

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DEL BIOL COMO FERTILIZANTE FOLIAR EN LA PRODUCCION DE
LECHUGA SUIZA (*Valerianella locusta* L.) CON DIFERENTES
CONCENTRACIONES EN AMBIENTE ATEMPERADO EN EL MUNICIPIO DE
TIWANAKU – LA PAZ**

GIOVANNI CLEBER ESPINAL SORIA

La Paz – Bolivia
2009

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTO DEL BIOL COMO FERTILIZANTE FOLIAR EN LA PRODUCCIÓN DE
LECHUGA SUIZA (*Valerianella locusta* L.) CON DIFERENTES
CONCENTRACIONES EN AMBIENTE ATEMPERADO EN EL MUNICIPIO DE
TIWANAKU – LA PAZ**

Tesis de grado, presentado como requisito
parcial, para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

GIOVANNI CLEBER ESPINAL SORIA

ASESORES:

Ing. Carlos Salvador Taja
Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera
Ing. Ramiro Ochoa Torrez

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ing. M.Sc. Celia Fernández Chávez
Ing. M.Sc. David Morales Velásquez
Ing. M.Sc. Wilfredo Peñafiel Rodríguez

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

2009

DEDICATORIA

“El presente trabajo es dedicado a unos maravillosos seres que ha estado conmigo, en las buenas y en las malas, pero por sobre todo por sacarme adelante y guiarme siempre adelante, con todo orgullo dedico este trabajo a mis padres, hermanos y tías“

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco a Dios por darme sabiduría e inteligencia para culminar mis estudios.
- Agradezco a la Facultad de Agronomía y a los docentes que me permitieron formarme profesionalmente.
- Agradezco a la Asociación Intervida (Hoy Asociación Cuna) por darme la oportunidad de realizar mi tesis en dichas instalaciones; así como el inmenso apoyo que me dieron desde el principio, para la realización de mi perfil, en la etapa de campo y en la etapa de redacción del documento final.
- Agradecer al Ing. Carlos Taja, Ing. M.Sc. Jorge Pascuali e Ing. Ramiro Ochoa por asesorarme y ayudarme en la redacción y desarrollo del trabajo de investigación.
- Agradecer al Ing. M.Sc. Celia Fernández, Ing. M.Sc. David Morales e Ing. M.Sc. Wilfredo Peñafiel por la paciencia, ayuda y consejos que me brindaron en la revisión del trabajo de investigación.
- Agradecer a todos mis compañeros por el apoyo que me brindaron en todos estos años de estudio en la Facultad de Agronomía.

CONTENIDO GENERAL

INDICE GENERAL.....	i
INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE ANEXOS.....	vi
RESUMEN.....	vii

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo General.....	3
1.1.2. Objetivos Específicos.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Ambientes atemperados.....	4
2.1.1. Importancia del ambiente protegido.....	4
2.1.2. Longitud de la carpa solar.....	4
2.1.3 Orientación	4
2.1.4. Temperatura del invernadero.....	5
2.1.5. Humedad relativa.....	5
2.1.6. Ventilación	5
2.1.7. Riego por goteo	6
2.2. Fertilizantes orgánicos.....	6
2.2.1. Influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo.....	7
2.2.2. El biodigestor	7
2.2.3. El biol.....	8
2.2.3.1. Formación del biol	9
2.2.3.2. Digestión anaeróbica.....	9
2.2.3.3. La biofermentación.....	10
2.2.3.4. Análisis químico del biol	10
2.2.3.5. Uso del biol	11
2.2.3.6. Aplicaciones foliares.....	11

2.2.3.7. Concentraciones del biol	12
2.2.3.8. Elaboración del biol	12
2.3. La lechuga Suiza o Valeriana (Valerianella locusta L.)	13
2.3.1. Origen de la lechuga Suiza	13
2.3.2. Importancia de la lechuga Suiza	13
2.3.3. Composición nutricional de la lechuga Suiza	14
2.3.4. Características morfológicas de la lechuga Suiza	14
2.3.4.1. Largo de hoja	15
2.3.4.2. Número de hojas, área y cobertura foliar de la lechuga Suiza	15
2.3.4.3. Rendimiento de la lechuga Suiza	15
2.3.5. Clasificación taxonómica	15
2.3.6. Fases fenológicas	16
2.3.7. Requerimientos y/o ecología del cultivo	17
2.3.7.1. Suelo y clima	17
2.3.7.2. Riego	17
2.3.7.3. Nutrientes requeridos y/o fertilizantes	17
2.3.8. Siembra	17
2.4. Sustancias de crecimiento	18
3. LOCALIZACIÓN	19
3.1. Ubicación geográfica	19
3.2. Características climáticas	19
3.3. Suelo	21
3.4. Vegetación	21
3.5. Actividad agrícola	21
3.6. Actividad pecuaria	21
4. MATERIALES Y MÉTODOS	22
4.1. Materiales	22
4.1.1. Material experimental	22
4.1.1.1. Ambiente atemperado	22
4.1.1.2. Material biológico	22
4.1.1.3. Fertilizante orgánico líquido	22
4.1.2. Materiales de campo	22
4.1.3. Materiales de laboratorio y gabinete	23
4.2.1. Procedimiento experimental	23
4.2.1.1. El biol	23
4.2.1.2. Preparación del suelo	26
4.2.1.3. Nivelación del suelo	27
4.2.1.4. Trazado del diseño	27
4.2.1.5. Muestreo y análisis del suelo	27
4.2.1.6. Análisis del biol	28
4.2.1.7. Instalación del riego	28

4.2.1.8. Siembra.....	28
4.2.1.8. Labores culturales.....	28
4.2.2. Diseño experimental.....	29
4.2.2.1. Modelo lineal.....	29
4.2.2.2. Factores de estudio.....	30
4.2.3. Variables de respuesta.....	32
4.2.3.1. Variables climáticas.....	32
4.2.3.2. Variables de riqueza nutricional del biol y del suelo.....	32
4.2.3.2. Variables agronómicas.....	33
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	37
5.1. Fluctuaciones de temperatura.....	37
5.1.1. Fermentación de los bioles.....	37
5.1.2. Desarrollo de la lechuga Suiza.....	38
5.2. Análisis físico-químico de los bioles y del suelo.....	39
5.2.1. Características de los bioles.....	39
5.2.2. Característica del suelo antes y después de la siembra.....	41
5.3. Variables fenológicas.....	43
5.3.1. Porcentaje de emergencia.....	43
5.4. Variables agronómicas.....	43
5.4.1. Largo de hoja de la lechuga Suiza.....	43
5.4.3. Número de hojas.....	46
5.4.4. Área foliar.....	48
5.4.5. Cobertura foliar.....	51
5.4.6. Rendimiento de lechuga Suiza.....	53
5.5. Evaluación económica.....	56
5.5.1. Ingreso bruto.....	56
5.5.2. Ingreso neto.....	57
5.5.3. Beneficio costo.....	58
5.5.4. Tasa de retorno marginal.....	58
6. CONCLUSIONES.....	60
7. RECOMENDACIONES.....	62
8. BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS.....	68

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Influencia de la materia orgánica en las propiedades físico, químico y biológicos del suelo	7
Cuadro 2. Composición bioactiva del biol proveniente del estiércol (BE) y del estiercol más alfalfa (BEA)	10
Cuadro 3. Composición nutricional por 100 g de canónigo crudo	14
Cuadro 4. Insumos utilizados para la elaboración del biol en 20 l.....	24
Cuadro 5. Factores de estudio	30
Cuadro 6. Tratamientos combinados	31
Cuadro 7. Análisis físico-químico de los bioles	40
Cuadro 8. Análisis físico-químico del suelo.....	41
Cuadro 9. Análisis de varianza para el largo de hoja	44
Cuadro 11. Análisis de varianza para el número de hojas	46
Cuadro 13. Análisis de varianza para el área foliar	49
Cuadro 15. Análisis de varianza para la cobertura foliar	51
Cuadro 16. Promedios de cobertura foliar por el nivel de concentración	52
Cuadro 18. Análisis de varianza para el rendimiento	54
Cuadro 19. Promedios de rendimiento por el tipo de biol.....	54
Cuadro 20. Promedios de rendimiento por el nivel de concentración	55
Cuadro 22. Ingreso bruto por tratamiento	57
Cuadro 23. Ingreso neto por tratamiento.....	57
Cuadro 24. Beneficio costo por tratamiento	58
Cuadro 25. Tasa de retorno marginal por tratamiento.....	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de Tiwanaku (IGM 2008)	20
Figura 2. Croquis del experimento y distribución de tratamientos ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 3. Medición del largo de hoja	33
Figura 4. Conteo de número de hojas	34
Figura 5. Dibujo de la hoja de lechuga Suiza	34
Figura 6. Dibujo de la cobertura foliar de la lechuga Suiza	35
Figura 7. Rendimiento	35
Figura 8. Temperaturas registradas en el ambiente atemperado para la elaboración de los bioles	37
Figura 9. Temperaturas registradas en el ambiente atemperado para el cultivo de la lechuga Suiza	39
Figura 10. Largo de hoja por los bioles	44
Figura 11. Largo de hoja por las concentraciones.....	45
Figura 12. Número de hojas por los bioles.....	47
Figura 13. Número de hojas por las concentraciones	48
Figura 14. Área foliar por los bioles.....	49
Figura 15. Área foliar por las concentraciones	50
Figura 16. Cobertura foliar por los bioles	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Figuras.....	69
Anexo 2. Datos promedios de temperatura.....	72
Anexo 3. Análisis físico-químico.....	73
Anexo 4. Cálculos de fertilización.....	76
Anexo 5. Porcentaje de emergencia.....	76
Anexo 6. Base de datos transformados.....	77
Anexo 7. Evaluación económica general.....	78
Anexo 8. Interacción de bioles por concentraciones.....	78
Anexo 9. Costos fijos, variables y totales.....	79

RESUMEN

El presente estudio “Efecto del Biol como fertilizante foliar en la Producción de Lechuga Suiza (*Valerianella locusta* L.) con diferentes Concentraciones en ambiente atemperado en el municipio de Tiwanaku - La Paz”, se lo realizó en los predios de la Institución Intervida (Cuna). Donde los objetivos fueron: Comparar las propiedades físico-químico del suelo y de los bioles, evaluar el efecto de los dos bioles en la producción de la lechuga Suiza, determinar el efecto de cuatro concentraciones de biol en la producción de lechuga Suiza, evaluar la interacción entre los dos bioles y las cuatro concentraciones y analizar los costos parciales de producción de la lechuga Suiza. El trabajo de investigación se realizó en un ambiente de tipo túnel, con una superficie utilizada de 96 m². El material vegetativo utilizado fue la semilla de lechuga Suiza variedad Trophy, el cual tiene dos meses de ciclo vegetativo a la formación de hojas comerciales. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Donde el factor A fueron: biol ovino y biol bovino, el factor B fueron: concentraciones al 25, 50 y 75 %. El estudio se dividió en dos fases: la primera en la elaboración de los bioles con diferentes insumos, es decir estiércol bovino y ovino y la segunda fase consistió en la siembra de lechuga Suiza, para esto el método de siembra a utilizar fue por líneas (15cm entre líneas), dispersando las semillas a mano y por golpe (10cm entre plantas o golpes). Los principales resultados indicaron que al comparar el rendimiento del cultivo con el biol ovino y bovino, se encontró un valor de 2,277kg/2,2m² a favor del biol ovino, registrándose un mayor beneficio costo de 5,6Bs., con relación al biol bovino que solo tuvo 2,053kg/2,2m² y un beneficio costo de 5,1Bs. Con respecto a las concentraciones, los mejores resultados fueron al 50% con valores de 2,689kg/2,2m² y un beneficio costo de 6,7Bs., seguida de las concentraciones al 75, 25 y 0 % con valores de 2,338, 2,081 y 1,553 kg/2,2m² respectivamente y un beneficio costo de 5,8, 5,2 y 3,9 Bs. respectivamente. Los tratamientos que produjeron mayor tasa marginal fue el tratamiento 7 (50% de biol ovino y 50% de agua) con un incremento de 1,64 Bs. seguida por el tratamiento 3 (50% de biol bovino y 50% de agua) con 1,47 Bs. adicionales a su inversión.

1. INTRODUCCIÓN

El Altiplano presenta una serie de factores naturales que limitan la intensificación de la agricultura como son la falta de nutrientes en el suelo, el déficit hídrico, heladas y granizadas en la mayor parte del año. Por esta situación, en los últimos años se ha buscado de manera considerable la producción de hortalizas bajo ambientes atemperados como una alternativa de producción, por la experiencia de rentabilidad y alta demanda.

Debido a los constantes riesgos o adversidades climáticas (temperaturas, heladas, granizadas, nevadas y déficit hídrico) el ensayo se lo realizó en un ambiente atemperado.

La producción de hortalizas se desarrolla en condiciones muy diversas, entre las que se encuentran los ambientes protegidos; estos sistemas, hacen posible el uso intensivo de una extensión de tierra, ya que proporciona un microclima y mantiene la humedad de la tierra. En estas se cultivan lechuga (*Lactuca sativa* L.), rabanitos (*Raphanus sativus* L.), nabos (*Brassica napus* L.), etc.; estos poseen gran oferta y demanda a lo largo de todo el año (Flores, 1996).

Las hortalizas, sin duda constituyen uno de los alimentos de mayor importancia para el ser humano ya que son ricas en vitaminas y minerales. La lechuga Suiza (*Valerianella locusta* L.), es una pequeña planta que se utiliza para la alimentación. Crece en estado salvaje en toda la zona templada de Europa, Asia Menor y el Cáucaso. Es una hierba anual, de 10 a 30 cm de altura, más nutritiva que la lechuga (*Lactuca sativa*). Actualmente se la considera como una alternativa de generar recursos económicos, ya que esta especie puede ser cosechada varias veces al año, por el corto periodo vegetativo de 50 días.

La lechuga Suiza es una hortaliza donde la parte comercial que se aprovecha son las hojas; debido a esto requerirá una buena aplicación de abonos que ayuden a mejorar la producción de este cultivo, con el único propósito de generar una alternativa de fuente de ingresos económicos para los productores.

Debido al reciente interés hacia esta especie por los diferentes factores tales como: su valor económico, su corto periodo fenológico y su rusticidad; es necesario realizar ensayos que coadyuven a mejorar la producción orgánica de esta especie.

La producción de cultivos en el Altiplano se ha ligado con mayor frecuencia, en los últimos años, en la adquisición de fertilizantes químicos con el fin de incrementar la calidad del producto cultivado y por ende ha dejado a un lado la fertilización natural u orgánica con estiércol animal. Tal vez porque, estos productos naturales tienen que sufrir una descomposición mucho mayor en tiempo, entonces es necesario dar otras opciones al agricultor de obtener productos naturales que sean efectivos.

La nueva corriente ecológica nos propone obtener productos totalmente naturales, utilizando para ello, fertilizantes orgánicos; los cuales se obtienen mediante procesos caseros y fáciles de acceder a estos productos por el agricultor, como es el caso del Biol (bioabono líquido) que es un compuesto formado por la cementación de estiércol animal y/o vegetal; este producto tiene importancia por el contenido de muchos macronutrientes, micronutrientes y fitohormonas que hacen que la planta pueda tener mayor producción y calidad.

En nuestro medio no existen experiencias escritas de la aplicación de abonos orgánicos líquidos en el cultivo de la lechuga Suiza, por lo que es necesario realizar esta investigación para dar sugerencias a los productores de esta hortaliza, de tal manera, que se pueda obtener información necesaria para los interesados en la producción orgánica de la lechuga Suiza.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto del biol como fertilizante foliar en la producción de lechuga Suiza (*Valerianella locusta* L.) con diferentes concentraciones en ambiente atemperado en el municipio de Tiwanaku - La Paz.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Comparar las propiedades físico-químico del suelo y de los bioles.
- Evaluar el efecto de los dos bioles en la producción de lechuga Suiza (*Valerianella locusta* L.).
- Determinar el efecto de cuatro concentraciones de biol en la producción de lechuga Suiza (*Valerianella locusta* L.).
- Evaluar la interacción entre los dos bioles y las cuatro concentraciones, en la producción de la lechuga Suiza (*Valerianella locusta* L.).
- Analizar los costos parciales de producción de la lechuga Suiza (*Valerianella locusta* L.).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ambientes atemperados

Para Hartman (1990) el objetivo principal de los ambientes atemperados en el Altiplano, es el de permitir la disponibilidad permanente de hortalizas frescas, que vayan a mejorar la dieta de la población.

Lorete (1993) señala que el mayor interés del agricultor es conseguir el incremento de la cosecha y de alargar las épocas de producción impulsándolo a practicar diferentes técnicas y crear instalaciones especiales para la producción de hortalizas.

2.1.1. Importancia del ambiente protegido

Para Valdez (1997) los ambientes protegidos son cubiertas que evitan el descenso de temperaturas a niveles críticos; así también indica que son construidos para proteger las cosechas y controlar factores como riego, luz y humedad.

Flores mencionado por Figueredo (2006) indica que las Carpas Solares al igual que los Invernaderos y huertos cumplen funciones del aprovechamiento de energía solar pasiva, atrapar luz y principalmente la temperatura, lo que beneficia el desarrollo de los cultivos.

2.1.2. Longitud de la carpa solar

Valdez (1997) menciona que la longitud de una Carpa solar está determinada de acuerdo al propósito del agricultor y sobre todo por la economía del mismo; esto quiere decir que si el propósito del productor es una mayor producción esta deberá contar con una carpa solar amplia y bien distribuida.

2.1.3 Orientación

Flores mencionado por Figueredo (2006) recomienda que se debe situar el ambiente atemperado o protegido, en lugares donde capte mayor cantidad de luz o

temperatura, cerca de una fuente de agua y en lugares donde no existan árboles que puedan proyectar sombra.

2.1.4. Temperatura del invernadero

Para Flores mencionado por Figueredo (2006) las variaciones más importantes de la temperatura que afectan al comportamiento de la plantas son producidas por el ciclo anual diario de la temperatura, altitud del lugar, calor y contenido de humedad de los suelos y finalmente por la acción de la vegetación.

TECN-AGR (1995) indica que cuando en el interior de la carpa solar la temperatura está por encima de los 35°C, deben abrirse las ventanas para dejar ventilar y así evitar la aparición de plagas, hongos y pulgones. La temperatura óptima para un buen desarrollo de las hortalizas está entre los 20 a 35 °C.

2.1.5. Humedad relativa

TECN-AGR (1995) menciona que por efecto de la evaporación del agua de riego y de la transpiración de la planta, la humedad relativa no debe sobrepasar el 60%; de esta forma se evita la propagación de hongos, pulgones y otras enfermedades o plagas.

Al respecto el mismo autor señala que al abrir las ventanas de ventilación es posible retirar el exceso de humedad del interior de la carpa solar o invernadero.

2.1.6. Ventilación

Al respecto Guzmán (2006) menciona que los sistemas de ventilación, en ambientes protegido, son muy necesarios por tres razones fundamentales:

- Para el abastecimiento de CO₂ , utilizado por las plantas para la fotosíntesis.
- Para limitar y controlar la elevación de temperatura en el ambiente.
- Para reducir la humedad procedente de la transpiración de las plantas.

2.1.7. Riego por goteo

Para Medina (1998) el riego por goteo supone una mejora tecnológica importante que contribuirá a una mejor y mayor productividad de los cultivos. Este es un cambio profundo, dentro de los sistemas de aplicación de aguas de suelo, que incidirá también en las prácticas culturales a realizar; este es considerado como una nueva técnica de producción agrícola.

El mismo autor indica que la característica principal de este sistema de riego es que no moje todo el suelo, sino solo parte del mismo; en esta parte húmeda es en la que la planta concentrará sus raíces y de la que se alimentará durante todo su ciclo vegetativo. El caudal del goteo y el tiempo de aplicación, varía de un cultivo a otro así también cuando las características del suelo son diferentes.

2.2. Fertilizantes orgánicos

Navarro (2007) menciona que los fertilizantes orgánicos son seguramente los fertilizantes más utilizados en la agricultura ecológica. Existe una gran diversidad de este tipo de fertilizantes, pero los más extendidos son los estiércoles y purines de diferentes animales y el compost de residuos orgánicos. En principio, estos fertilizantes disponen de la mayoría de los nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos, pero en algunos casos presentan un desequilibrio en nitrógeno, fósforo y potasio en relación a las necesidades de los cultivos.

Piñuela (2000) define fertilizante orgánico como un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal o animal, que tienen la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo.

García (1996) indica que los abonos orgánicos ocupan hoy en día un importante lugar en la agricultura, ya que estos han surgido como una alternativa favorable para los agricultores por las virtudes que estos proporcionan en sus parcelas.

2.2.1. Influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo

Mamani (2006) indica que algunos autores hacen referencia a las propiedades física, química y biológica que son favorecidos por el uso de materia orgánica, como se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Influencia de la materia orgánica en las propiedades físico, químico y biológicos del suelo

Propiedades físicas	Propiedades químicas	Propiedades biológicas
<ul style="list-style-type: none">- Mejoramiento de la Estructura y permeabilidad del suelo.- Baja la densidad aparente en el suelo.- Incrementa la capacidad retentiva de agua y la temperatura del suelo (captación de radiación).- Reduce las pérdidas de material fino por la erosión.	<ul style="list-style-type: none">- Incrementa el CIC del suelo y la disponibilidad de nutrientes.- Forma compuestos fosfo húmicos que alarman la retro degradación del fósforo.- Atenúa la retro degradación del potasio.- Poder tampón del suelo, evitando variaciones bruscas del PH.	<ul style="list-style-type: none">- Incrementa la actividad microbiana.- Es la fuente de energía y carbono para los organismos heterótrofos.- Estimula el crecimiento de las plantas por acción de acidez húmica sobre diversos procesos metabólicos. Especialmente sobre nutrición mineral.

Fuente: Mamani (2006)

2.2.2. El biodigestor

Martí (2007) indica que un biodigestor es un sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno) de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar este en biogás y fertilizante. El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas, o iluminación, y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere electricidad. El fertilizante, llamado biól, inicialmente se ha considerado un producto secundario, pero actualmente se está considerando de la misma importancia, o mayor, que el

biogás ya que provee a las familias campesinas de un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas.

Brechelt (2004) menciona que en los biodigestores se produce energía y abono, pero también se elabora el biol, un abono foliar orgánico. El biol es el líquido que se descarga de un biodigestor y es lo que se utiliza como abono foliar. Es una fuente orgánica de fitoreguladores que permite promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas.

2.2.3. El biol

Para Cavasa (2007) el biol es una fuente de fitoreguladores producto de la descomposición anaeróbica (sin la acción del aire) de los desechos orgánicos que se obtienen por medio de la filtración o decantación del bioabono; al respecto el SIAMAGE (2001) indica que el biol a más del contenido de nutrientes que posee, es rico en fitohormonas que estimula algunas actividades fisiológicas de la planta.

Según Medina (1992) el biol es considerado como un fitoestimulante complejo que al ser aplicado a las semillas o al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de las raíces e incrementar la capacidad de fotosíntesis de la plantas, mejorando así sustancialmente la producción y la calidad de las cosechas.

Para Gomero (1999) el biol no es más que abonos obtenidos en base a la fermentación de residuos orgánicos que generalmente se aplican foliar mente a la planta.

Cuchman y Riquelme (1993) mencionan que los abonos líquidos o biofertilizantes líquidos son los fertilizantes a corto plazo por excelencia; se usan principalmente como complementos por riego y para corregir deficiencias en aplicaciones foliares. No hay que descontar también sus excelentes propiedades preventivas y repelentes contra hongos y plagas en general.

2.2.3.1. Formación del biol

Quispe (2003) señala que por el clima frío y árido de la región altiplánica, se recurre a fuentes auxiliares de calor como el invernadero para optimizar y acelerar el proceso de digestión del material orgánico contenido en los bidones o bolsas y así reducir el tiempo de producción del abono.

Según Restrepo (2001) el tiempo de fermentación para la elaboración del biol en climas fríos es de 90 días como promedio. El mismo autor también menciona que a mayor temperatura, mayor es la fermentación, y a menor temperatura, menor es la fermentación.

2.2.3.2. Digestión anaeróbica

Para Martínez (1990) la digestión anaeróbica o biodigestión es un proceso de fermentación realizado por bacterias saprofitas que se multiplican en ambientes faltos de oxígeno, digiriendo materia orgánica. En este caso puede actuar dos microorganismos que son: metano genéticas y metano productoras.

Restrepo (2001) indica que para asegurar el ciclo biológico de las bacterias en el proceso de biodigestión anaeróbica, es necesario que se presenten las siguientes condiciones óptimas:

- **Temperatura**, las bacterias mesofílicas completan su ciclo biológico en el ámbito de 15-40°C con una temperatura óptima de 35°C. Las bacterias termofílicas cumplen sus funciones en el ámbito de 35-60°C con una temperatura óptima de 55°C.
- **Hermetismo**, para que el proceso de digestión se lleve a cabo en forma eficiente, el tanque de fermentación debe estar herméticamente cerrado; es decir no debe existir presencia de oxígeno.
- **Tiempo de retención**, es el tiempo promedio en que la materia es degradada por los microorganismos. Se ha observado que a un tiempo corto de retención, se produce mayor cantidad de biogás, pero con un residuo (biol) de

baja calidad; para tiempos largos de retención se obtendrá un menor cantidad de biogás, pero con un residuo (biol) más degradados y con excelentes características como fuente de nutrientes.

- **Agitación**, esta práctica es importante para establecer el mejor contacto de las bacterias con el sustrato.

2.2.3.3. La biofermentación

Según Restrepo (2001) señala que los microorganismos transforman los materiales orgánicos, como el estiércol, la leche y el jugo de caña, en vitaminas (A, B, C y E), ácidos (cítrico, fumárico, láctico, etc.) y minerales complejos indispensables para el metabolismo y perfecto equilibrio nutricional de la planta; al ser absorbidas directamente por las hojas tonifican las plantas e impiden el desarrollo de enfermedades y el constante ataque de los insectos.

2.2.3.4. Análisis químico del biol

Al respecto Martí (2007) menciona que la composición química del biol está influenciada por el lugar y el tipo de alimentación del animal. El mismo autor menciona que el biol que elaboro alcanzó una composición química de un 2,6% de Nitrógeno, 1,5% de Potasio, 1,0% de Fósforo y 85% de Materia Orgánica.

Cuadro 2. Composición bioactiva del biol proveniente del estiércol (BE) y del estiércol más alfalfa (BEA)

Componentes	Composición QMC Del Biol.	
	BE	BEA
Nitrógeno	1,6 %	2,7 %
Fósforo	0,2 %	0,3 %
Potasio	1,5 %	2,1 %

Fuente: Medina (1990).

Al respecto Medina (1992) indica que la composición química del biol lo dividió en biol proveniente de estiércol y biol proveniente de estiércol con alfalfa (Cuadro 2).

Condori (2004) señala que el biol que elaboró en el Altiplano Central llegó a un contenido de 0,07% de Nitrógeno, 0,05% de Potasio, 6,52% de Fósforo y 0,71% de Materia Orgánica.

2.2.3.5. Uso del biol

Gomero (1999) indica que el biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anual y bianual o perennes, gramíneas, forrajes, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla o a la raíz; al respecto este autor concuerda con Brechelt (2004) el cual menciona que el biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, perennes con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla y/o a la raíz. No debe ser utilizado puro cuando se va a aplicar al follaje de las plantas, sino en diluciones.

Para Alexandra (2007) el biol es un compuesto anaeróbico completo que puede ser utilizado como fertilizante, insecticida, fungicida, fitoregulador e inoculante.

2.2.3.6. Aplicaciones foliares

Según Medina (1992) las aplicaciones de Biol al follaje deben aplicarse durante los tramos críticos de los cultivos, mojando bien las hojas y dependiendo la edad del cultivo; para esto se debe emplear boquillas de alta precisión en abanico.

Chilon (1997), indica que entre las partes aéreas de las plantas, las hojas son más activas en la absorción de las sustancias aplicadas, pues estos tienen mayor superficie expuesta. La efectividad de la fertilidad foliar depende de un gran número de medidas tales como la cantidad absorbida de sustancias y de su traslado por los conductos flemáticos. Entre los factores que afectan la fertilización foliar están: humedad relativa, edad de la hoja, características físicas de la solución aplicada y la luz.

El mismo autor menciona que en la nutrición foliar se pulveriza la solución nutritiva en la parte aérea de la planta, tratando de hacerlo en la mayor medida en la cara inferior

de la hoja, pues allí es mayor el grado de absorción; en la fertilización foliar hay una rápida absorción de los nutrientes por parte de la planta.

2.2.3.7. Concentraciones del biol

Martí (2007) menciona que el biol no presenta olores y reduce la existencia de moscas; también indica que puede ser usado como fertilizante foliar en una concentración de 25% de biol con un 75% de agua (relación 1: 4).

Medina (1992) señala que el biol no debe aplicarse puro, sino en diluciones, con una concentración del 50%.

Brechelt (2004) indica que las concentraciones recomendadas pueden ser entre 25 al 75 %. Las soluciones al follaje deben aplicarse unas 3 ó 5 veces, mojando bien las hojas con unos 400 a 800 litros por hectárea dependiendo la edad del cultivo.

Restrepo (2001) menciona que en las aplicaciones foliares, mezclar una parte del preparado por dos partes de agua, con intervalos entre aplicación de más o menos 10 días.

2.2.3.8. Elaboración del biol

Restrepo (2001) indica que para la elaboración de un biofertilizante sencillo, es necesario: un recipiente de plástico de 200 litros de capacidad, 50 kg de estiércol fresco, 2 litros de leche cruda o suero, 2 litros de melaza de caña (miel de purga o puede sustituirse con 4 litros de jugo de caña).

El mismo autor menciona que una forma de verificar la calidad del biofertilizante (biol) es por el olor, no debe presentar olor a putrefacción sino a fermentación, el color, no debe ser de color azul violeta, y la salida del gas, ya no tiene que existir.

Asimismo también señala que en lugares fríos el tiempo de la fermentación del biol puede variar; pero generalmente lleva hasta 90 días.

2.3. La lechuga Suiza o Valeriana (*Valerianella locusta* L.)

Según Wikipedia mencionado por Figueredo (2006) a la lechuga Suiza también se lo conoce con los nombres de valeriana, canónigo, dulceta, hierba de los campos, hierba de gatos y lechuga de campo.

De acuerdo a Tronickova (1986) una de las especies de hoja más promisorias es la Valeriana (Lechuga Suiza). No obstante, de las ventajas que presenta este cultivo, especialmente a nivel nutricional, su producción se ve limitada por la carencia o escaso conocimiento (Técnicas de producción) que se tiene sobre esta especie.

Infojardin (2007) indica que la familia Valerianáceas comprende cerca de 17 géneros con unas 400 especies de amplia distribución mundial. El órgano de consumo lo constituyen las hojas de la roseta, de color verde grisáceo, oblongas, de margen entero o dentado. Las hojas se utilizan frescas en ensalada, por lo común en mezcla con otras hortalizas.

2.3.1. Origen de la lechuga Suiza

Infojardin (2007) menciona que la primera noticia de su cultivo aparece en un documento alemán de 1588. Actualmente se cultiva principalmente en Alemania, Francia, Italia y otros países europeos, siendo raro su consumo fuera de Europa.

2.3.2. Importancia de la lechuga Suiza

Según Miguel (2001) la Valeriana es un cultivo cuya composición nutritiva es superior al de la lechuga; así también, este es consumido por su alto valor nutritivo y por su fácil preparación en ensaladas o mezclas con otras hortalizas.

Para Navarro (2007) el canónigo es algo delicado y exquisito, un simple ramillete de canónigos aporta personalidad a cualquier plato, ya sea ensaladas, verduras, quesos, carnes u otros. Y entre los beneficios para nuestra salud, su alto componente en ácido fólico lo hace un alimento estupendo para las mujeres que desean quedarse embarazadas a corto plazo. Unos meses previos a la concepción, los médicos recomiendan incluir el ácido fólico en nuestra dieta.

2.3.3. Composición nutricional de la lechuga Suiza

Canónigo (2007) indica que la composición nutritiva (Cuadro 3) es superior al de la lechuga, presentando un valor superior de provitamina A y vitaminas B y C. Esta planta tan discreta es un concentrado de betacaroteno, pigmento de color naranja-rojizo, enmascarado por el color verde que le confiere la clorofila. La vitamina C también abunda, y en cuanto a minerales destaca su contenido en yodo, aunque dependerá de la riqueza del suelo en este mineral, allá donde ésta crezca.

Cuadro 3. Composición nutricional por 100 g de canónigo crudo

Composición	Unidad	Composición	Unidad
Calorías	21 Kcal	Beta Caroteno	3,9 mg
Proteínas	2 g	Hierro	2 mg
Colesterol	0 mg	Calcio	38 mg
Fibra	1,5 g	Magnesio	13 mg
Fósforo	53 mg	Vitamina C	38,2 mg
Potasio	459 mg	Vitamina B	250 mg

Fuente: Canónigo (2007).

2.3.4. Características morfológicas de la lechuga Suiza

Infojardin (2007) indica que es una hierba anual, tiene una raíz adventicia. Presenta período vegetativo muy corto, en que desarrolla una roseta de numerosas hojas sésiles (órgano de consumo) sobre un corto tallo. Las flores son celestes y de corola gamopétala desprovista de giba basal. El ovario trilobular presenta un solo lóculo fértil. El fruto es pequeño, orbicular y grisáceo. El órgano de consumo lo constituyen las hojas de la roseta.

El mismo autor señala que existen diferentes variedades de lechuga Suiza, entre las principales tenemos: Corazón Lleno, Verde de Loviers y Holanda; en donde estas pueden ser anchas o estrechas, redondas o aguzadas, yendo del verde tierno al más intenso.

2.3.4.1. Largo de hoja

Para Miguel (2001) es una hierba anual de hoja pequeña. Según el tipo, su talla puede variar de 10 a 30 cm de altura, y sus hojas serán anchas o estrechas, redondas o aguzadas, yendo del verde tierno al más intenso.

Tronickova (1986) menciona que el órgano de consumo lo constituyen las hojas de la roseta, estas pueden alcanzar de 3 a 8 cm de largo y de margen entero o dentado.

2.3.4.2. Número de hojas, área y cobertura foliar de la lechuga Suiza

Mamani (2006) en su tesis titulado “Efecto de la aplicación de abonos en la lechuga Suiza”, los resultados promedios encontrados fueron de 12 hojas por planta y 1,38 cm² de área folia.

Figueredo (2006) con la aplicación de 20 t/ha de estiércol ovino, en el cultivo de lechuga Suiza, obtuvo una cobertura foliar promedio de 20 cm².

2.3.4.3. Rendimiento de la lechuga Suiza

Mamani (2006), en su trabajo de investigación con la aplicación de 1000 g/m² de estiércol de ovino, este obtuvo rendimientos de 662 g/m². Al respecto Luque (2005) menciona que con la aplicación de 1 kg/m² y bajo riego por goteo el rendimiento alcanzado fue de 516,67 g/m².

2.3.5. Clasificación taxonómica

Según Wikipedia mencionado por Figueredo (2006) esta se clasifica de la siguiente forma:

- **División:** *Magnoliophyta*
- **Clase:** *Magnoliopsida*
- **Sub. Clase:** *Asteridae*
- **Orden:** *Dipsacales*

- **Familia:** *Valerianaceae*
- **Género:** *Valerianella*
- **Especie:** *locusta*
- **Nombre Común:** Valeriana, Canónigo, Dulceta, Hierba de los Campos, Lechuga de Campo y Hierba de Gatos.

2.3.6. Fases fenológicas

Tronickova (1986) menciona que el cultivo de la Valeriana presenta un periodo vegetativo muy corto, en que se desarrollan una roseta de numerosas hojas sésiles sobre el tallo corto, al terminar la fase vegetativa sobrevive la emisión del tallo floral, el que tiene ramificaciones dicotómicas y diferencia cimas capituliformes en sus ápices.

Según Churquina (2000) las fases fenológicas bajo condiciones de invernadero son:

- **Emisión de cotiledones o emergencia:** emisión de los dos cotiledones sobre la superficie del suelo, ocurre a los 8 a 15 días después de la siembra.
- **Juvenil o de cotiledones:** se da aproximadamente a los 20 días después de la siembra, con crecimiento lento.
- **Emisión del meristemo apical:** entre 20 a 25 días después de la siembra, rápido desarrollo, en los que alcanza el mayor crecimiento de hojas.
- **Emisión de hojas comerciales:** después de 25 días a la anterior fase, es donde alcanza el mayor desarrollo de las hojas, quienes determinan el tiempo oportuno de la cosecha.
- **Emisión de vástago floral:** se da a los 75 días después de la siembra.
- **Floración:** a los 50 días después de la emisión del vástago.
- **Fructificación:** ocurre en torno a los 120 días después de la siembra.

2.3.7. Requerimientos y/o ecología del cultivo

2.3.7.1. Suelo y clima

Vigliola (1992) señala que el cultivo tiene muy pocas exigencias respecto al suelo y abonos, prefiere suelos algo compactos, frescos pero no húmedos, con pH de 6. En cuanto a la fertilidad le es suficiente la que resta de los cultivos precedentes.

El mismo autor señala que la valeriana es resistente a climas fríos sobreviviendo al invierno y soportando temperaturas bajas de $-3,4^{\circ}\text{C}$; cuando el clima es muy frío se hace necesario el uso de coberturas o se siembra en un ambiente con protección.

Según Canónigo (2007) este cultivo se desarrolla muy bien a temperaturas medias de 25°C , siendo una planta de fotoperiodo largo, prospera mejor en climas templados; se encuentra presente en forma silvestre en valles de la región de Europa y crece en pequeñas rosetas a ras del suelo. La planta se desarrolla bien en suelos sueltos y bien abonados.

2.3.7.2. Riego

Vigliola (1992) menciona que el suelo debe regarse abundantemente, según la temperatura del ambiente. A causa de las temperaturas altas se deberá hacer riegos más frecuentes y abundantes; posteriormente las necesidades de agua van reduciendo.

2.3.7.3. Nutrientes requeridos y/o fertilizantes

Chilon (1997) indica que los nutrientes extraídos por este cultivo son: 30 kg/ha de nitrógeno puro, 20 kg/ha de ácido fosfórico puro y 50 kg/ha de potasa pura.

2.3.8. Siembra

Para Tiscornia (1982) la siembra puede ser al voleo o por golpe; al voleo en forma muy tupida, a razón de 100 g por ha, por golpe a razón de 10 cm. entre planta. La

semilla debe ser ligeramente cubierta de tierra por medio del rastrillo y luego levemente apisonada, ya sea con una pala o con un rodillo liviano. Al Respecto Figueredo (2006) indica que la siembra puede ser a razón de 1 a 5 semillas por golpe a una distancia de 10 cm entre plantas.

2.4. Sustancias de crecimiento

Según Lira (1994) las hormonas vegetales cumplen las siguientes funciones en las plantas:

- Las **Auxinas**, desempeñan una función importante, en la expansión de las células del tallo, estimulan la división celular (fomentan el desarrollo de callos, de los que se desprenden crecimientos similares a raíces), inician la formación de raíces y de la floración.
- Las **Giberelinas**, incrementan la división celular; actúan en la formación de tallos, entrenudos y provocan la floración. Con frecuencia las giberelinas incrementan el contenido de auxinas.
- Las **Citocininas**, estimula la división celular, el crecimiento de las radículas y tallos. Cuando están en condiciones de óptimas rompen el letargo, el embrión empieza a producir las Giberelinas y las Citocininas, necesarias para contrarrestar la acción de los inhibidores de crecimiento e iniciación del proceso de división.

Según Bidwell mencionado por Lazaro (2007) los minerales cumplen las siguientes funciones en las plantas:

- **Nitrógeno**, promueve el rápido crecimiento con un mayor desarrollo de las hojas y tallos; sin embargo, este desarrollo no puede ser sin presencia de fósforo, potasio y otros elementos importantes.
- **Fósforo**, es parte estructural de muchos compuestos, principalmente de ácidos nucleicos y fosfolípidos, tiene una función importante en el metabolismo energético acelerando la maduración.

- **Potasio**, no parece tener una función estructural en la planta, pero desempeña numerosos papeles catalíticos, que en su mayoría no están claramente definidos; varias enzimas no operan eficientemente en la síntesis de proteínas cuando hay deficiencia de este elemento.

Chilon (1997) indica que un porcentaje mayor al 0,2% de nitrógeno está en niveles altos donde el suelo y el cultivo pueden verse favorecidos tanto en su estructura como en el rendimiento del mismo cultivo. Al respecto Vigliola (1992) afirma que este nutriente influye sobre el momento de cosecha, acelerando la madurez comercial en las hortalizas cuya parte comestible es la vegetativa.

3. LOCALIZACIÓN

3.1. Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Tiwanaku, tercera sección de la provincia Ingavi (Figura 1) entre las coordenadas 16°24' de Latitud Sur y 68°57' de Longitud Oeste. Este municipio se encuentra a 72 km de la ciudad de La Paz, conectada por la carretera internacional asfaltada que vincula el país con la república del Perú (Montes de Oca, 1997).

3.2. Características climáticas

La zona presenta una temperatura media anual de 7,8°C, con una temperatura máxima de 19,5°C y una temperatura mínima de -2,8°C. Los vientos predominantes en la zona tienen una dirección sur este y corren a una velocidad entre 2 a 5 nudos (SENAMHI; citado por Figueredo, 2006).

El mismo autor indica que las precipitaciones son irregulares y dependen de la estación del año; con una media anual de 150 - 300 mm. Presenta una intensa radiación solar y fuertes vientos en los meses de invierno. La humedad relativa oscila entre el 30 y 40 % dependiendo de la época. Todas las características climáticas mencionadas hacen de esta región una zona árida.

**MUNICIPIO
DE TIWANAKU**

UBICACION



**LA PAZ
UBICACION DE LA PROVINCIA**

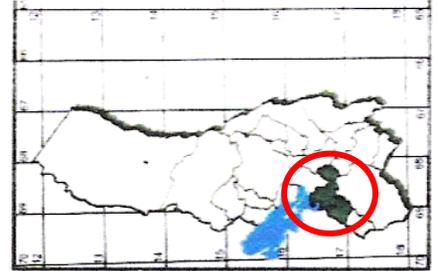


Figura 1. Ubicación geográfica de Tiwanaku (IGM 2008)

3.3. Suelo

La región presentan la siguiente conformación: franco-arcillosos (39%), franco-arenoso (23%) y franco (15%). Esto implica que son suelos sensibles a la erosión tanto hídrica como eólica, con poca capacidad de retención de humedad. Son superficiales, cuya capa arable varía entre 10 a 20 cm, lo que dificulta el normal desarrollo de los cultivos. La roca madre está compuesta por cuarcitos areniscas, arcosas y otros materiales paleozoicos, provenientes de los periodos Silúrico y Devónico (Mamani, 2006).

3.4. Vegetación

Dentro de estos lugares se puede encontrar especies arbóreas tales como pinos (*Pinus sp.*), kiswaras (*Buddleia coriacea*) y keñuas (*Polilepis incana*) y entre las especies del lugar poaceas perennes, tales como el pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), etc (Montes de Oca, 1997).

3.5. Actividad agrícola

Esta zona cuenta principalmente con cultivos agrícolas anuales tales como la papa (*Solanum sp.*), quinua (*Chenopodium quinoa*), cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*), trigo (*Triticum aestivum*), papaliza (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*) y haba (*Vicia faba*) (Montes de Oca, 1997).

3.6. Actividad pecuaria

La actividad ganadera se realiza en todas las comunidades campesinas del Municipio de Tiwanaku, con la crianza de ganado ovino y bovino en base a la organización del trabajo familiar (Montes de Oca, 1997).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Material experimental

4.1.1.1. Ambiente atemperado

Es de tipo túnel, con una superficie total de 145 m², cuenta con una altura máxima central de 2,50 m, el ancho de la carpa es de 5m y un largo de 30 m. Esta instalación pertenece a la institución Intervida (Hoy Asociación Cuna), donde constantemente son aprovechadas para la parte experimental o de producción.

4.1.1.2. Material biológico

Se utilizó la lechuga Suiza variedad Valeriana Trophy, cuya semilla presentó las siguientes características: pureza del 99%, humedad de 5,0%, germinación del 92%, material inerte 1%, calibre 1,75 – 2 mm.

4.1.1.3. Fertilizante orgánico líquido

Se lo preparó en las instalaciones de Intervida, cuatro meses antes de la siembra, con 20 kg de estiércol, 1,2 kg de Alfalfa, 0,8 l. de leche y 400 g de chancaca, todo esto en un volumen de 80 l. de agua.

4.1.2. Materiales de campo

Los materiales que se usaron para la presente investigación fueron:

- Polietileno
- Estiércol ovino y bovino
- Leche
- Chancaca
- Alfalfa
- Cintas de goma (neumático)

- Nylon
- Medio turril de metal
- Baldes
- Machete
- Bidones de 20 litros
- Motocultor
- Picota
- Rastrillo
- Riego (goteo y aspersión)
- Cinta métrica
- Estacas
- Pitas
- Alambre
- Marbetes
- Termómetro
- Carretilla
- Cámara fotográfica.

4.1.3. Materiales de laboratorio y gabinete.

- Balanza analítica: para el peso de muestras.
- Equipo de computación: uso de computadora, escáner e impresiones.
- Otros: hojas tamaño carta, venesta, cartones, libreta de campo, marcadores, bolígrafos, lápices y una regla.

4.2. Métodos

4.2.1. Procedimiento experimental

4.2.1.1. El biol

Se dividió en dos partes, la recolección y la preparación. Este trabajo se realizó en la época seca, entre los periodos de agosto y diciembre del 2007.

a) Recolección de estiércol

Se lo realizó en las comunidades cercanas pertenecientes al Municipio de Tiwanaku, con el fin de que las muestras recolectadas sean representativas del lugar. Posteriormente se mezclaron y se cuartearon para su utilización.

b) Preparación del biol

Se utilizó la técnica propuesta por Restrepo (2001), basada en la elaboración de abonos orgánicos fermentados, como el método más sencillo y simple para su preparación (Cuadro 4).

Cuadro 4. Insumos utilizados para la elaboración del biol en 20 l.

Biol	Insumos				
	Estiércol (kg)	Alfalfa (kg)	Leche (l)	Chancaca (kg)	Volumen (l)
Ovino	5	0,3	0,2	0,1	20
Bovino	5	0,3	0,2	0,1	20

Fuente: Elaboración en base a Restrepo (2001).

- **Ubicación de los bioles**

Se los colocó en la parte inferior de la carpa solar (Anexo 1: Figura 1), esto para facilitar una mayor fermentación (darle temperaturas constantes) y evitar los cruces de aire que puedan alterar la temperatura en el lugar.

- **Polietileno**

Es para que sirva de recipiente o receptáculo de la mezcla a prepararse; así también para que la fermentación del biol sea más homogénea. Para esto se realizó los siguientes pasos:

- Se cortó un polietileno de 4m de largo por 1m de ancho (Anexo 1: Figura 2); posteriormente se hizo un amarre por el centro, es decir a los 2m.

- Por último se hizo pasar una parte por encima del otro y se logró el recubrimiento y finalizado de la bolsa de polietileno (Anexo 1: Figura 3); con el fin de que esta sea más gruesa y así evitar que sufra daños.

- **Cama para la bolsa (polietileno)**

El propósito de la cama, es para evitar el contacto entre el suelo y la bolsa. Esto para que la bolsa no llegue a dañarse o sufra ruptura; así también mantener la temperatura. Para esto se realizó los siguientes pasos:

Se preparo la cama, para la bolsa, con heno (Anexo1: Figura 4) con una inclinación o pendiente de 10°, para que sea más fácil la extracción del metano, mediante una manguera. Posteriormente se tendió un agofilm en la cama con el propósito de que la bolsa de polietileno no sufra daño.

- **Cama y bolsa**

En el Anexo 1: Figura 5, se puede ver la preparación final de la cama con la bolsa. En esto estuvo la mezcla (biol) durante 3,5 meses.

- **Mezcla del biol**

- **Elaboración del biol bovino**

La mezcla se realizó en medio turril pero para esto se realizó lo siguiente:

Se pesó 20 kg de estiércol bovino, 1,2 kg de alfalfa, 400 g de chancaca y 0,8 litros de leche (Anexo1: Figura 6, 7, 8 y 9); y posteriormente se los colocó en el turril para su respectiva mezcla (Anexo1: Figura 10, 11, 12 y 13).

Una vez ya mezclada los ingredientes en el turril, este se llevó a la bolsa de polietileno (Anexo1: Figura 14). Realizado el vaciado de la mezcla, se agregó 40 litros más de agua, para completar los 80 litros en la bolsa. El espacio restante sirvió para que se concentre el metano que se produjo por la fermentación del estiércol.

El tiempo de duración de la mezcla preparada, para la obtención del biol, fue de 3,5 meses (Septiembre a Diciembre) antes de la siembra (Enero).

En cuanto a la agitación del Biol (para mayor fermentación) se lo realizó 2 veces por semana y para la salida del metano se colocó una manguera en la parte superior de la bolsa de polietileno que esta a su vez estaba conectada a una botella con agua (Anexo1: Figura 15).

- Elaboración del biol ovino

Para esto, lo único que varió es el estiércol, los demás ingredientes (leche, alfalfa, chancaca y agua) se mantuvieron iguales en cuanto a sus medidas o cantidades.

4.2.1.2. Preparación del suelo

Se lo realizó aprovechando la fermentación del Biol. Esto con el propósito de disminuir las malezas presentes en el lugar de estudio y antes del establecimiento de la lechuga Suiza.

• Antecedentes del suelo antes de la siembra

Es necesario mencionar que en la gestión agrícola anterior en el sector de los bloques I y II se encontraban sembrados cultivos de alfalfa; Mientras que en los bloques III y IV el suelo se encontraba en descanso con presencia de malezas. Por tales motivos en el lugar del ensayo hubo una desigualdad en la fertilidad del suelo.

• Roturado de suelo

Se realizó utilizando un motocultor (Anexo 1: Figura 16) con el fin de dar una buena profundidad (15 - 30 cm) y que pueda facilitar la penetración de la raíz en el suelo.

• Riego por aspersión antes de la siembra

Una vez realizado el roturado de suelo, se dio un riego por aspersión (Anexo1: Figura 17) con el propósito de que moje los terrones de tierra y los degrade por lavado; así

también para que las semillas de las malezas que se encontraban en el lugar germinen y emerjan. Cabe señalar que este sistema de riego (aspersores) solo se usó para el control de malezas (preparación de suelo) y no para el cultivo (siembra de lechuga Suiza).

- **Control de maleza antes de la siembra**

Luego del riego por aspersión, se puede observar que las malezas emergieron (Anexo1: Figura 18) por lo tanto se procedió a eliminarlas con una roturación de suelo. Este procedimiento de roturado y riego se repitió por 4 veces antes de la siembra del cultivo.

4.2.1.3. Nivelación del suelo

El nivelado del suelo se lo realizó una semana antes de la siembra, con el fin de dar a la semilla un terreno apto para su siembra (capacidad de campo) y su posterior desarrollo. Para esto se removió, niveló y se dio un riego a capacidad de campo.

4.2.1.4. Trazado del diseño

El diseño experimental elaborado de manera teórica se lo llevo a campo después del nivelado (Anexo1: Figura 19) con la ayuda de estacas, lienzos y una cinta métrica; para esto se realizó la demarcación y estacado de acuerdo al croquis del ensayo establecido.

4.2.1.5. Muestreo y análisis del suelo

Se recogió una muestra de suelo en cada tratamiento o unidad experimental (Anexo1: Figura 20) a una profundidad de 15-30 cm. Posteriormente se lo homogeneizó y cuarteo (se sacó un 25 % de la mezcla) el suelo por bloque (Anexo1: Figura 21 y 22); finalmente se juntó las mezclas de todos los bloques para un segundo cuarteo y una vez obtenido este se guardó para su posterior análisis. Este procedimiento se lo realizó antes de la siembra y después de la cosecha.

4.2.1.6. Análisis del biol

Una vez que finalizó la fermentación del Biol, en el mes de diciembre, se tomó una muestra (Anexo1: Figura 23) para su respectivo análisis en laboratorio a una razón de 1 litro por Biol; es decir se sacó 1 litro de biol ovino y 1 litro de biol bovino. El correspondiente análisis lo hizo el laboratorio del IBTEN.

4.2.1.7. Instalación del riego

El tipo de sistema de riego que se utilizó, para el presente estudio, es el de goteo o localizado. En el Anexo1: Figura 24, se puede ver como se instaló el sistema de riego. Donde el distanciamiento entre cintas fue de 20cm. y la separación de emisor a emisor fue de 30 cm.

4.2.1.8. Siembra

Se lo realizó en la época húmeda, enero del 2008, aprovechando el finalizado del biol y su correspondiente análisis; el método de siembra utilizado fue por líneas (15 cm entre líneas), dispersando las semillas a mano y por golpe (10 cm entre plantas o golpes).

La densidad promedio que se usó en esta siembra es de 60 semillas por línea; es decir, 3 semillas promedio por golpe a una profundidad de 2 a 3 veces su tamaño (Anexo1: Figura 25) para luego cubrir con la misma tierra. Posteriormente se regó suavemente con regadera.

4.2.1.8. Labores culturales

- a) **Raleo:** una vez emergidas las plantas se procedió a realizar el raleo; para esto se escogió la mejor planta para su estudio y el resto se los desecho (Anexo1: Figura 26).
- b) **Desmalezado:** el desmalezado se realizó de forma manual una vez por semana (Anexo1: Figura 27).

- c) **Riego:** Para proporcionar la humedad necesaria para la germinación y crecimiento de las plantas, el tiempo de riego que se le dio a la lechuga Suiza fue de 3 horas por día (Anexo1: Figura 28).
- d) **Fertilización foliar:** Para esto se realizó los diferentes cálculos correspondientes de fertilidad (Anexo 4); donde el resultado que se encontró para el biol ovino fue de 1,3 litros y para el biol bovino de 2,5 litros. Se debe mencionar que estos cálculos hallados fueron para todo el ciclo de producción de la lechuga Suiza.

Para la fertilización foliar se usó un atomizador (Anexo1: Figura 29) donde el tiempo de aplicación del biol se lo hizo a partir de los 22 días después de la siembra, cuando existía la emisión de los cotiledones o emergencia; posteriormente se lo aplicó por semana; es decir, a los 29, 36 y 43 días después de la siembra.

- e) **Cosecha:** Se lo realizó cuando el cultivo estaba en la fase de emisión de hojas comerciales con la ayuda de un cuchillo cortando por el cuello de la planta.
- f) **Registro de datos:** durante el ensayo se registraron los datos referidos a las variables establecidas en el ensayo.

4.2.2. Diseño experimental

Para evaluar el trabajo de investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo en parcelas divididas, con el propósito de anular la heterogeneidad del suelo (Cochram y Cox, 1997). Asignándose 2 factores de estudio con 8 tratamientos en 4 bloques, con un total de 32 unidades experimentales.

4.2.2.1. Modelo lineal

El Modelo Lineal Aditivo que se utilizó es la siguiente (Calzada 1982):

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{a ij} + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \varepsilon_{b ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} = Observación cualquiera
- μ = Media general del experimento
- β_j = Efecto del j – esimo Bloque
- α_i = Efecto del i – esimo Factor: A (Bioles)
- $\varepsilon_{a ij}$ = Error (a) parcela grande
- γ_k = Efecto del k – esimo Factor: B (Concentraciones)
- $\alpha\gamma_{ik}$ = Efecto de la interacción Biol x Concentración
- $\varepsilon_{b ijk}$ = Error (b) parcela pequeña

4.2.2.2. Factores de estudio

Los factores en el presente trabajo fueron: aplicación de Biol (dos diferentes estiércoles) y niveles de concentración (Cuadro 5).

Cuadro 5. Factores de estudio

A: Bioles	B: Concentraciones
– b ₁ : Biol Bovino	– c ₁ : 0 % de Biol y 100 % de Agua
	– c ₂ : 25 % de Biol y 75 % de Agua
	– c ₃ : 50 % de Biol y 50 % de Agua
	– c ₄ : 75 % de Biol y 25 % de Agua
– b ₂ : Biol Ovino	– c ₁ : 0 % de Biol y 100 % de Agua
	– c ₂ : 25 % de Biol y 75 % de Agua
	– c ₃ : 50 % de Biol y 50 % de Agua
	– c ₄ : 75 % de Biol y 25 % de Agua

a) Formulación de tratamientos

Para esto se combino los diferentes bioles con las diferentes concentraciones como se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Tratamientos combinados

Tratamientos	Repeticiones
$T_1 = b_1c_1 = 0\%$ de Biol bovino más 100% de agua	4
$T_2 = b_1c_2 = 25\%$ de Biol bovino más 75% de agua	4
$T_3 = b_1c_3 = 50\%$ de Biol bovino más 50% de agua	4
$T_4 = b_1c_4 = 75\%$ de Biol bovino más 25% de agua	4
$T_5 = b_2c_1 = 0\%$ de Biol ovino más 100% de agua	4
$T_6 = b_2c_2 = 25\%$ de Biol ovino más 75% de agua	4
$T_7 = b_2c_3 = 50\%$ de Biol ovino más 50% de agua	4
$T_8 = b_2c_4 = 75\%$ de Biol ovino más 25% de agua	4

b) Croquis del experimento

En la Figura 2, se puede observar las medidas que se utilizó en el presente trabajo.

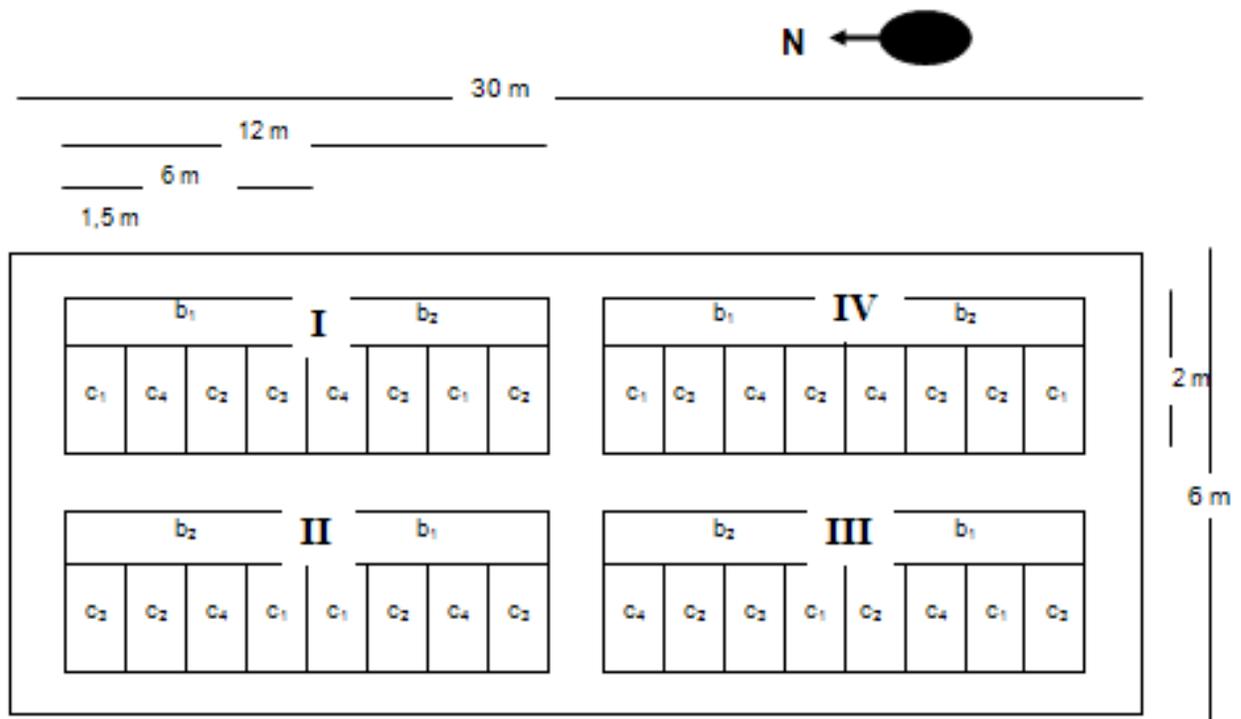


Figura 2. Croquis del experimento y distribución de tratamientos

c) Dimensiones de las unidades experimentales.

Número de tratamientos	= 8
Número de repeticiones	= 4
Número total de tratamientos	= 32
Área UE	= 3 m ²
Área de Bloque	= 24 m ²
Área Total del Ensayo	= 96 m ²
Pasillos	= 0,50, 1 y 2 m.

4.2.3. Variables de respuesta

4.2.3.1. Variables climáticas

Se tomaron los registros de temperatura, dentro del ambiente atemperado, durante toda la etapa de crecimiento de la lechuga Suiza y la fermentación de los bioles (Anexo 2), esto con la ayuda de un termómetro de máximo y mínimo. Los registros de estas variables climáticas se tomaron dos veces al día, la mínima a horas 7:00 y la máxima a horas 17:00, todos los días.

4.2.3.2. Variables de riqueza nutricional del biol y del suelo

Se recurrió al análisis físico-químico de los bioles y del suelo (Anexo 3). El primero para realizar su correspondiente cálculo de fertilización y aplicación a los cultivos y el segundo para saber que % de nutrientes son asimilados, aproximadamente, durante el desarrollo del cultivo.

El análisis se lo realizó en el laboratorio del IBTEN y donde se obtuvieron los siguientes datos: densidad, nitrógeno, fosforo y potasio.

4.2.3.2. Variables agronómicas

1) Días a la emergencia

Se consideró cuando el 50% de las plantas estuvo emergido (Anexo 5), de toda el área experimental, y posteriormente se calculó la emergencia por tratamiento.

2) Largo de la hoja (cm)

Se tomo en cuenta desde la base de la hoja hasta el ápice del mismo, donde fue utilizando para ello una regla de 30 cm. (Figura 3).



Figura 3. Medición del largo de hoja

3) Número de hojas (unidad)

Se lo realizó contando el número total de hojas presentes en cada muestra o planta (Figura 4) desde el momento de la emergencia hasta el momento de la cosecha, sin contar las primeras hojas que serian los cotiledones.

4) Área foliar (cm²)

Se tomo muestras de las hojas más grandes, para esto se utilizó un nylon transparente y se dibujo las dos hojas más sobre salientes de la muestra (Figura 5) para luego pasarlos al escáner y bajar a la computadora. Este proceso se realizó para todos los tratamientos.



Figura 4. Conteo de número de hojas



Figura 5. Dibujo de la hoja de lechuga Suiza

5) Cobertura foliar (cm²)

Se utilizó un nylon transparente y se hizo el dibujo respectivo (Figura 6), para luego pasarlos al escáner y bajar a la computadora.

6) Rendimiento en materia verde (g/m²)

El cultivo se cosechó por tratamiento, descontando el efecto de bordura, que en este caso es menos las primeras plantas alrededor del tratamiento. La cosecha se hizo cuando las plantas tuvieron un promedio de 8 cm de largo de hoja (Figura 7).



Figura 6. Dibujo de la cobertura foliar de la lechuga Suiza

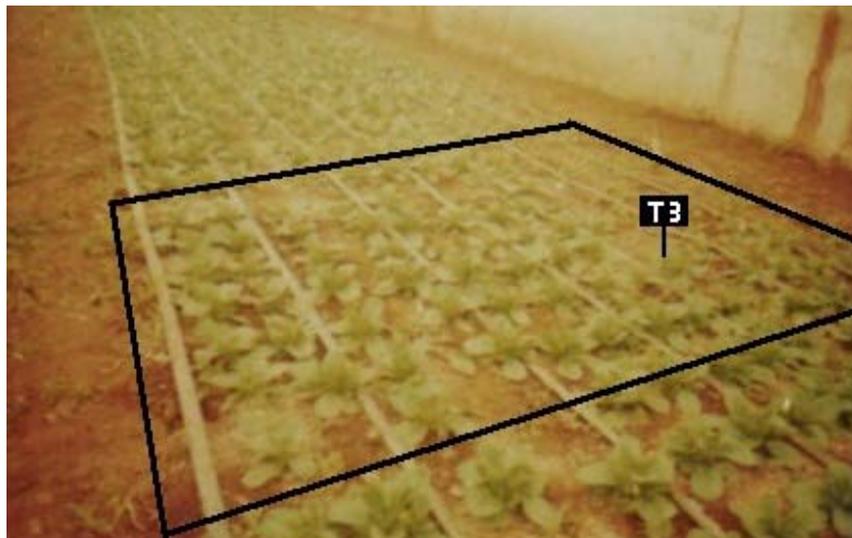


Figura 7. Rendimiento

7) Análisis económico parcial

Para esta variable se utilizó la metodología descrita por Perrin (1978), determinando el Beneficio Bruto, Beneficio Neto, el índice de Beneficio/Costo y Tasa de Retorno Marginal. Las fórmulas que se utilizaron para la presente investigación fueron:

- Ingreso bruto

$$IB = R_{dto} * P$$

Donde: IB= Ingreso Bruto
IB = Ingreso Bruto
Rdto = Rendimiento
P = Precio

- **Ingreso neto**

$$IN = IB - CP$$

Donde: IN = Ingreso Neto
CP = Costos de Producción

- **Beneficio costo**

$$B/C = IB/CP$$

Donde: B/C = Beneficio Costo

- **Tasa de retorno marginal**

$$TRM = (INT_2 - INT_1) / (CVT_2 - CVT_1)$$

Donde: TRM = Tasa de Retorno Marginal
INT = Ingreso Neto del Tratamiento
CVT = Costos Variables del Tratamiento

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Fluctuaciones de temperatura

5.1.1. Fermentación de los bioles

En la Figura 8, se observa que las variaciones de temperatura para la elaboración de los bioles, durante el día y la noche, en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre las temperaturas máximas promedio registradas fueron de 43,4, 46,6, 44,5 y 34,6 °C respectivamente; en cambio las temperaturas mínimas en promedio fueron de 7,7, 7,5, 7,6 y 7,0 °C respectivamente.

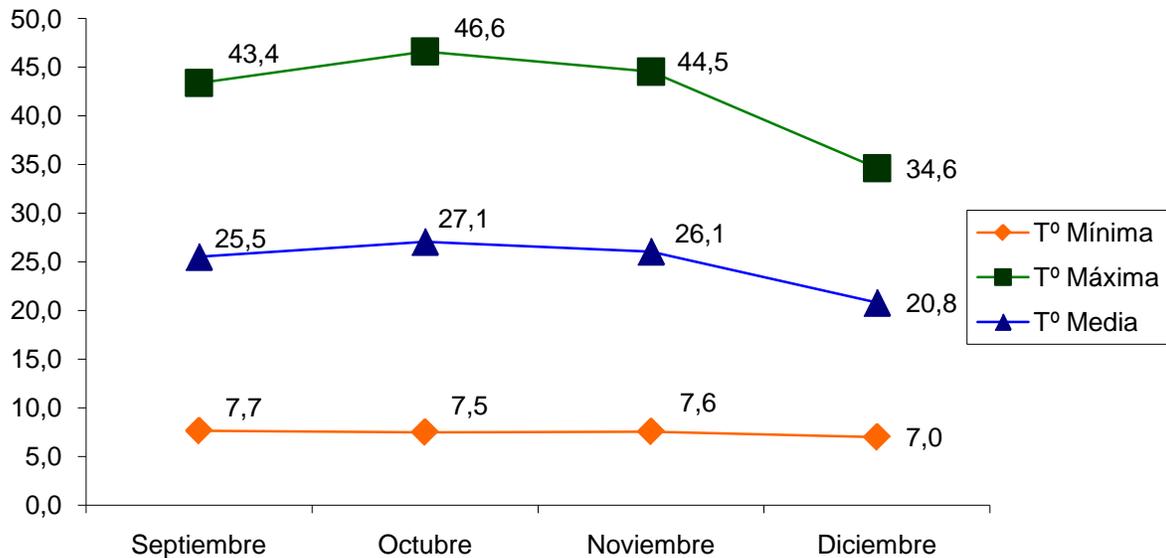


Figura 8. Temperaturas registradas en el ambiente atemperado para la elaboración de los bioles

En el caso de las temperaturas máximas registradas se observó un aumento de 3,2°C entre los meses de septiembre a octubre y una disminución de 2,1°C entre los meses de octubre a noviembre y 9,9°C entre los meses de noviembre a diciembre. Para las temperaturas mínimas registradas se observó una disminución de 0,2°C entre los meses de septiembre a octubre, posteriormente un aumento de 0,1°C entre

los meses de octubre a noviembre y por último una disminución de 0,6°C entre los meses de noviembre a diciembre.

También se puede ver que para todo el proceso de fermentación de los bioles, en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, la temperatura media promedio fue de 25,5, 27,1, 26,1 y 20,8 °C respectivamente.

Analizando los registros de temperatura mensuales promedio, éste alcanzó a los 25°C promedio; es decir que con esta temperatura, el biol llegó a fermentarse a los 3 meses.

Estos datos son favorables ya que a mayor temperatura, mayor fermentación, y a menor temperatura, menor fermentación. Así también que a un tiempo corto de retención, se produce mayor cantidad de biogás (gas), pero con un residuo (biol) de baja calidad; pero para tiempos largos de retención se obtendrá un residuo bajo en biogás pero con efluente (biol) más degradados, con excelentes características como fuente de nutrientes.

Al respecto Restrepo (2001) indica que el tiempo de fermentación varía según el clima, por ejemplo en lugares cálidos es de 30 días, pero en lugares fríos el tiempo de fermentación puede llevar hasta 90 días.

5.1.2. Desarrollo de la lechuga Suiza

Las variaciones de temperatura (Figura 9) para el cultivo de lechuga Suiza presentaron cambios constantes, donde en los meses de enero, febrero y marzo las temperaturas máximas promedios fueron de 32,8, 38,0 y 37,9 °C respectivamente; en cambio las temperaturas mínimas en promedio fueron de 7,1, 6,8 y 6,9 °C respectivamente. La temperatura media en promedio en los meses de enero, febrero y marzo fueron de 20,0, 22,4 y 22,4 °C respectivamente.

Realizando un promedio de temperatura general para los meses de enero a marzo, este llegó a darnos un valor de 22°C lo cual se considera que es óptimo para el crecimiento del cultivo de lechuga Suiza.

Al respecto Canónigo (2002) indica que la temperatura ideal para el cultivo de lechuga Suiza es de 25°C promedio, pero este puede llegar a soportar climas fríos. Así también Vigliola (1992) menciona que la lechuga Suiza es resistente a climas fríos sobreviviendo al invierno, soportando temperaturas bajas como -3,4°C.

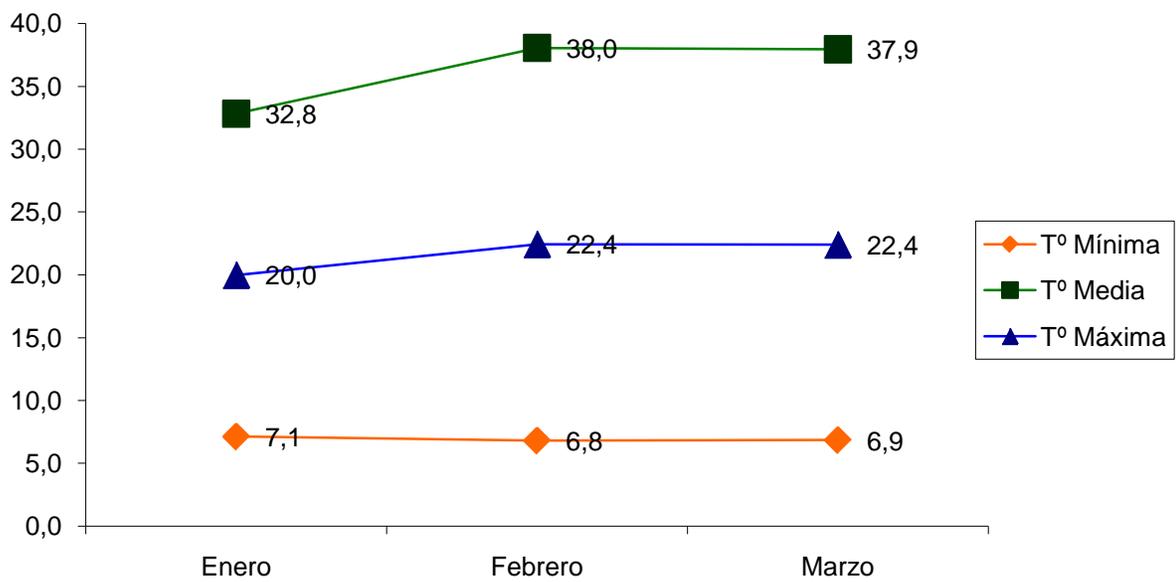


Figura 9. Temperaturas registradas en el ambiente atemperado para el cultivo de la lechuga Suiza

Estas diferencias de temperatura de 22°C y 25°C promedio se deben principalmente a que en el lugar donde se realizó la investigación existieron factores, tales como precipitaciones pluviales, granizos y nevadas, los cuales influyeron en la temperatura del ambiente atemperado pero no afectaron significativamente en el ciclo fenológico del cultivo, es decir a los 50 días después de la siembra.

5.2. Análisis físico-químico de los bioles y del suelo

5.2.1. Características de los bioles

Una vez extraídas las muestras del laboratorio del IBTEN, estas mostraron los siguientes resultados (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis físico-químico de los bioles

Propiedades (físico-químico)	Bioles	
	Biol Bovino	Biol Ovino
Nitrógeno (N)	0,05 %	0,26 %
Fósforo (P)	0,02 %	0,06 %
Potasio (K)	0,05 %	0,16 %
Densidad (D)	2,64 g/ml	7,30 g/ml

Fuente: IBTEN (2008)

En el Cuadro 7 se puede observar que los valores de las propiedades (físico-químico) de los bioles (bovino y ovino) son diferentes; dando valores bajos para el biol bovino y valores altos para el biol ovino; por ejemplo se obtuvo con el biol bovino 0,05% de nitrógeno y con el biol ovino 0,26% de nitrógeno.

Estas diferencias se deben principalmente a su constitución fisiológica y anatómica de los animales en estudio; vale decir, que el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, en el estiércol, varía entre uno y otro animal.

El contenido de las propiedades químicas, como el Nitrógeno (N), de algunos estiércoles frescos varía en cuanto a la especie y a la alimentación de estos; por ejemplo: el estiércol bovino tiene 0,55% de N, el estiércol de gallina tiene 1,50% de N, el estiércol del puerco tiene 0,50% de N, etc. (Restrepo 2001).

Al respecto Chilón (1997) menciona que un porcentaje mayor al 0,2% de nitrógeno, está en niveles altos, donde el suelo y el cultivo pueden verse favorecidos tanto en su estructura como en el rendimiento.

Cabe señalar que para nuestra investigación este análisis físico-químico de los bioles (estiércol ovino y bovino) se lo realizó con el propósito de conocer la cantidad más representativas de propiedades físico-químico (contenido de nitrógeno, fosforo, potasio y su densidad) que se presenta en la región de Tiwanaku; así también para realizar un cálculo de fertilización adecuada para la lechuga Suiza (Anexo 4).

5.2.2. Característica del suelo antes y después de la siembra

En el Cuadro 8, se puede ver los resultados de análisis de suelo antes y después de la siembra, realizados por el IBTEN.

Cuadro 8. Análisis físico-químico del suelo

Propiedades(físico-químico)	Análisis del suelo		
	Antes de la Siembra	Después de la Siembra	Diferencia
Potasio	1,25 (meq/100)	0,88 meq/100	30% (0,4 meq/100)
Fósforo	65,16 (ppm)	55,25 ppm	15% (9,8 ppm)
Nitrógeno	0,22 (%)	0,21 %	5% (0,01 %)
Materia Orgánica	4,69 (%)	3,94 %	16% (0,8 %)
pH	7,3 (1:5)		
Textura	Franco Arcillosa		

Fuente: IBTEN (2008)

El análisis físico y químico (Cuadro 8) del suelo antes de la siembra presenta las siguientes características:

Textura franco arcilloso (FY), con predominancia de arcilla 38%, seguido de arena 36% y limo 26%. Posee un pH neutro de 7,3, por lo tanto es adecuado para los cultivos y cual está dentro de los rangos permitidos por Gonzales, mencionados por Cruz David (2004), quien indica que los suelos deben tener un pH de 6 a 7,5 para que las plantas se desarrollen mejor.

El contenido total de nitrógeno (N) es de 0,22% que es bueno para el cultivo ya que está dentro del rango descritos por Chilon (1997), el cual menciona que de 0,1 a 1 % el cultivo puede verse favorecido tanto en su estructura como en el rendimiento del mismo.

El Fosforo y Potasio, llegaron a dar valores de 1,25 meq/100 y 65,16 ppm respectivamente. La materia orgánica es de 4.69%, el cual también contribuye a aflojar el suelo y retener el agua.

En el Cuadro 8 también se puede observar que el suelo presentó las siguientes características, después de la siembra: El nitrógeno con un valor de 0,21%, el fosforo con 55,25 ppm y el potasio con 0,88 meq/100.

Realizando las diferencias se pueden ver que el cultivo uso el 5% (0,01%) de nitrógeno, 15% (9,8 ppm) de fosforo y el 30% (0,4 meq/100) de potasio; es decir que una parte de este 5% de nitrógeno del suelo fue absorbido por la planta y la otra parte por otros factores tales como la volatilización.

Para nuestro trabajo de investigación se pudo ver que estas propiedades del suelo, influenciaron de manera parcial en el cultivo, especialmente el nitrógeno; es decir que el nitrógeno del suelo fue utilizado en menor cantidad a diferencia del nitrógeno proveniente del biol; esto debido a que para la presente investigación el nitrógeno es el elemento de mayor importancia para la fertilización foliar, debido a que nuestra producción eran las hojas comerciales.

Con respecto a las diferencias del fósforo y al potasio, estos se deben a factores climáticos, edáficos y requerimientos de la lechuga suiza.

Buckman, mencionado por Calle (2006), indica que la planta absorbe más fosforo cuando los suelos están más húmedos y calientes que cuando se encuentran más secos y fríos. Al respecto el mismo autor indica que los suelos del altiplano son ricos en potasio.

Chilon (1997) indica que los nutrientes extraídos por el cultivo de la Lechuga Suiza, para la etapa de producción, son: el nitrógeno (30 kg/ha), el fósforo (20 kg/ha) y el potasio (50 kg/ha).

5.3. Variables fenológicas

5.3.1. Porcentaje de emergencia

Los días a la emergencia se evaluaron a los 24 días después de realizada la siembra; donde se contaron el número de días transcurridos desde la siembra hasta que los diferentes unidades experimentales mostraron plantas emergidas a la superficie del suelo, mayor al 50% ya presente con el primer par de hojas.

En el Anexo 5 se puede ver el porcentaje de emergencia de los tratamientos, bloques y el total de estos para la presente investigación. Los resultados que se obtuvieron, mostraron que el porcentaje promedio total de emergencia para un área de 96 m², fue de 73%.

Al respecto Medina (1998) menciona que los factores que más influyen en poner fin al estado de latencia y conducen a una germinación, en condiciones naturales son: agua, oxígeno, temperatura, luz y suelo.

5.4. Variables agronómicas

5.4.1. Largo de hoja de la lechuga Suiza

Según el análisis varianza del Cuadro 9, no se detectaron diferencias estadísticas significativas de los bioles, concentraciones y la interacción de estos; pero si se pudo detectar diferencias altamente significativas en los bloques. También muestra un coeficiente de variación (CV) con un valor de 7,6 y 16,5 % para los bioles y las concentraciones respectivamente, donde indica que los datos obtenidos son confiables (Calzada, 1988)

La no significancia estadística de los bioles y concentraciones, podría deberse a que para la aplicación de este, se realizó un cálculo (Anexo 4) de fertilidad para el cultivo, como lo indica Quino (2003), quien menciona que un cultivo debe tener una buena fertilización ya que de este depende el crecimiento del mismo.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el largo de hoja

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Bloques	3	40,25594	13,41865	107,08	0,0015 **
Bioles	1	0,81281	0,81281	6,49	0,0842 NS
Error Parcela Grande	3	0,37594	0,12531		
Niveles de Concentración	3	3,71594	0,12387	2,14	0,1307 NS
Interacción B*NC	3	0,59594	0,19865	0,34	0,7943 NS
Error Parcela Pequeña	18	10,41563	0,57865		
Total	31	56,17219			

GL = Grados de libertad; CM = Cuadrado medio; F Cal = F calculada; Pr>F = Probabilidad de F ; ** = Altamente significativo; * = Significativo; NS = No significativo.

CV = 7,6 % para los bioles.

CV = 16,41 % para las concentraciones.

Si bien no existe una diferencia estadística, si se pudo observar que existe una diferencia numérica. De acuerdo a nuestros datos obtenidos en la Figura 10 se puede ver el largo de la hoja con la aplicación de los dos bioles. En el caso del biol ovino el largo de hoja que alcanzó es de 8,8 cm a diferencia del biol bovino que solo llegó a 8,2 cm.

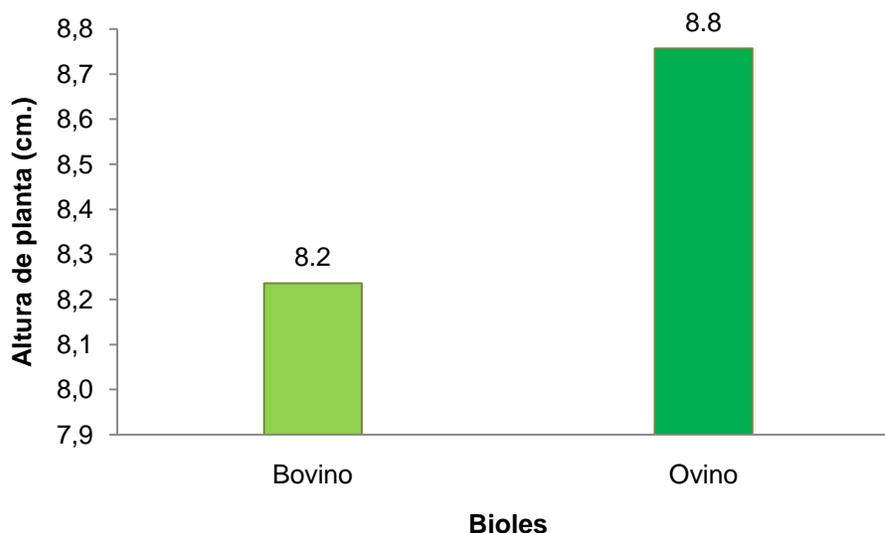


Figura 10. Largo de hoja por los bioles

Tronickova (1986), indica que las variedades de lechuga Suiza alcanzan una altura entre 3 a 8 cm de largo. Al respecto Miguel (2001) menciona que la lechuga Suiza puede llegar a los 10 cm de altura. Este dato se justifica indicando que para nuestra investigación se tomo las alturas promedios de todos los bloques (ver página 26, antecedentes del suelo antes de la siembra); es decir que los bloques I y II tenían alturas promedio de 9,9 cm de altura como promedio y los bloques III y IV tenían alturas promedios de 7,1 cm de altura.

Las diferencias numéricas de largo de hoja entre los dos tipos de bioles se habrían debido a que los estiércoles de las diferentes especies (ovino y bovino) son muy diferentes en el contenido de nitrógeno. Restrepo (2001) menciona que el contenido de nitrógeno en el estiércol varía entre uno y otro animal. Como por ejemplo el estiércol bovino presenta un valor del 0,55% de nitrógeno y el estiércol de ovino 0,80% de nitrógeno.

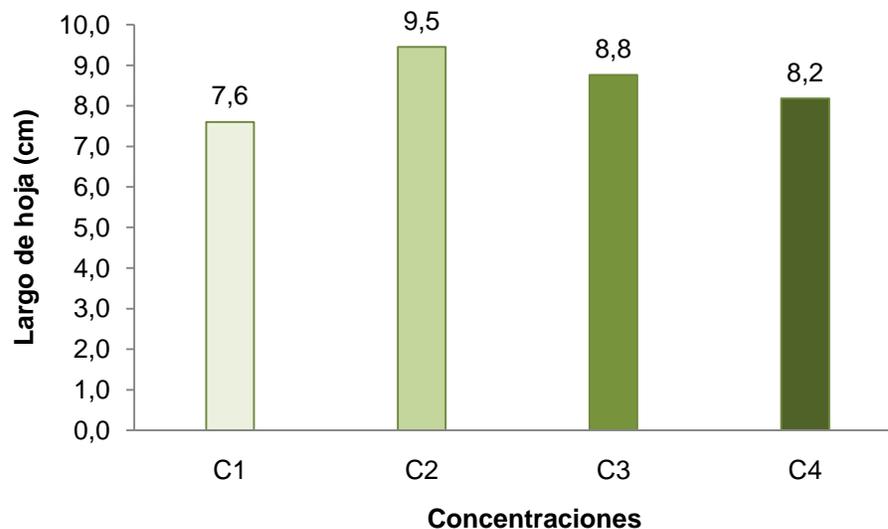


Figura 11. Largo de hoja por las concentraciones

En la Figura 11 se puede observar que para nuestro trabajo de investigación la concentraciones que mayor largo de hoja o altura brindaron son la 2 y la 3 (es decir al 25 y 50% de biol) con 9 cm de altura para ambas concentraciones; seguida de las concentraciones 4 (al 75% de biol) y 1(al 0% de biol o testigo) con 8 cm de altura

para ambas concentraciones. Al respecto Brechelt (2004) indica que las concentraciones recomendadas pueden ser entre 25 al 75 % de biol; Medina (1992) señala que el biol no debe aplicarse puro, sino con una concentración de 50%.

Con respecto a la interacción, Reyes (1978) menciona que cuando la interacción de variables no presenta significancia, los factores en estudio son independientes.

5.4.3. Número de hojas

En el Cuadro 10, se puede ver los datos obtenidos del análisis de varianza para el número de hojas. Donde mostró un coeficiente de variación de 8,6 y 10,5 % para los bioles y las concentraciones, los cuales son confiables ya que están dentro del rango establecidos por Calzada (1988). También muestra que existen diferencias significativas en cuanto a los bloques pero no se encontraron diferencias significativas para los bioles, concentraciones y la interacción de estos.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el número de hojas

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Bloques	3	58,93750	19,64583	36,55	0,0073 **
Bioles	1	1,80500	1,80500	3,36	0,1643 NS
Error Parcela Grande	3	1,61250	0,53750		
Niveles de Concentración	3	1,58700	0,52916	0,65	0,5911 NS
Interacción B*NC	3	0,24250	0,08083	0,10	0,9591 NS
Error Parcela Pequeña	18	14,57500	0,80972		
Total	31	77,87500			

GL = Grados de libertad; CM = Cuadrado medio; F Cal = F calculada; Pr>F = Probabilidad de F ; ** = Altamente significativo; * = Significativo; NS = No significativo.

CV = 8,6 % para los bioles.

CV = 10,5 % para las concentraciones.

Las diferencias numéricas para los bioles, concentraciones y la interacción de estos se los vera a continuación. Los datos que tomamos en campo (Figura 12) muestra que el biol ovino dio mejores resultados con 13,5 hojas por planta a diferencia del biol

bovino que nos dio un valor de 13,3 hojas por planta; los cuales concuerda con Mamani (2006) quien encontró, en su trabajo Efecto del Abonamiento y la Densidad de Siembra en el Comportamiento Agronómico de la Valeriana, promedios de 10 a 13 hojas por planta.

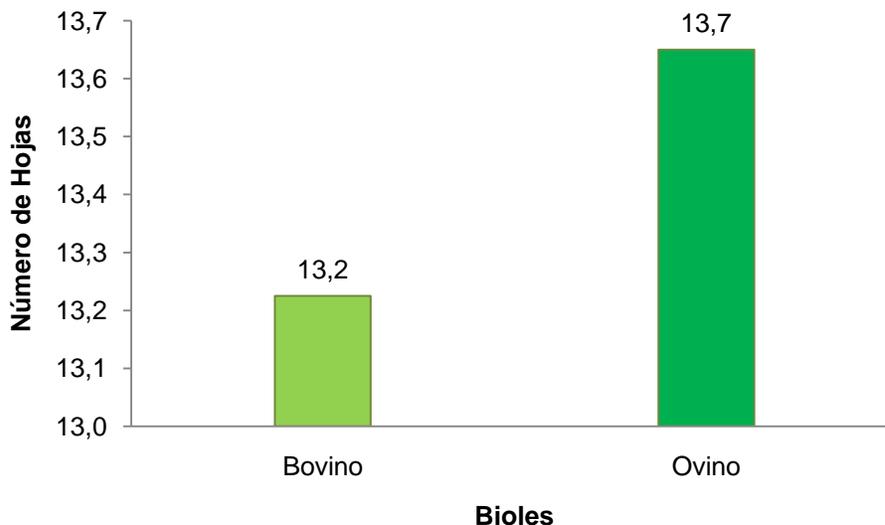


Figura 12. Número de hojas por los bioles

La poca diferencia en cuanto al número de hojas de los Bioles se debe principalmente a la homogeneidad de las características climáticas y a la fisiología de la planta. Es decir que para esta evaluación se utilizó una sola especie vegetal (semillas de Valerianela) y se llegó a fertilizar, con los bioles, de acuerdo a su requerimiento nutricional del cultivo.

De acuerdo a Quino (2003) el bioabono es un fertilizante el cual al ser adicionado al suelo o a la planta puede elevar el rendimiento del mismo a diferencia del que no se le adiciona ningún fertilizante.

En la Figura 13 se puede ver que el mayor número de hojas se registró en la concentración 3 (50% de biol) con 13,7 unidades, seguida de la concentración 4 (75% de biol) y concentración 2 (25% de biol) con 13,4 y 13,5 unidades respectivamente, y por último la concentración 1 (0% de biol o testigo) con 13,1, por

lo cual se puede decir que cuando se realiza una fertilización foliar este tiende a incrementar el número de hojas del cultivo. Al respecto Mamani (2006) menciona que en su trabajo titulado efecto de la aplicación de abonos en el cultivo de lechuga Suiza en Walipini, encontró promedios de 12 hojas por planta.

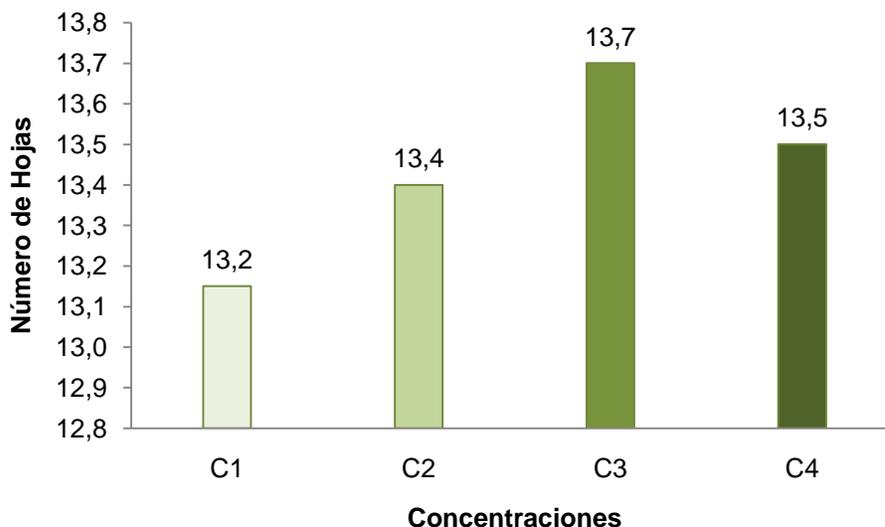


Figura 13. Número de hojas por las concentraciones

Según Medina (1992) el biol es considerado como un fitoestimulante complejo que al ser aplicado al follaje del cultivos, permite aumentar la cantidad de las raíces e incrementar la capacidad de fotosíntesis de la plantas, mejorando así sustancialmente la producción y la calidad de las cosechas.

5.4.4. Área foliar

En el Cuadro 11, se observa que los datos obtenidos del análisis de varianza para el área foliar. Donde tuvo un coeficiente de variación de 19,2 y 28,3 % para los bioles y las concentraciones, el cual indica que los datos son confiables, ya que se encuentran dentro del rango establecido por Calzada (1988), menor al 30. También nos muestra que no se encontraron diferencias significativas de los bioles, concentraciones y la interacción de estos; pero sí se encontraron diferencias altamente significativas en los bloques.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el área foliar

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Bloques	3	336,98000	112,32667	59,92	0,0036 **
Bioles	1	15,96125	15,96125	8,51	0,0616 NS
Error Parcela Grande	3	5,62375	1,87458		
Niveles de Concentración	3	19,35750	6,45250	1,58	0,2279 NS
Interacción B*NC	3	7,64125	2,54708	0,63	0,6077 NS
Error Parcela Pequeña	18	73,29125	4,07174		
Total	31	458,85500			

GL = Grados de libertad; CM = Cuadrado medio; F Cal = F calculada; Pr>F = Probabilidad de F ; ** = Altamente significativo; * = Significativo; NS = No significativo.

CV = 19,2 % para los bioles.

CV = 28,3 % para las concentraciones.

En la Figura 14 muestra el promedio de área foliar de los bioles; donde el biol ovino alcanzó mejores resultados con 10,3 cm² seguida del biol bovino con 8,1 cm², los cuales son superiores a los datos encontrados por Mamani (2006) quien realizó la siembra por densidad y niveles de abono, el cual encontró áreas foliares de 65,41 a 90,41 cm²/m²; es decir de 0,1 a 0,5 cm² por planta.

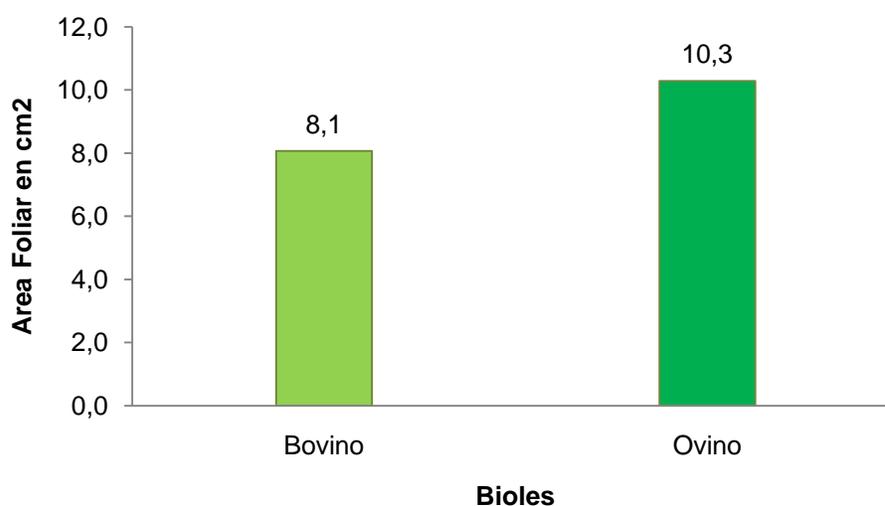


Figura 14. Área foliar por los bioles

Al respecto Mamani (2006) indica, en su trabajo titulado efecto de la aplicación de abonos en el cultivo de lechuga Suiza, que el área foliar con la aplicación de estiércol llegó a un área foliar de 1,38 cm², los cuales también son inferiores a nuestros datos. Esto se debería probablemente a la variedad y a la densidad de siembra de lechuga Suiza.

Estas diferencias numéricas encontradas de 8 y 10 cm² y 0,5 a 1,38 cm², se abrían debido a que para las primeras se realizó una siembra por línea y se usó distanciamientos entre planta, además se fertilizó con bioles; mientras que para el segundo la siembra se hizo al voleo a razón de 1 g/m², y se fertilizó con estiércol al suelo a razón de 1 kg/m². Por lo que se puede ver que para el primero no existió competencia por los nutrientes; mientras que para el segundo hubo una competencia por los nutrientes.

Al respecto Centellas (1999) indica que a mayor distancia existe un menor efecto competitivo por luz, nutriente y agua; además que el crecimiento y el número de hojas está controlado por componentes orgánicos e inorgánicos, necesarios para la síntesis de paredes celulares nuevas.

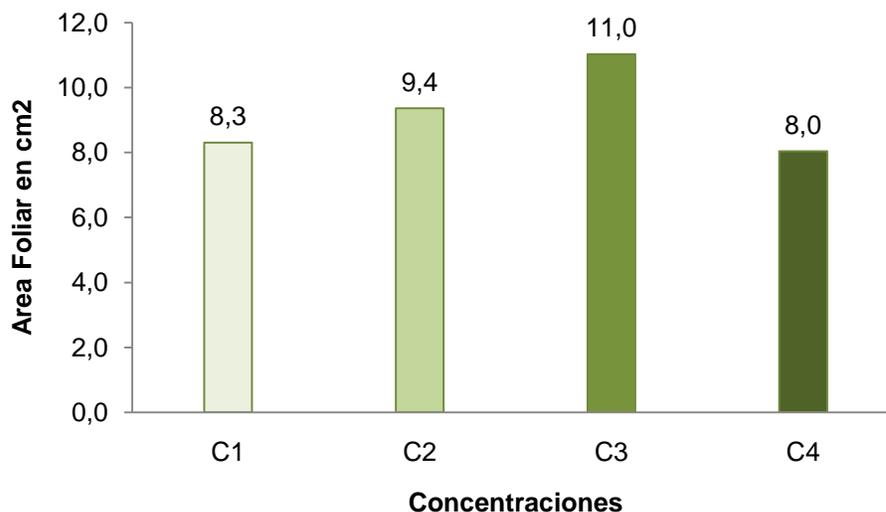


Figura 15. Área foliar por las concentraciones

En la Figura 15 se observa el área foliar por las concentraciones, donde claramente la concentración 3 (50% de biol) presentó mejores resultados con 11 cm², seguido por la concentración 2 (25% de biol) con 9,4 cm² y por último las concentraciones 1 y 4 (0 y 75 % de biol) con 8 y 8,3 cm².

Estas diferencias se abrían debido a que en menores concentraciones, las plantas no asimilaban el nutriente por pérdidas en el suelo o evaporación; mientras que en mayores concentraciones, estas tendían a dañar a la planta. Al respecto Medina (1992) señala que el biol se debe aplicar en diluciones, con una concentración de 50% y no aplicarse puro ya que este tiende a dañar el cultivo.

5.4.5. Cobertura foliar

En el Cuadro 12, se observa los datos obtenidos del análisis de varianza para la cobertura foliar. Donde presentó un coeficiente de variación de 14,7 y 24,6 % para los bioles y las concentraciones, el cual indica que los datos son confiables, ya que se encuentran dentro el rango establecido por Calzada (1988); también se puede ver que no se encontraron diferencias significativas para los bioles y para la interacción de los bioles por las concentraciones, pero si se encontraron diferencias altamente significativas para las concentraciones y para los bloques.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la cobertura foliar

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Bloques	3	49537,87844	16512,62615	118,44	0,0013 **
Bioles	1	887,25781	887,25781	6,36	0,0860 NS
Error Parcela Grande	3	418,02534	139,41781		
Niveles de Concentración	3	7390,39094	2463,46365	6,33	0,0041 **
Interacción B*NC	3	270,94094	90,31365	0,23	0,8730 NS
Error Parcela Pequeña	18	7010,07063	389,44837		
Total	31	65514,79219			

GL = Grados de libertad; CM = Cuadrado medio; F Cal = F calculada; Pr>F = Probabilidad de F ; ** = Altamente significativo; * = Significativo; NS = No significativo.

CV = 14,7 % para los bioles.

CV = 24,6 % para las concentraciones.

La Figura 16 nos muestra el valor promedio que alcanzaron los dos bioles antes de la cosecha; es decir que la cobertura foliar final que se registró para nuestra investigación, alcanzó un valor de 85,3 cm² para el biol ovino, seguido del biol bovino con 74,8 cm², dándonos un promedio de ambos de 80 cm².

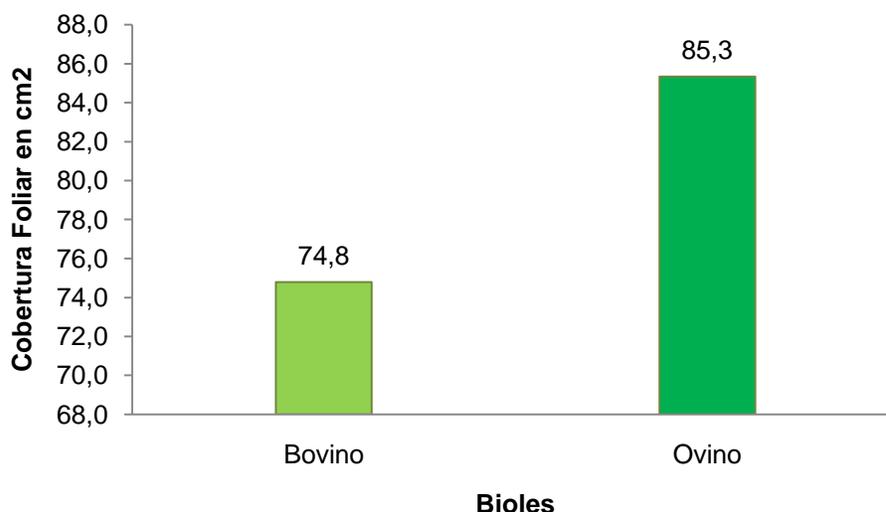


Figura 16. Cobertura foliar por los bioles

Al respecto AOPEB (1999) señala que la fertilización consiste en proveer a las plantas los nutrientes que necesita y también proveer a los organismos del suelo el alimento necesario para metabolizar los nutrientes, los que estarán disponibles para las plantas.

El mismo autor indica que los fertilizantes pueden con frecuencia duplicar, o hasta triplicar los rendimientos de los cultivos, aplicando la dosis correcta del nutriente que aporte el fertilizante.

Cuadro 13. Promedios de cobertura foliar por el nivel de concentración

Niveles de Concentraciones	50%	25%	75%	0%
Cobertura Foliar Promedio (cm ²)	95,938	85,675	83,638	55,013
Duncan (5%)	A	A	A	B

La significancia observada en los niveles de concentración se puede ver en el Cuadro 13. Donde para establecer conclusiones específicas se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan.

En el Cuadro 13 se observa que los niveles de concentración al 50, 25 y 75 % fueron estadísticamente similares, con promedios de 95,94, 85,675 y 83,638 cm² de cobertura foliar, respectivamente; en cambio en el nivel de concentración al 0% disminuyó a 55,013 cm² de cobertura foliar. Lo que nos muestra que esta concentración fue estadísticamente diferente y menor a las concentraciones al 50, 25 y 75 %.

Estas diferencias de cobertura foliar de la lechuga Suiza entre las concentraciones 50% - 25% - 75% y 0%, se habría debido a los nutrientes presentes en el biol y no así en el testigo; tales como el nitrógeno y hormonas, entre otros.

Al respecto Centellas (1999) indica que se debe considerar que el estiércol es una fuente de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y hormonas (auxinas) que influyen en la producción de hojas, los cuales aumentan el peso de cada planta. Así también Vigliola (1992) menciona que el nitrógeno acelera la madurez comercial de las hortalizas. El mismo autor señala que a la lechuga suiza le es suficiente con lo que resta de los cultivos precedentes.

De acuerdo a Figueredo (2006) con la aplicación de 20 t/ha de estiércol ovino, en el cultivo de lechuga Suiza, obtuvo una cobertura foliar de 21 cm² que es el valor más alto que registro en su investigación; de donde podemos afirmar que cuando aplicamos abonos líquidos se obtienen coberturas iguales o superiores que cuando se aplica estiércol ovino.

5.4.6. Rendimiento de lechuga Suiza

El análisis de varianza del Cuadro 14, para el rendimiento, presentó un coeficiente de variación de 5,2 y 18,5 % para los bioles y las concentraciones, los cuales son confiables, ya que se encuentran dentro el rango establecido por Calzada (1988).

Cuadro 14. Análisis de varianza para el rendimiento

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Bloques	3	17,05866	5,68622	456,57	0,0002 **
Bioles	1	0,40051	0,40051	32,16	0,0109 *
Error Parcela Grande	3	0,03736	0,01245		
Niveles de Concentración	3	5,48816	1,82939	11,41	0,0002 **
Interacción B*NC	3	0,04601	0,01534	0,10	0,9614 NS
Error Parcela Pequeña	18	2,88588	0,16033		
Total	31	25,91659			

GL = Grados de libertad; CM = Cuadrado medio; F Cal = F calculada; Pr>F = Probabilidad de F; ** = Altamente significativo; * = Significativo; NS = No significativo.

CV = 5,2 % para los bioles.

CV = 18,5 % para las concentraciones.

El Cuadro 14 también muestra que no hubo significancia para la interacción, pero si muestra una significancia para los bioles y una alta significancia para los bloques y las concentraciones; es decir que hubo efecto de los bioles y las concentraciones y no así para la interacción de estos.

Cuadro 15. Promedios de rendimiento por el tipo de biol

Bioles	Biol Ovino	Biol Bovino
Promedio (kg/2,2m²)	2,277	2,053
Duncan (5%)	A	B

La significancia observada para los bioles se puede ver en el Cuadro 15, donde los valores que alcanzaron, con una prueba de Duncan al 5%, fueron superiores para el biol ovino el cual mostró resultados de 2,277 kg de biomasa comercial, seguida del biol bovino quien alcanzó valores de 2,053 kg de biomasa comercial.

Las diferencias que se puede ver, se debe probablemente a las propiedades químicas del estiércol; es decir que, para la elaboración del biol, el contenido

nutricional del estiércol ovino de alguna manera habría afectado un poco más en el rendimiento, que el estiércol bovino.

Al respecto Restrepo (2001) menciona que el contenido de nitrógeno en el estiércol varía entre uno y otro animal. Como por ejemplo el estiércol bovino presenta un valor del 0,55% de nitrógeno, el estiércol de ovino 0,80% de nitrógeno, el estiércol de gallinaza con 1,50 % de nitrógeno y el estiércol de puerco con 0,50% de nitrógeno.

Cuadro 16. Promedios de rendimiento por el nivel de concentración

Niveles de Concentración	50%	75%	25%	0%
Promedio (kg/2,2m ²)	2,689	2,337	2,081	1,553
Duncan (5%)	A	AB	B	C

En el Cuadro 16 se puede ver que los niveles de concentración para el rendimiento al 50% son estadísticamente superiores, con un promedio de 2,6889kg de materia verde; en cambio las concentraciones al 25 y 0 % son estadísticamente inferiores, con 2,08 y 1,55 kg de materia verde. La concentración al 75% está en un intermedio entre la concentración al 50 y 25 %, con 2,34 kg de materia verde.

Estas diferencias de rendimiento de la lechuga Suiza entre las concentraciones, 50% y 75% - 25% - 0%, se habría debido a las fitohormonas presentes en el biol; es decir que las aplicaciones foliares con diferentes concentraciones en los diversos tratamientos son estadísticamente superiores al testigo; lo cual concuerda con Suquilanda (1996) quien asevera que el uso de abonos líquidos promueve las actividades fisiológicas y el desarrollo de las plantas, aumentando apreciablemente el área foliar, lo cual a su vez significa un incremento en el proceso de fotosíntesis mediante las cuales las plantas elaboran su propio alimento y esas se puedan reflejar en el rendimiento.

Al respecto Medina (1992) indica que el biol es considerado como un fitoestimulante complejo que al ser aplicado al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad

de las raíces e incrementar la capacidad de fotosíntesis de la planta, mejorando así sustancialmente la producción y calidad de las cosechas.

Lira (1994) indica que las hormonas, tales como las auxinas, giberelinas y citoquininas, ayudan en la división celular de las raíces, tallos, entrenudos y la floración. En cuanto a los nutrientes esenciales Chilon (1997), menciona que el nitrógeno puede favorecer al cultivo en su estructura como en el rendimiento del mismo cultivo.

Comparando el rendimiento total de la presente investigación, de 722 g/m², con Mamani (2006) y Luque (2005), quienes al aplicar 1 kg/m² de estiércol estos obtuvieron rendimientos de 662 y 517 g/m² respectivamente, se puede decir que se obtuvo mejores resultados en lo que es la biomasa comercial.

5.5. Evaluación económica

Perrin, R. (1988) indica que para poder obtener el presupuesto del experimento, se calcula el beneficio bruto, los costos parciales, beneficio neto, tasa de retorno marginal de los tratamientos.

5.5.1. Ingreso bruto

En el Cuadro 17 se puede ver el rendimiento de materia verde, el rendimiento de biomasa comercial, el número de bolsas que se sacó, el precio de venta y lo que nos interesa el Ingreso Bruto expresados en bolivianos.

El análisis económico mostró una relación ben

eficio costo positivo en todos los tratamientos de estudio; donde el tratamiento que mayor Ingreso Bruto fue del biol con estiércol ovino al 50% con 193,8 Bs. y el estiércol bovino al 50% con 175 Bs. y el que menor beneficio bruto mostro fue el biol de estiércol bovino al 0% con 101,3 Bs. y estiércol ovino al 0% con 111,6 Bs.

Cuadro 17. Ingreso bruto por tratamiento

Tratamiento		Trat. Comb.	Rdto Verde	Rdto (-30%)	Nº de Bolsas	Precio de 175 gr	IB (Bs.)
Biol	[]						
Bovino	0%	T1	7685	5911,9	34	3	101,3
	25%	T2	10424	8018,2	46	3	137,5
	50%	T3	13267	10205,4	58	3	175,0
	75%	T4	11318	8706,0	50	3	149,2
Ovino	0%	T5	8462	6509,3	37	3	111,6
	25%	T6	11213	8625,1	49	3	147,9
	50%	T7	14697	11305,0	65	3	193,8
	75%	T8	12989	9991,2	57	3	171,3
TOTAL				69272,3	396	3	1187,5

[] = Concentraciones; Trat. Comb. = Tratamientos Combinados; N°= Número.

5.5.2. Ingreso neto

En el Cuadro 18 se puede ver el ingreso bruto, costos de producción y el ingreso neto expresados en bolivianos.

Cuadro 18. Ingreso neto por tratamiento

Tratamiento		Trat. Comb.	IB (Bs.)	CP (Bs.)	IN (Bs.)
Biol	[]				
Bovino	0%	T1	101,3	27,7	73,62
	25%	T2	137,5	27,7	109,72
	50%	T3	175,0	27,7	147,22
	75%	T4	149,2	27,7	121,51
Ovino	0%	T5	111,6	27,7	83,86
	25%	T6	147,9	27,7	120,13
	50%	T7	193,8	27,7	166,07
	75%	T8	171,3	27,7	143,55
TOTAL			1187,5	221,9	965,67

[]=Concentraciones; Trat. Comb.=Tratamientos Combinados.

El análisis económico mostró una relación beneficio costo positivo en todos los tratamientos; donde el tratamiento que mayor ingreso neto presento es el biol con estiércol ovino al 50% con 166,1 Bs. y estiércol bovino al 50% con 147,2 Bs.; el que

menor ingreso neto mostro fue el biol con estiércol bovino al 0% con 73,6 Bs. y el estiércol ovino al 0% con 83,9 Bs.

5.5.3. Beneficio costo

En el Cuadro 19 se puede ver el ingreso bruto, costos de producción y el beneficio costo expresado en bolivianos.

Cuadro 19. Beneficio costo por tratamiento

Tratamiento		Trat. Comb.	IB (Bs.)	CP (Bs.)	B/C (Bs.)
Biol	[]				
Bovino	0%	T1	101,3	27,7	3,7
	25%	T2	137,5	27,7	5,0
	50%	T3	175,0	27,7	6,3
	75%	T4	149,2	27,7	5,4
Ovino	0%	T5	111,6	27,7	4,0
	25%	T6	147,9	27,7	5,3
	50%	T7	193,8	27,7	7,0
	75%	T8	171,3	27,7	6,2
TOTAL			1187,5	221,9	42,8

[]=Concentraciones; Trat. Comb.=Tratamientos Combinados.

El análisis económico mostró una relación beneficio costo positivo en todos los tratamientos en estudio pero el tratamiento que mayor beneficio costo presento es el biol con estiércol ovino al 50% con un valor de 7,0 y el estiércol bovino al 50% con un valor de 6,3; el que menor ingreso neto mostro fue el biol con estiércol bovino al 0% con un valor de 3,7 y el estiércol bovino al 0% con un valor de 4.

5.5.4. Tasa de retorno marginal

En el Cuadro 20 se puede ver los costos variables, el ingreso neto, la relación beneficio costo y la tasa marginal de retorno. El análisis económico mostró una tasa de retorno marginal superiores en los tratamientos 7 (50% de biol ovino y 50% de agua) con un valor de 1,64, y 3 (50% de biol bovino y 50% de agua) con un valor de 1,47; es decir que por cada unidad invertida, se tiene un retorno del 1,64% para el biol ovino y un retorno de 1,47% para el biol bovino.

Cuadro 20. Tasa de retorno marginal por tratamiento

Tratamiento		Trat. Comb.	Costos Var.	IN (Bs.)	Relación B/C	TRM (Bs.)
Bioles	[]					
Bovino	0%	T1	25,00	73,68	3,66	-
	25%	T2	75,00	109,79	4,97	0,72
	50%	T3	75,00	147,28	6,32	1,47
	75%	T4	75,00	121,58	5,39	0,96
Ovino	0%	T5	25,00	83,92	4,03	-
	25%	T6	75,00	120,19	5,34	0,73
	50%	T7	75,00	166,13	7,00	1,64
	75%	T8	75,00	143,61	6,19	1,19
TOTAL			500,0	966,2	42,9	

[]=Concentraciones; Trat. Comb.=Tratamientos Combinados; Var=Variables.

La menor tasa marginal que mostró la investigación fue el tratamiento 6 (25% de biol ovino y 75% de agua) con 0,73, y 2 (25% de biol bovino y 75% de agua) con 0,72; es decir que por cada unidad que invierta, se tiene un retorno del 0,73% para el biol ovino y un retorno de 0,72% para el biol bovino.

6. CONCLUSIONES

- Al comparar las propiedades químicas de los bioles, como el nitrógeno (N), se pudo ver claramente que el biol con estiércol ovino presentó mejores resultados químicos en su análisis, con valores de 0,26% de N, a comparación del biol bovino, quien presentó valores menores de 0,05% de N.
- Con respecto a las propiedades físico-químico del suelo antes y después de la siembra, estos mostraron poca diferencia, como por ejemplo el nitrógeno mostró una diferencia del 5%; es decir que un porcentaje de este 5% fue usado por la planta y la otra se perdió por diversos factores tales como la volatilización.
- La producción obtenida con la aplicación de los bioles, muestra que son superiores a la producción sin ninguna aplicación (testigo), lo que permite predecir que en un futuro mediano se tendrá una utilización de los bioles ya que estos respondieron favorablemente en la zona de estudio, como es el caso del biol ovino y bovino donde la producción obtenida fue mayor al del testigo.
- Se obtiene mejores resultados, en cuanto al rendimiento de materia verde, con el biol ovino, llegando a los 2,277 kg/2,2m², seguida por el biol bovino, que obtuvo valores de 2,053 kg/2,2m².
- Las diferentes concentraciones, mostraron también su efecto en el rendimiento de las plantas; los mayores rendimientos registrados se encuentran en la concentración 3 (50% de biol) con 2,6889 kg seguida de las concentraciones 2 y 4 (25 y 75 % de biol), con 2,3374 y 2,0805 kg respectivamente y por último la concentración 1 (0% de biol), con 1,5528 kg.
- La mejor producción obtenida por los bioles y las concentraciones se pudo ver con la aplicación de biol ovino y bovino ambos con una concentración al 50% el cual mostró valores de 2,826 y 2,551 kg/2,2m² respectivamente.
- En cuanto al los costos de producción, el que mayor ingreso neto mostro para los bioles fue el biol ovino seguida del bovino con 128,40 y 113,02 Bs. respectivamente. En cuanto a las diferentes concentraciones, el que mayor beneficio neto mostró fue la concentración 3 (50% de biol), con 156,6 Bs., seguida de la concentración 4 (75% de biol), con 132,5 Bs., y por último las concentraciones 2 y 1 (0 y 25 % de biol), con 114,9 y 78,7 Bs. respectivamente.

- Los tratamientos con mayores ingresos netos fueron el T7 (biol ovino al 50%) y T3 (biol bovino al 50%) con 166,1 y 147,2 Bs. respectivamente. Los tratamientos que menor beneficio neto mostraron fueron el T1 (biol bovino al 0%) y T5 (biol ovino al 0%) con 73,6 y 83,9 Bs. respectivamente.
- La mayor tasa de retorno marginal estuvo en el T7 (biol ovino al 50%) y T3 (biol bovino al 50%) donde por cada unidad que se invierta se obtiene una ganancia de 1,64 y 1,47 Bs. respectivamente. Los tratamientos que menor tasa de retorno marginal mostraron fueron el T2 (biol bovino al 25%) y T6 (biol ovino al 25%) donde se obtiene una ganancia de 0,72 y 0,73 Bs. respectivamente.

7. RECOMENDACIONES.

- Se deberá hacer un seguimiento y validación del presente trabajo, en otro tipo de ambiente atemperado u otras condiciones ambientales, tomando en cuenta el ancho de la hoja y la fertilización más completa (N, P y K).
- Se recomienda realizar un estudio con diferentes porcentajes de concentración; así también con diferentes tipos de insumos (Ej. Variedades de lechuga Suiza, estiércoles diferentes, aplicación de urea y otros).
- Se recomienda realizar un estudio de la Lechuga Suiza en condiciones diferentes, una parte del cultivo bajo sombra y la otra no; esto para ver si afecta la luz (fotoperiodo) en el ensanchamiento de las hojas y este incremento o baje sus rendimientos.
- Se recomienda la realización de un estudio de mercado, ya que este cultivo al poseer un buen rendimiento, calidad y una buena alternativa para su producción, se hace difícil para los productores y para aquellos que lo cultivan en qué lugar comercializarlos a razonable precio.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- ALEXANDRA, V. 2007. El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo-guía práctica para los campesinos en el bosque seco. Perú y Ecuador. p. 35
- BRECHELT, A. 2004. Manejo ecológico del suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). Primera Edición. Ed: Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas Para América Latina (RAP-AL). República Dominicana. p. 28
- CAVASA. 2007. Portal en agricultura. Bioabono (en línea). Consultado el 1 de Junio del 2006. Disponible en <http://www.cavasa.com.co/htm/bioabono.htm>
- CALZADA, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Edit. Milagros. 5ta edición. Lima-Perú. p. 420-435.
- CALLE, S. 2006. Estudio Comparativo de Dos Medios de Cultivo Bajo Tres Densidades de Siembra en Valerianella. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 86.
- CANONIGO. 2007. Portal en Alimentos. Canónigo (en línea). Consultado el 3 de Diciembre del 2008. Disponible en <http://lavidaencasa.com/RECETARIO/Alimentos/A-D/Canonigo.htm>
- CENTELLAS, R. 1999. Respuesta del cultivo de Lechuga en Condiciones de Invernadero a Tres Densidades de Plantación y Tres Niveles de Estiércol de Ovino. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 79.
- CHILON, E. 1997. Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas. CIDAT. 1ra Impresión. La Paz, Bolivia. p. 185.
- CHURQUINA, 2000. Apuntes de Investigación. Centro de Investigación en Línea Organizada. La Paz, Bolivia.

- COCHRAN, W. y COX, G. 1997. Diseños Experimentales. Editorial Trillas. Distrito Federal, México. p. 416-421, 528-539.
- CONDORI, P. 2004. Efecto de la aplicación de Abonos Orgánicos Mejorados en el cultivo de Papa Amarga en el Altiplano Central. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 86.
- CRUZ, D. 2004. Efecto de abonos orgánicos líquidos sobre variedades de Lechuga. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 93.
- CUCHMAN, M. y RIQUELME, A. 1993. Manejo de Sistemas Orgánicos. Ed. CeadulICA-Unión Europea. Uruguay. p. 10-32.
- ENZ, M. y DACHLER, CH. 1998. Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas escala BBCH extendida. Publicado por BBA BSA IGZ IVA. Alemania. p. 91.
- FLORES, J. 1996. Manual de Carpas Solares. Edit: Cedefoa. La Paz-Bolivia. p. 72.
- FIGUEREDO, R. 2006. Efecto de Densidades de Siembra y Niveles de Abono orgánico en el Comportamiento Agronómico de la Valerianela. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 24-61.
- GARCIA, V. 1996. Efecto de épocas de deshierbe manual y uso de herbicidas en el cultivo de lechuga bajo carpa solar. La Paz, BO. p. 30-50.
- GOMERO, O. 1999. Manejo Ecológico de Suelos, Conceptos y Técnicas. Ed: Gráfica Esteffany. Lima-Perú. p. 189-201.
- GUZMAN, J. 2006. Apuntes de clases de Diseños Experimentales II. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia. p. 25.
- HARTMAN, F. 1990. Invernaderos y ambientes atemperados. Ed. Offsed. Bolivia Ltda., La Paz, Bolivia. p. 9-30.

- INFOJARDIN. 2007. Portal en Agricultura. Hortalizas y verduras (en línea). Consultado el 1 de junio del 2007. Disponible en <http://www.infojardin.com>
- LAZARO, Z. 1997. Evaluación de la aplicación de Biol en el cultivo de maca. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia. p. 25.
- LIRA, R. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Trillas. 1ra edición. México. p. 198-201.
- LORETE, M. B. 1993. Biblioteca de la agricultura. Editorial Emegs. Barcelona, España.
- LUQUE, R. 2005. Evaluación de dos métodos de riego por goteo y micro aspersion en espinaca y lechuga suiza. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 24-61.
- MAMANI, E. 2006. Efecto de la Aplicación de Abonos en el Cultivo de Lechuga Suiza en Walipini en la Localidad de Ventilla. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 24-61.
- MAMANI, L. 2006. Efecto del Abonamiento y la Densidad de Siembra en el Comportamiento Agronómico de la Valeriana en Camas Bajas Protegidas en el Altiplano Norte. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 54.
- MARTI, J. 2007. Diseño de Biodigestores. La Paz, Bolivia. Se. p. 35.
- MARTINEZ, A. 1990. Biogás: energía y fertilizantes a partir de desechos orgánicos. Manual para el promotor de la tecnología. Cuernavaca, México. p. 7-27.
- MEDINA, J. 1998. Riego por Goteo. Edit: Mundi Prensa. Cochabamba, Bolivia. pp. 15-18.
- MEDINA, A. 1992. El Biol y Biosol en la Agricultura. Ed. Programa Especial de Energía. Cochabamba, Bolivia. p. 1-47.

- MENDIETA, H. 2005. Contenido del Texto Cultivo de Forrajes. Universidad Mayor de San Andrés. Se. La Paz, Bolivia. p. 139-151.
- MIGUEL, 2001. Portal en Agricultura. Hortalizas y Verduras (en línea). Consultado el 23 de Diciembre 2007. Disponible en: <http://www.lavidaencasa.com/RECETARIO/Alimentos/A-D/canonigo.htm>.
- MONTES DE OCA. 1997. Geografía y recursos naturales de Bolivia. Editorial Printed 3ra edición. La Paz, Bolivia. p. 141-144.
- NAVARRO. 2007. Portal en Agricultura. Hortalizas y Verduras (en línea). Consultado el 23 de Diciembre 2007. Disponible en <http://www.navarromontes.com/manual.aspx?man=24>
- ORSAG, V. (2003). Manejo y conservación de Suelos. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. p. 2-3.
- PERRIN, R.; WIKELMANN, D.; MOSCARDI, E. y Anderson, J. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico para la evaluación económica. CIMMYT. México DF. p. 1-79.
- PIÑUELA, 2000. El Humus de Lombriz. (en línea). Consultado el 1 de Junio del 2006. Disponible en <http://www.zamorano.edu.hn>.
- QUINO, E. 2003. Apuntes de clases Fertilidad. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia. p. 25.
- QUISPE, R. 2003. Efecto de la Fertilización con Abonos Líquidos Orgánicos Fermentados en Cañahua (*Chenopodium pallidicaule*). Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 24-61.
- RESTREPO, J. 2001. Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y Biofertilizantes Foliare. IICA. San José, Costa Rica. 155 p.

- REYES, P. 1978. Diseños Experimentales Agrícolas. Edit. Trillas Primera Edición. DF, México. p. 131-361.
- RIQUELME, C. 1998. Comportamiento Agronómico de Ocho Líneas Precoces de Quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) Bajo Tres épocas de Siembra, en el Altiplano Central. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 25-28.
- SIAMAGE (Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). 2001. El Biol. (en línea) Consultado el 16 de Junio del 2006. Disponible en [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing.%20Ruzzo organicos/biol.htm](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing.%20Ruzzo%20organicos/biol.htm).
- SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura Orgánica. Ediciones Fundación Para el Desarrollo Agropecuario. Fundación Agraria. p. 170-221.
- TECN-AGRO (Tecnificación Agrícola). 1995. Subprograma de Capacitación Agropecuaria-Carpas Solares. Edit: Ministerio de Educación. Primera Edición. La Paz, Bolivia. p. 56.
- TISCORNIA, J. 1982. Cultivo de Hortalizas Terrestres. Edit.: Albatros. Buenos Aires-Argentina. p. 135-150.
- TRONICKOVA, E. 1986. Plantas patógenas. (en línea). Consultado el 4 de Junio del 2006. Disponible en <http://www.sgclubdelgoormet.com>.
- VALDEZ, G. 1997. Producción en Invernaderos. Edit: Águila. Puno, Perú. p. 50.
- VIGLIOLA, M. I. 1992. Manual-Horticultura. Editorial Hemisferio Sur S.A. p. 81-85
- VILLAROEL, J. 1990. Primer Seminario Nacional Sobre la Fertilización de Suelos en Bolivia. Edit: IBTA-CIAT. Santa Cruz-Bolivia. p. 75-82.
- WIKIPEDIA. 2008. Portal en Agricultura. (en línea). Consultado el 23 de Diciembre del 2007. Disponible en <http://www.oc.wikipedia.org/wiki/doceta>

ANEXOS

Anexo 1. Figuras.



Figura 1. Ubicación de los bioles.



Figura 2. Bolsa de polietileno de 4 m.



Figura 3. Recubrimiento y finalizado.



Figura 4. Preparación de la Cama.



Figura 5. Cama, agrofilm y polietileno.



Figura 6. Pesaje de estiércol.



Figura 7. Pesaje de alfalfa .



Figura 8. Solución de agua y chancaca



Figura 9. Medición de leche.



Figura 10. Mezcla de estiércol.



Figura 11. Mezcla de alfalfa.



Figura 12. Mezcla de la solución.



Figura 13. Mezcla de la leche.



Figura 14. Vaciado de la mezcla.



Figura 15. Salida de metano.



Figura 16. Preparación del suelo.



Figura 17. Riego por aspersión.



Figura 18. Control de malezas.



Figura 19. Trazado del diseño.



Figura 20. Muestreo de suelo.



Figura 21. Homogeneización del suelo.



Figura 22. Cuarteo del suelo.



Figura 23. Muestreo de biol.



Figura 24. Instalación sistema de riego.



Figura 25. Siembra de lechuga Suiza.



Figura 26. Raleo de la lechuga Suiza.



Figura 27. Desmalezado del cultivo.



Figura 28. Riego por goteo.



Figura 29. Fertilización foliar de la lechuga Suiza.

Anexo 2. Datos promedios de temperatura.

Cuadro 1. Datos de temperaturas para el fertilizante.

Meses	Promedio de temperatura		
	T° Min	T° Max	T° Media
Septiembre	7,7	43,4	25,5
Octubre	7,5	46,6	27,1
Noviembre	7,6	44,5	26,1
Diciembre	7,0	34,6	20,8

Cuadro 2. Datos de temperaturas para el cultivo.

Meses	Promedio de temperatura		
	T° Min	T° Max	T° Media
Enero	7,1	32,8	20,0
Febrero	6,8	38,0	22,4
Marzo	6,9	37,9	22,4

Anexo 3. Análisis físico-químico



IBTEN

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR

CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES

DIVISION DE QUIMICA

ANALISIS QUIMICO DE ABONOS

INTERESADO : *GIOVANNI ESPINAL SORIA*
PROCEDENCIA : *Dpto. LA PAZ, Pcia. INGAVI*
(3ra Sección)

Nº SOLICITUD: *254 / 2007*
FECHA DE RECEPCION : *12 / diciembre / 2007*
FECHA DE ENTREGA : *8 / enero / 2008*

ASOCIACIÓN CUNA

Nº Lab	CODIGO	Nitrogeno %	Fosforo % P ₂ O ₅	Potasio % K ₂ O	Carbono orgánico %	Calor %	Magnesio %	Materia seca %	Humedad %	Densidad g/ml
702 /2007	Biol de oveja	0,25	0,06	0,16	1,42	0,28	0,08	7,30	92,70	7,30
703 /2007	Biol de vaca	0,05	0,02	0,05	0,33	0,06	0,02	2,84	97,36	2,64

OBSERVACIONES *Metodología* : Kjeldahl, Espectrofotometría UV-Visible, Emisión atómica.

RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : *GIOVANNI ESPINAL SORLA*
 PROCEDENCIA : *Dpto. LA PAZ, Pvcia. INGAVI (3ra Sección)*

Nº SOLICITUD: *253 / 2007*
 FECHA DE RECEPCION : *12 / diciembre / 2007*
 FECHA DE ENTREGA : *8 / enero / 2008*

ASOCIACIÓN CUNA

N° Lab.	CODIGO	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTUR.	GRAVA %	CARBO NATOS LIBRES	pH en agua en KCl 1N	pH	C.E. mS/cm	CATIONES DE CAMBIO (meq / 100 gr suelo)						SAT. BAS. %	M. O. %	N TOTAL %	P Asim. ppm	
											Al-H	Ca	Mg	Na	K	TBI					CIC
701 /2007	Muestra suelo, CunaTiwansiku	36	38	26	FY	5,61	PP	7,59	7,26	0,341	0,05	20,83	4,67	0,07	1,25	26,82	26,87	99,8	4,69	0,22	65,16

OBSERVACIONES:

** Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N.
 Fosforo Asimilable (P Asimil) analizado con el método de Bray Kurtz
 C.E. Conductividad eléctrica en milSiemens por centímetro.
 C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
 T.B.I. Total de Bases de Intercambio.
 M.O. Materia Orgánica.

CARBONATOS LIBRES

A Ausente
 P Presente
 PP Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco
 L : Limoso
 A : Arenoso

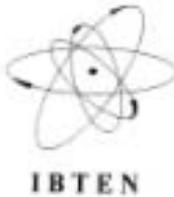
Y : Arcilloso
 YA : Arcilloso Arenoso
 FYA : Franco Arcilloso Arenoso

FA : Franco Arenoso
 AF : Arenoso Franco
 FY : Franco Arcilloso

YL : Arcilloso Limoso
 FYL : Franco Arcilloso Limoso
 FL : Franco Limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO
 JORGE CHUNGARA



MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

*INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
DIVISION DE QUIMICA*

ANALISIS QUIMICO DE ABONOS

INTERESADO : *GIOVANI ESPINAL*
 PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Pvcía. INGAVI, TIAHUANACU.

Nº SOLICITUD: *235 / 2008*
 FECHA DE RECEPCION : *26 / agosto / 2008*
 FECHA DE ENTREGA : *10 / septbre. / 2008*

Nº Lab	CODIGO	Nitrógeno % N	Materia orgánica % M.O.	Fosforo asimilable ppm P	Potasio intercambiable meq/100g	Densidad aparente g/ml	Densidad real g/ml
633/2008	Muestra de suelo - Tihuanacu	0.21	3.64	55.25	0.88	1.21	2.55

OBSERVACIONES

RESPONSABLE DE LABORATORIO
 JORGE CHUNGARA

Anexo 4. Cálculos de fertilización.

Análisis del Biol

	% N	Dens gr/ml
Ovino	0,3	7,3
Bovino	0,1	2,6

Req. lechuga Suiza (%N = 30 kg/ha)

30 kg	=	10000 m ²		
x	=	3 m ²	x =	0,009 kg
			x =	9 gr

Cálculo Biol Ovino

0,26 gr N	=	x		
100 gr N	=	1000 cc	x =	2,6 cc/L
7,3	=	1 cc/L		
x	=	2,6 cc/L	x =	18,98 gr/L
18,98 gr	=	1 L		
9 gr	=	x	x =	0,5 L/Trat

Cálculo Biol Bovino

0,05 gr N	=	x		
100 gr N	=	1000 cc	x =	0,5 cc/L
2,6	=	1 cc/L		
x	=	0,5 cc/L	x =	1,32 gr/L
1,32 gr	=	1 L		
9 gr	=	x	x =	6,8 L/Trat

Anexo 5. Porcentaje de emergencia.

Cuadro 1. Datos promedio de emergencia por tratamientos y bloques.

Fact		Trat.	Bloques				Prom.
FA	FB		I	II	III	IV	
a1	b1	T1	96	95	49	50	73
	b2	T2	96	95	49	51	73
	b3	T3	97	98	51	48	74
	b4	T4	95	98	49	49	73
a2	b1	T5	94	97	50	48	72
	b2	T6	94	98	51	48	73
	b3	T7	96	96	51	49	73
	b4	T8	97	96	49	49	73
Promedio			96	97	50	49	73

Anexo 6. Base de datos transformados.

```

options pagesize=60 linesize=80 nodate;
data Lechuga;
input bloque biol $ nivel $ pe ap nh af cf pmv;
cards;
    1 eb 0 96 4,7 8,7 7,2 76,6 1,799
    1 eb 25 96 5,4 9,2 9,7 106,5 2,423
    1 eb 50 97 6,4 9,1 13,5 145,9 3,441
    1 eb 75 95 5,6 9,2 7,4 106,1 2,842
    1 eo 0 94 4,6 9,0 8,9 76,5 1,990
    1 eo 25 94 5,7 9,0 9,2 101,7 2,723
    1 eo 50 96 6,2 9,1 14,6 142,5 3,832
    1 eo 75 97 5,7 9,4 9,4 118,8 2,985
    2 eb 0 95 5,5 10,6 9,5 103,7 2,473
    2 eb 25 95 6,0 9,8 9,6 115,8 2,766
    2 eb 50 98 6,0 11,0 9,3 139,9 3,587
    2 eb 75 98 5,6 10,2 11,7 138,7 2,911
    2 eo 0 97 6,2 9,8 9,8 113,2 2,858
    2 eo 25 98 5,8 10,2 10,5 129,6 2,856
    2 eo 50 96 6,5 11,0 12,9 160,1 3,544
    2 eo 75 96 5,6 10,6 11,4 119,0 2,992
    3 eb 0 49 2,3 7,5 1,3 8,6 0,890
    3 eb 25 49 3,9 6,3 6,5 69,7 2,159
    3 eb 50 51 2,7 8,2 4,0 42,6 1,485
    3 eb 75 49 5,5 7,8 1,9 46,4 1,440
    3 eo 0 50 3,6 6,7 9,3 15,0 0,531
    3 eo 25 51 4,7 10,2 6,9 101,8 2,104
    3 eo 50 51 3,7 8,1 3,9 38,3 2,216
    3 eo 75 49 4,9 7,9 4,9 79,5 2,378
    4 eb 0 50 2,4 5,8 1,8 15,2 0,750
    4 eb 25 51 3,8 7,8 1,7 17,4 0,671
    4 eb 50 48 3,6 6,0 4,3 50,9 1,692
    4 eb 75 49 2,2 5,4 3,1 12,8 1,514
    4 eo 0 48 3,2 7,8 4,1 31,3 1,131
    4 eo 25 48 3,9 6,1 3,5 42,9 0,942
    4 eo 50 49 4,0 8,3 4,3 47,3 1,714
    4 eo 75 49 2,4 7,0 1,5 47,8 1,637
;
title "Valerianella";
proc anova;
class bloque biol nivel;
mondel pe ap nh af cf pmv = bloque biol bloque*biol nivel nivel*biol;
test h=bloque e=bloque*biol;
test h=biol e=bloque*biol;
means biol nivel / duncan;
run;
Quit

```

Anexo 7. Evaluación económica general.

Tratamiento		Trat.	Rdto	Nº de	Precio de	IB	CP	IN	B/C
Biol	[]	Comb.	(-30%)	Bolsas	175 gr (Bs.)	(Bs.)	(Bs.)	(Bs.)	(Bs.)
Bovino	0%	T1	5911,9	34	3	101,3	27,7	73,6	3,7
	25%	T2	8018,2	46	3	137,5	27,7	109,7	5,0
	50%	T3	10205,4	58	3	175,0	27,7	147,2	6,3
	75%	T4	8706,0	50	3	149,2	27,7	121,5	5,4
Ovino	0%	T5	6509,3	37	3	111,6	27,7	83,9	4,0
	25%	T6	8625,1	49	3	147,9	27,7	120,1	5,3
	50%	T7	11305,0	65	3	193,8	27,7	166,1	7,0
	75%	T8	9991,2	57	3	171,3	27,7	143,5	6,2
TOTAL			69272,3	396	3	1187,5	221,9	965,7	42,8

Anexo 8. Interacción de bioles por concentraciones.

Cuadro 1. Largo de hoja (cm).

	c1	c2	c3	c4	X
b1	7	9,3	8,4	8,2	8,2
b2	8,2	9,6	9,1	8,2	8,8
X	7,6	9,5	8,8	8,2	

Cuadro 2. Número de hojas (unidad).

	c1	c2	c3	c4	X
b1	13,1	13,2	13,4	13,2	13,2
b2	13,2	13,6	14	13,8	13,7
X	13,2	13,4	13,7	13,5	

Cuadro 3. Área foliar (cm²)

	c1	c2	c3	c4	X
b1	6,1	8,8	10,1	7,2	8,1
b2	10,5	9,9	11,9	8,8	10,3
X	8,3	9,4	11,0	8,0	

Cuadro 4. Cobertura foliar (cm²).

	c1	c2	c3	c4	X
b1	51	77,3	94,8	76	74,8
b2	59	94	97,1	91,3	85,4
X	55,0	85,7	96,0	83,7	

Cuadro 5. Rendimiento (kg).

	c1	C2	c3	c4	X
b1	1,478	2,005	2,551	2,177	2,1
b2	1,627	2,156	2,826	2,498	2,3
X	1,6	2,1	2,7	2,3	

Anexo 9. Costos fijos, variables y totales.

PREPARACIÓN DEL BIOL				
Detalle	Cantidad	Unidad	Cost.Unit.	Total (Bs)
Leche	2	litro	5	10
Chancaca	2	libra	4	8
Naylon	4	metro	4	16
Total				34
Imprevistos				3,4
TOTAL				37,4

Para 160 litros
Para 1 litro

0,2

COSTOS FIJOS				
Detalle	Cantidad	Unidad	Cost.Unit.	Total (Bs)
Lechuga Suiza	1	onza	75	75
Biol	50	litro	0,2	11,6875
Bolsa de selofan	300	unidad	0,05	15
Total				101,6875
Imprevistos				10,16875
TOTAL				111,85625

COSTOS VARIABLES				
Detalle	Cantidad	Unidad	Cost.Unit.	Total (Bs)
Mano Obra (sin biol)	1	Jornal	25	25
Mano Obra (con biol)	3	Jornal	25	75
Total				100
Imprevistos				10
TOTAL				110

COSTOS TOTALES		
Costo		TOTAL Bs.
Fijos	Variables	
111,9	110,0	221,9