

## I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, la producción de hortalizas está proyectándose con éxito tanto a los mercados locales como a los grandes mercados internacionales, debido a su reconocida calidad, lo que está motivando que cada vez más agricultores incursionen en este importante renglón productivo. Entre las hortalizas cuya demanda ha crecido en los últimos tiempos, aparece la lechuga de hoja, que tiene una gran demanda entre los consumidores locales y ya ha incursionado con éxito en el mercado de los Estados Unidos, al ser producida de manera "orgánica".

Es importante señalar, que de acuerdo con los resultados del III Censo Nacional Agropecuario, la producción de lechuga de repollo en el país se hace sobre 1278 hectáreas como monocultivo y sobre 366 hectáreas en cultivos hortícolas diversificados, registrándose un rendimiento promedio de 7.5 Tm por hectárea, lo que contrasta significativamente con el rendimiento de la lechuga de hoja cuyo rendimiento promedio es de 14 Tm/ha. La lechuga regular es una hortaliza que se ha cultivado ancestralmente en el Ecuador, en las zonas altas de la serranía. En los últimos años se le cultiva en invernadero para su exportación y se han abierto mercados para la lechuga orgánica, con muy buen potencial en las épocas de ventana comercial.

De acuerdo con el informe anual del Sistema de información Geográfico Agropecuario (Sigragro), durante el 2005 en el Ecuador se destinaron unas 1.288 hectáreas para el cultivo de lechugas, lo que generó una producción aproximada de 7.680 toneladas métricas. La provincia que tiene la mayor producción es Tungurahua, con 3.256 Tm de lechuga cultivada en un área de 640 hectáreas, seguida de Chimborazo con 2.560 Tm en una extensión de 366 hectáreas. Pichincha se coloca en tercer lugar con 68 hectáreas y una producción de 548 Tm. Carchi, Imbabura, Azuay y Loja mantiene promedios de entre 45 y 49 hectáreas

de sembríos, mientras que Cotopaxi y Cañar registran 4 y 29 hectáreas, respectivamente.

Según el los estudios de mercado realizados, la producción de lechugas es una opción para el productor grande y pequeño por ser una hortaliza que se cultiva todo el año. No requiere extensiones amplias de terreno, además en el país se registra un auge en la demanda y en el consumo de lechuga. La producción es mayor cuando hay suficiente cantidad de agua para el riego, el valor del producto es bajo: entre 25 y 35 centavos cada unidad de lechuga, mientras que el precio se incrementa y una hortaliza puede costar hasta 50 centavos en época seca.

La hidroponía consiste en el uso de múltiples medios y sustancias para que cualquier tipo de cultivo desarrolle y produzca sin la presencia de tierra, este método se basa en el uso de flujo de una disolución nutritiva a través de las raíces de las plantas donde se dosifican las sustancias fertilizantes necesarias y se controla el pH.

El déficit de agua y la escasez de suelo que ocurren en varias comunidades y en ciertas épocas del año, han provocado inversiones para implantar el uso de cultivos hidropónicos en invernaderos y fuera de ellos, para conseguir una mayor producción con un bajo consumo de agua y en el menor período de tiempo.

En este sentido el cultivo hidropónico surge como una alternativa a la agricultura tradicional de la zona, cuyo principal objetivo es disminuir los factores limitantes del crecimiento vegetal asociados a las características del suelo, manteniendo un alto volumen de producción durante todo el año.

Con la hidroponía se favorece un incremento en el número de cosechas al año por área de producción, no hace falta que transcurra un tiempo limitado de descanso entre cosechas y se controla la nutrición de la planta.

Debido a la gran aceptación que presenta la lechuga y últimamente las variedades de lechuga de hoja, y además de la preferencia de productos orgánicos que solicitan los consumidores, se hace necesaria esta investigación que mediante la aplicación de varias dosis de biol, busca establecer parámetros que satisfagan los requerimientos nutricionales de la lechuga, así como establecer su influencia en el comportamiento agronómico de esta hortaliza.

**Objetivo General:**

Evaluar el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando varias dosis de Biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura.

**Objetivos específicos:**

- Determinar el comportamiento agronómico y de producción de los cultivares de lechuga sembrados mediante sistema hidropónico.
- Identificar la dosis más adecuada de Biol en el desarrollo y rendimiento del cultivo de lechuga.
- Analizar económicamente los resultados.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA LECHUGA.

Infoagro (s.f.), hace interesantes referencias sobre la lechuga, el griego Florentino, quien vivió en la primera mitad del siglo III. En sus relatos la describe como una verdura jugosa y refrescante, ideal para combatir inflamaciones ardientes, soporífero insuperable y estimulante de la leche. Su consumo disminuyó incomprensiblemente en la Edad Media, y se asegura que fue traída a América por Colón, en el año 1494, junto a un cargamento de diversas semillas. Sus distintas variedades llamaron siempre la atención, al parecer, las más conocidas eran las de hoja suelta; en tanto que las acogolladas no se conocieron en Europa sino hasta el siglo XVI. Doscientos años después, y gracias a varios estudios realizados por horticultores alemanes, se crearon numerosos y diversos tipos de lechuga.

Minag (s.f.), describe que la raíz de la lechuga es de tipo pivotante y ramificada de unos 25 cm, por lo cual se explica su resistencia a la sequía. 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.

Maroto (2010), explica que el tallo de la lechuga es muy corto y al llegar a la floración se alarga hasta un metro, desarrollando un capítulo de 15 a 25 flores de color amarillo, pequeñas, reunidas en anchas cimbras corimbosas y con numerosas bracteolas.

Gordon (2010), en cambio manifiesta que 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. Y que sus hojas son basales numerosas y grandes en densa roseta, además ovales, oblongas, brillantes y opacas, dependiendo del tipo y variedad. En variedades de repollo, las hojas bajas son grandes y alargadas, que se van formando un repollo.

Infoagro (s.f.), indica que las semillas de lechuga son de color blanco o negro, pequeño o alargado de aproximadamente 3 mm de largo. Y que la clasificación taxonómica de la lechuga es la siguiente:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Paenopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Tribu:	Lactuceae
Género:	Lactuca
Especie:	<i>Lactuca sativa</i>
Nombre común:	Lechuga

Según Euroresidentes (s.f.), La lechuga tiene muy poco valor nutritivo, con un alto contenido de agua (90-95%), es rica en antioxidantes, como la vitamina A, C, E, B1, B2, B3 y K minerales: fósforo, hierro, calcio, potasio y aminoácidos. Las hojas exteriores más verdes son las que tienen mayor contenido en vitamina C y hierro.

Infoagro (s.f.), da a conocer el valor nutricional de la lechuga en 100 g de porción comestible

Cuadro 1. Composición

Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	1,3
Grasas (g)	0,2
Calcio (g)	0.4
Fósforo (mg)	25.0
Vitamina C (mg)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Riboflavina (mg)	0.6
Tiamina (mg)	0.3
Vitamina A (U.I.) (mg)	0,07
Calorías (cal)	18

Fuente: infoagro

Sakata (s.f.), da a conocer algunas variedades y sus principales características que son las siguientes:

- Lechuga luana o salinas: Es la más tradicional, de hojas mantecosas y lisas, muy sabrosa.
- Lechuga Green Salad Bowl: Lechuga de color verde claro, crespa con cabeza grande, tolerante a temperaturas elevadas. su maduración oscila entre 65 a 70 días
- Lechuga Red Salad Bowl: Hojas de color rojo bronce, ovales, largas, divididas, de rizado medio, muy tiernas, planta voluminosa, de porte abierto, lenta a subir, apreciada en ensaladas por su bonito colorido, su maduración oscila entre 70 a 80 días.

El Comercio (2011), publica que hoy en día, el cultivo de la lechuga está ampliamente difundido, y su siembra se encuentra en climas templados de todo el mundo.

El cultivo de la lechuga se lo hace mediante surcos, platabandas o camas, también se lo realiza de manera hidropónica y semihidropónica. Cada planta se distancia de 20 a 30 centímetros. Si se la siembra en parcelas en el terreno se puede asociar la lechuga con diferentes cultivos como cebolla, remolacha, entre otras. Eso ayuda a la eficiencia del terreno. Los semilleros se realizan a través del proceso de germinación. Consiste en colocar en las gavetas de sustrato o turba la semilla. Luego entre 25 y 30 días están listas para trasplantar en la tierra. Lo recomendable el riego diario en los primeros días pos trasplante para que la planta agarre bien. El riego luego debe ser cada semana. Es necesario realizar dos deshierbas: la primera al mes después del trasplante y la segunda luego de seis semanas.

Infoagro (s.f.), explica que la lechuga es una hortaliza pobre de calorías, aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las interiores; además es una fuente de ácido fólico y tiene un alto contenido de vitamina A. El ácido fólico, presente en algunas variedades de lechuga, es considerado un anticancerígeno. La lechuga se cultiva en todo el mundo en climas templados como planta medicinal y como verdura.

La medicina naturista le ha otorgado un sitio preponderante, pues la consideran una verdadera panacea para combatir una gran cantidad de enfermedades y males. Sostienen que es un excelente diurético, que ayuda a los aparatos digestivo y respiratorio, que combate los ataques de asma y los espasmos bronquiales, es maravillosa para los cólicos menstruales, además de servir como analgésico, colirio ocular y desodorante natural, entre otras miles de aplicaciones. Además, es un magnífico alimento por su gran aporte de vitaminas y minerales.

La lechuga posee abundante agua, vitaminas A, B y C además es rica en fibra, hierro y calcio. Tiene propiedades emolientes de uso externo para mitigar dolores producidos por golpes, torceduras, esguinces. También se recomienda para dolores menstruales. Para ello, se hace hervir un par de hojas de lechuga y se aconseja beber 2 ó 3 tazas al día.

Según Serrano (1982), para la producción de lechugas hidropónicas se debe proporcionar a la planta las condiciones ambientales más cercanas a la naturaleza. La luz solar es básica para el crecimiento de toda planta, pero el exceso de calor le provoca daños. Por lo que el lugar en donde tendrá su pequeño cultivo de lechugas hidropónicas debe tener ingreso de luz y bastante ventilación. La finalidad es no acumular exceso de calor y humedad. El agua que utilice para nutrir a la planta debe ser totalmente limpia, en ella debe mezclar los abonos que servirán de alimento para la planta.

Slhfarm (s.f.), manifiesta que este cultivo no soporta las temperaturas elevadas y bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperaturas de hasta -6 °C. Las temperaturas propicias para el cultivo oscilan entre los 15 y 20 grados centígrados.

La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan.

## **2.2. LA HIDROPONIA.**

Wikipedia (2011), en su web side informa, que en 1699, John Woodward, un miembro de la Sociedad Real de Inglaterra, cultivó plantas en agua que contenía varios tipos de tierra, la primera solución de nutrientes hidropónica artificial, y



encontró que el mayor crecimiento ocurrió en agua con la mayor cantidad de tierra. Puesto que ellos sabían poco de química por esos días, él no pudo identificar los elementos específicos que causaban el crecimiento. Concluyó, por tanto, que el crecimiento de la planta era un resultado de ciertas substancias y minerales en el agua, contenidos en el “agua enriquecida”, en lugar que simplemente del agua.

Por las décadas que siguieron a la investigación, los fisiólogos de plantas europeos, demostraron que el agua era absorbida por las raíces de la planta, que atraviesa su sistema capilar y que escapa en el aire a través de los poros en las hojas. Descubrieron que la planta toma minerales tanto del suelo como del agua y que las hojas expulsan dióxido de carbono al aire. Demostraron también que las raíces de la planta toman oxígeno.

En la misma fuente se señala que a final de la década de 1920 e inicio de los años treinta el Dr. William F. Gericke de la Universidad de California extendió sus experimentos de laboratorio y trabajos en nutrición de plantas a cosechas prácticas en aplicaciones comerciales a gran escala. A estos sistemas de nutricultura los llamó “hidroponía”, La palabra se derivó de dos palabras griegas, *hidro*, significa agua y *ponos* que significan labor; literalmente “trabajo en agua.” Su trabajo es considerado la base para todas las formas de cultivo hidropónico, aunque se limitó principalmente a la cultura de agua sin el uso de medio de arraigado.

Wikipedia (2011), define como Hidroponía a la ciencia de cultivo de plantas sin el uso de tierra, pero con uso de un medio inerte, como arena gruesa, turba, vermiculita o aserrín al que se agrega una solución nutriente que contiene todos los elementos esenciales requeridos por la planta para su crecimiento normal y desarrollo. Puesto que muchos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio que contiene material orgánico como turba o aserrín, son a menudo

llamados "cultivos sin suelo", mientras que aquellos con la cultura del agua serían los verdaderamente hidropónicos.

Según Salamanca (2011), el cultivo de las plantas sin suelo se desarrolló a partir de investigaciones llevadas a cabo para determinar que sustancias hacían crecer a las plantas y la composición de ellas. A comienzos de los años treinta, científicos de la Universidad de California, pusieron los ensayos de nutrición vegetal a escala comercial, denominando "Hidropónico" a este sistema de cultivo, palabra derivada de las griegas hydro (agua) y ponos (labor, trabajo), es decir literalmente "trabajo en agua". Los cultivos hidropónicos o hidroponía pueden ser definidos como la técnica del cultivo de las plantas sin utilizar el suelo, usando un medio inerte, al cual se añade una solución de nutrientes que contiene todos los elementos esenciales vitales por la planta para su normal desarrollo. Puesto que muchos de estos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio de cultivo se les denomina a menudo "cultivo sin suelo".

Según Briones (2011), la Hidroponía (hidro = agua y ponos = trabajo) es una técnica de producción de cultivos sin suelo. Este es reemplazado por el agua con los nutrientes minerales esenciales disueltos en ella. Las plantas toman sus alimentos minerales de las soluciones nutritivas, adecuadamente preparadas y sus alimentos orgánicos los elaboran por procesos de fotosíntesis y biosíntesis.

Además indica que la lechuga es el cuarto vegetal más importante que se cultiva bajo el sistema hidropónico, en comparación con la que se cosecha a campo abierto su producción es mínima.

Serrano (1982), comenta que por su alta calidad nutricional, bajo costo de producción (con relación al cultivo orgánico) y alto nivel sanitario, el cultivo hidropónico es hoy en día una de las alternativas más adecuadas para la producción de lechuga, justamente esa técnica es la que se utiliza desde hace 17 años.

El mismo autor manifiesta, que la técnica que consiste en nutrir a la planta por medio de agua, sin utilizar tierra como fuente de alimento se denomina cultivo hidropónico. La raíz se alimenta por medio de agua, sin tener contacto con la tierra. Esta forma de siembra se realiza con éxito en nuestro país ya que el cultivo hidropónico tiene varias ventajas, entre ellas: la planta se desarrolla más rápido y mejor. La diferencia con el cultivo tradicional, que utiliza a la tierra como fuente de alimento, radica en dos aspectos básicos: "limpieza y sanidad". La tierra facilita la propagación de plagas y enfermedades en la planta, mientras que con el sistema hidropónico, cultivo en agua reduce la posibilidad de enfermedades. Además, se le aporta a la planta la cantidad exacta de nutrientes disueltos en el agua.

Sánchez Del Castillo y Escalante (1988), indican que la hidroponía es considerada como un sistema de producción agrícola que tiene gran importancia dentro de los contextos ecológicos, económicos y sociales. Esta importancia se basa en la gran flexibilidad del sistema. A continuación se enumeran algunas condiciones y usos:

- Para producir alimentos en zonas áridas.
- Para producir en regiones tropicales.
- Para producir bajo condiciones de clima templados y frío.
- Para lugares donde el agua tiene alto contenido de sales.
- Para lugares donde no es posible la agricultura normal, debido a las limitantes de suelo.
- Para lugares donde es peligroso el cultivo tradicional debido que el suelo es fácilmente erosionable.
- Para producir hortalizas en las ciudades.
- Para producir donde son caras y escasas.
- Como una fuente más de ocupación de mano de obra no calificada.

Wikipedia (2011), explica que las ventajas de la producción hidropónica son:

- Cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.

- Reducción de costos de producción.
- Independencia de los fenómenos meteorológicos.
- Menos espacio y capital para una mayor producción.
- Ahorro de agua, que se puede reciclar.
- Ahorro de fertilizantes e insecticidas.
- Se evita la maquinaria agrícola (tractores, rastras, etcétera).
- Limpieza e higiene en el manejo del cultivo.
- Mayor precocidad de los cultivos.
- Alto porcentaje de automatización.

Y que se denomina sustrato a un medio sólido inerte que cumple dos funciones esenciales:

- Anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles respirar.
- Contener el agua y los nutrientes que las plantas necesitan.

Los gránulos componentes del sustrato deben permitir la circulación del aire y de la solución nutritiva. Se consideran buenos aquellos que permiten la presencia entre 15% y 35% de aire y entre 20% y 60% de agua en relación con el volumen total. Muchas veces es útil mezclar sustratos buscando que unos aporten lo que les falta a otros, teniendo en cuenta los aspectos siguientes:

- Retención de humedad.
- Alto porcentaje de aireación.
- Físicamente estable.
- Químicamente inerte.
- Biológicamente inerte.
- Excelente drenaje.
- Poseer capilaridad.
- Liviano.
- De bajo costo.

- Alta disponibilidad.

Los sustratos más utilizados son los siguientes: cascarilla de arroz, arena, grava, residuos de hornos y calderas, piedra pómez, aserrines y virutas, ladrillos y tejas molidas (libres de elementos calcáreos o cemento), espuma de poliestireno (utilizada casi únicamente para aligerar el peso de otros sustratos.), turba rubia, vermiculita.

### **2.3. BIOL**

Díaz (2011), menciona que el biol es una sustancia líquida orgánica que se obtiene mediante la fermentación en agua de estiércoles, plantas y otros materiales orgánicos. El biol mejora la nutrición de la planta haciéndola más resistente al ataque de plagas y enfermedades. Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de la planta. Aumenta la producción y mejora la calidad de los productos.

La Escuela Politécnica del Ejército (2011), en su página web difunde que el Biol es el afluente líquido que se descarga de un digestor como resultado de la descomposición anaeróbica o biodigestión de materia orgánica (Estiércol de animales de granja y leguminosas), el cual aparece como residuo líquido sobrenadante resultantes de la fermentación metanogénica de los desechos orgánicos. Además es un fitoestimulante, debido a su composición orgánica, rica en fitohormonas promotoras activas que estimulan el desarrollo, el aumento y fortalecimiento de la base radicular, el follaje, mejora la tasa fotosintética, la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas. Su acción sinérgica se traduce en aumentos significativos de las cosechas a bajos costos.

Según Claire (s.f.) manifiesta que toda UPA posee restos de cultivos para establecer un biodigestor, muchos de estos materiales acumulan residuo indigeribles entre ellos la lignina. El estiércol es un abono orgánico realmente rico

en N, que es muy fácil de conseguirlo y que al mezclarse bien con el agua presenta una biodigestión normal y produce una buena cantidad de gas.

El mismo autor indica que el uso de un adherente a razón de 25 cc/100lt de solución a fin de evitar que el biol evapore o sea llevado por la lluvia. Señala además las ventajas del biol sobre el rendimiento que consiste en que se requiere de 300l/ha de biol al 50% frente a 800-1000l/ha, de bioabono para alcanzar el mismo efecto y objetivo.

Además dice que la relación entre materia orgánica y agua debe normalmente situarse alrededor del 90% en peso del contenido total. Tanto el exceso como la falta de agua son perjudiciales. La cantidad de agua varía de acuerdo con la materia prima destinada a la fermentación, según la región y la acción de otros factores como la humedad relativa, utilización de orinas y provisión de agua a los animales. Pues es mejor dar más agua a los animales que agregar al estiércol. En todo caso el porcentaje de materia seca debe estar entre el 8 y el 12% para evitar una separación de sólidos y líquidos en el digestor, lo que se obtiene mezclando las siguientes proporciones de estiércol y agua.

Cuadro 2. Disoluciones de biol para aplicación al follaje (en una bomba de 20 litros) según Suquilanda (1995).

Solución (%)	Biol (L)	Agua (L)	Total (L)
25	5	15	20
50	10	10	20
75	15	5	20

Cuadro 3. Proporción de estiércol y agua para la producción de biol.

Fuente de estiércol	Estiércol	Agua
Bovino	1 parte	1 parte
Porcino	1 parte	2 partes
Aviar	1 parte	3 partes

Fuente: manejo de efluentes, proyecto de biogás UMSS-GTZ. Cochabamba-Bolivia 1992

El programa de Agricultura Orgánica de Fundagro citado por el comercio (1995), señala que puede elaborarse Biol a nivel casero y que basta con llevar una caneca de lata o de plástico de 200 litros de capacidad, la cual debe ser llenada con estiércol de bovino, cerdo o aves en las partes ya descritas. Luego se debe agregar alfalfa picada y se dejara fermentar por 32 días en la costa y 60 – 90 días en la sierra, con el recipiente herméticamente cerrado para cumplir con las condiciones anaeróbicas.

Tierra adentro (s.f.), manifiesta que Según El MAGAP – Municipio de Urcuquí, para elaborar el biol necesitamos los siguientes materiales e insumos:

- 1 tanque de plástico con capacidad de 200 litros.
- 1/3 del contenido del tanque de estiércol fresco de ganado, en total unos 67 litros.
- 4 litros de suero o leche.
- 10 litros de melaza.
- 500 g de levadura de pan.
- 2 kg de alfalfa tierna.
- 2 kg de ceniza vegetal y los siguientes minerales:
- 1.5 kg de roca fosfórica.
- 100 g de bórax.
- 100 g de sulfato de cobre.

- 100 g de sulfato de magnesio.
- 100 g de sulfato de zinc.

Agregamos los materiales orgánicos y minerales al tanque de 200 litros, después se añade agua hasta dejar unos 20 centímetros antes del nivel original del tanque. Se deberá cerrar herméticamente y se coloca una trampa de agua para posibilitar un proceso totalmente anaeróbico; el tiempo de descomposición y fermentación es de 45 a 90 días.

- Dosis: Biol/agua: 2/20 lts ; 500 cc/planta

Según INIA (2008) expone, que para producir 200 litros, los agricultores de la Comunidad de Azángaro (Ayacucho), utilizaron los siguientes materiales e insumos.

- Materiales:
  - 1 cilindro de 200 litros, con tapa
  - 1 pitón de cámara de llanta
  - 1 metro de manguera de plástico transparente
  - 1 botella descartable de un litro
- Insumos:
  - 15 kg de estiércol de vacuno fresco
  - 1 litro de suero
  - 2 kg de gallinaza
  - 2 kg de estiércol de cuy
  - 1 kg de sal mineral
  - 2 kg de azúcar
  - 3 kg de estiércol de alpaca



- Plantas repelentes como ajeno, eucalipto, palma real; desmenuzados ó trozados
- 15 kg de estiércol fresco de alpaca
- 02 kg de gallinaza
- 01 kg de guano de isla
- 01 kg de sal mineral
- 02 kg de estiércol de cuy
- 02 kg de azúcar
  
- Preparación:
  - Llenar el estiércol fresco en el tanque de plástico.
  - Agregar el agua y mezclar homogéneamente con la ayuda de una madera (un palo).
  - Agregar la ceniza y la melaza, continuar moviendo la mezcla.
  - Agregar la leche diluida en agua y remover la mezcla.
  - Cerrar herméticamente el timbo para que se lleve a cabo el proceso de fermentación.
  - Finalmente, en la tapa del cilindro acoplar un pitón de cámara de llanta, y unir a una manguera, el otro extremo de la manguera introducir en una botella descartable conteniendo agua. Esto facilita la salida del gas que se formará en el proceso de fermentación.
  - El tiempo de descomposición y fermentación para la obtención del biol está en relación al clima. En climas fríos ocurre en 75 a 90 días, mientras que en climas cálidos en 30 a 45 días. Por ejemplo, en la comunidad de Azángaro de la región Ayacucho, el biol estuvo listo para su uso en 60 días, al observarse un líquido verdoso de aspecto turbio.

Dosis adecuada para la aplicación vía foliar o al piso, Según El Instituto Nacional de Investigación Agraria.

- ❖ 2 litros de biol diluido en 20 litros de agua
- ❖ 3 litros de biol diluido en 20 litros de agua

Medina (1990), indica que la composición activa del biol proveniente del estiércol (BE) y el estiércol más alfalfa (BEA, es según se describe en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Composición bioquímica de biol, proveniente del estiércol (BE) de estiércol más alfalfa (BEA).

Componente	Unidad	Be	Bea
Sólidos totales	%	5.6	9.9
Materia orgánica	%	38.0	41.1
Fibra	%	20.0	26.2
Nitrógeno	%	1.6	2.7
Fósforo	%	0.2	0.3
Potasio	%	1.5	2.1
Calcio	%	0.2	0.4
Azufre	%	0.2	0.2
Ac. Indoalacetico	mg./g.	12.0	67.1
Giberelinas	mg./g.	9.7	20.5
Purina	mg./g.	9.3	24.4
Tiamina(B1)	mg./g.	187.5	302.6
Riboflavina (B2)	mg./g.	83.3	201.1
Piridoxina (B6)	mg./g.	33.3	110.7
Ac. Nicotínico	mg./g.	10.8	35.8
Ac. Fólico	mg./g.	14.2	45.6
Cisteína	mg./g.	9.9	27.4

Triptófano	mg./g.	56.6	127.1
------------	--------	------	-------

Fuente: Medina (1990)

Según El Comercio (1995), el biol puede ser usado en una gran variedad de especies vegetales de ciclo corto, anual, bianual o perenne: gramíneas forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos, y ornamentales, en aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla, y / o raíz.

Para Restrepo (2007), el biol sirve para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la fertilidad las plantas y la salud de los animales al mismo tiempo que sirven para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades. Por otro lado, sirven para sustituir los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria, los cuales son muy costosos y vuelven dependientes a los agricultores.

Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo.

Medina (1990), explica que es una fuente de fitoreguladores que en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de la planta sirviendo para las siguientes actividades agronómicas: enraizamiento (aumenta y fortalece la masa radicular), acción sobre el follaje (amplia la base foliar), mejora la floración activa el vigor y poder germinativo de las semillas, lo que determina un aumento significativo de las cosechas.

Además, en el cuadro de composición bioactiva del Biol hace constar el contenido de fitohormonas como la auxina que es el ácido indolacético (AIA) y se sintetiza a partir del triptófano.

Serrano (1982), afirma que cuando se fuerza el cuajado de flor con la aplicación de hormonas se acorta el tiempo desde el cuajado hasta el estado de madurez del fruto. Además su uso puede aumentar la fecundación de las flores especialmente si la humedad ambiental es alta.

Weaver (1976), explica que el desarrollo de los frutos se debe a expansión celular y como las auxinas son las que controlan este fenómeno fisiológico son considerados importantes en el crecimiento de los frutos. La aplicación de auxinas sobre los frutos en etapas particulares de su desarrollo provoca una respuesta positiva en el crecimiento.

Las auxinas participan en los fenómenos de dominancia apical, morfogénesis, cuajado de frutos, partenocarpia y en la caída natural de las hojas, flores y frutos.

Para Sivori (1980), las auxinas tienen la capacidad de aumentar el índice de prolongación de células de los coleópticos y tallos y procesos fisiológicos como el desarrollo de frutos y la formación de raíces.

Medina (1990), indica que las giberelinas se sintetizan básicamente en las hojas jóvenes y en las semillas. El nivel de las giberelinas se aumenta conforme se desarrolla el embrión y luego se estaciona cuando se desarrolla la semilla. Además confirma que son numerosas, apareciendo en las plantas superiores unas 40. Estas hormonas son compuestos isoprenoides derivados del ácido mevalónico

De acuerdo con Bidwel (2010), el ácido giberélico produce un alargamiento tanto en tallos como de las células con efecto similar al ácido indolacético, pero no idéntico. Las auxinas actúan en la formación de órganos, estimulan la división celular y su alargamiento, las giberelinas actúan sobre el alargamiento celular y su división.

Claire (s.f.), menciona que la aplicación al suelo, se hace mediante el riego, abriendo una llave de represa que se instala en el extremo de una tubería que une el tanque de almacenamiento del biol con el canal del riego. Con este método el biol no solo mejora la estructura del suelo sino que, por las hormonas y precursores hormonales que contiene, mejora el desarrollo radicular de las plantas y la actividad de los microorganismos del suelo.

Medina (1990), dice que para la aplicación a la semilla, es recomendable mojar la semilla en biol, previamente a la siembra en concentraciones del 12.5 – 25%. El biol por su riqueza en tiamina y triptófano así como en purinas y auxinas, permite una germinación más rápida, lo mismo que un notable crecimiento de las raíces.

Se recomienda un tiempo de remojo o inhibición pequeñas y cubierta delgada de 5 a 12 horas aproximadamente, y en semillas más grandes y de cubierta gruesa de 24 a 72 horas.

Suquilanda (1995), explica que la aplicación de biol al follaje de las plantas no es recomendable, ni tampoco a las semillas antes de la siembra, por el efecto depresivo que puede ofrecer la presencia de metionina como precursor de etileno.

Para estimular el crecimiento de la planta, así como su floración, cuajado y engrosamiento de frutos, se puede recurrir al uso de biofertilizantes al 25%, cuando la planta inicia su emisión de ramas.

Para la aplicación antes del trasplante, se recomienda sumergir las raíces y parte del follaje en una solución de biol al 12.5% por un tiempo no mayor de 10 minutos.

Aplicación a bulbos, tubérculos y raíces, se hace cuando el propósito es plantar bulbos de cebolla o raíces de zanahoria con el fin de producir semilla o tubérculos de papa, se procede a sumergir tales órganos en tanques o cilindro que contengan una solución de biol al 25% por más de 25 minutos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del área experimental.

La presente investigación se realizó en el barrio San Ignacio, ubicado en la parroquia Atuntaqui, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, con coordenadas geográficas 0° 19' 39" de latitud norte, 78° 13'17" de longitud oeste, a una altitud de 2200 m.s.n.m.

La zona presenta una temperatura promedio anual de 17.6 °C, humedad relativa promedio anual de 75%, precipitación media anual entre 500 y 1000 mm y heliofanía media anual de 1916.9 horas. La zona de vida es bosque seco Montano Bajo (bs – MB) Según Holdrige.

#### 3.2. Material genético.

Se utilizó semillas de lechuga híbrida de las variedades Green Salad Bowl y Red Salad Bowl, cuyas características agronómicas son las siguientes:

- a) Green Salad Bowl: Roseta de tamaño mediano a grande de hojas profundamente lobuladas de color verde muy claro, la semilla es de color negro, tolerante al calor. La textura y el sabor son buenos. Su tiempo de maduración oscila entre 60-65 días. En el Ecuador esta variedad tiene una gran aceptación por parte de los consumidores.
- b) Red Salad Bowl: Lechuga de color rojo intenso muy atractivo, sus hojas son abiertas de cabeza crespas, su maduración oscila entre 70 a 80 días, sus hojas son de color rojo intenso. Posee hojas muy crocantes y es muy apetecida por los consumidores para la decoración de platos.

### 3.3. Factores estudiados.

Variable Independiente: Cultivares de lechuga: Green Salad Bowl y Red Salad Bowl sembradas mediante sistema hidropónico.

Variable Dependiente: Biol en dosis de 100, 200 y 300 cc/l de agua, más el testigo absoluto para las dos variedades de lechuga.

### 3.4. Tratamientos.

Los tratamientos estuvieron constituidos por los cultivares de lechuga: Green Salad Bowl y Red Salad Bowl sometidas a tres dosis de Biol más el testigo, tal como se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro 5. Tratamientos estudiados para determinar el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura FACIAG, UTB, 2012

Tratamientos	Cultivares de lechuga	Dosis de Biol (cc/litro de agua)
T1	Green Salad Bowl	100
T2	Green Salad Bowl	200
T3	Green Salad Bowl	300
T4	Green Salad Bowl	0
T5	Red Salad Bowl	100
T6	Red Salad Bowl	200
T7	Red Salad Bowl	300
T8	Red Salad Bowl	0

### 3.5. Métodos.

Se emplearon los métodos teóricos: inductivo- deductivo, análisis, síntesis y experimental.

### 3.6. Diseño experimental.

En la presente investigación se empleó el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con ocho tratamientos y tres repeticiones.

Todas las variables fueron sometidas al análisis de la variancia para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos, utilizando la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% de probabilidad.

#### 3.6.1. Esquema del Análisis de Varianza

<b>Fuente de variación (F.V).</b>	<b>Grados de libertad (G.L.)</b>
Repeticiones	2
Tratamientos	7
Error experimental	14
Total	23

### 3.7. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo para su normal desarrollo.



### **3.7.1. Preparación de biol.**

#### **Insumos y materiales**

\* 35 kg. de materia orgánica de cuy - 25 kg. de materia orgánica de ganado vacuno - 5 kg. de ceniza - 1 tanque con tapa de 200 litros. (plástico) - 1 manguera de 30 cm.

#### **3.7.1.1 Análisis del biol.**

El análisis del biol se le hizo para determinar la cantidad de nutrientes que posee, cuya composición consta en anexos 1.

### **3.7.2. Preparación del sustrato.**

El sustrato se preparó a base de turba, para que sirva de sostén o anclaje a las plantas de lechuga.

### **3.7.3. Elaboración de bandejas.**

Se elaboraron bandejas o canales con 1,4 m de longitud y 0,15 m de alto, con profundidad de 0,10 m, que sirvieron para el desarrollo vegetativo del cultivo de lechuga.

### **3.7.4. Semilleros.**

Los semilleros se efectuaron en bandejas germinadoras de plástico, utilizando turba como sustrato.

### **3.7.5. Trasplante.**

El trasplante se lo efectuó cuando las plantas tuvieron 4 hojas y de aproximadamente 4 centímetros de altura, a una distancia de 20 cm. entre planta y planta.

### **3.7.6. Control fitosanitario.**

El control de plagas se lo realizó en forma preventiva, con extracto de ajo y ají, en dosis de 2.5 cc/l, con una frecuencia de 15 días, durante el experimento se realizaron 4 aplicaciones

Y las enfermedades se previnieron con *Trichoderma harzianum*, aplicado en frecuencias de 10 días, en dosis de 2 cc/l, durante el ensayo se lo aplicó por 6 ocasiones.

### **3.7.8. Fertilización.**

Se realizó mediante la aplicación de los respectivos tratamientos, aplicando las dosis de biol dos veces por semana.

### **3.7.9. Cosecha.**

La cosecha se lo realizó en forma manual, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica en cada uno de los tratamientos.

## **3.8. Datos evaluados.**

Para evaluar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos:

### **3.8.1. Porcentaje de prendimiento.**

Este parámetro se evaluó a los 14 días, contando el número de plantas totalmente germinadas.

### **3.8.2. Altura de planta.**

En cinco plantas tomadas al azar del área útil de la parcela experimental, se midió con una regla graduada en centímetros la altura de planta desde la base del tallo,

hasta la parte superior de la hoja. Las mediciones se realizaron a los 20, 40 y 60 días después del trasplante.

### **3.8.3. Longitud de la hoja.**

La longitud de hoja se midió en el momento de la cosecha, con una regla graduada en centímetros, a cinco plantas tomadas al azar.

### **3.8.4. Número de hojas.**

Se contabilizó el número de hojas de cinco plantas tomadas al azar a los 14, 21, 28 y 35 días después del trasplante.

### **3.8.5. Días a la cosecha.**

Se contabilizó desde el momento en las plantas emergieron en las bandejas germinadoras, y cuando el 95% de las plantas llegaron a su madurez comercial.

### **3.8.6. Peso del repollo.**

Se realizó el pesaje de los repollos, con balanza electrónica, en cinco plantas tomadas al azar en cada unidad experimental y su resultado se expresó en gramos.

### **3.8.7. Rendimiento/ha.**

Para obtener el rendimiento/ha, se consideró el peso promedio de repollo (gramos) en cada unidad experimental se extrapolo a la población de una hectárea (110.000 plantas/ha.).

### **3.8.8. Análisis económico.**

El análisis económico se realizó en función del rendimiento de cada tratamiento y el costo de producción respectivo.

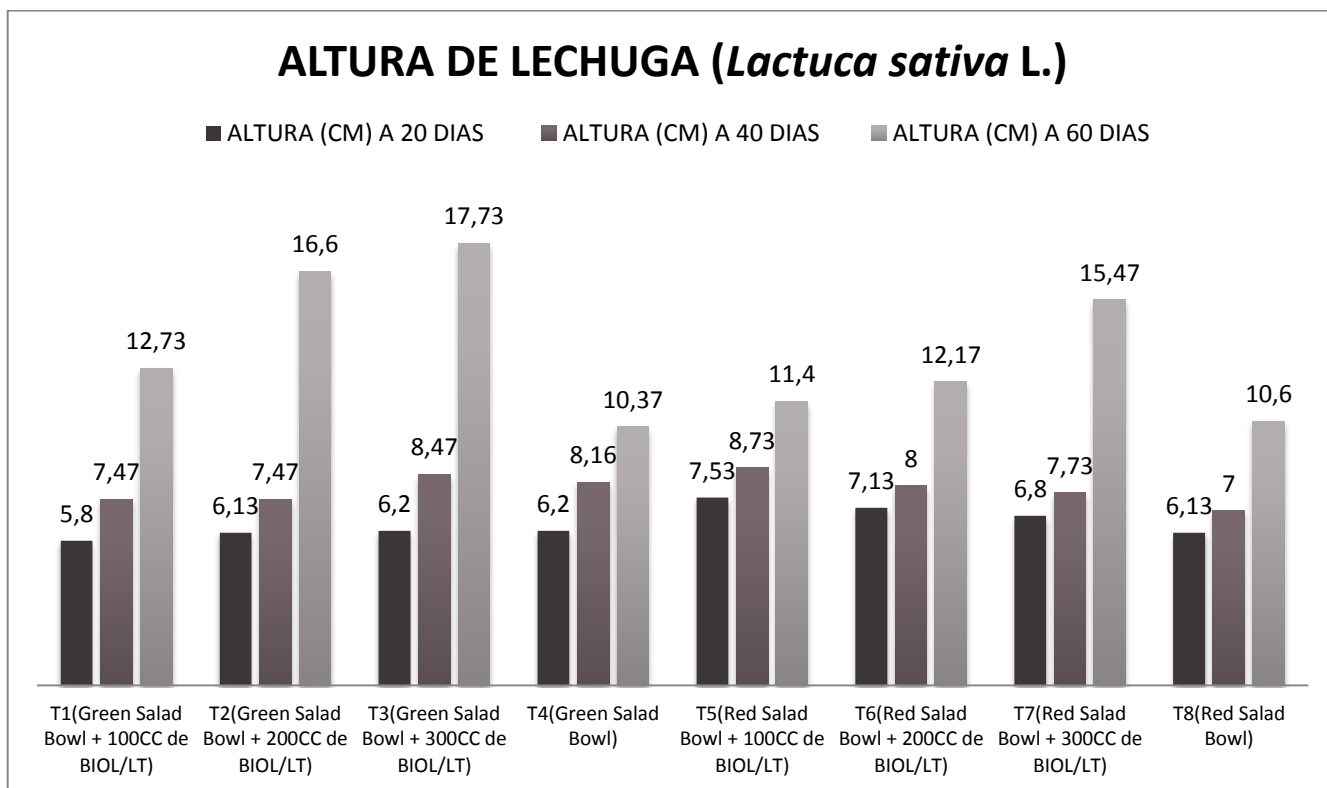
## IV. RESULTADOS.

### 4.1. Porcentaje de prendimiento.

El procedimiento para obtener esta variable, se realizó en forma contable, es decir se contó el número de plantas prendidas y el número de plantas muertas (ninguna), por lo que el porcentaje de prendimiento fue del 100%, en todos los tratamientos.

### 4.2. Altura de planta.

Gráfico 1. Altura de planta (cm), a los 20, 40 y 60 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012



Los valores promedios de altura de planta a los 20, 40 y 60 días después del trasplante, se presentan en el Cuadro 6. El análisis de varianza reportó diferencias significativas en las evaluaciones realizadas. Los promedios generales fueron 6,49; 7,89 y 13,38 cm y los coeficientes de variación 5,90; 7,50 y 10,04 %, respectivamente.

En la variable altura de planta a los 20 días después del trasplante, el mayor valor lo presentó el tratamiento de la variedad Red Salad Bowl (100 cc biol/L de agua), con 7,53 cm, como se observa en el gráfico 1; siendo estadísticamente igual a la utilización del mismo cultivar en los tratamientos 6 y 7 (200 y 300 cc de biol/L de agua), y estos superiores estadísticamente a los demás tratamientos, obteniendo la variedad Green Salad Bowl (100cc de biol/L de agua) el menor valor con 5,80 cm.

En la evaluación de altura de planta a los 40 días después del trasplante, el tratamiento de la variedad Red Salad Bowl (100 cc de biol/l de agua), reportó el mayor valor de 8,73 cm, seguido de la variedad Green Salad Bowl (300 cc de biol/l de agua), con un valor de 8.47, en cuanto que los tratamientos 4, 6 y 7 son estadísticamente iguales, los cuales son superiores estadísticamente a los demás tratamientos, reportando el menor valor el tratamiento testigo de la variedad Red Salad Bowl con valor de 7 cm.

En altura de planta a los 60 días después del trasplante, se determinó que el tratamiento 3 (Green Salad Bowl, en dosis de 300 cc de biol/l de agua), obtuvo el mayor valor, con 17,73 cm, como se observa en el gráfico 1; estadísticamente igual al tratamiento 2 (Green Salad Bowl, en dosis de 200 cc de biol/l de agua), y tratamiento 7 (Red Salad Bowl, en dosis de 300 cc de biol/l de agua), y superiores todos ellos a los demás tratamientos, presentando el menor valor el tratamiento 4 (testigo de Green Salad Bowl), con 10,37 cm.

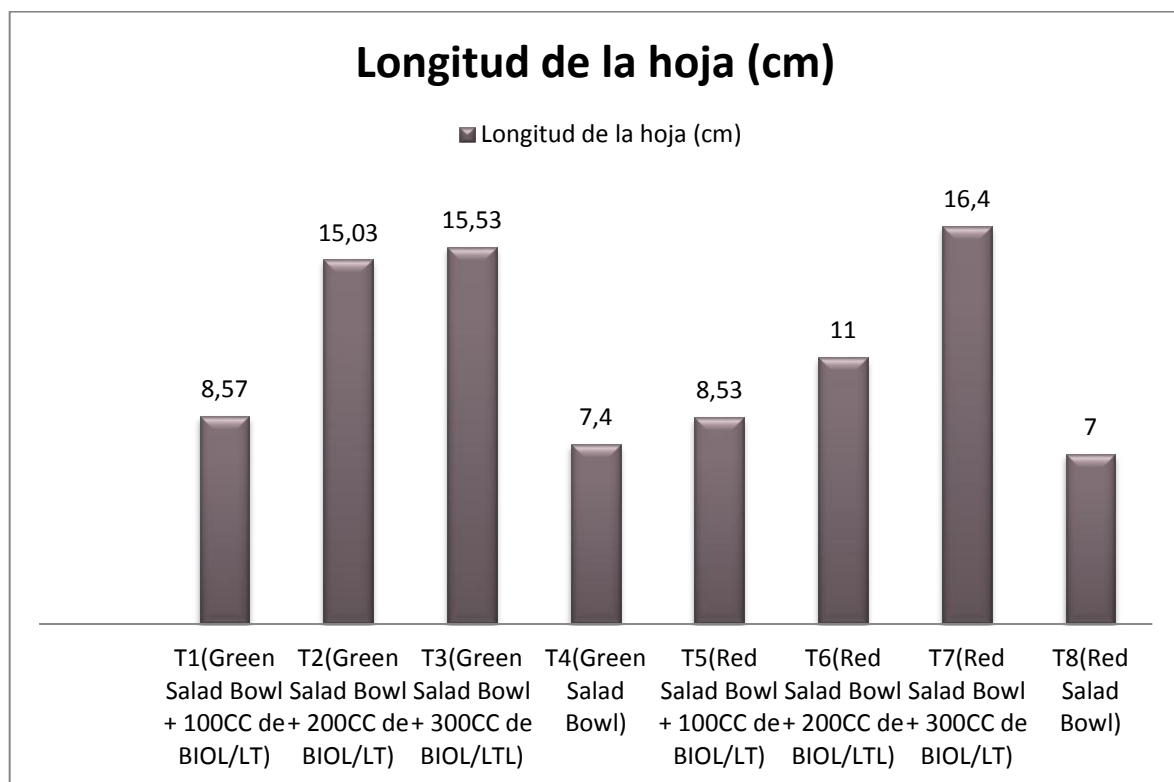
**Cuadro 6.** Altura de planta (cm), a los 20, 40 y 60 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012.

Tratamientos			Altura de planta (cm)		
Cultivares de Lechuga		Dosis de Biol (cc/L.)	20 días	40 días	60 días
T1	Green Salad Bowl	100	5,80 c	7,47bc	12,73 b
T2	Green Salad Bowl	200	6,13 bc	7,47 bc	16,60 a
T3	Green Salad Bowl	300	6,20 bc	8,47 ab	17,73 a
T4	Green Salad Bowl	0	6,20 bc	8,16 ab	10,37 b
T5	Red Salad Bowl	100	7,53 a	8,73 a	11,40 b
T6	Red Salad Bowl	200	7,13 a	8,00ab	12,17 b
T7	Red Salad Bowl	300	6,80 ab	7,73ab	15,47 a
T8	Red Salad Bowl	0	6,13bc	7,00cd	10,60 b
<b>Promedio</b>			6,49	7,89	13,38
<b>F. Cal.</b>			**	**	**
<b>C.V. (%)</b>			5,90	7,50	10,04

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente, según la prueba de Duncan.

### 4.3. Longitud de la hoja.

Gráfico 2. Longitud de la hoja, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012



En el Cuadro 7, se encuentran los valores promedios de longitud de la hoja. El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 11,40 cm y el coeficiente de variación 14,56 %.

En longitud de la hoja, el mayor valor lo presentó la variedad Red Salad Bowl (300 cc de biol/L de agua), como se observa en el gráfico 2 con 16,40 cm; estadísticamente igual a los tratamientos 2 y 3 (Green Salad Bowl en dosis de 200 y 300 cc de biol/L de agua), y todas ellas superiores estadísticamente a los demás tratamientos, reportando el menor valor la variedad Red Salad Bowl sin aplicación

de biol, con 7 cm; este tratamiento es igual estadísticamente al tratamiento de la variedad Green Salad Bowl si aplicación biol, como se observa en el cuadro 7.

Cuadro 7. Longitud de la hoja, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

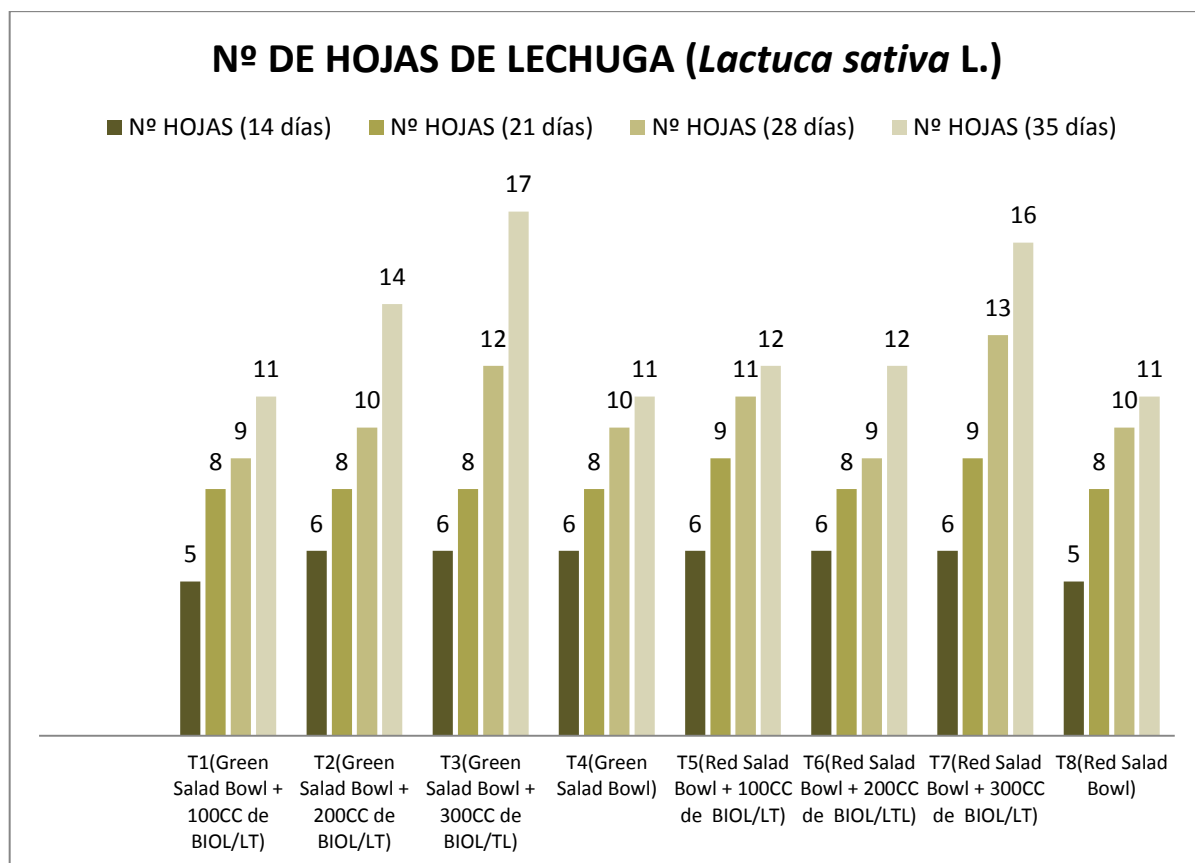
<b>Tratamientos</b>			<b>Longitud de la hoja (cm)</b>
<b>Cultivares de lechuga</b>	<b>Dosis de Biol (cc/L.)</b>		
T1	Green Salad Bowl	100	8,57 b
T2	Green Salad Bowl	200	15,03 a
T3	Green Salad Bowl	300	15,53 a
T4	Green Salad Bowl	0	7,40 c
T5	Red Salad Bowl	100	8,53 b
T6	Red Salad Bowl	200	11,00 b
T7	Red Salad Bowl	300	16,40 a
T8	Red Salad Bowl	0	7,00 c
<b>Promedio</b>			11,40
<b>F. Cal.</b>			**
<b>C.V. (%)</b>			14,56

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente, según la prueba de Duncan.



#### 4.4. Número de hojas.

Gráfico 3. Número de hojas a los 14, 21, 28 y 35 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012



Los valores promedios de número de hojas a los 14, 21, 28 y 35 días después del trasplante, se presentan en el Cuadro 8. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas en las evaluaciones realizadas. Los promedios generales fueron 6; 8, 11 y 13 hojas y los coeficientes de variación 8,67; 8,29; 10,40 y 13,38 %, respectivamente.

En la variable número de hojas a los 14 días después del trasplante, los tratamientos de las variedades Green Salad Bowl (200 y 300 cc de biol/L de agua y el testigo) y Red Salad Bowl (100; 200 y 300 cc de biol/L de agua) presentaron

igual número de hojas (6), siendo estadísticamente entre si y superiores a los restantes dos tratamientos que registraron 5 hojas por planta como se observa en el gráfico 3.

En la evaluación número de hojas a los 21 días después del trasplante, los tratamientos 5 y 7 (Red Salad Bowl con 100 y 300 cc de biol/L de agua), reportaron el mayor valor (9 hojas), estadísticamente superiores a los demás tratamientos, mientras que los demás tratamientos presentaron 8 hojas cada uno.

En número de hojas a los 28 días después del trasplante, se determinó que el tratamiento 7 (Red Salad Bowl, en dosis de 300 cc de biol/l de agua), obtuvo el mayor valor, con 13 hojas; estadísticamente igual al tratamiento 3 (Green Salad Bowl, en dosis de 300 cc de biol/l de agua), y superiores a los demás tratamientos, presentando el menor valor los tratamientos 1 y 6 (Green Salad Bowl, en dosis de 100 cc de biol/l de agua, y (Red Salad Bowl, testigo) respectivamente, con 9 hojas cada uno.

En la variable número de hojas a los 35 días después del trasplante, el mayor valor lo presentó el tratamiento 3 (Green Salad Bowl, en dosis de 300 cc de biol/l de agua) con 17 hojas, seguido del tratamiento 7 (Red Salad Bowl con 300 cc de biol/l de agua) 16 hojas y el tratamiento 2 (Green Salad Bowl, en dosis de 200 cc/l de agua); estos estadísticamente superiores a los demás tratamientos como se observa en gráfico 3.

En cambio se observa que los tratamientos que presentan un valor menor de hojas son los tratamientos testigos o sin aplicación y el tratamiento 1 (Green Salad Bowl, en dosis de 100 cc de biol/L de agua) con valor de 11 hojas, los cuales son estadísticamente iguales a los tratamientos 5 y 6 (Red Salad Bowl, en dosis de 100 y 200 cc de biol/L de agua respectivamente), como se observa en el gráfico 3.

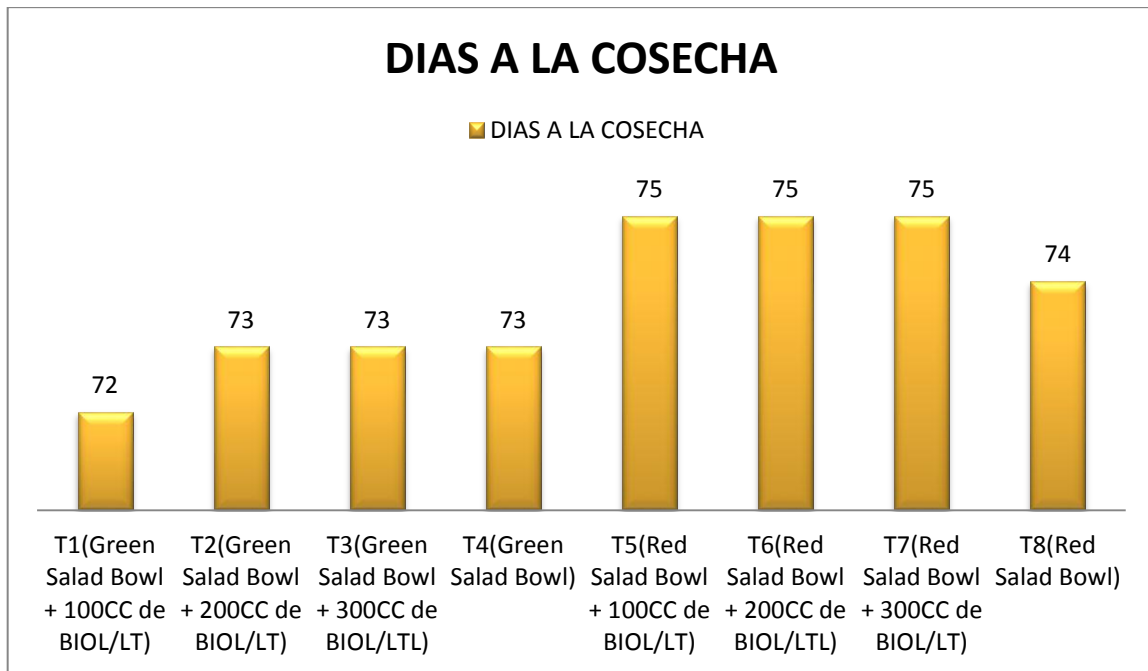
Cuadro 8. Número de hojas a los 14, 21, 28 y 35 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Tratamientos			Número de hojas			
Cultivares de lechuga		Dosis de Biol (cc/lit.)	14 días	21 días	28 días	35 días
T1	Green Salad Bowl	100	5 b	8 b	9 b	11 bc
T2	Green Salad Bowl	200	6 a	8 b	10 b	14 ab
T3	Green Salad Bowl	300	6 a	8 b	12 a	17 a
T4	Green Salad Bowl	0	6 a	8 b	10 b	11bc
T5	Red Salad Bowl	100	6 a	9 a	11 b	12bc
T6	Red Salad Bowl	200	6 a	8 b	9 b	12bc
T7	Red Salad Bowl	300	6 a	9 a	13 a	16 a
T8	Red Salad Bowl	0	5 b	8 b	10 b	11bc
<b>Promedio</b>			6	8	11	13
<b>F. Cal.</b>			**	**	**	**
<b>C.V. (%)</b>			8,67	8,29	10,40	13,38

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente, según la prueba de Duncan.

#### 4.5. Días a la cosecha.

Gráfico 4. Días a la cosecha, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012



En el Cuadro 9, se encuentran los valores promedios de días a la cosecha. El análisis de varianza en los tratamientos presentaron diferencias significativas, el promedio general fue de 74 días y el coeficiente de variación 0.69%. La variedad Green Salad Bowl es la que llegó a su tiempo de madurez en menor tiempo, pero con una diferencia no significativa a la variedad Red Salad Bowl.

En días a cosecha, el mayor valor lo presentaron los tratamientos 5; 6 y 7 (Red Salad Bowl, en dosis de 100, 200 y 300 cc de biol/L de agua), con 75 días, estadísticamente igual al tratamiento de la misma variedad sin aplicación de biol que registró 74 días, pero superiores estadísticamente a los demás tratamientos, es decir que estos tratamientos tardaron más tiempo en llegar a su madurez, en

cambio el tratamiento que reporto el menor tiempo o sea que llegó a su madurez más rápidamente fue el tratamiento 1 (Green Salad Bowl, en dosis de 100 cc de biol/l de agua), con 72 días, seguido los tratamiento 2, 3, y 4 (la variedad Green Salad Bowl, en dosis respectivas de 100, 200 y 300 cc de biol/l de agua) con 73 días, como se observa en el gráfico 4.

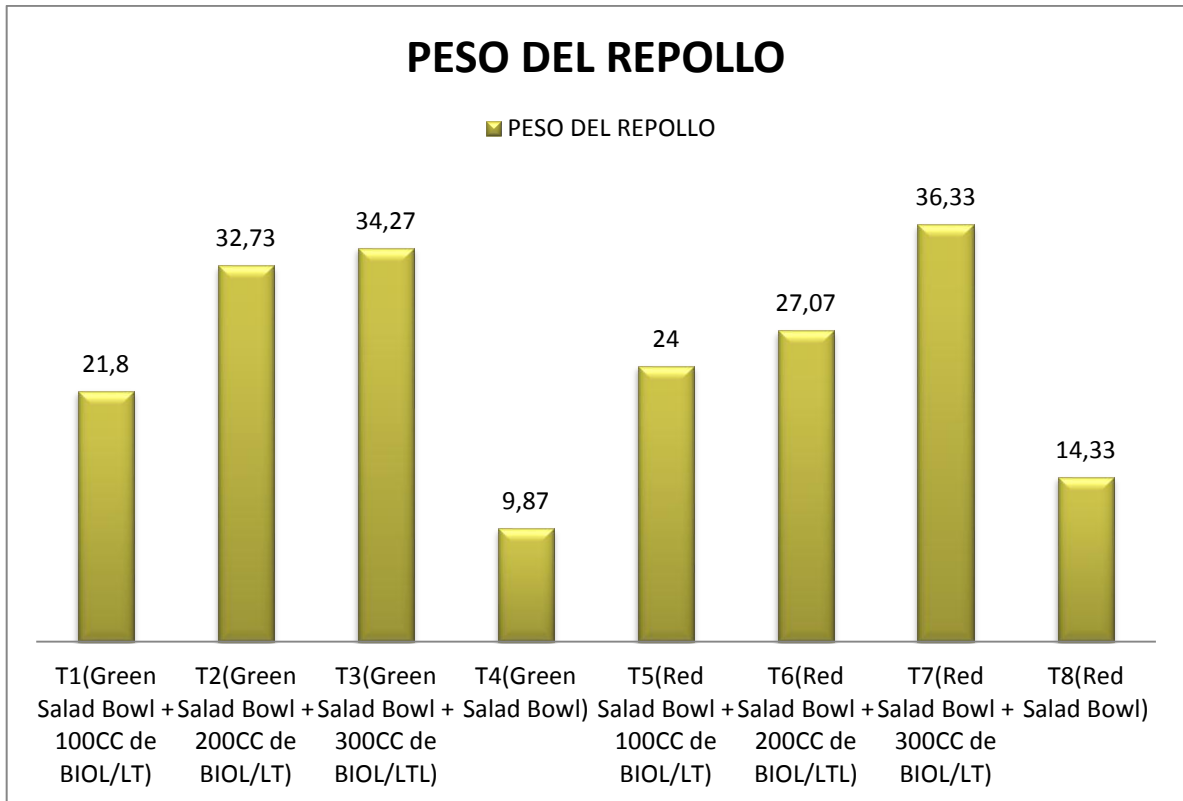
Cuadro 9. Días a la cosecha, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Tratamientos			Días a la cosecha
Cultivares de lechuga		Dosis de Biol de (cc/litro agua.)	
T1	Green Salad Bowl	100	72 c
T2	Green Salad Bowl	200	73 b
T3	Green Salad Bowl	300	73 b
T4	Green Salad Bowl	0	73 b
T5	Red Salad Bowl	100	75 a
T6	Red Salad Bowl	200	75 a
T7	Red Salad Bowl	300	75 a
T8	Red Salad Bowl	0	74 ab
<b>Promedio</b>			74
<b>F. Cal.</b>			**
<b>C.V. (%)</b>			0,69

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente, según la prueba de Duncan.

#### 4.6. Peso del repollo.

Gráfico 5. Peso del repollo, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012



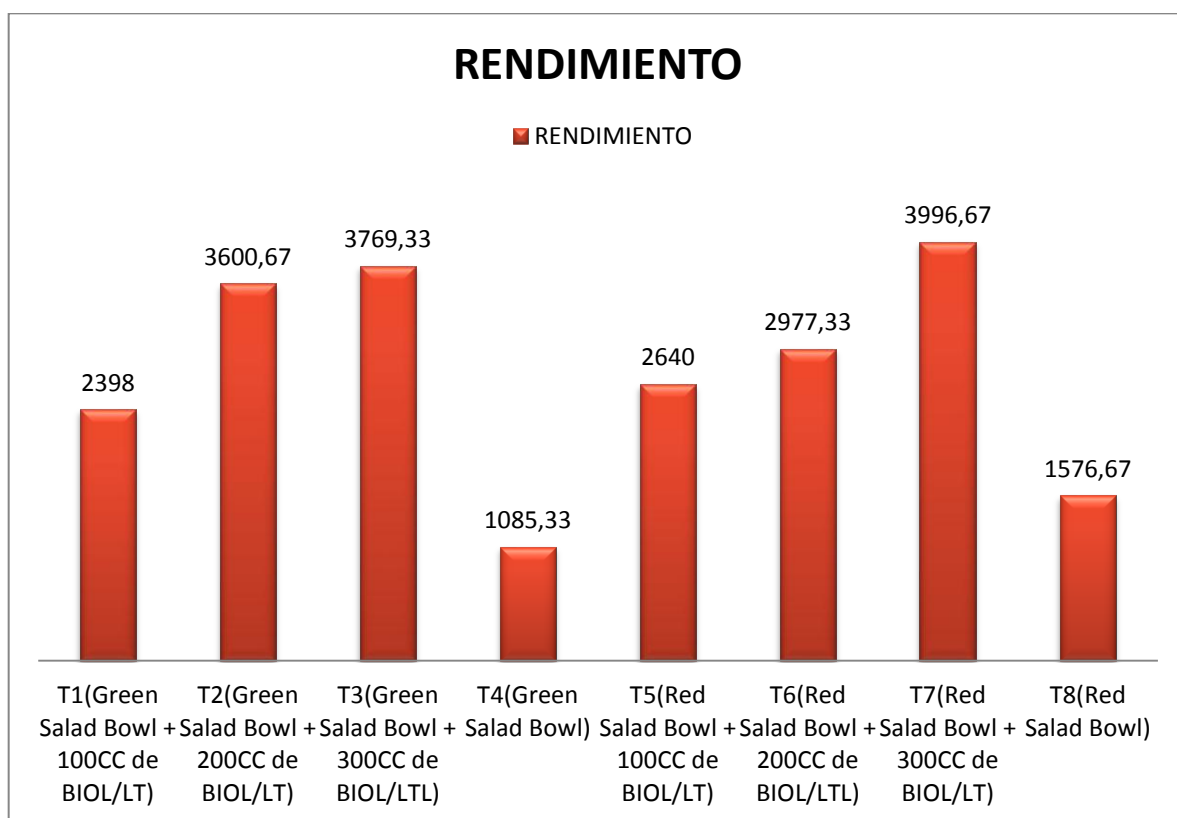
Los valores promedios de peso del repollo, se presentan en el Cuadro 10. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 25,05 g y el coeficiente de variación 14,13 %.

En la variable peso del repollo, el mayor valor lo presentó el tratamiento 7 (Red Salad Bowl en dosis de 300 cc de biol/l de agua) como se observa en el gráfico 5, con 36,33 g; estadísticamente igual al tratamiento 3 (Green Salad Bowl, en dosis de 300 cc de biol/L de agua) y estos superiores estadísticamente a los demás

tratamientos, obteniendo el tratamiento 4 (Green Salad Bowl, sin aplicación) el menor valor con 9,87 g, el cual es estadísticamente igual al tratamiento 8 (el cultivar Red Salad Bowl, sin aplicación) como se observa en el cuadro 10.

#### 4.7. Rendimiento.

Gráfico 6. Rendimiento, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012



Los valores promedios de rendimiento se presentan en el Cuadro 11, el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 2755,50 kg/ha y el coeficiente de variación 14,12%.

En esta variable, el mayor valor lo presentó el Tratamiento 7 (Red Salad Bowl, en dosis de 300 cc de biol/L de agua), como se observa en el gráfico 6 con 3996,67 kg/ha; estadísticamente igual a los tratamientos 3 y 2 (Green Salad Bowl, en dosis respectivas de 200 y 300 cc de biol/L de agua), y estos superiores estadísticamente a los demás tratamientos, reportando el tratamiento 4 (Green Salad Bowl, sin aplicación) el menor valor, con 1085,33 kg/ha, estadísticamente similar al tratamiento 8 (Green Salad Bowl, sin aplicación).

Cuadro 11. Peso del repollo y rendimiento, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Tratamientos			Peso del repollo (g)	Rendimiento (kg/ha)
Cultivares de lechuga	Dosis de Biol (cc/lit.)			
T1	Green Salad Bowl	100	21,80 c	2398,00 c
T2	Green Salad Bowl	200	32,73 ab	3600,67 ab
T3	Green Salad Bowl	300	34,27 a	3769,33 a
T4	Green Salad Bowl	0	9,87 d	1085,33 d
T5	Red Salad Bowl	100	24,00 c	2640,00 c
T6	Red Salad Bowl	200	27,07bc	2977,33bc
T7	Red Salad Bowl	300	36,33 a	3996,67 a
T8	Red Salad Bowl	0	14,33 d	1576,67 d
<b>Promedio</b>			25,05	2755,50
<b>F. Cal.</b>			**	**
<b>C.V. (%)</b>			14,13	14,12

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente, según la prueba de Duncan



#### **4.8. Análisis Económico.**

En el Cuadro 12, se presenta el análisis económico del rendimiento del cultivo de las dos variedades de lechuga en función al costo de los tratamientos

El mayor costo de producción lo obtuvieron los tratamientos 4 y 8 o sea las dos variedades de lechuga con la aplicación de biol 300cc/L de agua con un valor de 12.584,32 dólares, en cambio el menor costo de producción lo obtuvieron los tratamientos testigos de los dos cultivares con un valor de 11.234,32 dólares.

En esta variable se determinó que el mayor benéfico neto lo reportó el tratamiento 7, la variedad Red Salad Bowl con la aplicación de biol a dosis de 300cc/L de agua, con 7.399,03 dólares debido al menor costo de producción, durante la investigación.

Cuadro 12. Análisis económico en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012.

Tratamientos			Rend. kg/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción ( USD)			Beneficio neto (USD)
variedades	Dosis de Biol (cc/L.)	Fijos			Variables	Total		
T1	Green Salad Bowl	100	2398,00	11990,00	11234,32	450,00	11684,32	-3427,19
T2	Green Salad Bowl	200	3600,67	18003,35	11234,32	900,00	12134,32	2328,66
T3	Green Salad Bowl	300	3769,33	18846,65	11234,32	1350,00	12584,32	2699,46
T4	Green Salad Bowl	0	1085,33	5426,65	11234,32	0	11234,32	-9528,04
T5	Red Salad Bowl	100	2640,00	13200,00	11234,32	450,00	11684,32	1515,68
T6	Red Salad Bowl	200	2977,33	14886,65	11234,32	900,00	12134,32	2752,33
T7	Red Salad Bowl	300	3996,67	19983,35	11234,32	1350,00	12584,32	7399,03
T8	Red Salad Bowl	0	1576,67	7883,35	11234,32	0	11234,32	-3350,97

Costo de la lechuga: 200 g = 1,00 dólares      1 kg = 5,00 dólares

## V. DISCUSION.

De los resultados obtenidos en el presente ensayo: Comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura se señala lo siguiente:

En lo que respecta a la variable porcentaje de prendimiento, no se encontraron diferencias significativas, lo que concuerda con Clauere (17), Con este método el biol no solo mejora la estructura del suelo sino que, por las hormonas y precursores hormonales que contiene, mejora el desarrollo radicular de las plantas y la actividad de los microorganismos del suelo.

Las alturas de las plantas determinadas a los 20 y 40 días después del trasplante, en un inicio se observó que el tratamiento 5 (el cultivar de lechuga Red Salad Bowl con 100 cc de biol/L de agua) tuvo un mejor desarrollo en relación a los demás tratamientos, comprobándose así lo expuesto por el MAGAP. Tierra adentro (s.f.) y el El Instituto Nacional de Investigación Agraria – INIA (2008), los cuales recomiendan una dosis de biol/agua: 2/20 L, es decir que la relación de biol por litro de agua es de 100 cc; pero a los 60 días después del trasplante sobresalieron los promedios de los tratamientos 3 y 2, o sea la variedad Green Salad Bowl, en dosis respectivas de 300 y 200 cc de biol/L de agua y con una mínima diferencia de altura se encuentra el tratamiento 7 (Red Salad Bowl con 300 cc de biol/L de agua), todas ellas estadísticamente iguales, pudiéndose observar que la aplicación de estas dosis altas son similares a las presentadas por Suquilanda (1995), el cual recomienda entre sus dosis expuestas: biol/agua 10 biol/L, lo que equivale a decir que en un litro de agua se colocó 250 cc de biol. A más de ello cabe recalcar que Suquilanda (1995) en su cuadro sobre la aplicación de biol, recomienda dosis de biol más altas.

En la variable longitud de las hojas, se observó que los mejores resultados presentaron los tratamientos 3 y 7 (los dos cultivos de lechuga con la aplicación de Biol a dosis de 300 cc/L), es decir que se asemejan a las dosis propuestas por Suquilanda (1995), es decir a mayor dosis de biol mejores resultados y a menor cantidad de biol o su ausencia, la planta no tiene un buen desarrollo, ya que a más de la alta concentración de biol se comprueba lo expuesto por Bidwel (2010), el cual menciona que en el biol encontramos hormonas indispensables para su normal crecimiento como; el ácido giberélico que produce un alargamiento tanto en tallos como de las células con efecto similar al ácido indoalacético, pero no idéntico, además las auxinas actúan en la formación de órganos, estimulan la división celular y su alargamiento y las giberelinas actúan sobre el alargamiento celular y su división.

En la variable número de hojas, hubo una estrecha relación a los resultados obtenidos en la variable la longitud de las hojas, obteniéndose así los mejores resultados en los tratamientos 3 y 7 (los dos cultivos de lechuga con la aplicación de Biol a dosis de 300 cc/L), cabe señalar que a los 14 días después del trasplante los valores de todos los tratamientos fueron similares pero conforme los días pasaron y de acuerdo a la aplicación de biol para cada uno de los tratamientos se observaron resultados favorables para los tratamientos antes mencionados por lo cual la Escuela Politécnica del Ejercito (2011), señala que debido a su composición rica en fitohormonas promotoras activas que estimulan el desarrollo, el aumento y fortalecimiento de la base radicular, el follaje, mejora la tasa fotosintética, la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas. Su acción sinérgica se traduce en aumentos significativos de las cosechas a bajos costos.

En días a la cosecha, se obtuvo que la variedad Green Salad Bowl en la mayoría de los tratamientos tuvo un mejor resultado comparado con la variedad Red Salad Bowl, llegando a su madurez a los 73 días en cambio la variedad Red Salad Bowl tardo más tiempo para llegar a su madurez (75 días), dato que se pudo comprobar

con lo expuesto por Sakata (s.f.), el cual sostiene que el tiempo de madurez de la variedad Green Salad Bowl esta entre los 65 – 70 días y la variedad Red Salad Bowl madura a los 70 y 80 días es decir esta variedad tarda más tiempo en llegar a su madurez.

En el parámetro peso del repollo y rendimiento, los mejores resultados presentaron los tratamientos 7 y 3 (Green Salad Bowl y Red Salad Bowl con la aplicación de Biol a dosis de 300cc/lit), y en forma general se pudo observar que los tratamientos que no tuvieron aplicación de biol tuvieron resultados muy bajos en relación a los demás tratamientos, razón por la cual el peso del repollo tiene relación directa a las bondades que presenta el biol como lo expone Restrepo (2007) el cual manifiesta que el biol funciona principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo.

En el parámetro del Análisis Económico se observó que el mayor beneficio neto lo reportó el tratamiento 7, la variedad Red Salad Bowl con la aplicación de biol a dosis de 300 cc/L de agua, con 7.399,03 debido al menor costo de producción, durante la investigación, lo que concuerda con enunciado emitido por Restrepo (2007), el cual manifiesta que a más de nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la fertilidad las plantas y la salud de los animales, al mismo tiempo que sirven para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades. Por otro lado, sirven para sustituir los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria, los cuales son muy costosos y vuelven dependientes a los agricultores.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según el análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

- El cultivo de lechuga, de las variedades Green Salad Bowl y Red Salad Bowl, mostraron buena adaptabilidad a la zona de Atuntaqui, provincia de Imbabura.
- Las variedades ensayadas respondieron satisfactoriamente a la aplicación de las diversas dosis de biol, mostrando resultados favorables en comparación con el testigo.
- La mayor altura de la plantas a los 60 días, lo obtuvo el tratamiento 3 de la variedad Green Salad Bowl, en dosis de 300 cc/L de agua con 17,73 cm.
- Respecto a la variable número de hojas, el mayor valor lo presentó el tratamiento 3, el cultivar de lechuga Green Salad Bowl, en dosis de 300 cc/L de agua, con 17 hojas comerciales, estadísticamente igual al tratamiento 7, la variedad Red Salad Bowl, aplicado 300 cc/L de agua.
- En los tratamientos evaluados, la variedad que llegó más temprano a su madurez fue variedad Green Salad Bowl, con un promedio de 73 días
- Respecto al peso del repollo, el valor más alto lo presentó el tratamiento 7, el cultivar de lechuga Red Salad Bowl, en dosis de 300 cc/L de agua; con un peso de 36,33 g y un rendimiento de 3.996,67 kg/ha.
- El mayor beneficio neto lo reportó el tratamiento 7, la variedad Red Salad Bowl con la aplicación de biol a dosis de 300 cc/L de agua, con 7.399,03 debido al menor costo de producción.

En base a las conclusiones se recomienda:

- Cultivar comercialmente las dos variedades de lechuga de hoja ensayadas, mediante el sistema de cultivo hidropónico, ya que se encuentran adaptadas en la zona y presentan un buen comportamiento agronómico.
- Utilizar la fertilización orgánica en el cultivo de lechuga hidropónica, mediante la utilización de 300 cc de biol por litro de agua, por los buenos resultados de rendimiento alcanzados.
- Continuar realizando investigaciones en cuanto a las aplicaciones de nuevas dosis en estas mismas variedades por medio del cultivo hidropónico, con la finalidad de continuar mejorando la producción.

## VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en el barrio San Ignacio, de la parroquia de Atuntaqui, perteneciente al cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, con coordenadas geográficas de 0° 19' 39" de Latitud Norte, 78° 13' 17" de longitud oeste y a una altura de 2.200 m.s.n.m. Se utilizó como material genético, la semilla de lechuga variedades Green Salad Bowl y Red Salad Bowl.

Los tratamientos estuvieron constituidos por la aplicación de biol en las siguientes dosis: 100 cc, 200 cc y 300 cc/L de agua como fuente de nutrición. Se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con ocho tratamientos y tres repeticiones. Todas las variables fueron sometidas a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo, para su normal desarrollo, como preparación de Biol, invernadero, semillero, canales, sustratos, trasplante, riego-fertilización, control fitosanitario y cosecha. Para estimar los efectos de los tratamientos se determinaron los siguientes datos: porcentaje de prendimiento, altura de plantas, longitud de hojas, peso del repollo, rendimiento y análisis económico.

Por los resultados experimentales obtenidos se concluye que el cultivo de lechuga de hoja, variedades "Green y Red Salad Bowl, mostraron comportamiento agronómico y adaptabilidad favorable en la zona de Atuntaqui, Provincia de Imbabura. Los tratamientos que se realizaron con biol en diferentes dosis, mostraron resultados favorables en comparación con los tratamientos testigos.

El cultivo de lechuga, de las variedades Green Salad Bowl y Red Salad Bowl, mostraron buena adaptabilidad a la zona de Atuntaqui, provincia de Imbabura; las variedades ensayadas respondieron satisfactoriamente a la aplicación de las



diversas dosis de biol, mostrando resultados favorables en comparación con el testigo; la mayor altura de la plantas a los 60 días, lo obtuvo el tratamiento 3 de la variedad Green Salad Bowl, en dosis de 300 cc/L de agua con 17,73 cm; respecto a la variable número de hojas, el mayor valor lo presentó el tratamiento 3, el cultivar de lechuga Green Salad Bowl, en dosis de 300 cc/L de agua, con 17 hojas comerciales, estadísticamente igual al tratamiento 7, la variedad Red Salad Bowl, aplicado 300 cc/L de agua; en los tratamientos evaluados, la variedad que llegó más temprano a su madurez fue variedad Green Salad Bowl, con un promedio de 73 días; respecto al peso del repollo, el valor más alto lo presentó el tratamiento 7, el cultivar de lechuga Red Salad Bowl, en dosis de 300 cc/L de agua; con un peso de 36,33 g y un rendimiento de 3.996,67 kg/ha y el mayor beneficio neto lo reportó el tratamiento 7, la variedad Red Salad Bowl con la aplicación de biol a dosis de 300 cc/L de agua, con 7.399,03 debido al menor costo de producción.

## VIII. SUMMARY

This research was conducted in the San Ignacio, parish of Hatuntaqui, belonging to Antonio Ante Canton, Imbabura Province, with geographic coordinates  $0^{\circ} 19' 39''$  North Latitude  $78^{\circ} 13' 17''$  west longitude and a height of 2,200 meters. Was used as genetic material, lettuce seed varieties Green and Red Salad Bowl Salad Bowl.

Treatments were biol by applying the following doses: 100 cc, 200 cc and 300 cc / L of water as a source of nutrition. Design was employed randomized complete block (RCBD) with eight treatments and three replications. All variables were subjected to multiple range test of Duncan.

It made all necessary farming cultivation, for normal development in preparation for Biol, greenhouse, nursery, canals, substrates, transplanting, irrigation, fertilization, plant protection and harvesting. To estimate the effects of treatments were determined the following: percentage of surviving, plant height, leaf length, weight of cabbage, performance and economic analysis.

By the experimental results it is concluded that growing leaf lettuce varieties "Green and Red Salad Bowl, agronomic performance and adaptability showed favorable Hatuntaqui area, Imbabura Province. The treatments were conducted with different doses biol, showed favorable results in comparison with control treatments.

Growing lettuce varieties Green and Red Salad Bowl Salad Bowl, showed good adaptability to Hatuntaqui area, province of Imbabura, the varieties tested responded satisfactorily to the implementation of various biological dose, showing favorable results compared to the witness, the greater height of the plants at 60 days, he got treatment 3 of the variety Green Salad Bowl, at 300 cc / L of water with 17.73 cm; respect to the variable number of leaves, the greater value is

presented for treatment 3, the lettuce cultivar Green Salad Bowl, at 300 cc / L of water, with 17 commercial leaves, statistically equal treatment 7, the variety Red Salad Bowl, applied 300 cc / L of water , in the treatments evaluated, the variety that came earlier maturity was variety Green Salad Bowl, with an average of 73 days on the weight of cabbage, the highest value was presented by treatment 7, the Red Salad lettuce cultivar Bowl, at 300 cc / L of water, with a weight of 36.33 g and a yield of 3996.67 kg / ha and net profit as reported greater treatment 7, the variety Red Salad Bowl with the application of biological at doses of 300 cc / L of water, with 7399.03 due to lower cost of production.

## IX. LITERATURA CITADA

Bidwel, Terán, Germán Amaguaña Arroyo, León Averroes. 2010. Disponible en tesis Evaluación de tres biofertilizantes frente a tres dosis de aplicación en el tomate riñón (*solanum lycopersicum*) bajo invernadero en Quichinche – Otavalo. Tesis

Briones, E. 2011. Disponible en Producción y Exportación de lechugas hidropónicas. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1428/1/2811.pdf>

Claure, C. Disponible en Manejo de efluentes. Proyecto Biogás. Cochabamba Bolivia.

Diario Hoy. 2007. Disponible en [http://www.diariohoy.com.ec/agricultura\\_0\\_488351215.html](http://www.diariohoy.com.ec/agricultura_0_488351215.html).

DÍAZ, 2011. Disponible en Elaboración de biofertilizante líquido biol. <http://www.acca.org.pe/espanol/publicaciones/manuales/biol.pdf>

EL COMERCIO. 1995. El Biol. Disponible en “El Comercio” Sección Futuro B5.

EL COMERCIO. 2011. disponible en [http://www.elcomercio.com.ec/agromar/Sierra-lechugas-agricultura\\_0\\_488351215.html](http://www.elcomercio.com.ec/agromar/Sierra-lechugas-agricultura_0_488351215.html).

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO. 2011. Biol. Disponible en <http://tyto-moreno.blogspot.com/2007/05/que-es-el-biol.html>

EURORESIDENTES. Lechuga alimentos, disponible en (<http://www.euroresidentes.com/Alimentos/lechuga.htm>)GORDON, H. 2010.

Guamán, C y Zúñiga, R. 2010. Disponible en tesis Estudio Bioagronómico de 10 cultivares de Lechuga de cabeza (*Lactuca sativa*), utilizando dos tipos de fertilizantes orgánicos, en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

INFOAGRO. Disponible en [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/altas\\_temperaturas](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/altas_temperaturas).

MINAG. Descripción botánica disponible en <http://www.minag.gob.pe>

INIA 2008. El Instituto Nacional de Investigación Agraria de Perú. Elaboración de biol, disponible en su Web: [www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe) E-mail: [dnirrgg@inia.gob.pe](mailto:dnirrgg@inia.gob.pe) es:

Medina. 1990. Disponible en El Biol, fuente de fitoestimulante en el Desarrollo Agrícola, Programa Especial de Energía. Cochabamba Bolivia, UMSS. GTZ. p 28-58.

Restrepo, J. 2007. Disponible en Manual Practico, Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Cali, Primera edición, Ilustraciones Feriva.

Sánchez Del Castillo, F. Y Escalante, R. 1988. Disponible en Hidroponía. Un sistema de producción de plantas. Principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma de Chapingo. 3ed. Texcoco, Mx. p. 26-31.

Salamanca, M. 2011. Cultivo hidropónico. Disponible en <http://pdf.rincondelvago.com/cultivo-hidroponico.html>.

Sakata. Disponible Grupo Sakata Seed del Ecuador S.A.

SLHFARM. Disponible en <http://www.slhfarm.com/lechugaguia.html>.

Serrano, Z. 1982. Disponible en Tomate, pimiento y berenjena en invernadero. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, p 165-222.

Sivori, E. 1980 Disponible en Fisiología Vegetal. Buenos Aires, Hemisferio Sur. p 681

Suquilanda, M. 1995 Disponible en Agricultura orgánica alternativa tecnológica del futuro. Quito, FUNDAGRO.

Tierra Adentro. Año 7 numero 25, preparación de biol, disponible en la revista Tierra Adentro. MAGAP – Municipio de Urcuquí, para elaboración del biol.

Weaver, 1976. Disponible en Reguladores de crecimiento de las plantas en agricultura. México, Edit Trillas, 1976. p 622 – 630.

Wikipedia. 2011. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Hidropon%C3%ADa>

# ANEXOS

## Anexo 1. Análisis de Varianza de los parámetros estudiados.

**Cuadro 14.** Altura de planta (cm), a los 20 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Tratamientos			I	II	III	X
Cultivares de lechuga	Dosis de Biol (cc/lt.)					
T1	Green Salad Bowl	100	5,40	6,00	6,00	5,80
T2	Green Salad Bowl	200	6,10	6,10	6,20	6,13
T3	Green Salad Bowl	300	6,20	6,25	6,15	6,20
T4	Green Salad Bowl	0	6,40	5,80	6,40	6,20
T5	Red Salad Bowl	100	7,40	7,60	7,60	7,53
T6	Red Salad Bowl	200	7,60	6,40	7,40	7,13
T7	Red Salad Bowl	300	7,20	6,20	7,00	6,80
T8	Red Salad Bowl	0	6,00	6,40	6,00	6,13

**Cuadro 15.** Análisis de varianza de altura de planta (cm), a los 20 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT 20	24	0,80	0,67	5,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	8,62	9	0,96	6,14	0,0014
TRAT	7,41	7	1,06	6,79	0,0012
REP	1,20	2	0,60	3,86	0,0463
Error	2,18	14	0,16		
Total	10,80	23			

**Cuadro 16.** Altura de planta (cm), a los 40 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012.

Tratamientos			I	II	III	X
	Cultivares de lechuga	Dosis de Biol (cc/lit.)				
T1	Green Salad Bowl	100	8,60	7,00	6,80	7,47
T2	Green Salad Bowl	200	7,50	7,30	7,60	7,47
T3	Green Salad Bowl	300	9,20	7,60	8,60	8,47
T4	Green Salad Bowl	0	8,30	8,20	8,0	8,16
T5	Red Salad Bowl	100	8,80	8,70	8,70	8,73



T6	Red Salad Bowl	200	9,00	6,80	8,20	8,00
T7	Red Salad Bowl	300	8,00	7,60	7,60	7,73
T8	Red Salad Bowl	0	6,80	7,40	6,80	7,00

**Cuadro 17.** Análisis de varianza de altura de planta (cm), a los 40 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup>Aj</u>	<u>CV</u>
ALT 40	24	0,78	0,63	7,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	15,64	9	1,74	5,38	0,0027
TRAT	13,87	7	1,98	6,13	0,0020
REP	1,78	2	0,89	2,75	0,0982
Error	4,52	14	0,32		
<b>Total</b>	<b>20,17</b>	<b>23</b>			

**Cuadro 18.** Altura de planta (cm), a los 60 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Tratamientos			I	II	III	X
Cultivares de lechuga	Dosis de Biol (cc/lt.)					
T1	Green Salad Bowl	100	11,60	12,20	14,40	12,73
T2	Green Salad Bowl	200	18,00	17,40	14,40	16,60
T3	Green Salad Bowl	300	17,80	17,00	18,40	17,73
T4	Green Salad Bowl	0	12,20	9,50	9,40	10,37
T5	Red Salad Bowl	100	13,20	10,20	10,80	11,40
T6	Red Salad Bowl	200	12,20	12,40	11,90	12,17
T7	Red Salad Bowl	300	17,60	15,20	13,60	15,47
T8	Red Salad Bowl	0	10,20	11,20	10,40	10,60

**Cuadro 19.** Análisis de varianza de altura de planta (cm), a los 60 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT 60	24	0,87	0,79	10,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
Modelo	175,25		9	19,47	10,78	0,0001
TRAT	168,88		7	24,13	13,36	<0,0001
REP	6,37	2	3,18	1,76	0,2077	
Error	25,29	14	1,81			
Total	200,53		23			

**Cuadro 20.** Días a la cosecha, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Tratamientos			I	II	III	X
Cultivares de lechuga	Dosis de Biol (cc/lit.)					
T1	Green Salad Bowl	100	72	72	72	72
T2	Green Salad Bowl	200	72	73	73	72
T3	Green Salad Bowl	300	72	73	73	72

T4	Green Salad Bowl	0	73	73	73	73
T5	Red Salad Bowl	100	75	74	75	75
T6	Red Salad Bowl	200	74	75	75	74
T7	Red Salad Bowl	300	76	75	75	76
T8	Red Salad Bowl	0	74	75	74	74

**Cuadro 21.** Análisis de varianza de días a la cosecha, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup>Aj</u>	<u>CV</u>
<u>DIAS COSECHA</u>	24	0,90	0,83	0,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	31,67	9	3,52	13,43	<0,0001
TRAT	31,33	7	4,48	17,09	<0,0001
REP	0,33	2	0,17	0,64	0,5439
Error	3,67	14	0,26		
<u>Total</u>	<u>35,33</u>	<u>23</u>			

**Cuadro 22.** Número de hojas a los 14 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Tratamientos			I	II	III	X
Cultivares de lechuga	Dosis de Biol (cc/lt.)					
T1	Green Salad Bowl	100	6	6	4	6
T2	Green Salad Bowl	200	6	6	5	6
T3	Green Salad Bowl	300	5	6	5	5
T4	Green Salad Bowl	0	6	6	5	6
T5	Red Salad Bowl	100	7	7	6	7
T6	Red Salad Bowl	200	5	6	5	5
T7	Red Salad Bowl	300	6	8	6	6
T8	Red Salad Bowl	0	6	6	6	6

**Cuadro 23.** Análisis de varianza de número de hojas a los 14 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup>Aj</u>	<u>CV</u>
N HOJ 14	24	0,77	0,62	8,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	11,75	9	1,31	5,10	0,0035
TRAT	6,67	7	0,95	3,72	0,0174
REP	5,08	2	2,54	9,93	0,0021
Error	3,58	14	0,26		
<u>Total</u>	<u>15,33</u>	<u>23</u>			

**Cuadro 24.** Número de hojas a los 21 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando varias dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

<b>Tratamientos</b>			<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>X</b>
<b>Cultivares de lechuga</b>	<b>Dosis de Biol (cc/lt.)</b>					
T1	Green Salad Bowl	100	8	8	7	8
T2	Green Salad Bowl	200	9	9	7	8
T3	Green Salad Bowl	300	8	9	8	8
T4	Green Salad Bowl	0	8	7	8	8
T5	Red Salad Bowl	100	10	9	8	9
T6	Red Salad Bowl	200	8	8	7	8
T7	Red Salad Bowl	300	8	10	8	9
T8	Red Salad Bowl	0	8	8	8	8

**Cuadro 25.** Análisis de varianza de número de hojas a los 21 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup>Aj</u>	<u>CV</u>
N HOJ 21	24	0,58	0,31	8,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	8,92	9	0,99	2,16	0,0947
TRAT	5,33	7	0,76	1,66	0,1980
REP	3,58	2	1,79	3,91	0,0448
Error	6,42	14	0,46		
<u>Total</u>	<u>15,33</u>	<u>23</u>			



**Cuadro 26.** Número de hojas a los 28 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Tratamientos			I	II	III	X
Cultivares de lechuga	Dosis de Biol (cc/lt.)					
T1	Green Salad Bowl	1	10	9	8	9
T2	Green Salad Bowl	2	11	10	9	10
T3	Green Salad Bowl	3	13	11	12	12
T4	Green Salad Bowl	0	9	12	9	10
T5	Red Salad Bowl	1	11	8	14	11
T6	Red Salad Bowl	2	10	10	9	10
T7	Red Salad Bowl	3	15	13	12	13
T8	Red Salad Bowl	0	8	8	10	9

**Cuadro 27.** Análisis de varianza de número de hojas a los 28 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup>Aj</u>	<u>CV</u>
N HOJ 28	24	0,89	0,82	10,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	126,58		9	14,06	12,37 <0,0001
TRAT	119,83		7	17,12	15,06 <0,0001
REP	6,75	2	3,38	2,97	0,0842
Error	15,92	14	1,14		
Total	142,50		23		

**Cuadro 28.** Número de hojas a los 35 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Tratamientos			I	II	III	X
Cultivares de lechuga	Dosis de Biol (cc/lt.)					
T1	Green Salad Bowl	100	11	9	13	11
T2	Green Salad Bowl	200	14	13	14	14
T3	Green Salad Bowl	300	18	16	16	17
T4	Green Salad Bowl	0	10	10	13	11
T5	Red Salad Bowl	100	12	10	14	12
T6	Red Salad Bowl	200	13	11	10	11
T7	Red Salad Bowl	300	17	15	14	16
T8	Red Salad Bowl	0	10	11	14	12

**Cuadro 29.** Análisis de varianza de número de hojas a los 35 días después del trasplante, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N HOJ 35	24	0,77	0,62	13,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	130,54	9	14,50	5,15	0,0033
TRAT	123,96	7	17,71	6,29	0,0018
REP	6,58	2	3,29	1,17	0,3392
Error	39,42	14	2,82		
Total	169,96	23			

**Cuadro 30.** Longitud de la hoja, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Tratamientos			I	II	III	X
Cultivares de lechuga	Dosis de Biol (cc/lt.)					
T1	Green Salad Bowl	100	11,40	8,20	6,10	8,57
T2	Green Salad Bowl	200	14,90	16,00	14,20	15,03
T3	Green Salad Bowl	300	13,70	17,30	15,60	15,53
T4	Green Salad Bowl	0	7,50	7,20	7,30	7,33

T5	Red Salad Bowl	100	8,70	8,30	8,60	8,53
T6	Red Salad Bowl	200	11,60	10,30	11,10	11,00
T7	Red Salad Bowl	300	19,70	14,60	14,90	16,40
T8	Red Salad Bowl	0	6,90	7,10	6,70	6,90

**Cuadro 31.** Análisis de varianza de longitud de la hoja, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup>Aj</u>	<u>CV</u>
<u>LONG HOJA</u>	<u>24</u>	<u>0,93</u>	<u>0,88</u>	<u>14,56</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	424,88	9	47,21	19,30	<0,0001
TRAT	418,16	7	59,74	24,43	<0,0001
REP	6,72	2	3,36	1,37	0,2851
Error	34,24	14	2,45		
<u>Total</u>	<u>459,12</u>	<u>23</u>			

**Cuadro 32.** Peso del repollo, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Tratamientos			I	II	III	X
Cultivares de lechuga	Dosis de Biol (cc/lt.)					
T1	Green Salad Bowl	100	27,00	20,80	17,60	21,80
T2	Green Salad Bowl	200	35,60	28,60	34,00	32,73
T3	Green Salad Bowl	300	40,20	33,40	29,20	34,27
T4	Green Salad Bowl	0	9,60	9,40	10,60	9,87
T5	Red Salad Bowl	100	31,80	19,80	20,40	24,00
T6	Red Salad Bowl	200	28,80	21,60	30,80	27,07
T7	Red Salad Bowl	300	36,00	38,80	34,20	36,33
T8	Red Salad Bowl	0	15,60	13,60	13,80	14,33

**Cuadro 33.** Análisis de varianza de peso del repollo, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO REPOLLO	24	0,92	0,87	14,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2008,35	9	223,15	17,82	<0,0001
TRAT	1897,22	7	271,03	21,64	<0,0001
REP	111,13	2	55,57	4,44	0,0322
Error	175,35	14	12,53		
Total	2183,70	23			

**Cuadro 34.** Rendimiento, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Tratamientos			I	II	III	X
Cultivares de lechuga	Dosis de Biol (cc/lit.)					
T1	Green Salad Bowl	100	2970	2288	1936	2398,00
T2	Green Salad Bowl	200	3916	3146	3740	3600,67
T3	Green Salad Bowl	300	4422	3674	3212	3769,33
T4	Green Salad Bowl	0	1056	1034	1166	1085,33
T5	Red Salad Bowl	100	3498	2178	2244	2640,00
T6	Red Salad Bowl	200	3168	2376	3388	2977,33
T7	Red Salad Bowl	300	3960	4268	3762	3996,67
T8	Red Salad Bowl	0	1716	1496	1518	1576,67



**Cuadro 35.** Análisis de varianza de rendimiento, en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REND.	24	0,92	0,87	14,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	24301035,00	9	2700115,00	17,82	<0,0001
TRAT	22956362,00	7	3279480,29	21,64	<0,0001
REP	1344673,00	2	672336,50	4,44	0,0322
Error	2121735,00	14	151552,50		
Total	26422770,00	23			

**Cuadro 13.-** Análisis Económico en el comportamiento agronómico de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas mediante sistema hidropónico utilizando tres dosis de biol en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB – FACIAG. 2012

Concepto	Mano de Obra			Insumos y materiales					Sub total
	Jornal	Cost	Subt	Nombre	Cant.	Unid	Cost	Subtot.	
									<b>3630,60</b>
<b>Costos fijos.</b>									
<b>1. Construcción invernadero</b>									
1.1. Elaboración de canales.									
1.2. Análisis de biol.					1		50,00	50,00	
1.3. Análisis de agua					1		27,00	27,00	
1.4. Instalación de estructura	5	10	40						
1.5. preparación de sustrato	5	10	40	turba	10		45,00	450,00	
1.6. siembra	10	10	100	lechuga	110000	plantas	0.02	2200,00	
1.7. riego	12	10	120	H2O	0	0	0	0	
1.8. control de plagas	6	10	60,00	extracto ajo ají	8	lts	20,00	160,00	
1.9 prevención de enfermedades	6	10	60,00	Trichoderma Harzianum.	10	lts.	18,36	183,60	
1.10. cosecha y venta	8	10	80,00	Fundas de empaque	20	rollo	3,00	60,00	

**Depreciación:**

Equipo	Cant.	Cost. Unit.	Cost. total	Ciclo del	Deprec.	Deprec.	Depre.
				<b>Equipo años</b>	<b>Anual</b>	<b>Mensual</b>	<b>Ciclo del cultivo.</b>
Balde	4	2	8	1	8	0,66	1,98
Bomba	2	80	160	5	32	2,66	7,98
Tanque	2	20	40	5	8	0,66	1,98
Fertilización	1	10000	10000	5	2000	166,66	499,99
Costo invernadero	10000	5,00	50000	2	25000	2083	6249,99
bandejas	15000	2,50	3750	2	1875	156,25	468,75
Gavetas	10	8	80	2	40	3,33	9,99
			64038				<b>7240,66</b>

**COSTO TOTAL DEL PROYECTO**

Sub total	3630,60
Depreciación	7240,66
Imprevistos 10%	363,06
<b>TOTAL</b>	<b>11234,32</b>

### Anexo 3.

Fotografías realizadas durante el experimento.

