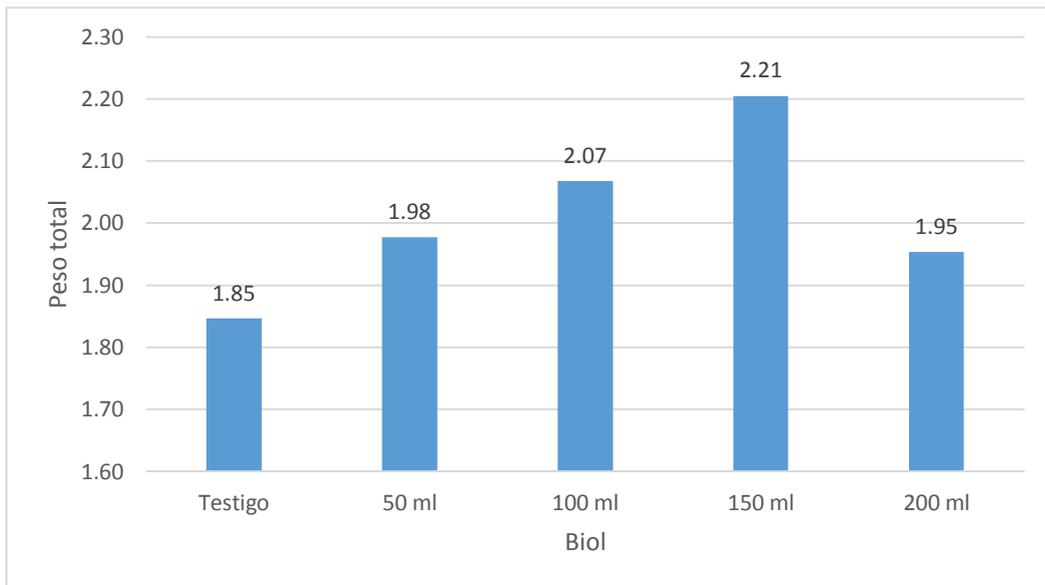


Figura 3. Promedio del peso total de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo con las diferentes dosis de Biol, con las diferentes dosis de Biol.

Se observa los resultados del peso total, los cuales oscilan entre 1.85 kg (testigo) y 2.21 kg (biol a 150 ml). Con el testigo se obtuvo el menor peso total.

Sin embargo, Chapana, (2007), menciona que la aplicación de los fertilizantes orgánicos (de ovino, vacuno y mezcla), con el cultivo de *Lactuca sativa* L., hace que tenga efectos en las propiedades físico - químicas del suelo, por tal razón si es condicional dicha aplicación para un efecto directo y diferencial en el rendimiento del cultivo.

No se encontraron diferencias significativas entre los diferentes niveles de fertilización, los resultados indican que se puede obtener plantas de lechuga con pesos estadísticamente iguales con la menor dosis de fertilización. El valor de biomasa en las plantas de lechuga cultivadas puede ser provocado por la mayor asimilación y utilización de los nutrientes (Santos et al., 2009) mejorando la eficiencia del biol y aminorando la dependencia de los mismos.

Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para el peso seco de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo con las diferentes dosis de Biol, con las diferentes dosis de Biol.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloque	240.99	3	80.33	5.06	0.0171
Biol	99.95	4	24.99	1.57	0.2438
Error	190.4	12	15.87		
Total	531.33	19			

CV = 16.85 %

En Tabla 10, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el peso seco, los cuales indican que existe significación estadística para los bloques, dado que, el valor de significación (p-valor =0.0171) es menor al 0.05. Para el biol, no se encontró significación, dado que, el valor de significación (p-valor =0.2438) es mayor al 0.05, lo cual indica que los resultados para del peso seco obtenido con las diferentes dosis de biol, son estadísticamente iguales.

El coeficiente de variación (CV = 16.85 %), indica la variabilidad de los resultados del peso seco, esta variabilidad probablemente se atribuya al material experimental (cultivo de lechuga) asociados a otros factores. Como producto de dicha asociación, se encontró que con un mismo tratamiento los resultados obtenidos en el peso seco, fueron diferentes.

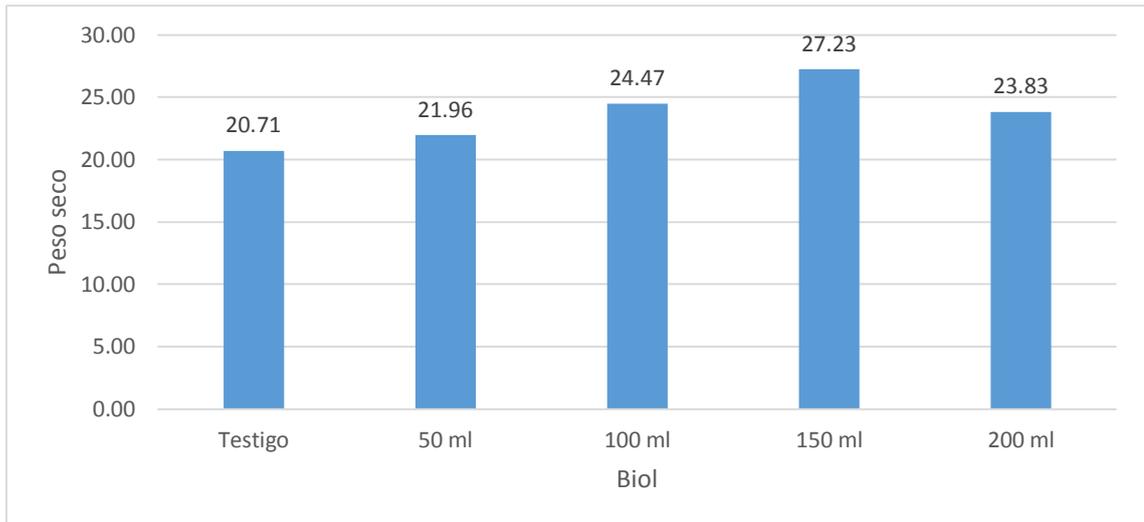


Figura 04. Promedio del peso seco de lechuga *Lactuca sativa* L variedad White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo., con las diferentes dosis de Biol, con las diferentes dosis de Biol.

En la Figura.04, se observa los resultados del peso seco, los cuales oscilan entre 20.71gr (Testigo) y 27.23 gr (biol a 150 ml). Con el testigo se obtuvo el menor peso seco.

Siura (2009) encontró que la aplicación de biofertilizante BIOL incrementó el peso de hortalizas bajo cultivo orgánico, con diferencias estadísticas altamente significativas. El mismo Siura (2010), encontró que, en el cultivo de Espinaca, a mayor concentración de biofertilizante BIOL el rendimiento se incrementa.

Tabla 11. Resultados de parámetros evaluados del experimento en estudio: “Efecto de cuatro dosis de biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var White Boston”.

Resultados de parámetros evaluados		
Parámetros evaluados	coeficiente de variación	Descripción
Diámetro de cabeza	CV = 5.24 %	Nos indica que está dentro de los rangos permisibles para trabajos de campo, la variabilidad de los resultados en el diámetro de la planta, probablemente se atribuya al material experimental.
Altura de planta	CV = 10.21 %	
Longitud de raíz	CV = 9.57 %	
Diámetro de cuello de la planta	CV = 5.78%	
Longitud de tallo	CV = 12.41	

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENTACIONES

5.1. Conclusiones

Al evaluar el efecto en el rendimiento de *Lactuca sativa* L. var. White Boston con la aplicación del biol producido, los resultados estadísticos al no presentar diferencias significativas, en ninguna de las dosis aplicadas.

5.2. Recomendaciones

Evaluar el efecto del biol en un ciclo más largo y con otros niveles de aplicación. Al parecer altas concentraciones del biol generan mejores resultados.

CAPÍTULO VI

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Arana, Saúl (2011). *Manual de elaboración del biol*. Lima, Perú: Soluciones prácticas. Practical Action. p. 9.

Álvarez, Fernando (2010). *Preparación y uso del biol*. Lima, Perú: Soluciones prácticas. ITDG. p. 9.

Aguirre, A. (2001). *Suelos, abonos y enmiendas*. Editorial Dossat. S.A. Madrid 488 p.

Agrios, G. 2010. *Fitopatología*. Segunda edición. Editorial Limusa S.A. Mexico. Pp 261.

Bazán, M. (2004). “Efecto de dos formas de aplicación de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*)”. Tesis ingeniero agrónomo. Facultad de ciencias agrícolas y forestales 67 p.

Brechelt, A. 2004. *El manejo ecológico de plagas y enfermedades*. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). RD. Santiago: RAP-AL

Carrasco, G., y J. Izquierdo. 2005. *Manual Técnico Almaciguera Flotante para la Producción de Almacigos Hortícolas*. Universidad de Talca, FAO.

Cabrera, M (2001). “abonamiento orgánico al suelo complementado con Aplicaciones Foliares en acelga (*Beta vulgaris* var *Cicla*)” tesis – Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas y forestales. 83 p.

Celis, C., y Campos, H. M. 2010. La Hidroponía Como Proyectos Emprendedores De Tecnología Aplicada Para Dar Sustentabilidad A La Agricultura Urbana.

Díaz, G. G. 2004. Hidroponía en casa: una actividad familiar: San José, CR: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Damiani, O. 2002. Pequeños productores rurales y agricultura orgánica: lecciones aprendidas en América Latina y el Caribe. Documento del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. Oficina de Evaluación y Estudios. Fondos Internacional de Desarrollo Agrícola: Roma, Italia. 63 p.

Enciclopedia Agropecuaria Terranova (1995) "Producción Agrícola" primera edición, editorial, terranova Editores Ltda. Santa Fe de Bogota impreso en Colombia.

FONCODES (Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social, PE); PACC Perú (Programa de Adaptación al Cambio Climático, PE). 2014. Producción y uso de abonos orgánicos: Biol, compost y humus (en línea). Manual técnico N° 5. 43 p. Consultado 2 abr. 2016. Disponible en <http://www.paccperu.org.pe/publicaciones/pdf/126.pdf>

Guerrero. J. 1993. Abonos orgánicos primera edición ARA, lima- Perú. Pp.90.

Giaconi, V.M (2004). Cultivo de hortalizas, Editorial universitaria, Pp 218.

Gómez L., J. Seleccione mejor sus abonos compuestos. Manual de Fertilizantes. 7 ed. TOA, Santafé de Bogotá. CO. No.61: 56. 1998. 5
Grazia, P.A. Tittonell, Á. Chiesa. Efecto de la época de siembra, radiación y nutrición nitrogenada sobre el patrón de crecimiento y el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Cátedra de Horticultura y Floricultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Argentina. 2001. 6.

Guanopatin, M. 2012. Aplicación de biol en el cultivo establecido de Alfalfa (Medicago sativa, L.). Tesis Lic. Agr. Cevallos. Universidad Técnica de Ambato Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias. 93p. Disponible en edi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf

Higuita, F. Manual práctico de hortalizas. 2 ed. TOA, Santafé de Bogotá, CO. No. 93: 95. 1997. 7.

Jiménez Cuestas Edwin V. Aplicación de biol y fertilización química en la rehabilitación de praderas, “aloag – pichincha”. Ecuador. 2011.

INIA-Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estación Experimental Puno. Ficha técnica del cultivo.

Jackson, L. E. (1995). Root architecture in cultivated and wild lettuce (Lactuca spp.). Plant, Cell and Environ. Vol. 18 (Nº 8). Pp. 885-897.

Mallar. LA LECHUGA. EDITORIAL HEMISFERIO SUR, S.A. Primera Edición. pp, 1, 5, 10, 18-19. 1978.

Martí H., J. 2008. Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación. Biodigestores de polietileno tubular de bajo costo para trópico, valle y altiplano. La Paz, BO. GTZ - Proagro. 85p. Consultado 28 oct. 2009. Disponible en <http://www.bivica.org/upload/biodigestores-familiares.pdf>.

Martí O., N. 2006. Phosphorus Precipitation in Anaerobic Digestion Process (en línea). Dissertation.com. Boca Raton, Florida, USA. Consultado 7 set. 2016. Disponible en <http://www.bookpump.com/dps/pdf-b/1123329b.pdf>.

Montesinos, 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. Tesis previa a la obtención del título de Magister en Agroecología y Ambiente. UNIVERSIDAD DE CUENCA, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y

AMBIENTE. 59 pp. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4706/1/TESIS.pdf> [Consulta 16/06/2017].

Rincón, L.; Sáez, J.; Pérez, J.A.; Gómez, M.D. y Pellicer, c. Crecimiento y absorción de nutrientes del brócoli. INIA, Madrid, ES. p.19. 1999.

Roselló & Oltra. EXTRACTOS NATURALES UTILIZADOS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA. 2:3-8. 2003.

Ryder, E. (1999). Lettuce, Endive and Chicory. Wallingford, Oxon, Reino Unido: CABI Publishing. USDA-ARS (2016).

Sánchez. ABONOS ORGÁNICOS Y LOMBRICULTURA. Editorial Servilibros Cda. Alborada, 7ma Etapa, Mz. pp, 742. 53, 59-60. 2003.

Mallar, A. 1977. La lechuga primera edición. Editorial hemisferio sur, S.A. Argentina. Pp 55.

Maroto, Gómez y Baixauli. La lechuga y la Escarola. Edición Mundi-prensa. Pp. 242.

Mou, B. (2008). Lettuce. En Prohens, J. y Nuez, F. Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae. Nueva York, EE.UU.: Springer Science + Business Media, LLC.

Mou, B. y Ryder, E. (2004). Relationship between the nutritional value and the head structure of lettuce. Acta Hort. 637361-367.

USDA National Nutrient Database for Standard Reference. En línea: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/>. [25-5-2016]

Vera, A. G. Carrión 1995. Manual silvo agropecuario, tomo 8 servicios silvo agropecuario (SESA) universidad nacional de Cajamarca- Perú.

Vallejos, F. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Universidad nacional de Colombia.

Warnars, I. 2014. estudio sobre el biol, sus usos y resultados. Pp 32.

ANEXO

Anexo 1. Análisis de suelo del campo experimental en estudio: “Efecto de cuatro dosis de biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var White Boston”.



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego



“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : **PAOLA INCIO SANCHEZ**

PROCEDENCIA: Cajamarca – Fundo UNC

Fecha: **12/04/2017**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	A meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
UNC	SU0317-EEBI-17	9.54	330.0	7.0	2.24	--	41	16	43	Ar

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MEDIO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : **NEUTRO**
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO
 Clase textural : ARCILLOSO

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: LECHUGA

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha
Cantidad	130	75	50	--								

Recomendaciones y Observaciones Especiales:



Jirón Wiracocha 5/N - Baños del Inca
 T: 076-348386
 www.inia.gob.pe
 www.minagri.gob.pe

Trabajando para todos los peruanos

Anexo 2. Análisis de biol del experimento en estudio: “Efecto de cuatro dosis de biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var White Boston”.



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



**INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE
MATERIA ORGANICA**

SOLICITANTE : PAOLA INCIO SÁNCHEZ

PROCEDENCIA : CAJAMARCA

MUESTRA DE : BIOL

REFERENCIA : H.R. 59713

BOLETA : 606

FECHA : 01/08/17

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
491		6.90	25.40	74.54	34.23	3724.00	1405.10	5690.00

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
491		4210.00	440.00	2300.00

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
491		33.26	6.80	33.60	47.70	8.19



Sady Garcia Bendezú
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de *Lactuca sativa* L var. White Boston bajo 4 dosis diferentes de fertilización (biol).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	3.16	3	1.05	0.6	0.6268
Biol	12.35	4	3.09	1.76	0.2017
Error	21.05	12	1.75		
Total	36.56	19			

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta de *Lactuca sativa* L. var. White Boston, bajo 4 diferentes dosis de biol y un testigo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	6.95	3	2.32	2.09	0.1553
Biol	1.54	4	0.39	0.35	0.8409
Error	13.32	12	1.11		
Total	21.82	19			

Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz (cm) de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol y un testigo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	44.24	3	14.75	15.29	0.0002
Biol	0.83	4	0.21	0.21	0.9251
Error	11.57	12	0.96		
Total	56.64	19			

Tabla 15. Análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de cuello de planta de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	0.35	3	0.12	7.13	0.0052
Biol	0.05	4	0.01	0.81	0.5429
Error	0.2	12	0.02		
Total	0.6	19			

Tabla 16. Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de tallo de planta de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	1.24	3	0.41	3.51	0.0492
Biol	1.04	4	0.26	2.22	0.1278
Error	1.41	12	0.12		
Total	3.69	19			

Tabla 17. Datos obtenidos en campo para el diámetro de *Lactuca Sativa* L Var. White Boston bajo 4 dosis diferentes de biol.

Bloques	TRATAMIENTOS DIAMETRO DE PLANTA					Total bloques
	Testigo	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	
I	24,5	25,71	25,75	24,8	23,62	124,38
II	24,7	25,7	25,2	23,79	28	127,39
III	27,95	26,55	25,75	22,89	26	129,14
IV	24,35	25,7	26,75	23,57	24,23	124,6
Total	101,5	103,66	103,45	95,05	101,85	505,51
Prom.	25,38	25,92	25,86	23,76	25,46	25,28

Tabla 18. Datos obtenidos en campo para la altura de planta de *Lactuca Sativa L.* var. White Boston, bajo 4 diferentes dosis de biol.

TRATAMIENTOS ALTURA DE PLANTA						
Bloques	BIOL					Total bloques
	Testigo	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	
I	11,95	9,15	10,75	9,15	10,3	51,3
II	9,2	9,35	9,65	9,6	10,05	47,85
III	9,42	10	10,25	10,5	11	51,17
IV	9,65	11,91	12,7	11,98	9,88	56,12
Total	40,22	40,41	43,35	41,23	41,23	206,44
Prom	10,06	10,10	10,84	10,31	10,31	10,32

Tabla 19. Datos obtenidos en campo para la para la longitud de raíz (cm) de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol.

Bloques	Tratamientos Longitud de raíz					Total bloques
	BIOL					
	Testigo	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	
I	12,73	12,3	11,6	13,75	13,25	63,63
II	9,62	10,6	9,02	9,89	10,1	49,23
III	8,33	8,62	10,18	9,2	7,38	43,71
IV	10,85	9,81	8,63	8,8	10,51	48,6
Total	41,53	41,33	39,43	41,64	41,24	205,17
Prom.	10,38	10,33	9,86	10,41	10,31	10,26

Tabla 20. Datos obtenidos para el diámetro de cuello de planta de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol.

Bloques	Tratamientos diámetro de cuello					Total bloques
	BIOL					
	Testigo	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	
I	2,06	2,27	2,47	2,52	2,45	11,78
II	2,01	2,03	2,13	1,95	2,02	10,13
III	2,18	2,26	2,21	2,12	2,09	10,86
IV	2,37	2,43	2,33	2,44	2,11	11,68
Total	8,61	8,99	9,14	9,04	8,67	44,45
Prom	2,15	2,25	2,29	2,26	2,17	2,22

Tabla 21. Datos obtenidos para la longitud de tallo de planta de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol.

Bloques	Tratamientos longitud de planta					Total bloques
	BIOL					
	Testigo	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	
I	2,48	2,3	2,54	2,6	3,35	13,27
II	2,89	2,63	2,94	3,73	3,75	15,94
III	2,55	2,61	2,31	2,85	2,44	12,76
IV	3,13	2,36	2,54	2,29	2,98	13,3
Total	11,05	9,9	10,33	11,47	12,52	55,27
Prom.	2,76	2,48	2,58	2,87	3,13	2,76

Tabla 22. Datos obtenidos para peso unitario de planta de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol.

Bloques	Tratamientos para peso unitario					Total bloques
	BIOL					
	Testigo	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	
I	182,34	198,98	234,38	300,50	216,25	1132,45
II	174,41	172,15	155,74	174,37	189,31	865,96
III	204,15	193,79	228,78	199,27	222,51	1048,49
IV	177,89	226,39	208,58	208,06	153,59	974,50
Total	738,79	791,30	827,48	882,19	781,65	4021,40
Prom.	184,70	197,82	206,87	220,55	195,41	201,07

Tabla 23. Datos obtenidos para peso total de planta de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol.

Bloques	Tratamientos para peso total					Total bloques
	BIOL					
	Testigo	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	
I	1,82	1,99	2,34	3,01	2,16	11,32
II	1,74	1,72	1,56	1,74	1,89	8,66
III	2,04	1,94	2,29	1,99	2,23	10,48
IV	1,78	2,26	2,09	2,08	1,54	9,74
Total	7,39	7,91	8,27	8,82	7,82	40,20
Prom.	1,85	1,98	2,07	2,21	1,95	2,01

Tabla 24. Datos obtenidos para peso seco de planta de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol.

Bloques	Tratamientos para peso seco					Total bloques
	BIOL					
	Testigo	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	
I	22,13	23,65	30,42	40,73	25,77	142,69
II	18,64	18,88	18,64	16,23	21,70	94,09
III	21,19	23,60	22,51	27,90	26,28	121,47
IV	20,90	21,73	26,31	24,06	21,58	114,58
Total	82,85	87,86	97,89	108,92	95,32	472,84
Prom	20,71	21,96	24,47	27,23	23,83	23,64

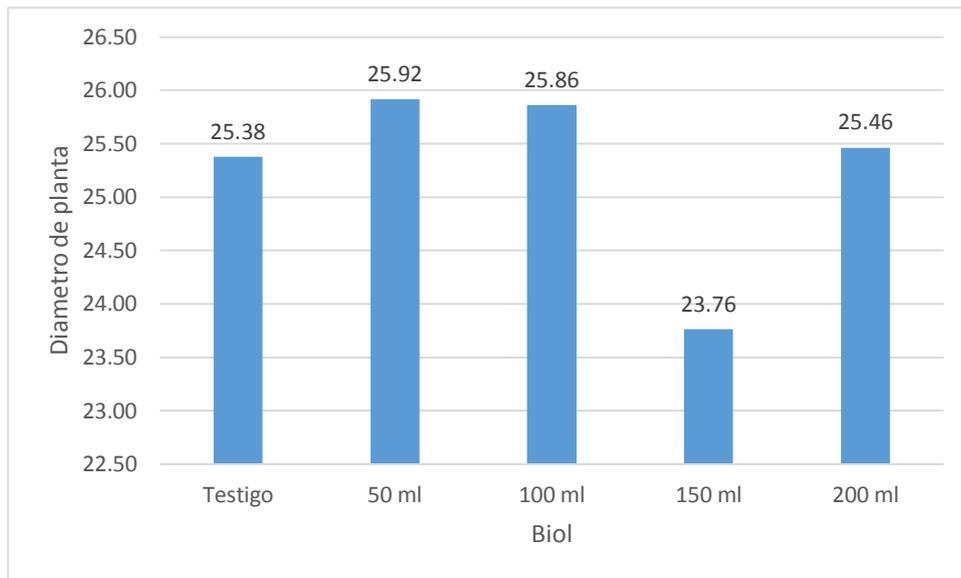


Figura 05, Promedio del diámetro de planta (cm) de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol y un testigo.

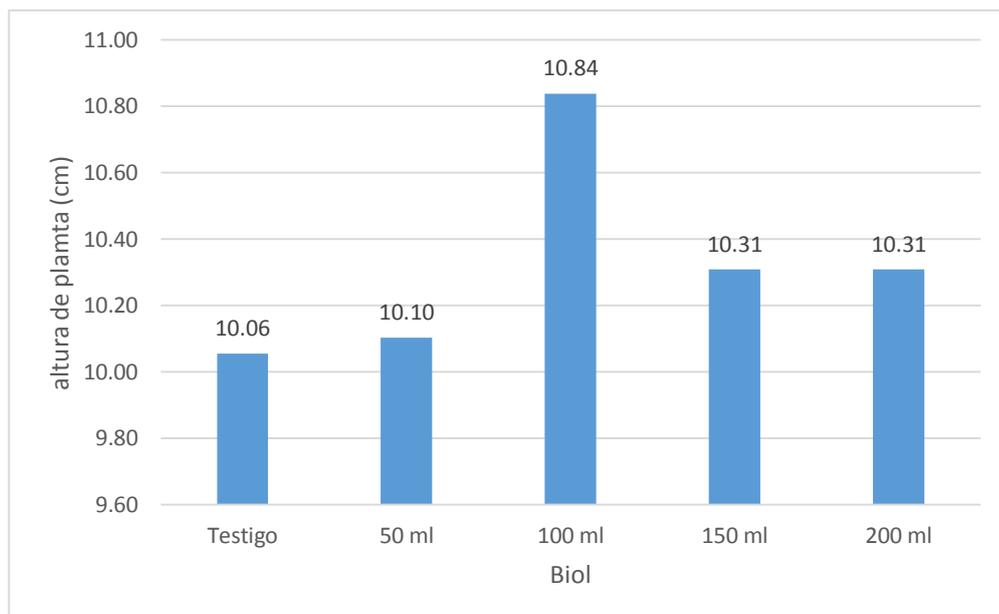


Figura 06, Promedio de la altura de planta (cm) de lechuga *Lactuca sativa* L var. White Boston, con las diferentes dosis de biol y un testigo.

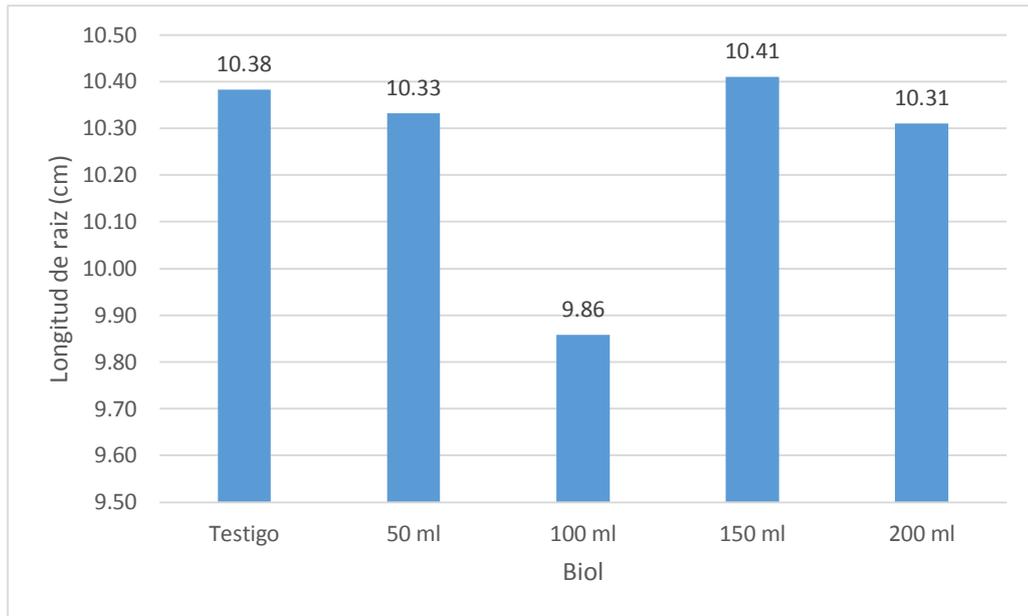


Figura 07, Promedio la longitud de raíz, (cm) de lechuga *Lactuca sativa L* var White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo.

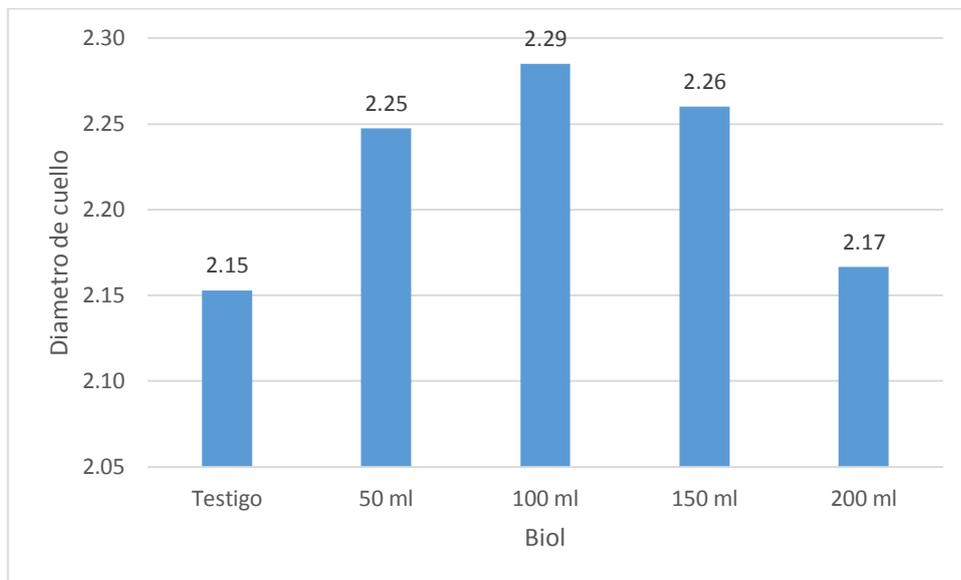


Figura 08. Promedio del diámetro de cuello de planta (cm) de lechuga *Lactuca sativa L* var. White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo.

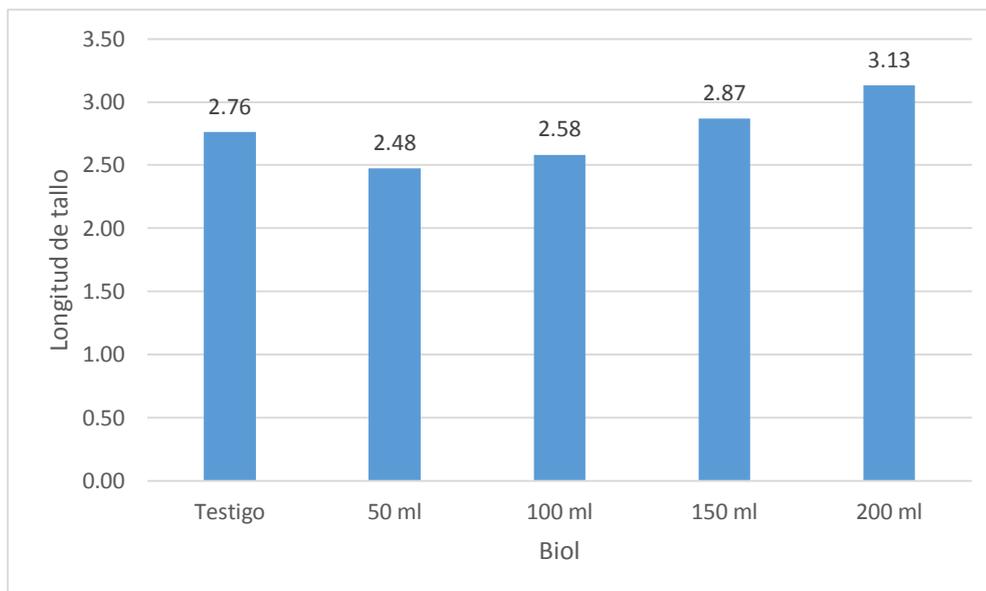


Figura 09, Promedio de la longitud de tallo (cm) de lechuga *Lactuca sativa L* variedad White Boston, con las diferentes dosis de Biol y un testigo., con las diferentes dosis de Biol.



Figura 10. Preparación del almácigo en el Servicio Silvo Agropecuario



Figura 11. Siembra en almácigo



Figura 12. Almácigo listo para el trasplante



Figura 13. Preparación del terreno para el trasplante.



Figura 14. Cultivo de lechuga a una semana del trasplante



Figura 15. Biol en el campo experimental



Figura 16. Aplicación del biol alrededor de cada planta



Figura 17. Cultivo 4 semanas de trasplante



Figura 18. Distribución de los diferentes tratamientos



Figura 19. Evaluación de diferentes parámetros en el laboratorio