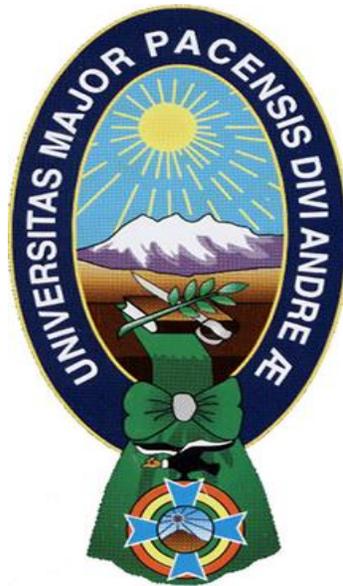


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EFECTO DE BIOL EN CULTIVO ASOCIADO DE RÁBANO (*Raphanus sativus L.*) Y
LECHUGA SUIZA (*Valerianella locusta*), EN AMBIENTE ATEMPERADO DE COTA COTA
- LA PAZ**

TATIANA MAMANI MAMANI

La Paz - Bolivia

2014

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

**EFFECTO DE BIOL EN CULTIVO ASOCIADO DE RÁBANO (*Raphanus sativus L.*) Y
LECHUGA SUIZA (*Valerianella locusta*), EN AMBIENTE ATEMPERADO DE COTA COTA
- LA PAZ**

**TESIS DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

TATIANA MAMANI MAMANI

Asesor (es):

Ph. D. Yakov Arteaga García

Ing. Williams Alex Murillo Oporto

Ing. Marcelo Tarqui Delgado

Tribunal Examinador

Ph. D. David Cruz Choque

Ing. Carlos Mena Herrera

Ing. MSc. Paulino Ruiz Huanca

Aprobada:

Presidente Tribunal Examinador:

LA PAZ - BOLIVIA

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres Eddy y Ana por su amor y comprensión y constante apoyo moral, durante estos años.

También dedicar el presente trabajo a mis hermanos Ariel, Wendy por su

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de vivir y hacer posible este momento y cumplir con una de mis metas de ser profesional.

A mis padres Eddy y Ana por darme su confianza, su constante apoyo y darme la oportunidad de realizarme como persona.

Al Ph. D. Yakov Arteaga, al Ing. Williams Murillo y al Ing. Marcelo Tarqui, mis asesores; quienes de manera desinteresada me transmitieron sus conocimientos y me brindaron su amistad.

A mis revisores Ph. D. David Cruz, Ing. Carlos Mena e Ing. MSc. Paulino Ruíz, por sus correcciones acertadas y su tiempo brindado.

A Ing. Rubén Tallacagua, al Ing. Hugo Huaycho, quienes con su experiencia profesional, sugerencias, hicieron efectiva la culminación del presente trabajo de investigación.

A mis compañeros y amigos Gumy, Noemi, Gregorio, Javier Marino, Javier Quino, Marisol, Víctor, Freddy, Paulino; quienes con su apoyo hicieron posible la ejecución de mi tesis.

Mi reconocimiento al personal docente y administrativo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés que posibilitó mi formación profesional.

ABSTRACT

The present research work on the effect of associated cultivations of lettuce Switzerland biol (*Valerianella locusta* L.) and radish (*Raphanus sativus* L.) in a temperate atmosphere of Cota Cota - La Paz, was performed at the Centro Experimental of Cota Cota, belonging to the Faculty of Agronomy - UMSA; where the objectives were: to assess the effect of the biol associated cultivations of Swiss lettuce and radish, evaluate the phenological variables of different Swiss lettuce crops and radish, in its commercial phase, to determine the efficiency of the application of biol in crops study Association; evaluate the performance of the crops of lettuce Swiss in Kg/m² and radish in t/ha and calculate the benefit cost on crops associated with the application of biol in various concentrations. This research work carried out in a solar tent, the surface used was 92m². The vegetative material used for the Swiss lettuce was the Trophy range, which has two months of growing season and for the radish was the Crimson Giant FAX variety that presents a month of growing season. The treatments were distributed in a completely randomized design with four replications, where each treatment was formed by a number of plants for each crop to which were added various concentrations of biol, 25, 50 and 75% of biol. The method of planting that was used was grooves (25 cm inter-row) for radish, and to the middle of the rows was sown lettuce Swiss broad cast evenly. The main result syndicated that the concentration of 25% of biol in Swiss lettuce had its effect in treating T3 with 1,576 Kg/m², greater than that of other treatments. In the radish had its effect with the concentration of 50% of biol that corresponds to the treatment T5 with 1.570 Kg/m² more than the other treatments, in the ratio costal ready taking in to account associated cultivation where the treatments T3, T4 and T5 have a relationship b/c of 2, 5 where you get 1, 5 extra to your investment gain Bs.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado efecto del biol en cultivo asociado de lechuga suiza (*Valerianella locusta* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en ambiente atemperado de Cota Cota- La Paz, fue realizado en el Centro Experimental de Cota Cota, perteneciente a la Facultad de Agronomía- UMSA; donde los objetivos fueron: Evaluar el efecto del biol en cultivo asociado de lechuga suiza y rábano, evaluar las variables fenológicas de los diferentes cultivos de lechuga suiza y rábano, en su fase comercial, determinar la eficiencia de la aplicación del biol en la asociación de los cultivos en estudio; evaluar el rendimiento, de los cultivos de lechuga suiza en Kg/m² y rábano en t/ha y calcular el beneficio costo en los cultivos asociados con la aplicación del biol en diferentes concentraciones. Este trabajo de investigación se lo realizó en una carpa solar, la superficie utilizada fue de 92m². El material vegetativo utilizado para la lechuga suiza fue la variedad Trophy, la cual tiene dos meses de ciclo vegetativo y para el rábano fue la variedad Crimson Giant FAX que presenta un mes de ciclo vegetativo. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, donde cada tratamiento estaba conformado por una cantidad de plantas para cada cultivo a las cuales fueron añadidas diferentes concentraciones de biol, de 25, 50 y 75% de biol. El método de siembra que se utilizó fue de surcos (25 cm entre surcos) para el rábano, y al medio de los surcos se sembró la lechuga suiza al voleo de manera uniforme. Los principales resultados indicaron que la concentración del 25% de biol en la lechuga suiza tuvo su efecto en el tratamiento T3 con 1,576 Kg/m², mayor al de los demás tratamientos. En el rábano tuvo su efecto con la concentración del 50% de biol que le corresponde al tratamiento T5 con 1,570 Kg/m² mayor al de los demás tratamientos, en la relación beneficio costo ya se toma en cuenta al cultivo asociado donde los tratamientos T3, T4 y T5 tienen una relación B/C de 2,5 donde se obtiene 1,5 Bs de ganancia adicionales a su inversión.

CONTENIDO

CONTENIDO	I
ÍNDICE DE TEMAS	II
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis	5
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. Sistemas de producción agrícola.....	6
2.1.1. Cultivos asociados	6
2.1.2. Importancia de los cultivos asociados	7
2.1.3. Ventajas y desventajas de los cultivos asociados	7
2.1.4. Sistemas de siembra.....	9
2.2. Ambientes atemperados	10
2.2.1. Tipos de ambientes protegidos	10
2.2.2. Importancia del ambiente protegido	10
2.2.3. Longitud de la carpa solar	11
2.2.4. Orientación	11
2.2.5. Temperatura del invernadero	11

2.2.6. Humedad relativa	12
2.2.7. Luminosidad.....	12
2.2.8. Ventilación	13
2.2.9. Riego por goteo	13
2.3. Abonos orgánicos	14
2.3.1. Abonos orgánicos líquidos	14
2.3.2. El biol	15
2.1.1.1. Composición del biol	16
2.1.1.2. Uso del biol como fertilizante	17
2.1.1.3. Aplicaciones foliares	17
2.1.1.4. Concentraciones de biol	18
2.1.1.5. Frecuencias de aplicación del biol	19
2.1.1.6. Ventajas del biol	19
2.4. Agricultura ecológica	20
2.4.1. Principios e la agricultura ecológica	21
2.5. Generalidades de los cultivos en estudio.....	22
2.5.1. La lechuga suiza o valeriana (<i>Valerianella locusta</i>)	22
2.5.1.1. Clasificación taxonómica	22
2.5.1.2. Descripción botánica	22
2.5.1.3. Fases fenológicas	25
2.5.1.4. Variedades	24
2.5.1.5. Requerimiento de cultivo	26
2.5.1.6. Importancia de la lechuga suiza	26
2.5.1.7. Composición nutricional de la lechuga suiza	27
2.5.1.8. Rendimiento de la lechuga suiza	27
2.5.1.9. Siembra.....	27
2.5.2. El rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.)	28
2.5.2.1. Clasificación taxonómica	28
2.5.2.2. Descripción botánica	29
2.5.2.3. Fotoperiodismo.....	30

2.5.2.4. Variedades	31
2.5.2.5. Requerimiento de cultivo	32
2.5.2.6. Importancia de rábano.....	33
2.5.2.7. Composición nutricional del rábano	33
2.5.2.8. Rendimiento y consumo per cápita del rábano	33
2.5.2.9. Siembra.	34
3. LOCALIZACIÓN.....	35
3.1. Ubicación geográfica	35
3.2. Características agroecológicas.....	36
3.2.1. Clima.....	36
3.2.2. Suelos	36
4. MATERIALES Y MÉTODOS	37
4.1. Materiales.....	37
4.1.1. Material experimental	37
4.1.1.1. Material biológico	37
4.1.1.2. Fertilizante orgánico líquido.....	37
4.1.1.3. Materiales de campo y herramientas	37
4.1.1.4. Materiales de gabinete	38
4.2. Metodología	38
4.2.1. Muestreo de biol para análisis de laboratorio	38
4.2.2. Muestreo de suelo para el análisis físico- químico	39
4.2.3. Producción y manejo de cultivo	39
4.2.3.1. Habilitación de parcelas	39
4.2.3.2. Preparación del suelo.....	39
4.2.3.3. Habilitación del sistema de riego	40
4.2.3.4. Preparación de surcos.....	40
4.2.3.5. Siembra.....	41
4.2.3.6. Labores culturales	41
4.3. Diseño experimental.....	44
4.3.1. Modelo lineal	45

4.3.2. Factores de estudio.....	45
4.3.3. Croquis de experimento	46
4.3.4. Dimensiones de experimento	46
4.4. Variables de respuesta.....	47
4.4.1. Días de emergencia	47
4.4.2. Variables agronómicas después de la cosecha.....	47
4.4.2.1. Altura de la planta	47
4.4.2.2. Número de hojas por planta	47
4.4.2.3. Profundidad de la raíz	48
4.4.2.4. Diámetro de la raíz	48
4.4.2.5. Índice de área foliar	49
4.4.2.6. Peso de la raíz	49
4.4.2.7. Rendimiento de materia verde.....	50
4.4.2.8. Rendimiento de follaje	50
4.4.2.9. Rendimiento de la raíz.....	50
4.4.3. Variables económicas	50
4.4.3.1. Ingreso bruto	51
4.4.3.2. Ingreso neto	51
4.4.3.3. Relación beneficio costo.....	51
4.4.3.4. Tasa de Retorno Marginal	52
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	53
5.1. Análisis de suelo	53
5.2. Análisis de biol	55
5.3. Variables fenológicas	56
5.3.1. Emergencia de rábano	56
5.3.2. Emergencia de la lechuga suiza.....	58
5.4. Análisis de varianza para concentraciones de biol	60
5.4.1. Altura de la planta de lechuga suiza.....	60
5.4.2. Número de hojas de la lechuga suiza.....	62
5.4.3. Índice de área foliar de la lechuga suiza.....	63

5.4.4. Rendimiento de la materia verde de lechuga suiza	64
5.4.5. Altura de la planta de rábano	66
5.4.6. Longitud de la raíz del rábano	68
5.4.7. Diámetro de la raíz del rábano	70
5.4.8. Peso de la raíz del rábano.....	71
5.4.9. Índice de aérea foliar de rábano	73
5.4.10. Rendimiento biológico del rábano.....	75
5.4.11. Rendimiento de follaje del rábano t/ha	76
5.4.12. Rendimiento de la raíz del rábano t/ha	78
5.5. Variables económicas	80
5.5.1. Análisis económico	80
5.5.1.1. Rendimiento ajustado para la lechuga suiza	80
5.5.1.2. Rendimiento ajustado para el rábano	81
5.5.1.3. Ingreso bruto para la lechuga suiza	82
5.5.1.4. Ingreso bruto para el rábano	83
5.5.1.5. Ingreso bruto total para el cultivo asociado.....	84
5.5.1.6. Ingreso neto	85
5.5.1.7. Relación beneficio costo.....	86
5.5.1.8. Tasa de Retorno Marginal	87
6. CONCLUSIONES.....	89
7. RECOMENDACIONES.....	91
8. BIBLIOGRAFÍA	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del biol proveniente del estiércol	16
Tabla 2. Composición química del biol.....	16
Tabla 3. Composición nutricional por 100g de canónigo crudo	27
Tabla 4. Composición nutricional del rábano en base a 100g	33
Tabla 5. Producción y superficie de cultivos de hortalizas en Bolivia	34
Tabla 6. Producción y superficie de cultivos de hortalizas en La Paz	34
Tabla 7. Tratamientos combinados	45
Tabla 8. Análisis físico- químico del suelo	53
Tabla 9. Análisis químico del biol	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza para la emergencia del rábano	57
Cuadro 2. Análisis de varianza para la emergencia de la lechuga suiza	59
Cuadro 3. Análisis de varianza para la altura de la lechuga suiza	60
Cuadro 4 . Análisis de varianza para número de hojas de la lechuga suiza	62
Cuadro 5. Análisis de varianza para IAF de la lechuga suiza	63
Cuadro 6. Análisis de varianza para rendimiento de materia verde	65
Cuadro 7. Análisis de varianza para altura del rábano	66
Cuadro 8. Análisis de varianza para longitud de raíz del rábano	68
Cuadro 9. Análisis de varianza para diámetro de raíz del rábano	70
Cuadro 10. Análisis de varianza para peso de la raíz del rábano	72
Cuadro 11. Análisis de varianza para IAF del rábano	73
Cuadro 12. Análisis de varianza para rendimiento del rábano	75
Cuadro 13. Análisis de varianza para rendimiento de follaje del rábano	77
Cuadro 14. Análisis de varianza para rendimiento de la raíz del rábano	78
Cuadro 15. Cálculo del rendimiento ajustado para la lechuga suiza	81
Cuadro 16. Cálculo del rendimiento ajustado para el rábano	82
Cuadro 17. Ingreso bruto por tratamiento de la lechuga suiza	83
Cuadro 18. Ingreso bruto por tratamiento del rábano	84
Cuadro 19. Ingreso bruto total de los tratamientos	85
Cuadro 20. Ingreso neto de los tratamientos	86
Cuadro 21. Relación beneficio/costo de los tratamientos	87

Cuadro 22. Tasa de retorno marginal de los tratamientos	88
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología general de <i>Valerianella locusta</i>	24
Figura 2. Morfología general de <i>Raphanus sativus L</i>	30
Figura 3. Ubicación del área de estudio	35
Figura 4. Muestra de biol para el análisis de laboratorio	39
Figura 5. Preparación de terreno	40
Figura 6. Preparado de surcos e instalación de riego por goteo.....	41
Figura 7. Raleo y desmalezado de los cultivos en estudio	42
Figura 8 . Aplicación de biol	43
Figura 9. Cosecha del rábano	44
Figura 10. Cosecha y embolsado de la lechuga suiza	44
Figura 11. Croquis del experimento y distribución de tratamientos	46
Figura 12. Evaluación del número de hojas	48
Figura 13. Evaluación del diámetro del rábano	48
Figura 14. Peso de la planta y la raíz del rábano	49
Figura 15. Promedios de emergencia del cultivo de rábano	57
Figura 16. Emergencia del cultivo e rábano	58
Figura 17. Promedios de emergencia del cultivo de lechuga suiza	59
Figura 18. Emergencia del cultivo de lechuga suiza	60
Figura 19. Promedios de altura de planta y Duncan ($\alpha=0,05$)	61
Figura 20. Promedios para número de hojas/ planta y Duncan ($\alpha=0,05$)	63
Figura 21. Promedios para índice de área foliar y Duncan ($\alpha=0,05$)	64

Figura 22. Promedios para rendimiento (Kg/m ²) y Duncan (a=0,05)	65
Figura 23. Promedios de altura de planta de rábano y Duncan (a=0,05)	67
Figura 24. Promedios para longitud de raíz de rábano y Duncan (a=0,05)	69
Figura 25. Promedios para diámetro de la raíz de rábano y Duncan (a=0,05)	70
Figura 26. Promedios para peso de la raíz de rábano y Duncan (a=0,05)	72
Figura 27. Promedios para el IAF del rábano y Duncan (a=0,05)	74
Figura 28. Promedios para rendimiento del rábano y Duncan (a=0,05)	76
Figura 29. Promedios de rendimiento del follaje del rábano y Duncan (a=0,05)	77
Figura 30. Promedios de rendimiento de La raíz del rábano y Duncan (a=0,05)	79

1. INTRODUCCIÓN

En los tiempos actuales es una preocupación constante para todos los agricultores, el incrementar la calidad y cantidad de sus cosechas; asimismo mejorar y aumentar su ingreso económico.

La plantación en cultivo asociado es la siembra o plantación de dos o más especies vegetales, de tal manera que una o ambas pueden obtener beneficios (a través de la absorción de nutrientes o de cambios en el medio ambiente), tales como la mejora de la productividad, control de plagas o adquirir un mejor sabor, así como también una producción intensiva que incremente mayores beneficios.

En Bolivia la agricultura ecológica ya es relativamente nueva porque favorece la producción orgánica de los cultivos, en equilibrio con el medio ambiente de manera sostenible, en la actualidad los recursos orgánicos vienen adquiriendo gran importancia en el desarrollo de la agricultura alternativa denominada agricultura orgánica o biológica.

Una de las posibilidades de desarrollo agrícola, es el uso de biol, que por su gran bondad bioestimulante, ayuda a mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas, producido en forma natural y barata. Para su preparación se utilizan insumos que se encuentran disponibles al alcance del agricultor como: el estiércol fresco, ceniza y agua, enriqueciendo mediante la adición de leche, orina entre otros.

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 suiza (*Valerianella locusta* L.), rabanito (*Raphanus sativus* L.), nabo (*Brassica naphus* 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 planta 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* L.). 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 bioestimulante que ayuden a mejorar la producción de este cultivo, con el único propósito de generar una alternativa de fuente de ingreso económicos para los productores.

El rábano (*Raphanus sativus* L.) es un vegetal de estación fría, de maduración rápida y fácil producción. Las variedades de producción temprana usualmente crecen mejor en días fríos a principios de primavera, pero algunas variedades de maduración tardía pueden ser plantadas para consumirse en verano.

El rábano es conocido debido a que es bajo en calorías, gracias a su alto contenido en agua. Tras el agua su principal componente son los hidratos de carbono y la fibra. Además contiene una buena cantidad de potasio, vitamina C, y los folatos; estos colaboran en la producción de glóbulos rojos y blancos y la formación de anticuerpos del sistema inmunológico.

1.1. Antecedentes

Los abonos orgánicos líquidos como el biol toman gran importancia en los últimos 10 años utilizándose este fertilizante en una diversidad de cultivos, en nuestro medio cercano son aplicados en la producción de hortalizas en los Municipios de Tiwanaku, Batallas, Viacha, Achacachi, entre otros. Su uso se la realiza con mayor frecuencia en cultivos intensivos.

El biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas sean de ciclo corto, anuales, plurianuales con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla o a la raíz. En aplicaciones foliares no debe aplicarse puro sino en diluciones del 25 al 75 % biol, con el cual se obtendrá altos rendimientos en la mayoría de los cultivos (Brechelt, 2004).

Espinal (2009), realizó una comparación de biol de bovino y ovino, en el rendimiento de la planta de lechuga suiza (*Valerianella locusta L.*), donde encontró un valor de 2,277 kg /2,2 m² a favor del biol de ovino, con relación al biol de bovino que sólo tuvo 2,053 kg/m², los mejores resultados fueron al 50% de concentración del biol de ovino.

Otro trabajo realizado con abonos orgánicos fue el de Mamani (2006), que obtuvo 1,58 Kg/m², con el estiércol (proporción; vaca 50% y oveja 50%), también en la producción de lechuga suiza.

1.2. Planteamiento del problema

El biol en la producción de hortalizas en los tiempos actuales se usa de acuerdo a la experiencia del agricultor, debido a la deficiencia de investigaciones sobre la cantidad de biol a aplicarse a los diferentes cultivos.

Asimismo, los bajos rendimientos en el cultivo de rábano y lechuga suiza obligan a los productores al uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos que degradan los suelos y contaminan el medio ambiente.

1.3. Justificación

En la actualidad los ensayos realizados en los cultivos asociados con el biol aún no han respondido las incógnitas sobre la concentración adecuada, por esta razón esta investigación pretendió proporcionar más información acerca del uso del biol en la producción hortícola.

Asimismo, el uso de fertilizantes orgánicos líquidos y sólidos en la producción de hortalizas es una forma eficiente para conservar la fertilidad del suelo y evitar el uso de fertilizantes sintéticos que contaminan y/o degradan los suelos.

El presente trabajo que se investigó acerca del biol, es debido a que esta cuenta con muchos beneficios a una gran mayoría de cultivos, dándoles una fuente nutritiva constituida de fitoreguladores, que se obtienen como producto de la descomposición de los desechos orgánicos, el mismo aparece como un líquido.

También son sustancias orgánicas que garantizan una elevada concentración de aminoácidos, útiles para las plantas. El líquido resultante aumenta el crecimiento radicular, promueve el desarrollo foliar, mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto del biol en cultivo asociado de lechuga suiza (*Valerianella locusta*) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en ambiente atemperado de Cota Cota- La Paz.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las variables agronómicas de los diferentes cultivos de lechuga suiza (*Valerianella locusta*) y rábano (*Raphanus sativus* L.), en su fase comercial.
- Determinar la eficiencia de la aplicación del biol en la asociación de los cultivos en estudio.
- Evaluar el rendimiento de los cultivos de lechuga suiza (*Valerianella locusta*), en Kg/m² y rábano (*Raphanus sativus* L.) en t/ha.
- Calcular el beneficio costo en los cultivos asociados con la aplicación del biol en diferentes concentraciones.

1.5. Hipótesis

Ho:

- El asociado entre cultivos, con las diferentes concentraciones de biol no presentan diferencias significativas.
- Las concentraciones de biol en la fertilización no presentan diferencias significativas en el rendimiento de los diferentes cultivos.
- Los beneficios económicos son iguales, para los diferentes tratamientos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistemas de Producción Agrícola

La distribución espacial de los cultivos permite identificar y caracterizar las siguientes formas de distribución de los cultivos constituyendo sistemas muy difundidos en América Latina (Bazán, 1995):

- a) **Monocultivos:** Cuando la distribución espacial anual en un área de terreno, comprende un solo cultivo, seguido de un periodo de barbecho.
- b) **Cultivos asociados o intercalados:** Cuando la distribución espacial en una misma área del terreno corresponde a dos o más cultivos, con grado variable de sobre posición.
- c) **Cultivos múltiples o mixtos:** cuando la distribución espacial anual en una misma área de terreno comprende combinaciones de las dos formas anteriores, asumiendo formas mixtas de asociaciones de rotaciones con o sin barbecho.
- d) **Relevo:** Cuando dos o más plantas de cultivos se siembran en el mismo campo pero en diferentes épocas.
- e) **Múltiple simultáneo:** Cuando el ciclo de crecimiento y producción de una de las especies de cultivo acompañante.

2.1.1. Cultivos Asociados

Antúnez citado por Loza (1999), indica que en la técnica agrícola nativa se acostumbraba asociar varias especies, para la protección contra la inclemencia del clima, plagas y para la optimización del recursos suelo.

Asociación de cultivos para Reyes (1990), es la práctica de sembrar en el mismo ciclo agrícola, dos o más cultivares, es un agroecosistema en el que las plantas de diferentes especies útiles al hombre comparten el mismo espacio, tiempo y clima.

Además se considera una serie de prácticas y elementos culturales tradicionales, desarrollados a partir de una estrategia de productividad y no de alta producción, en donde no todo lo que se produce tiene un valor de cambio sino que se generan valores de uso indispensable en la economía familiar y donde es más importante producir alimentos, sostén de la vida.

Los cultivos múltiples son la intensificación en dimensiones de espacio y tiempo, cultivando dos o más especies en el mismo campo y el mismo año, en esencia tienden a explotar al máximo en espacio la humedad disponible, los elementos nutritivos del suelo y la irradiación solar (Wahab,1980).

2.1.2. Importancia de los cultivos asociados

Reyes (1990), considera que las especies al formar diferentes estratos foliares, hacen un mejor uso del espacio dado, frenan la multiplicación de insectos específicos de cierta especie vegetal, permiten aprovechar los hábitats del huerto, protegen la delgada capa del suelo, logran una alta eficiencia fotosintética.

Otro de los aspectos importantes es el Uso Equivalente de la Tierra que según Esprella (1995) y Loza (1999), confirman que mediante la asociación de cultivos se obtiene una mayor Uso Equivalente de la Tierra por unidad de superficie y tiempo en comparación con el monocultivo.

Reyes (1990), indica que en general todos los trabajos revisados sobre el agroecosistema de asociación, señalan que este sistema de producción es más eficiente en el uso de los recursos del pequeño agricultor y en la utilización en tiempo y espacio de las variaciones climáticas.

2.1.3. Ventajas y desventajas de los cultivos asociados

Escobar (2003), indica las ventajas de este sistema sobre el monocultivo: obtención de dos o más productos que permiten diversificar la dieta alimenticia familiar, aunque el rendimiento de cada cultivo en la asociación es inferior al de su

monocultivo, más eficiente utilización de recursos ecológicos: luz, agua y nutrientes vegetales, un cultivo asociado, en general, es menos atacado por plagas y enfermedades que un monocultivo.

Flor (1975), indica las ventajas:

- Uso intensivo y más productivo de la mano de obra.
- Complemento entre dos o más especies en cuanto a resistencia de plagas y enfermedades.
- Uso más eficiente de espacios durante el año agrícola.
- Mayores rendimientos por unidad de superficie y/o más seguros a cierto nivel de tecnología.

Reyes (1990), indica que se maximiza la producción económica por unidad de área; reducción de riesgos con las variaciones de clima, mayor protección del suelo contra la erosión por el mayor tiempo de cobertura vegetal; hay mejor control de malezas por efecto del sombreado; existe un mejor balance nutricional por haber disponibilidad de alimentos; las asociaciones reducen hasta en un 50% las necesidades de fertilización nitrogenada del cultivo principal; son practicas relativamente baratas.

Desventajas:

- Dificultad en el uso de maquinaria.
- Competencia por nutrientes, agua luz cuando estos elementos se encuentran en condiciones limitadas.
- Mayor dificultad para el control de plagas, enfermedades y malezas.
- Existe peligro de daño del cultivo mientras el otro es cosechado.

Los sistemas de producción concluyen como resultados que los cultivos múltiples, asociados o mixtos fueron en generales más eficientes en producción de alimentos,

biomasa que los monocultivos, aun cuando estos se realizaran utilizando tecnología alta (Loza, 1999).

2.1.4. Sistemas de siembra

Las siembras asociadas son un sistema de producción donde se siembran mezcladas sobre el mismo surco, semillas de diferente especie. Las siembras intercaladas o alternadas son agroecosistemas que resultan de la disposición alternada de dos o más especies en surcos o franjas (Reyes, 1990).

Tapia (2000), detalla los tipos de siembra del siguiente modo:

- a) Siembra al voleo.- las semillas se esparcen y después se tapan por medio de una rastra de dientes. La distribución es desigual y se requieren mayor cantidad de semillas. La germinación no es uniforme.
- b) Siembra al chorrillo.- las semillas se depositan en el surco por medio de un embudo. Este método no se recomienda para variedades de guía.
- c) Siembra de precisión.- se utiliza para mantener una distancia uniforme entre las semillas.
- d) Siembras por espeque.- se siembra manualmente en hileras con un palo o espeque. Este método requiere la instalación de un sistema de estacado para guiar la planta.
- e) Siembra intercalada en hilera.- se siembran las especies intercaladas sobre un mismo surco.
- f) Siembra intercalada entre hileras.- se siembran las especies en surcos diferentes.
- g) Siembras asociadas como bordes.- se siembra una especie rodeando el cultivo principal para su protección.

2.2. Ambientes Atemperados

Para Hartman (1990), el objeto principal de los ambientes atemperados, 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.

Flores (1996), señala que la construcción de carpas solares se adapta a las condiciones ecológicas de nuestro medio, sobre todo el altiplano, en el cual se pueden explotar hortalizas de valle y trópico, asimismo facilita el mantenimiento de parámetros físicos como temperatura, humedad relativa y % de dióxido de carbono.

2.2.1. Tipos de ambientes protegidos

Blanco (1999) y Flores (1996), nos indican que la tecnología de protección implementada en nuestro país se ha basado en la implementación de diferentes modelos de invernaderos y de carpas solares a las condiciones climáticas y socioeconómicas locales. De este proceso de adaptación han derivado diversos tipos que se repiten con mayor y menor frecuencia y son los siguientes: tipo túnel, medio túnel, media agua, doble agua, walipini y camas calientes. Cada tipo cuenta con características definidas.

2.2.2. Importancia del ambiente protegido

Para Valdez (1997), los ambientes protegidos son cubiertas que evitan el descenso de temperatura 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 de aprovechamiento de energía solar

pasiva, atrapar luz y principalmente la temperatura, lo que beneficia el desarrollo de los cultivos.

2.2.3. Longitud de la carpa solar

Valdez (1997) y Hartman (1990), mencionan 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.

2.2.4. Orientación

TECN-AGRO (1995), Flores mencionado por Figueredo (2006), recomiendan 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 arboles que puedan proyectar sombra.

2.2.5. Temperatura del invernadero

Para Flores mencionado por Figueredo (2006), las variaciones más importantes de la temperatura que afectan al comportamiento de la planta 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-AGRO (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.

Hartman (1990), indica que la temperatura interior de un ambiente protegido depende en gran parte del efecto invernadero. Este se crea por la radiación solar que llega a la construcción y por la permeabilidad de los materiales de recubrimiento

que evitan la irradiación calorífica. La radiación calorífica atrapada es la que calienta la atmósfera interior de la carpa solar.

2.2.6. Humedad relativa

TECN-AGRO (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.

Flores (1996), indica que la mayoría de las plantas desarrollan en un medio ambiente de humedad relativa del aire que oscila entre los 30-70 %. Una baja humedad relativa en las plantas provoca marchitez y por un exceso invita a la proliferación de plagas y enfermedades.

Asimismo, Hartman (1990) describe que la humedad relativa es la relación entre la masa de vapor de agua por m^3 , y la que existiría si el vapor estuviera saturado a la misma temperatura.

2.2.7. Luminosidad

Flores (1996), indica que la luminosidad es considerada uno de los factores más importantes del medio, ya que es parte integrante del proceso de fotosíntesis de la clorofila en las plantas, el crecimiento, el fototropismo, la morfogénesis, fotoperiodismo, la formación de pigmentos y vitaminas.

El mismo autor menciona, que el anhídrido carbónico (CO_2) junto a la luz más la temperatura ayuda a la fotosíntesis para obtener mayores resultados cuantitativos y buena calidad.

2.2.8. Ventilación

Al respecto Guzmán (2006), menciona que los sistemas de ventilación, en ambientes protegidos, 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.

Flores (1996), menciona que una adecuada orientación favorecerá a una efectiva ventilación que ayudara a realizar un intercambio de aire de la parte interna con la externa, controlando las excesivas temperaturas, humedad relativa. Una mala ventilación trae consigo problemas de asfixia, debilidad en las plantas y la proliferación de plagas y enfermedades.

2.2.9. 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 concentrara sus raíces y de la que se alimentara durante todo su ciclo vegetativo. El caudal de goteo y el tiempo de aplicación, varía de un cultivo a otro así también cuando las características del suelo son diferentes.

2.3. Abonos orgánicos

Guerrero (1993), sostiene que los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes, además el suelo con la descomposición de estos abonos, mejora sus características físicas, químicas y biológicas.

Por su parte Bellapart (1996), menciona que se conoce como abonos orgánicos a todos aquellos residuos orgánicos ya sea de origen, animal o vegetal, que se utilizan para aumentar la fertilidad del suelo.

El abono orgánico, es un fertilizante que proviene de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (desechos de la cocina, desechos de animales y el hombre, restos vegetales). El abono orgánico se puede obtener en forma casera, y es un abono “rico”, con el cual las plantas se alimentan (INTA 2007).

2.3.1. Abonos orgánicos líquidos

Los abonos orgánicos líquidos son los desechos líquidos que resultan de la descomposición o fermentación anaeróbica de los estiércoles y orines (en biodigestores). Funcionan como reguladores de crecimiento de las plantas. Se ha comprobado que aplicados foliarmente a los cultivos (tubérculos, hortalizas y frutales) en una concentración entre 20 y 50 % se estimula el crecimiento, se mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas. Pueden ser aplicados al suelo en concentraciones mayores, en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular (INFOAGRO, 2010).

Cruz (2004), indica que los abonos orgánicos líquidos son ricos en N amoniacal, hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo.

Morales (1998), menciona que la mayoría de los abonos líquidos viene de los excrementos de las distintas especies de animales. Se compone de deyecciones de los cuales una parte es sólida (estiércol) y la otra líquida (orina) encontrándose en las relaciones de 3:1, se constituye de nitrógeno, ácido fosfórico y potasa en diferentes proporciones.

2.3.2. El biol

El biol es una fuente de fitoreguladores, que se obtienen como producto de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos (Suquilanda, 1996).

El mismo autor indica que el abono producido anaeróbicamente está libre de patógenos (bacterias y hongos) que puede representar un riesgo para la salud, debido a que en el proceso de fermentación anaeróbica de los insumos se alcanzan temperaturas elevadas hasta de 70°C, con este calor se logra prácticamente una pasteurización natural, que mata a los patógenos.

Medina (1990), indica que el biol es considerado un bioestimulante complejo, que al ser aplicado a las semillas y al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de raíces se incrementa la cantidad de fotosíntesis en las plantas, mejorando substancialmente la producción y calidad de las cosechas.

Colque (2005), menciona que el biol es una fuente de fitoreguladores que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos en mangas de plástico (biodigestores), actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Según Álvarez (2010), es un abono foliar orgánico, también llamado biofertilizante líquido, resultado de un proceso de fermentación en ausencia de aire (anaeróbica) de restos orgánicos de animales y vegetales. El biol contiene nutrientes de alto valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas.

2.3.2.1. Composición de biol

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 elaboró alcanzó una composición química de un 2,6 % de Nitrógeno, 1,5 % de Potasio, 1,05 de Fósforo y 85 % de materia orgánica.

Tabla 1. Composición química del biol proveniente del estiércol (BE)

Componentes	(BE)%
Nitrógeno	0,07
Fósforo	0,05
Potasio	0,52
Materia	0,71

Fuente: (Condori, 2004)

Condori (2004), señala que el biol se elaboró en el Altiplano Central a base de estiércol de ganado vacuno (Tabla 1).

Al respecto Medina (1992), muestra la siguiente composición bioactiva del biol proveniente del estiércol con alfalfa: Nitrógeno 1,6 %, Fósforo 0,2 % y Potasio 1,5 %.

Tabla 2. Composición química del biol.

Fuente orgánica	Materia seca %	Densidad g/ml	Nitrógeno mg/ml	Fósforo mg/ml	Potasio mg/ml	M.O. mg/ml
Biol - vacuno	1,07	0,998	0,40	0,08	0,41	5,29
Biol - ovino	1,48	1,005	0,50	0,09	2,62	4,22
Biol de llama	0,85	1,000	0,30	0,03	0,89	2,10

Fuente: (Rodríguez, 2003).

Rodríguez (2003), en la Universidad Académica Campesina de Tiahuanacu muestra la siguiente composición química del biol, con tres fuentes orgánicas, (Tabla 2).

2.3.2.2. Uso del biol como fertilizante

Gomero (1999), menciona que el biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla o a la raíz.

Brechelt (2004), menciona que el biol, no debe ser aplicado puro al follaje de las plantas, sino en diluciones.

El biol se puede emplear en forma pura y en disoluciones crecientes a razón de 600 l/ha, ya sea por aspersión al follaje o por goteo al suelo con resultados positivos en la mayoría de cultivos (Claure, 1992).

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

2.3.2.3. Aplicaciones foliares

Arévalo (1995), señala que la fertilización foliar es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización del suelo, esta práctica es reportada en la literatura en 1944, aunque su uso se inicia desde la época Babilónica. Bajo este sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrientes.

Según Chilón (1997), 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 el traslado por los

conductos flemáticos. Entre los factores que afectan la fertilización foliar están: humedad relativa, edad de la hoja, características nutritivas 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 nutrientes por parte de la planta.

Según Medina (1992) y Suquilanda (1996); 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.

2.3.2.4. Concentraciones de biol

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

Según 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 1:3).

Medina (1992), indica que para pulverizaciones foliares, el biol no debe aplicarse puro sino en diluciones, con concentraciones de 50 al 75 %, aplicándose unas 3 a 5 veces durante los tramos críticos de los cultivos, con unos 400 a 800 litros por hectárea dependiendo de 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.

Suquilanda (1996), propone que las disoluciones recomendadas pueden ser desde el 25% al 75%, mediante la presencia de hormonas vegetales que regulan y coordinan funciones vitales que se reproducen en las células meristemáticas que provocan la elongación y división de las células, de este modo contribuyen al crecimiento.

2.3.2.5. Frecuencias de aplicación del biol

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

Por su lado Cruz (2004), realizó la aplicación foliar con biol al cultivo de lechuga en ambiente protegido con frecuencia de aplicación de cada 5 días desde el trasplante hasta la cosecha.

Paye (2011), indica que la fertilización foliar así como la aplicación del riego deben realizarse por las tardes, debido a que la intensidad de los rayos solares durante el día en el interior de las carpas solares provocan la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas que impiden una asimilación efectiva de nutrientes.

Agronovida (2010), menciona que el momento de la aplicación del biol debería ser luego de 10 a 25 días después de la siembra y hasta 10 días antes de la cosecha.

2.3.2.6. Ventajas del biol

Colque (2005), menciona las siguientes ventajas que presenta el biol aplicados a diferentes cultivos:

- Acelera el crecimiento y desarrollo de la plantas.
- Aumenta la tolerancia a condiciones climáticas adversas (heladas, granizadas, otros).
- Es ecológico, compatible con el medio ambiente y no contamina el suelo.

- Es económico.
- Acelera la floración.
- En trasplante, se adapta mejor la planta en el campo.
- Conserva mejor el N, P, K, Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica lo cual nos permite aprovechar totalmente los nutrientes.
- El N que contiene se encuentra en forma amoniacal que es fácilmente asimilable.

Aparcana (2008), señala que el uso del biol permite un mejor intercambio catiónico en el suelo. Con ello se amplía la disponibilidad de nutrientes del suelo. También el biol ayuda a mantener la humedad del suelo.

Siendo el biol una fuente orgánica de fitoreguladores en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acciona sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas.

2.4. Agricultura ecológica

Díaz (1999), define a la agricultura ecológica como un sistema que utiliza insumos naturales y prácticas especiales: aplicación de compostas y de abonos verdes, control biológico, asociación y rotación de cultivos, uso de repelentes y fungicidas a partir de plantas y minerales, entre otras. A cambio prohíbe el uso de pesticidas y fertilizantes de síntesis química. Esta forma de producción incluye el mejoramiento de los recursos naturales y de las condiciones de vida de quienes llevan a cabo estas prácticas.

AOPEB (2002), sostiene que la agricultura ecológica es ambientalmente sana, económicamente viable, socialmente justa y culturalmente aceptable. Es un sistema

de producción que rescata y emplea técnicas sobre todo el uso de abonos orgánicos, rotación de cultivos, así respetando la naturaleza del suelo, aire, agua, bosques hombre y su cultura; limitando su degradación de las mismas, garantizando la sostenibilidad de la producción, regulación del medio ambiente, seguridad alimentaria y sobre todo la salud.

2.4.1. Principios de la agricultura ecológica

Díaz (1999), menciona que estos principios constituyen la base de la agricultura biológica, ecológica o alternativa. Son asimismo normas y referencias que se usan cada vez más como base para el comercio internacional. Y lo que es más, expresan el carácter esencial progresista de la práctica de la agricultura biológica. El compostaje, el uso de amplias rotaciones, la prohibición de estimulantes hormonales, el uso de los abonos orgánicos de plantas, animales y del hombre. Estos principios y prácticas son la base común de la agricultura biológica.

Proteger el medio ambiente y promover la salud. El proceso productivo y el procesamiento de productos orgánicos no deben ser contaminantes del ambiente, la agricultura orgánica elimina el uso de productos sintéticos que dañan los organismos benéficos del suelo, agotan los recursos no renovables, comprometen la calidad del agua y del aire y arriesgan la salud de los productores y consumidores. Mantener la fertilidad del suelo en el largo plazo mediante la optimización de condiciones para la actividad biológica.

La salud del suelo es un componente integral para la seguridad del agroecosistema; en un sistema de producción orgánico se debe mantener un balance de recursos físicos, químicos y biológicos para optimizar la cantidad u diversidad de organismos del suelo y mejorar su fertilidad (Brechelt, 2004).

2.5. Generalidades de los cultivos en estudio

2.5.1. La Lechuga Suiza o Valeriana (*Valerianella locusta* L.)

Krarrupc y Konar (1986), indican que el centro de origen de la lechuga suiza es desconocido, la especie crece en estado silvestre en toda la zona atemperada de Europa, Asia menor y del Cáucaso, la primera información de su cultivo aparece en un documento Alemán, fechado en 1588. Hoy en día se cultiva en extensiones considerables como ser Alemania, Francia, Italia y otros países europeos siendo una curiosidad fuera de Europa.

2.5.1.1. 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.

2.5.1.2. Descripción botánica

Tiscornia (1982), menciona que la lechuga suiza es una hierba anual de 10 a 20 cm de altura, con ciclo de cultivo de 50 a 75 días, posee raíz principal y finas raíces secundarias, tallo floral anguloso, hojas alargadas con nervios marcados, pequeñísimas flores siendo la semilla grisáceo, casi globulosa, al terminar el periodo vegetativo sobreviene la emisión del tallo floral, en que se ramifica dicotómicamente

y se diferencia de cimas capituliforme en sus ápices, las flores son de color celestes y blanca de corola gamopétala desprovista de giba el ovario trilocular presenta un solo lóculo fértil, el fruto es un pequeño orbicular, grisáceo y sin papus.

Tronickova (1986), indica que las plantas son herbáceas anuales, cuya descripción de sus órganos son:

- Raíz principal es de 1 a 3 cm de diámetro cerca al nudo disminuyendo a medida que ingresa al suelo, las raíces secundarias son finísimas formando un sistema radicular fibroso, con un volumen de 15 cm de área por 25 cm de profundidad aproximadamente.
- Tallo delgado corto, herbáceo, delgado, anguloso y muy ramificado. Al terminar el periodo vegetativo sobreviene la emisión del tallo floral, el que ramifica dicotómicamente y diferencia cimas capituliformes en sus ápices.
- Hojas enteras, opuestas forman una roseta de hojas sésiles sobre un corto tallo son de color grisáceo o lanceoladas u oblongadas de 3 a 8 cm de largo y glabras.
- Flor celeste blanquecinas, se disponen en inflorescencias cimosa, capituliformes o paniculada, siendo hermafroditas, zigomorfas, pequeñas de corola gamopétala de tubo corto, a veces globoso o espolonagada ínfero, trilocular presenta un persistente transformado en papus (un solo lóculo fértil). Brácteas más pequeñas que las hojas. Especie dioica de 2 a 3 cm de longitud, 5 sépalos y 5 pétalos.
- Fruto aquenio, pequeño (2 a 2,5 cm) orbicular grisáceo; con una semilla que no libera, con forma lenticular, aproximadamente tan ancha como alta.

De acuerdo a esa información indica que el órgano de consumo lo constituyen las hojas de la roseta, las que son glabras, de color verde grisáceo, oblanceoladas u oblongas, de 3 a 8 cm de largo y de margen entero o dentado. La composición nutritiva es superior a la lechuga, presentando un valor superior de provitamina A, B

y C. Las hojas se utilizan frescas en ensaladas, por lo común en mezclas con otras hortalizas.

La familia *Valerianaceae* comprende cerca de 17 géneros con unas 400 especies amplia distribución mundial. Solo dos géneros son de importancia agronómica: *Valerianella*, que incluye especies hortícolas y *Valeriana*, que incluye planta medicinal y ornamental.

Tamaro (1985), indica que *Valerianella* o hierba de los canónigos, el órgano de consumo es la hoja toda la parte que se corta por la base en la recolección es una de las mejores ensaladas que consumen por su valor nutritivo. Por otro lado aclara que tiene ramificaciones dicotómicas y diferencias de cima capituliformes en sus ápices de lechuga suiza presenta $2n= 14$ cromosomas.



Figura 1. Morfología general de *Valerianella locusta* (Tronickova, 1986)

2.5.1.3. Fases fenológicas

Churquina (2000), menciona que las fases fenológicas bajo condiciones de invernadero serían:

- **Emergencia;** caracterizada por la emisión de los cotiledones sobre la superficie del suelo, ocurre en torno a los 15 días después de la siembra.
- **Juvenil o de cotiledones;** que se adapta aproximadamente a los 20 días, con crecimiento lento.
- **Emisión del meristemo apical;** entre los 20 a 25 días después de la siembra.
- **Emisión de las hojas comerciales;** después de 25 días de la emisión del meristemo apical, observándose un desarrollo rápido de estas, es en esa fase donde alcanza el mayor crecimiento de hojas lo que determina el tiempo de cosecha.
- **Emisión del vástago floral;** en torno a los 75 días.
- **Floración,** progresiva de la base al ápice en torno a los 50 días después de la emisión del vástago.
- **Fructificación;** ocurre en torno a los 120 días después de la siembra.

Tronickova (1986), indica que la lechuga suiza presenta periodos vegetativos muy cortos, en que se desarrolla una roseta de numerosas hojas sésiles sobre un tallo corto, al terminar la fase vegetativa sobreviene la emisión de tallo floral el que tiene ramificaciones dicotómicas y diferencias cimas capituliformes en sus ápices.

2.5.1.4. Variedades

Tiscornia (1982), menciona que las variedades existentes de lechuga suiza son:

- Redonda: muy productiva y de desarrollo rápido, excelente ensalada de invierno de un hermoso color verde.
- De grano grueso: gran raza, muy vigorosa, de hojas más largas que anterior y muy tiernas.
- Coquille: hojas en forma de cuchara que a veces se curvan en forma de capuchón ensaladas de gusto muy agradables.

2.5.1.5. Requerimiento de cultivo

- **Suelo;** el cultivo tiene poca exigencia respecto al suelo y abono, prefiere suelos semicompactos, fresco pero húmedos, con pH de 6.9 en cuanto a la fertilidad es suficiente la que resta del cultivo antecedente, por los que frecuentemente la Valerianella se siembra sin abono previo (Leñano, 1973).
- **Clima;** resiste preferentemente el frío pero es prácticamente vulnerable al calor que provoca quemaduras en la punta de las hojas y una aceleración en su crecimiento.
- **Riego;** el suelo debe regarse abundantemente según la temperatura del ambiente, las semillas tardan entre siete a quince días en germinar a causa de temperaturas más altas se debe realizar riegos más frecuentes.

2.5.1.6. 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 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, por eso los médicos recomiendan incluir el ácido fólico en nuestra dieta.

2.5.1.7. Composición nutricional de la lechuga suiza

Canónigo (2007), indica que la composición nutritiva (tabla 3) es superior al de la lechuga, presentando un valor superior de provitamina A y vitamina B y C. Esta planta tan discreta es un concentrado de beta caroteno, 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, alta donde esta crezca.

Tabla 3. Composición nutricional por 100g 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	5,3 mg	Vitamina C	38,2 mg
Potasio	459 mg	Vitamina B	250 mg

Fuente: (Canónigo, 2007).

2.5.1.8. 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.

2.5.1.9. 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.

2.5.2. El rábano (*Raphanus sativus* L.)

El rábano es una hortaliza que se cultiva y consume ampliamente en nuestro medio. Es de crecimiento rápido y se adapta bien a diferentes zonas, sobre todo cuando se dispone de agua de riego permanente (CNPSH-JICA, 1998).

Varios autores como Huerres (1991), Terranova (1995), aseguran que el rábano es originario de la china con una antigüedad más de 3000 años a.C.

Posteriormente, aproximadamente en el siglo XIV, su cultivo se extendió en Europa. Hasta ahora se desconoce exactamente la época en la que fue llevado al continente americano, especialmente a cuba donde su consumo en la población es mayoritario y lleva ya muchos años.

2.5.2.1. Clasificación taxonómica

Según Maldonado (1976), la clasificación taxonómica del cultivo del rábano es la siguiente:

- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Orden:** Brassicales
- **Familia:** Cruciferae
- **Subfamilia:** Siliculosas
- **Género:** *Raphanus*
- **Especie:** *sativus*
- **Nombre común:** Rábano

2.5.2.2. Descripción botánica

- **Raíz;** el rábano es una planta anual de raíz pivotante que se inserta en la base de un tubérculo hipocotilo comestible, el cual puede ser redondo o alargado y de color diverso. Su sabor es más o menos picante (Maroto, 1995).

La raíz, la parte comestible, es un engrosamiento del parénquima tomando forma esférica o alargada parecida a la de un trompo, en la raíz se almacena sustancias alimenticias y medicinales que le dan un sabor picante bastante fuerte pero generalmente agradable al gusto. Esta raíz es muy rica en vitaminas A, B y C, en minerales como: azufre, potasio, calcio, fósforo, hierro, sodio, cloro, yodo y magnesio. También contiene agua, proteínas, grasa, carbohidratos (Unterladstatter, 2000).

- **Tallo floral,** puede alcanzar más de 1m de altura, es cilíndrico y veloso, aunque también los hay lisos, de color verde y muy ramificado. No requiere de condiciones de vernalización para formarse (Huerres, 1991).
- **Hojas** compuestas, imparipinadas con bordes generalmente dentados, vellosas y de un color verde intenso en la mayoría de las variedades (Huerres, 1991).
- **Inflorescencia y flores;** la inflorescencia es racimosa. Las flores son hermafroditas, grandes con limbo blanco y con venas violetas, según la variedad, la fecundación es alógama (Terranova 1995 y Huerres 1991).
- **Fruto;** es una silicua indehiscente o silicua alargada, rellena en el interior de tejido parenquimatoso, en el cual se sitúan las semillas, que son silicuas patentes alargadas y cónicas (Maroto 1995, Tiscornia 1982 y Huerres 1991).
- **Semilla;** es constituida por pequeños granos discoidales de 10 a 12 en cada silicua o vaina; además esta contienen aceite y carecen de albumina.

Según el CNPSH-JICA, (1996) el rendimiento promedio de semilla de hortaliza es de 10 ton/ha.

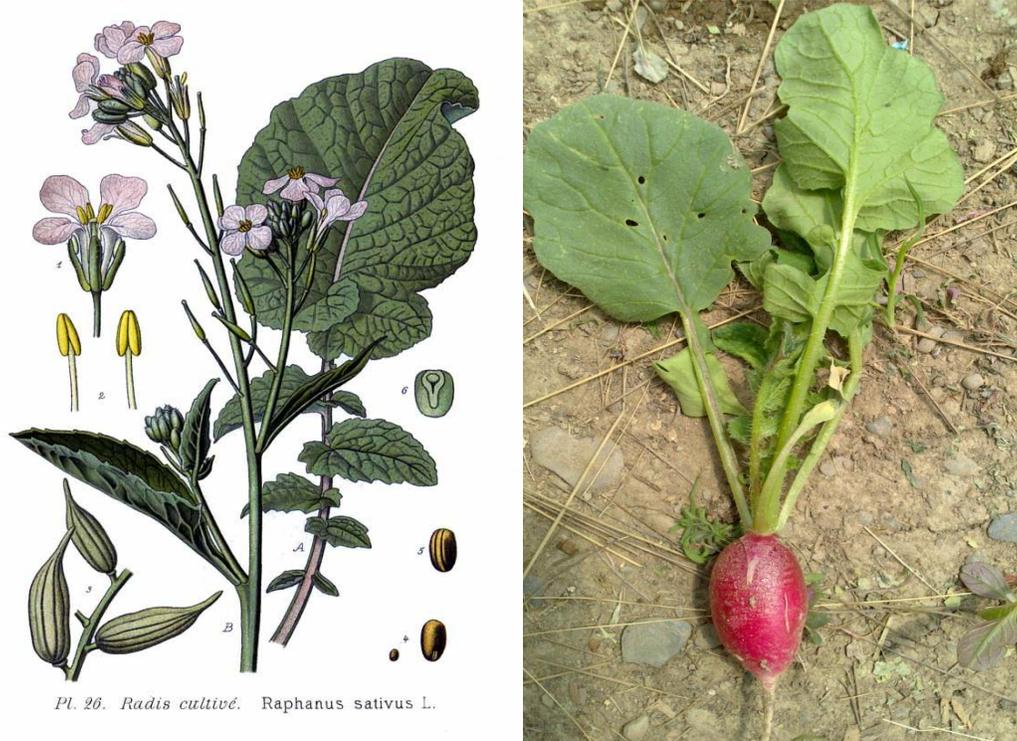


Figura 2. Morfología general de *Raphanus sativus* L. (Maroto, 1995).

2.5.2.3. Fotoperiodismo

Raymond (1989), indica que las plantas pueden ser clasificadas en tres grupos principales de acuerdo con la duración específica de sus necesidades de luz y oscuridad en cada periodo de veinticuatro horas o ciclo para iniciar la floración. Así tenemos plantas de día corto, plantas de día largo y plantas de día neutro.

- a. Plantas de día corto, este grupo comprende aquellas especies que solo florecen con un periodo de luz menor que un tiempo critico determinado. Muchas de las especies originarias de bajas latitudes a ambos lados de ecuador, donde la duración del día no excede de catorce horas.

- b. Plantas de día largo, se incluye en este grupo las plantas que florecen solamente cuando el periodo de luz es mayor que el periodo crítico. Entre ellas se encuentran el rábano (*Raphanus sativus* L.).
- c. Plantas de día neutro, este grupo, que a veces se denomina de plantas indeterminadas, no tiene necesidades específicas de duración del día.

El rábano corresponde al grupo de las plantas de día largo, ya que florecen solamente cuando el periodo de luz es mayor que el periodo crítico, según explica (Raymond, 1989).

2.5.2.4. Variedades

Andrews (1981), indica que se presentan raíces agrandadas en los numerosos tipos de variedades de rábano, por ejemplo tomando en cuenta su color, forma, tamaño, época de madurez y textura de la pulpa. Las variedades se clasifican generalmente de acuerdo al tiempo que requieren las raíces para alcanzar la madurez. En este sentido existen tres grupos: (1) de primavera; (2) de verano y (3) de invierno.

Las variedades de primavera crecen rápidamente y sus raíces maduran en un tiempo relativamente corto (25 a 30 días), las de verano crecen menos y sus raíces llegan a la madurez en un intervalo relativamente largo de 45 a 50 días. Finalmente la variedad de invierno crece lentamente y produce raíces grandes que pueden conservarse por largo tiempo en almacenamientos que mantengan condiciones favorables.

López (1991), en relación a la adaptación de una variedad de rábano en una zona y otra explica que está determinada e influenciada por la duración del día, la temperatura y el suelo.

2.5.2.5. Requerimiento de cultivo

- **Suelo;** el rábano requiere suelos de buena textura y de una adecuada retención de humedad, aunque pueden cultivarse en suelos ligeros, arenosos y arenos-arcillosos. Estos son mejores porque facilitan el lavado de las raíces carnosas en la cosecha (CNPSH-JICA, 1996).

Castaños (1993), afirman que necesitan buen contenido de materia orgánica. Además se requiere un aporte de estiércol bien descompuesto junto con el abonado de fondo. La cantidad puede oscilar entre las 10 y 20 t/ha.

Raymond (1989), menciona que el cultivo del rabanito tolera condiciones ligeramente acidas siendo adecuado un pH del suelo entre 5,5 y 6,8.

- **Clima;** el cultivo de rábano, se desarrolla en climas fríos. Es una hortaliza muy tolerante a las bajas temperaturas. En periodos calurosos los rábanos adquieren un sabor picante debido a los días de fotoperiodos largos (Castaños, 1993)
- **Luz y temperatura;** la temperatura más adecuada para su producción está comprendida entre los rangos de temperaturas medias, desde los 8°C a los 22°C, sin embargo necesita de una abundante exposición directa al sol, lo que significa que requiere estar expuesto por lo menos unas 8 horas al día (Unterladstatter, 2000).
- **Humedad;** la humedad relativa adecuada para el buen desarrollo del rábano y el rabanito se encuentra entre el 60% y 80%, aunque en determinados momentos puede soportar menos del 60% (Castaños, 1993).
- **Humedad del suelo;** el rabanito es muy exigente a la humedad del suelo por lo que debe mantenerse con una buena humedad, si es deficiente, afecta la calidad de las raíces carnosas las que se tornan duras y pierden consistencia. Si se presenta oscilaciones de humedad del suelo, las raíces carnosas se hienden

marcadamente; por ello, durante la fase de formación de las raíces carnosas, no debe permitirse oscilaciones en la humedad (Huerres, 1991).

2.5.2.6. Importancia del rábano

El rábano es una fuente importante de vitaminas, estimulante de la digestión, alcalinizante, mineralizante, calmante y diurético. Es apropiado para curar ya que ayuda a limpiar las vías respiratorias y fluidifica las mucosidades. Sin embargo las hojas también deberían ser usadas en sopas y guisos para aportar con un gran contenido nutricional (Unterladstatter, 2000).

2.5.2.7. Composición nutricional del rábano

Tabla 4. Composición nutricional del rábano en base a 100 g

Composición	Unidad	Composición	Unidad
Agua	95%	Calcio	21 mg
Energía	17 Kcal	Fósforo	18 mg
Proteína	0,6 g	Hierro	0,3 mg
Grasa	0,5 g	Sodio	24 mg
Carbohidratos	3,6 g	Potasio	232 mg
Vitamina A	8 IU	Niacina	0,30 mg
Tiamina	0,01 mg	Acido Ascórbico	22,80 mg
Riboflavina	0,05 mg	Vitamina B12	0,07 mg
Fibra	0,5 g		

Fuente: (Castaños, 1993).

2.5.2.8. Rendimiento y consumo per cápita del rábano

En los registros del INE (2001), existe un rendimiento promedio en 5 años a nivel nacional de 4881,2 kg/ha a campo abierto. Nos revelan también la superficie, los volúmenes de producción entre las principales hortalizas y el consumo per cápita.

Tabla 5. Producción y superficie de cultivos de hortalizas en Bolivia.

Hortaliza	Superficie (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (t)	Consumo per cápita (g/día)
Lechuga	976,4	7.942,8	7.664,4	2,8
Rábano	340,8	4.881,2	1.634,6	0,59
Tomate	6012,6	1.188,9	7.212,1	26,04

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas INE, 2001).

Tabla 6. Producción y superficie de cultivos de hortalizas en La Paz.

Hortaliza	Superficie (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (t)	Consumo per cápita (g/día)
Lechuga	215,8	7.157,4	1.542,2	1,89
Rábano	51,4	4.221,4	217	0,26
Tomate	500	6.769,2	3.413	4,2

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas INE, 2001).

CNPSH-JICA (1996), menciona que el rendimiento en ambiente atemperado se halla en 10t/ha.

2.5.2.9. Siembra

Mortensen (1980), señala que la siembra debe ser realizada preferentemente en otoño, primavera e invierno. La semilla de rabanito se esparce al voleo. En cambio, los rábanos se suelen sembrar en líneas de 50 cm, para el desarrollo de las raíces es necesario ralea el terreno y favorecer el desarrollo de las raíces.

3. LOCALIZACIÓN

3.1. Ubicación geográfica

La investigación se realizó en los predios de la Universidad Mayor de San Andrés en el Centro Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía.

La zona de Cota Cota, se encuentra en la Provincia Murillo del Departamento de La Paz, a 19 km al sur de la Ciudad de La Paz. Se sitúa geográficamente entre los 16°32'04" latitud sur y 68°03'44" longitud oeste, a una altura de 3445 m.s.n.m. (SENAMHI, 2002).

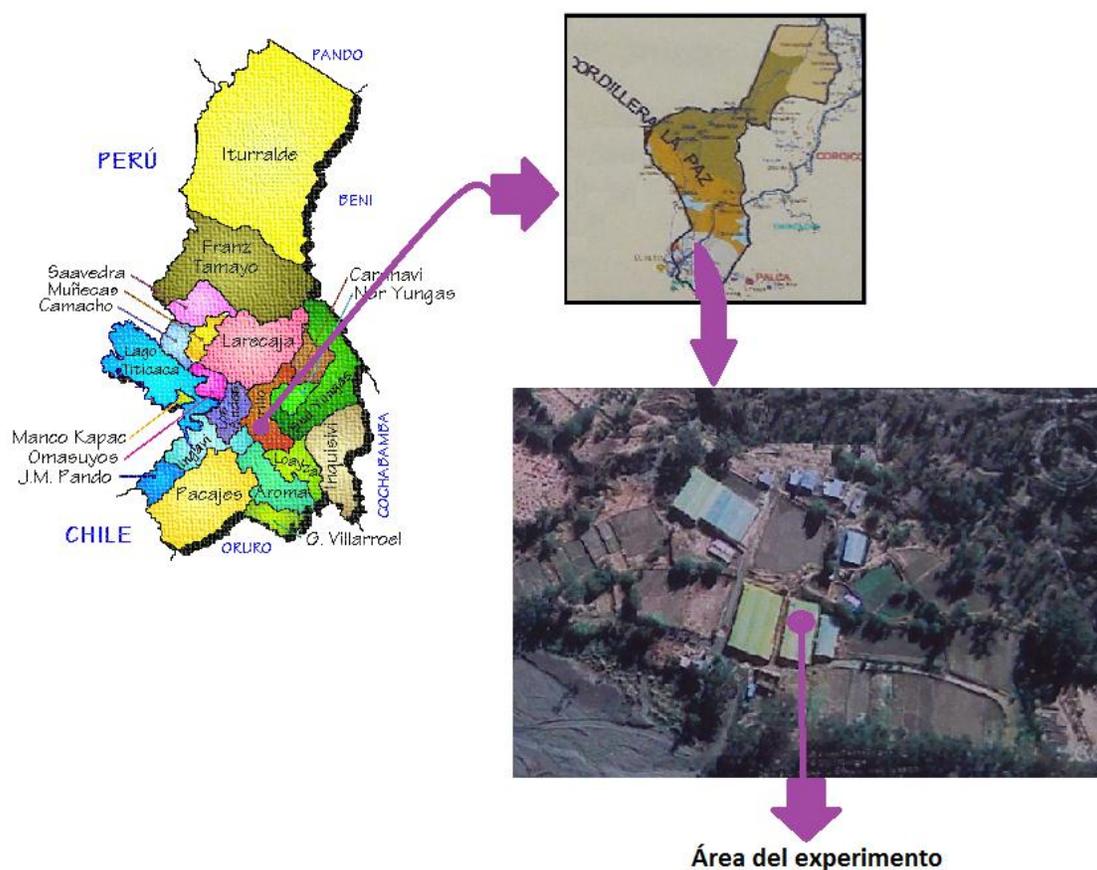


Figura 3. Ubicación del área de estudio

3.2. Características agroecológicas

3.2.1. Clima

La zona se caracteriza por ser seca durante gran parte del año, pues la estación de lluvias se concentra con altas precipitaciones en los meses de diciembre hasta febrero, la precipitación anual de la zona está alrededor de los 488.53 mm año. Las temperaturas máximas se registran en los meses de octubre y noviembre que alcanzan 21,5°C, las temperaturas mínimas alcanzan su máximo valor en los meses de junio y julio llegando a registrar -0,6 °C, y una temperatura media de 11,5°C. Los fuertes vientos se presentan en el mes de agosto como en todo el Departamento (SENAMHI, 2002).

3.2.2. Suelos

Los suelos son arcillosos y franco arcillosos con pH ligeramente alcalino, con baja porosidad y elevada compactación, impidiendo la infiltración del agua y su almacenamiento, con un alto riesgo de erosión. La capa arable es poco profunda estos suelos son muy aptos para el cultivo de alfalfa y otras leguminosas (Chilón, 1996).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Material experimental

4.1.1.1. 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.
- Semillas de rábano, de la variedad Crimson Giant FAX, el cual tiene su ciclo vegetativo de 30-35 días, grado de pureza 99%, germinación del 90%, color de la piel rojo intenso, color del interior blanco.

4.1.1.2. Fertilizante orgánico líquido

Biol (Fertilizante orgánico líquido), el que se utilizó fue el biol de ovino que se produce en los biodigestores de la Estación Experimental de Choquenaira, perteneciente de la Facultad de Agronomía (UMSA), en la sección de abonos orgánicos, previo tratamiento.

4.1.1.3. Materiales de campo y herramientas

- Flexómetro
- Estacas
- Pala, azadón y rastrillo
- Mochila aspersor de 20 l
- Regadera
- Balanza de precisión

- Cámara digital fotográfica
- Regla de 50 cm
- Etiquetas de identificación
- Cintas de goteo
- Cuaderno de apuntes
- Letreros
- Jarra de 1000 ml
- Marcador de esmalte

4.1.1.4. Materiales de gabinete

- Computadora
- Calculadora
- Dispositivo de almacenamiento extraíble
- Material de escritorio

4.2. Metodología

4.2.1. Muestreo del biol para el análisis en laboratorio

Las muestras de biol se extrajeron con un cucharón largo a profundidades de 20 y 50 cm desde la superficie del biol en la cámara de almacenamiento dando una leve remoción circular, luego la muestra se traspasó en un recipiente de 5 l después de agitar por un minuto se extrajo una sub muestra y se tamizó en un recipiente de 1 l.

El análisis fue realizado por el laboratorio del IBTEN (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear).



Figura 4. Muestra del biol para el análisis en laboratorio

4.2.2. Muestreo del suelo para el análisis físico – químico.

Las muestras de suelo se recolectaron, operándose en zig - zag, a lo largo de la parcela, extrayéndose 10 muestras con la ayuda de una pala a una profundidad de 20 cm, las muestras se mezclaron y cuartearon formándose una muestra del cual se tomó una sub muestra de 1 kg la cual se embolsó, etiquetó y se envió al laboratorio (Chilón, 1997).

4.2.3. Producción y manejo de cultivo.

4.2.3.1. Habilidad de parcelas

Para la habilitación del área de estudio, se procedió al delimitado de las unidades experimentales con una cinta métrica, lienza de plástico y estacas.

4.2.3.2. Preparación del suelo

La preparación del suelo y laboreo se realizó mediante el uso de herramientas manuales, realizando una limpieza de restos vegetales, seguido del abonamiento a

razón de 2 kg/m² y la remoción del suelo hasta una profundidad de 0,30 m de manera que se obtenga un suelo suelto y mullido que favorezca las labores de siembra y asegurar la germinación de las semillas.



Figura 5. Preparación de terreno

4.2.3.3. Habilitación del sistema de riego

El sistema de riego que se utilizó fue el riego localizado por goteo, para lo cual se realizó el tendido de las cintas, en cada surco se habilitó una cinta a cada distancia de 25 cm entre cintas.

4.2.3.4. Preparación de surcos

El armado de los surcos se realizó con una picota seguida de una nivelación con rastrillo, cada surco presenta 19 m de largo y. Se escogió la producción en surcos por el fácil acceso a las parcelas y de acuerdo a la preparación del suelo que realiza la Universidad utilizando este modelo de producción.



Figura 6. Preparado de surcos e instalación de riego por goteo

4.2.3.5. Siembra

Se procedió a la siembra, previo riego por goteo de 10 min para localizar los emisores. La densidad de siembra fue de 15 cm entre plantas y 25 cm entre surcos teniendo 27 plantas de rábano por m^2 en el ensayo. Para una seguridad de germinación se colocó dos semillas de rábano.

Luego se procede a sembrar la lechuga suiza al medio de los surcos, de manera uniforme sobre el área experimental utilizando una densidad de 2,5 g/m^2 . Posteriormente se procedió al tapado con sustratos de tratamiento (capa delgada), de tres veces el diámetro de la semilla. La cantidad de semillas de lechuga llega a ser aproximadamente 714 semillas por m^2 .

4.2.3.6. Labores culturales

a) Riego

El sistema de riego que se aplicó fue por goteo con el objeto de mantener el suelo con un nivel de humedad que represente una mayor producción. Se basa esta aplicación de agua en forma localizada, gota a gota, cerca de la zona radical del

cultivo, por el cual se logran eficiencias más elevadas en el uso del riego por goteo en un 95 %. La frecuencia de riego fue día por medio regando por las tardes y en las mañanas hasta antes de 8:00, llegando a regar 3,36 l/m² en 15 minutos.

b) 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.



Figura 7. Raleo y desmalezado de los cultivos en estudio

c) Control de malezas

Durante el desarrollo el cultivo se presentaron algunas malezas, las cuales fueron controladas manualmente mediante deshierbes permanentes, manteniendo de esta manera limpio el cultivo durante toda la época de desarrollo.

d) Aplicaciones del biol

Para la aplicación del biol, primeramente se realizó la cosecha del biol de la cámara de maduración, luego se tamizó y se preparó las concentraciones para luego aplicar a los cultivos según los tratamientos en estudio, asperjando las hojas de los cultivos completamente, hasta el punto que escurra el biol de las hojas.

Se debe mencionar que se hicieron cálculos para la aplicación de biol de ovino para todo el ciclo de producción.

Para la aplicación del biol se uso una mochila aspersora, seguida de una adherente. Primeramente para el cultivo de rábano el tiempo de aplicación del biol se lo hizo a partir de los 10 días de la siembra y a partir de los 25 días a la lechuga suiza, luego de la siembra, cuando existía la emisión de los cotiledones o emergencia, posteriormente se le aplicó por semana; es decir a los 32,39 y 46 días después de la siembra.



Figura 8. Aplicación de biol

e) Cosecha

Se lo realizó de manera separada ya que fueron dos cultivos de distintos ciclos vegetativos, el rábano que se cosechó luego de 35 días y de la lechuga suiza se efectuó a os 60 días, después de la siembra cuando tenía una altura promedio de 12 cm la cosecha se efectuó manualmente cortando a ras del suelo, recolectando en

bandejas posteriormente seleccionadas, lavadas, secadas a una determinada humedad su posterior embolsado y comercialización en el mercado.



Figura 9. Cosecha del rábano



Figura 10. Cosecha y embolsado de la lechuga suiza

4.3. Diseño experimental

Para evaluar el trabajo de investigación se utilizó el diseño completamente al azar, asignándole 8 tratamientos en cuatro repeticiones, con un total de 32 unidades experimentales.

4.3.1. Modelo lineal

El modelo lineal aditivo que se utilizó es la siguiente (Ochoa ,2009):

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

ϵ_{ij} =Error experimental

4.3.2. Factores de estudio

Los factores en el presente trabajo fueron: la cantidad de plantas en cada unidad experimental, y las concentraciones del biol de ovino, pero no se puede decir que son dos factores de estudio; debido a que un cultivo es de hoja y el otro es de raíz y nuestra variables de respuestas son diferentes.

Tabla 7. Tratamientos combinados

Tratamiento	Descripción	Concentraciones de biol
T1	60% de lechuga suiza (378 plantas/m ²), 40% de rábano (11 plantas m ²)	0% Biol y 100% de agua
T2	40% de lechuga suiza (252 plantas/m ²), 60% de rábano (17 plantas m ²)	0% Biol y 100% de agua
T3	60% de lechuga suiza (378 plantas/m ²), 40% de rábano (11 plantas m ²)	25% Biol y 75% de agua
T4	40% de lechuga suiza (252 plantas/m ²), 60% de rábano (17 plantas m ²)	25% Biol y 75% de agua
T5	60% de lechuga suiza (378 plantas/m ²), 40% de rábano (11 plantas m ²)	50% Biol y 50% de agua
T6	40% de lechuga suiza (252 plantas/m ²), 60% de rábano (17 plantas m ²)	50% Biol y 50% de agua
T7	60% de lechuga suiza (378 plantas/m ²), 40% de rábano (11 plantas m ²)	75% Biol y 25% de agua
T8	40% de lechuga suiza (252 plantas/m ²), 60% de rábano (17 plantas m ²)	75% Biol y 25% de agua

En estos tratamientos se hace conocer que de cada tratamiento se trabajo con cuatro repeticiones.

4.3.3. Croquis del experimento

En la Figura 11, se puede observar las medidas que se utilizó en el presente trabajo.

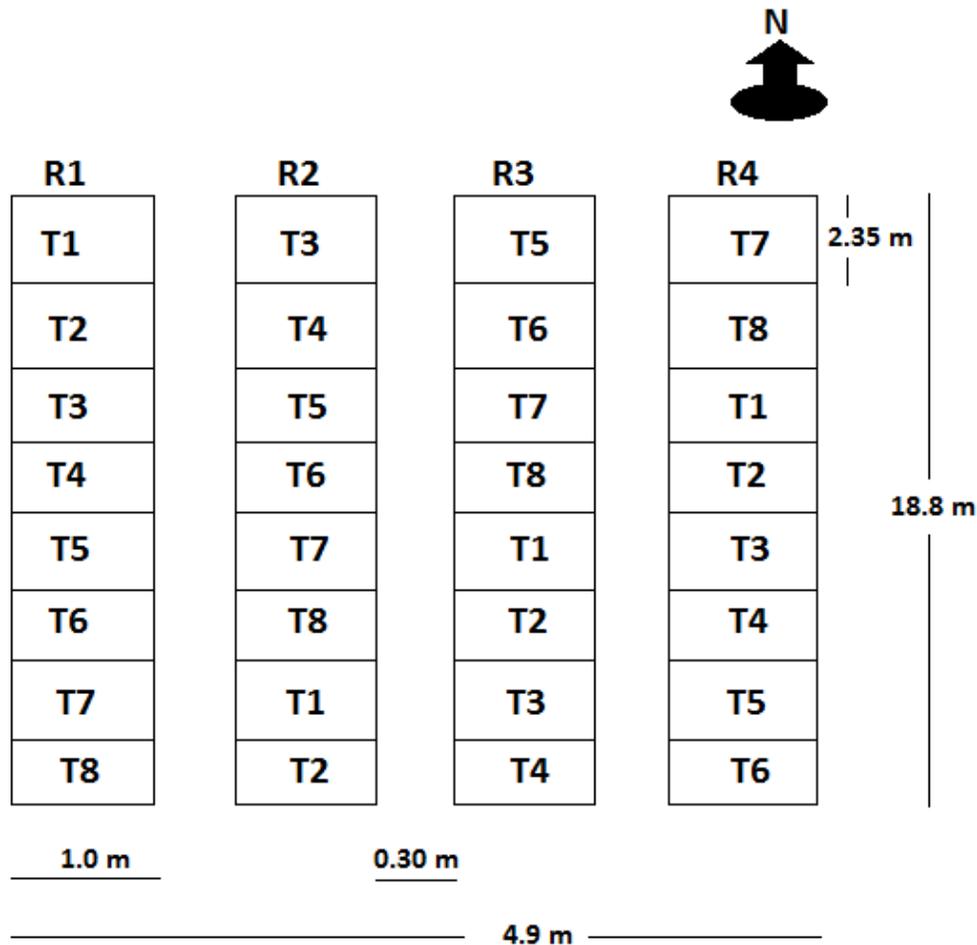


Figura 11. Croquis del experimento y distribución de tratamientos

4.3.4. Dimensiones del experimento

Cada unidad experimental fue constituida por 2,35 metros cuadrados donde se distribuyó de manera uniforme; la distribución de tratamientos se detalla en el croquis del campo.

Unidad experimental

- Largo de unidad experimental	2,35	m
- Ancho de la unidad experimental	1,0	m
- Área de la unidad experimental	2,35	m ²
- Área de las repeticiones	9,4	m ²
- Área total del ensayo	92,12	m ²

4.4. Variables de respuesta

4.4.1. Días a la emergencia

Se consideró cuando el 50% de las plantas emergió en toda el área experimental, y posteriormente se calculó la emergencia por tratamiento. Esta variable se la midió en los dos cultivos.

4.4.2. Variables agronómicas después de la cosecha

4.4.2.1. Altura de la planta

Antes de realizar la cosecha se evaluó la variable altura de la planta utilizando una regla graduada en centímetros, midiendo desde la base del tallo hasta el ápice superior de la hoja. Esta variable se la realizó en los dos cultivos.

4.4.2.2. Números de hojas por planta

En esta variable se procedió al corte de la planta y seguidamente a la misma planta se evaluó la variable número de hojas/planta, contando todas las hojas desde las más pequeñas hasta los más grandes. Esta variable fue determinada en la planta de lechuga suiza. En esta variable se hace una transformación de raíz cuadrada, para tener una precisión en los resultados (Little, 1976).



Figura 12. Evaluación del número de hojas

4.4.2.3. Profundidad de raíz

Después de realizar la cosecha se evaluó la variable profundidad de la raíz utilizando una regla graduada en centímetros, midiendo desde la base del tallo hasta el parte inferior de la raíz. Esta variable se la realizó en el rábano.

4.4.2.4. Diámetro de la raíz

Después de realizar la cosecha se evaluó la variable diámetro de la raíz utilizando un vernier graduada en centímetros, midiendo el centro de la raíz. Esta variable fue registrada en el rábano.



Figura 13. Evaluación del diámetro de rábano

4.4.2.5. Índice de área foliar

Se seleccionaron 4 plantas al azar de cada unidad experimental de las cuales se procedió a desojar toda la planta, se procedió a sacar la fotografía de todas las hojas de la planta juntamente con un calibre de cada una de las plantas para ello se utilizó un trípode y un nivel. Luego se uso el paquete SIGMA SCAT PRO para obtener el área foliar en cm^2 de cada una de las plantas, habiendo obtenido el área foliar y tanto del suelo de cada planta en diámetro se determinó el IAF tomando la siguiente fórmula mencionado por (Palacios, 1999).

$$\text{IAF} = \frac{\text{Área foliar } \text{cm}^2 \text{ dm}^2}{\text{Área de suelo } \text{cm}^2 \text{ dm}^2}$$

4.4.2.6. Peso de la raíz

Después de la cosecha se procedió al pesaje de las raíces en una balanza analítica, se tomó cuatro raíces al azar de cada tratamiento, el peso se lo hizo individual de cada raíz. Esto es una variable del rábano.



Figura 14. Peso de la planta y la raíz de rábano

4.4.2.7. Rendimiento de materia verde

Para la obtención del rendimiento en materia verde se procedió a la cosecha de un metro cuadrado de toda las unidades experimentales, inmediatamente se pesó con ayuda de una balanza analítica la cual fue llevada a Kg/m². Esta variable fue registrada en la lechuga suiza.

Para el rábano se realizó la misma operación excepto que los resultados fueron llevados a otra unidad de t/ha.

4.4.2.8. Rendimiento de follaje

Para la obtención del rendimiento de follaje se procedió a la cosecha de un metro cuadrado de toda las unidades experimentales, inmediatamente se pesó con ayuda de una balanza analítica la cual fue llevada a t/ha. Esta variable fue determinada en el rábano.

4.4.2.9. Rendimiento de raíz

Para la obtención del rendimiento de raíz se procedió a la cosecha de un metro cuadrado de toda las unidades experimentales, se pesó con ayuda de una balanza analítica la cual fue llevada a t/ha. Esta variable se la registró en el rábano.

4.4.3. Variables económicas

El análisis económico de este estudio se realizó con el método de evaluación económica propuesto por el CIMMYT (1998), que a partir del presupuesto parcial se determinó los costos y beneficios de los tratamientos, todos los costos se calcularon por hectárea, en el rábano y en m² para la lechuga suiza.

4.4.3.1. Ingreso bruto

El ingreso bruto se calculó para cada tratamiento, se calculó multiplicando el rendimiento ajustado por el precio de venta del producto que fue de 4 Bs/bolsa, en la lechuga suiza. En el rábano fue de 3 Bs/amarro.

$$\mathbf{IB = R * P}$$

Donde:

IB = Ingreso bruto.

R = Rendimiento.

P = Precio.

4.4.3.2. Ingreso neto

El ingreso neto se determinó restando el total de los costos de producción del ingreso bruto.

$$\mathbf{IN = IB - CP}$$

Donde:

IN = Ingreso neto

IB = Ingreso bruto

CP = Costo de producción.

4.4.3.3. Relación beneficio costo

Se calculó relacionando el ingreso bruto con los costos de producción, para una evaluación económica final, de tal manera que una relación menor a 1 significa que se tuvieron pérdidas y una relación superior a 1 significa que las actividades económicas fueron rentables.

$$\mathbf{B/C = IB / CP}$$

Donde:

B/C = Beneficio costo.

CP = Costo de producción.

IB = Ingreso bruto

4.4.3.4. Tasa de Retorno Marginal

$$\text{TRM} = (\text{INT}_2 - \text{INT}_1) / (\text{CVT}_2 - \text{CVT}_1)$$

Donde:

TRM= Tasa de Retorno Marginal

INT= Ingreso Neto del Tratamiento

CVT= Costos Variables del Tratamiento

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Análisis del suelo

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio (Anexo 4), presenta los siguientes resultados en la tabla 8, y antes y después de la aplicación del Biol.

Tabla 8. Análisis físico-químico del suelo

Parámetros	Análisis de suelo			
	Antes de la siembra	Después de la siembra	Diferencia	Unidades
Clase textural	Franco arcilloso			
pH	7,18	7,16	0,2	-
Conductividad eléctrica (CE)	0,344	0,292	15%(0,05)	dSm
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	17,79	17,41	2%(0,4)	meq/100g de suelo
Materia orgánica (MO)	5,69	4,85	15%(0,8%)	%
Nitrógeno disponible (N)	0,30	0,29	9% (0,01)	%
Fósforo disponible (P)	89,34	66,52	25%(22,82)	ppm
Potasio disponible (K)	0,35	0,89	25%(0,5)	meq/100g de suelo

Fuente: (IBTEN ,2014).

El análisis físico del suelo demuestra que es un suelo franco arcilloso, el mismo permite afirmar que es un suelo adecuado para ambos cultivos. Al respecto Cruz

(2004), señala que los suelos preferidos por la lechuga son los suelos ligeros arenosos-arcillosos, con buen drenaje y materia orgánica.

Mientras que Tiscornia (1982), menciona que el rábano es poco exigente, debido en parte a la rapidez de su ciclo de desarrollo. Se adapta a suelos de toda clase, pero mejor si son algo arcillosos y con cualquier grado de fertilidad.

El pH obtenido fue de 7,16 este valor según Chilón (1997), se encuentra en el rango de medianamente alcalino. Este valor es adecuado para los cultivos y el cual está dentro de los rangos permitidos por Gonzales, mencionados por Cruz (2004), quien indica que los suelos deben tener un pH de 6 a 7,5 para que las plantas se desarrollen mejor.

La conductividad eléctrica es de 0,292 dSm, menor a 2 dSm lo que nos indica que no se encuentra en el rango de problemas de sales Chilón (1997).

Al respecto Villarroel (1998), indica que la conductividad no debe sobrepasar los 2dSm, por tanto el suelo es apto para el cultivo.

La capacidad de intercambio catiónico fue de 17,41 meq/100g suelo, según Chilón (1997), se encuentra en el rango intermedio. Al respecto Fuentes (1999), sostiene que un suelo es altamente fértil, cuando la CIC es alta entre los 15 a 20 meq/100g además la mayor cantidad de cationes absorbidos son básicos.

El contenido de MO es 4,85% el cual se encuentra calificado como alto, siendo el valor óptimo de 5%, el cual también contribuye a aflojar el suelo y retener agua (Villarroel, 1998).

Por otro lado el nitrógeno presenta un valor de 0,29% esta cantidad de nitrógeno se considera calificado como alto, el cual menciona que de 0,1 a 1 % el cultivo puede verse favorecido tanto en la estructura como en el rendimiento del mismo; (Chilón, 1997).

El fósforo presenta 66,52 ppm el mismo autor señala que este valor es calificado como alto. En cuanto al potasio se tiene un valor de 0,89 meq/100g suelo este valor según Villarroel (1998), se considera muy alto.

Realizando las diferencias se pueden ver que el cultivo usó el 9% (0,01) de nitrógeno, 25%(22,82 ppm) y el 25% (0,5 meq/100) de potasio, es decir que una parte de este 9% del suelo fue absorbido por los cultivos y la otra parte por otros factores tales como la volatilización.

Para este trabajo de investigación se puede observar 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 el elemento de mayor importancia para la fertilización foliar, debido a que una parte de nuestra producción eran las hojas comerciales, y la otra producción de raíces.

Con respecto a las diferencias del fósforo y al potasio, estos se deben a los factores climáticos, edáficos y requerimientos de los cultivos en estudio.

Buckman, mencionado por Calle (2006), indica que la planta absorbe más fósforo cuando los suelos están húmedos y calientes que cuando se encuentran secos y fríos.

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

5.2. Análisis del biol

La tabla 9, muestra los resultados del análisis de laboratorio del biol de ovino realizado por el IBTEN, que se detalla en el (Anexo 5).

Tabla 9. Análisis químico del biol

Parámetro	Valores
Nitrógeno (N)	0,67 %
Fósforo (P)	0,06 %
Potasio (K)	0,37 %
pH	7,75
Materia seca	2,30 %

Fuente: IBTEN (2014).

El nitrógeno presenta un valor de 0,67 el cual es considerado en un nivel alto según (Chilón, 1997).

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

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; 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, el estiércol de ovino tiene 0,80% de N, etc. (Restrepo 2001).

5.3. Variables fenológicas

5.3.1. Emergencia del rábano

La emergencia del cultivo de rábano se evaluó a los 10 días luego de la siembra hasta que todas las unidades experimentales mostraron plantas emergidas a la superficie de suelo, mayor al 50% ya presente con el primer par de hojas.

Esta variable requiere una previa transformación, es el basado en conteos expresados como porcentajes y proporciones de una muestra total. Debido a que estos datos llegan a ser binomiales por regla general, las varianzas tienden a ser

pequeñas en los dos extremos de valores (cercanos a cero y a 100%), pero mayores en el medio (alrededor del 50%). La transformación para este tipo de datos es denominado angular o arco seno; esta se obtiene mediante la determinación del ángulo cuyo seno es la raíz cuadrada de la proporción (porcentaje/ 100). El efecto general de esta transformación es para incrementar la precisión con la cual podemos medir las diferencias entre medias pequeñas. Expresada en notación matemática, esta es arco seno \sqrt{x} ó seno $^{-1}\sqrt{x}$.

En el análisis de varianza que se observa en el cuadro 1 para variable de emergencia de la planta de rábano, se encontró diferencias altamente significativas al 1% de probabilidad (Little y Hills, 1976).

Cuadro 1. Análisis de varianza para la emergencia del rábano

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	280,375	40,0535714	54,93	< 0,0001**
Error	24	17,500	0,7291667		
Total	31	297,875			

FV= Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= Cuadrados medios; FC= Factor calculado; CV= coeficiente de variación; (**)= Altamente significativo.

CV=7,15 %

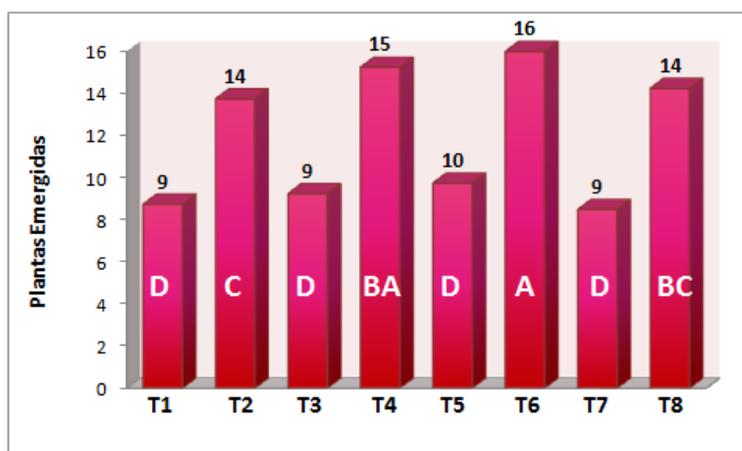


Figura 15. Promedio de emergencia del cultivo de rábano

El **CV** obtenido es de 7,15% lo que demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos.

En el cuadro 1 muestra que la emergencia de las plantas se encontró diferencias altamente significativas, esto se debe a los factores edafoclimáticos.

Realizada la prueba de Duncan al 5% como se observa en la figura 15 muestra diferencias entre los tratamientos en el caso de tratamiento T6 mostro mayor emergencia con un promedio de 16 plantas emergidas.

Los resultados obtenidos se pueden afirmar buena preparación del terreno y las condiciones ambientales son factores que determinan la emergencia del cultivo.



Figura 16. Emergencia del cultivo de rábano

5.3.2. Emergencia de la lechuga suiza

En la lechuga suiza los días de la emergencia se evaluaron a los 24 días luego de la siembra; donde determinó el número de días transcurridos donde la siembra hasta que las diferentes unidades experimentales mostraron plantas emergidas a la superficie de suelo, mayor al 50% ya presente con el primer par de hojas.

En el análisis de varianza que se observa en el cuadro 2 para variable de emergencia de la planta de lechuga suiza, se encontró diferencias altamente

significativas al 1% de probabilidad. En esta variable, también se realizó la transformación angular de los datos.

Cuadro 2. Análisis de varianza para la emergencia de la lechuga suiza

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	86.8038,750	12400,553	246,57	< 0,0001**
Error	24	1.207,000	50,291		
Total	31	88.010,875			

CV=2,57 %

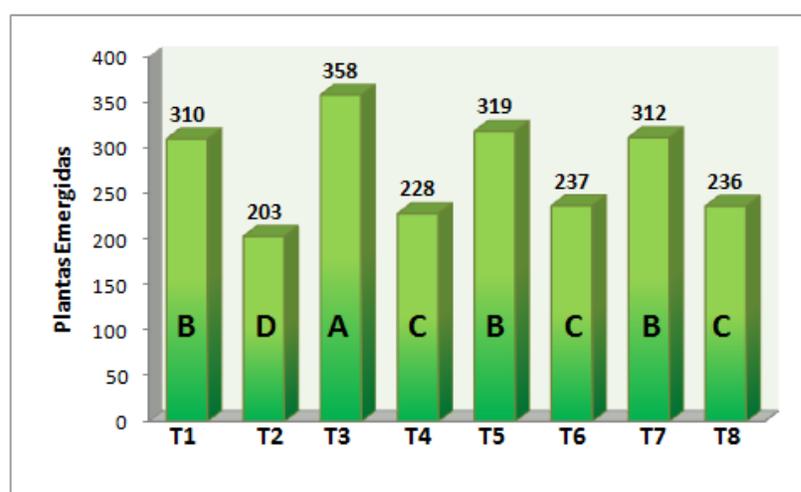


Figura 17. Promedio de emergencia de la lechuga suiza.

El **CV** obtenido es de 2,57% lo que demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos.

Realizada la prueba de Duncan al 5% como se observa en la figura 17 muestra diferencias entre los tratamientos en el caso de tratamiento T3 mostró mayor emergencia con un promedio de 358 plantas emergidas.

Los resultados obtenidos se pueden afirmar buena preparación del terreno y las condiciones ambientales son factores que determinan la emergencia del cultivo.



Figura 18. Emergencia del cultivo de lechuga suiza

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. Análisis de varianza para concentraciones de biol

5.4.1. Altura de la planta de lechuga suiza

El análisis de varianza en cuadro 3 nos muestra que las diferencias estadísticas entre los tratamientos son altamente significativas, con 3,31% coeficiente de variabilidad, el cual indica que los datos son confiables, con promedio general de 8,09 cm.

Cuadro 3. Análisis de varianza para altura de la planta de lechuga suiza (cm).

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	116,488	16,641	232,95	< 0,0001**
Error	24	1,7145	0,071		
Total	31	118,202			

C V= 3,31 %

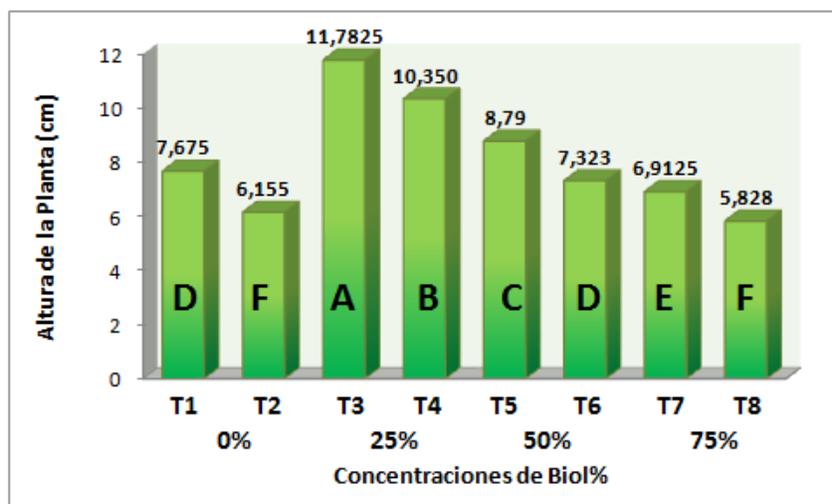


Figura 19. Promedios para altura de planta y Duncan ($\alpha = 0,05$)

La comparación de medias por la prueba de Duncan al 5 % de significancia, presenta que la altura de la planta de lechuga suiza se encuentra en dos grupos por la cantidad de plantas sembradas en 1m² de los cuales el tratamiento T3 (378 plantas/m²) muestra mayor altura con promedio de 11,78 cm. Y el tratamiento que tuvo la menor altura fue el T7 (378 plantas/m²), con promedio de 6,91 cm respectivamente, lo que nos indica que hay diferencias estadísticamente entre tratamientos.

Posteriormente el tratamiento T4 (252 plantas/m²) muestra mayor altura con promedio de 10,35 cm. Y el tratamiento que tuvo la menor altura fue el T8 (252 plantas/m²), con promedio de 5,83 cm de altura.

El T3 y T4 fueron los que lograron mayor altura en esta variable a comparación de los demás tratamientos, lo que significa que la dosis de 25% tuvo su efecto en este tratamiento.

Al respecto Espinal (2009), con la aplicación del 25% de biol obtuvo 9 cm de altura, en la misma variable Mamani (2006) encontró un promedio de 11,89 cm con abonos orgánicos, el estiércol (estiércol de oveja y vaca, 50% 50%, abono incorporado 3

kg/m²), pero este trabajo logró una altura similar con 11,78 cm como promedio, esta similitud se puede atribuir a la mayor cantidad de nutrientes absorbidos por el cultivo de lechuga suiza, debido a que el nitrógeno que contiene el biol se encuentra en forma amoniacal que es fácilmente asimilable por la planta.

5.4.2. Número de hojas de lechuga suiza

El análisis de varianza para número de hojas/planta en cuadro 4, nos muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, el coeficiente de variación es 1,92 % donde los datos obtenidos son de confianza, con promedio general de 12 hojas/planta.

Cuadro 4. Análisis de varianza para número de hojas/planta de lechuga suiza

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	52,750	7,535	108,30	< 0,0001**
Error	24	1,670	0,069		
Total	31	54,420			

C V= 1,92 %

Los resultados en la prueba Duncan al 5 % de significancia, se muestra que forman dos grupos también de los cuales en el primer grupo el tratamiento T3 (378 plantas/m²) tuvo un mayor número de hojas respecto a los demás tratamientos, con 16 hojas/planta. En el segundo grupo, el T4 (252 plantas/m²), fue el que tuvo mayor número de hojas con 15 hojas/planta estadísticamente también existe diferencia.

El T3 y T4 fueron los que lograron mayor altura en esta variable a comparación de los demás tratamientos, lo que significa que la dosis de 25% tuvo su efecto en este tratamiento.

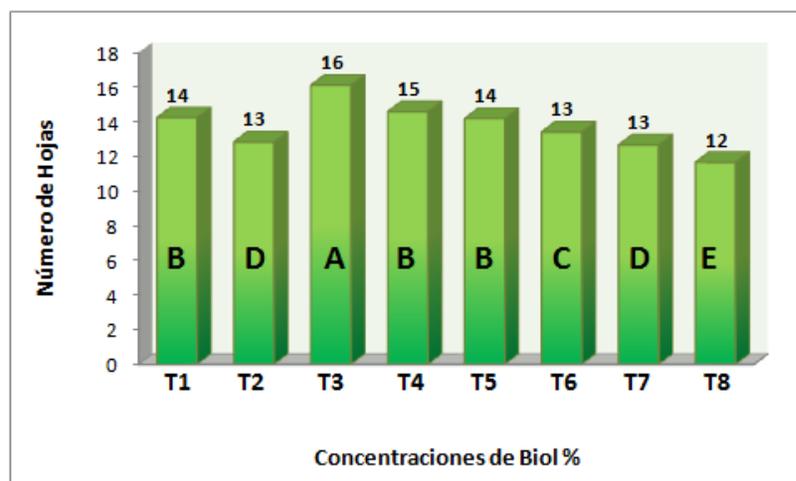


Figura 20. Promedios para número de hojas/ planta y Duncan ($\alpha = 0,05$)

Con relación a este punto Espinal (2009), encontró 13,7 hojas/planta con la concentración 3 (50% de biol), en la misma variable Mamani (2006), encontró 12 hojas/plantas con los diferentes abonos orgánicos. Al respecto los resultados obtenidos en este trabajo son de 14,70 hojas/planta, esta superioridad se puede atribuir a la mayor cantidad de nutrientes absorbidos por el cultivo de lechuga suiza (*Valerianella locusta L.*).

5.4.3. Índice de área foliar de lechuga suiza.

Para el índice de área foliar, el análisis de varianza muestra que las diferencias son altamente significativas entre tratamientos. El coeficiente de variación es 2,22 %, donde el índice promedio es de 1,1.

Cuadro 5. Análisis de varianza para índice de área foliar de la lechuga suiza.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	0,761	0,1087	182,73	< 0,0001**
Error	24	0,014	0,0005		
Total	31	0,775			

C V= 2,22 %

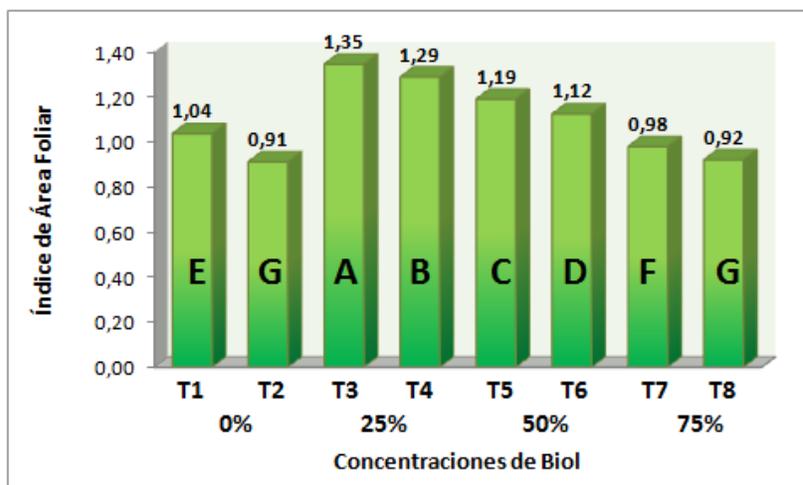


Figura 21. Promedios para Índice de Área Foliar y Duncan ($\alpha = 0,05$)

Según la prueba de Duncan al 5% de probabilidades podemos distinguir dos grupos diferentes, en el primer grupo está T3 (378 plantas/m²) que presenta 1,35; superior estadísticamente a los demás tratamientos. En el siguiente grupo el tratamiento T4 (252 plantas/m²) que presenta 1,29; superior a los tratamientos de su grupo, pero inferior al tratamiento del primer grupo lo cual nos indica que son estadísticamente diferentes a los demás tratamientos.

El T3 y T4 fueron los que lograron mayor altura en esta variable a comparación de los demás tratamientos, lo que significa que la dosis de 25% tuvo su efecto en este tratamiento.

Con relación a este punto Mamani (2006), encontró 1,38 con estiércol (estiércol de oveja y vaca, 50% 50%, abono incorporado 3 kg/m²), al respecto en este presente trabajo fue de 1,35 con la aplicación de biol al 25%, se encuentran cercanos a los obtenidos por Mamani (2006).

5.4.4. Rendimiento Materia Verde de Lechuga Suiza

En la variable rendimiento Kg/m², se puede advertir que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, con 0,76 % de coeficiente de variación.

Cuadro 6. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	0,809	0,11560	1351,37	< 0,0001**
Error	24	0,002	0,00008		
Total	31	0,811			

C V= 0,76 %

Según la prueba Duncan al 5 % de probabilidad podemos distinguir dos diferentes, en el primer grupo el tratamiento con mayor rendimiento T3 (378 plantas/m²), por otro lado se observa en el siguiente grupo al tratamiento T4 (252 plantas/m²), que es estadísticamente diferente al tratamiento T3.

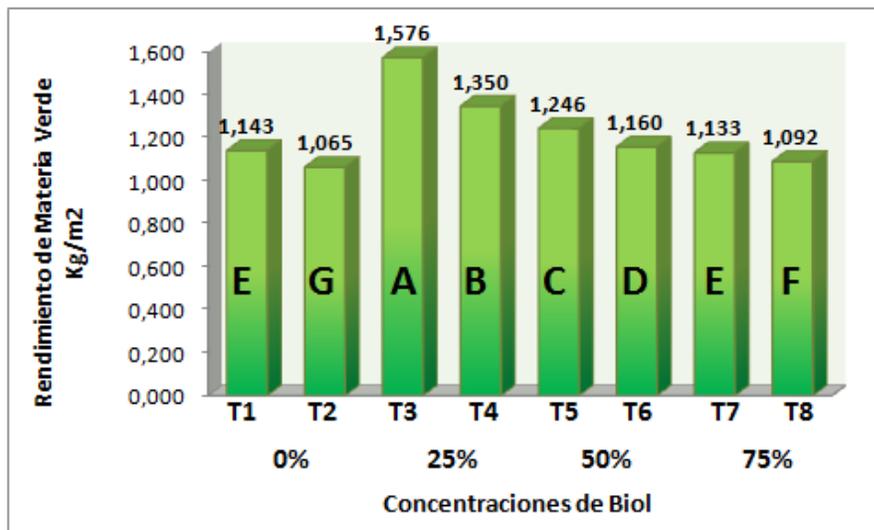


Figura 22. Promedios para rendimiento y Duncan (a=0,05)

El T3 y T4 fueron los que lograron mayor altura en esta variable a comparación de los demás tratamientos, lo que significa que la dosis de 25 % tuvo su efecto en este tratamiento.

Por tanto el tratamiento que presentó mayor rendimiento fue el T3 con 1,576 kg/m², superior estadísticamente a los demás tratamientos, por su parte el T2 presentó el

rendimiento más bajo con 1,065 Kg/m², estos resultados son similares a los que obtuvo Espinal (2009), quien alcanzó 2,68 Kg/2,2m² con la aplicación (50% de biol, 50% de agua).

En referencia al rendimiento Mamani (2006), tuvo un rendimiento de 1,58 Kg/m² (estiércol de oveja y vaca, 50% 50%), el cual es similar a lo encontrado en nuestro trabajo, lo que demuestra que con la aplicación de abonos líquidos se pueden obtener iguales y mejores resultados que los obtenidos con estiércol aplicados al suelo.

Sánchez (1997), quien dice que el crecimiento y rendimiento de cultivo son funciones de muchas variables como ser suelo, cultivo y manejo, entre otros.

5.4.5. Altura de la planta de rábano

El análisis de varianza del cuadro 7, nos muestra que las diferencias estadísticas entre tratamientos son altamente significativas, con 2,49 % coeficiente de variabilidad, el cual indica que los datos son confiables, con promedio general de 18,3 cm.

Cuadro 7. Análisis de varianza para altura de la planta de rábano (cm).

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	87,801	12,543	60,61	< 0,0001**
Error	24	4,966	0,2069		
Total	31	92,767			

C V= 2,49 %

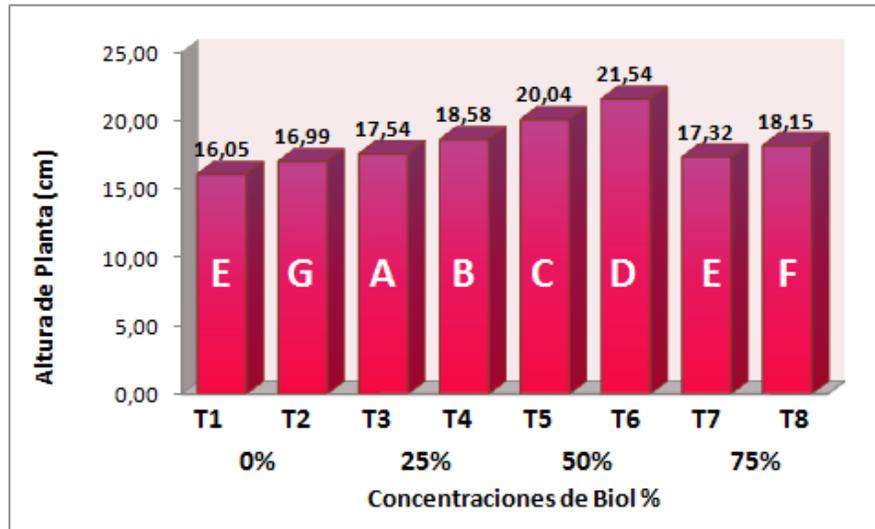


Figura 23. Promedios para altura del rábano y Duncan ($\alpha=0,05$)

La comparación de medias por la prueba de Duncan al 5% de significancia, presenta que la altura de planta de rábano se encuentra en dos grupos de los cuales en el primer grupo el tratamiento T5 (11 plantas/m²), nos muestra una altura superior al de los demás tratamientos. Pero en el segundo grupo la altura superior es del tratamiento T6 (17 plantas/m²). La concentración 50% de biol muestra mayor altura con promedios de 21,54 y 20,04 cm, en los tratamientos T6 y T5, lo que nos indica que son diferentes estadísticamente entre tratamientos.

Los tratamientos T6 y T5 alcanzaron mayor altura en esta variable a comparación de los demás tratamientos, lo que significa que la concentración del 50% tuvo su efecto en este tratamiento.

Robles (1991), indica que la altura de planta es variable que depende de la variedad, del suelo y del clima.

Gómez (1992), indica que las variedades en altura de plantas son debidas a los factores genéticos, así como a factores climáticos que influyen de distintas manera en la expresión de esta variable.

5.4.6. Longitud de la raíz de rábano

Según el análisis de varianza en el cuadro 8, para la variable longitud raíz, se ha detectado diferencias altamente significativas en los tratamientos con 2,60 % coeficiente de variabilidad, el cual indica que los datos son confiables, con promedio general de 16,29 cm.

Cuadro 8. Análisis de varianza para longitud de raíz del rábano (cm)

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	138,159	19,737	109,87	< 0,0001**
Error	24	4,311	0,1796		
Total	31	142,470			

C V= 2,60 %

Para detectar estas diferencias, se efectuó la comparación de medias por la prueba de Duncan al 5% de significancia donde se aprecia que los dos tratamientos T5 (11 plantas/m²) y T6 (17 plantas/m²), con 18,49 cm y 20,03 cm muestran mayor profundidad, con respecto a los demás tratamientos; lo que nos indica que son diferentes estadísticamente entre tratamientos.

Los tratamientos T5 y T6 alcanzaron mayores promedios en esta variable a comparación de los demás tratamientos, lo que significa que la concentración del 50% tuvo su efecto en este tratamiento.

Las diferencias encontradas entre tratamientos se debe probablemente a los factores edafoclimáticos (suelo y temperatura), por ende mayor aprovechamiento de elementos nutritivos por la planta y mayor contenido de oxígeno en el suelo.

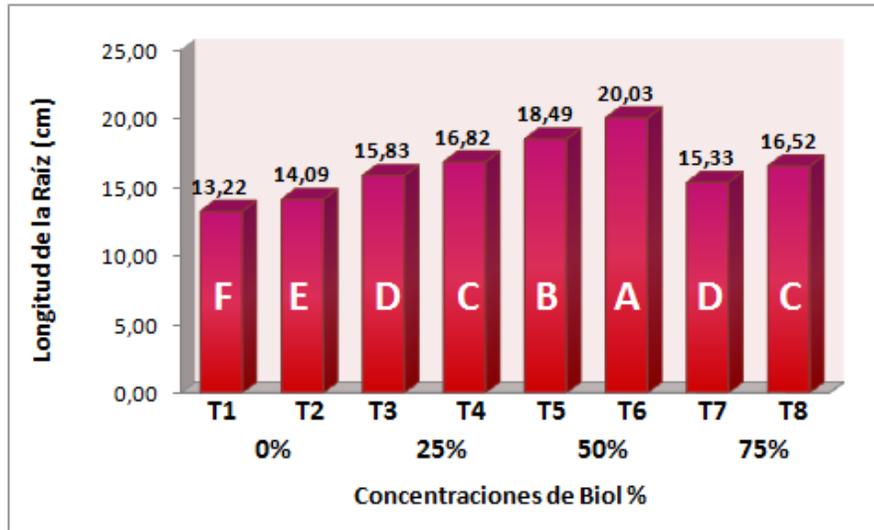


Figura 24. Promedios para longitud de la raíz de rábano y Duncan ($\alpha=0,05$)

Esta afirmación puede ser corroborada por Barley citado por Baver (1980), aseverando que son tres los efectos que influyen en el alargamiento de raíces:

- El grado de desarrollo de la raíz está determinado por el contenido de oxígeno.
- A mayor compactación con menor cantidad de oxígeno, se restringe el desarrollo de raíces.
- Para una concentración dada de oxígeno, el alargamiento de las raíces decrecen en proporción logarítmica con el aumento de compactación. Las raíces largas y semilargas desarrollan raíces más profundas por lo que necesitan suelos de textura suelta, y de donde posiblemente podamos obtener mayores rendimientos de raíz.

Esta variable es importante para la comercialización, puesto que tiene relación con la calidad del producto y también influye en el rendimiento de raíz.

Con relación a este punto Criollo (2009) encontró 14,03 cm de profundidad de raíz. Al respecto los resultados obtenidos en este trabajo son de 16,9 cm de profundidad, esta superioridad se puede atribuir a la mayor cantidad de nutrientes absorbidos por

el cultivo con la concentración del biol; ya que el trabajo de Criollo (2009), no trabajó con ningún tipo de fertilizante orgánico, si no con cuatro densidades de siembra.

5.4.7. Diámetro de la raíz de rábano

Según el análisis de varianza del cuadro 9, se registran diferencias altamente significativas con 1,66 % coeficiente de variabilidad; el cual es menor a 30% lo que indica que los datos son confiables, con promedio general de 3,5 cm.

Cuadro 9. Análisis de varianza para diámetro de la planta de rábano (cm)

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	10,7798	1,539	463,67	< 0,0001**
Error	24	0,0797	0,003		
Total	32	10,859			

C V= 1,66%

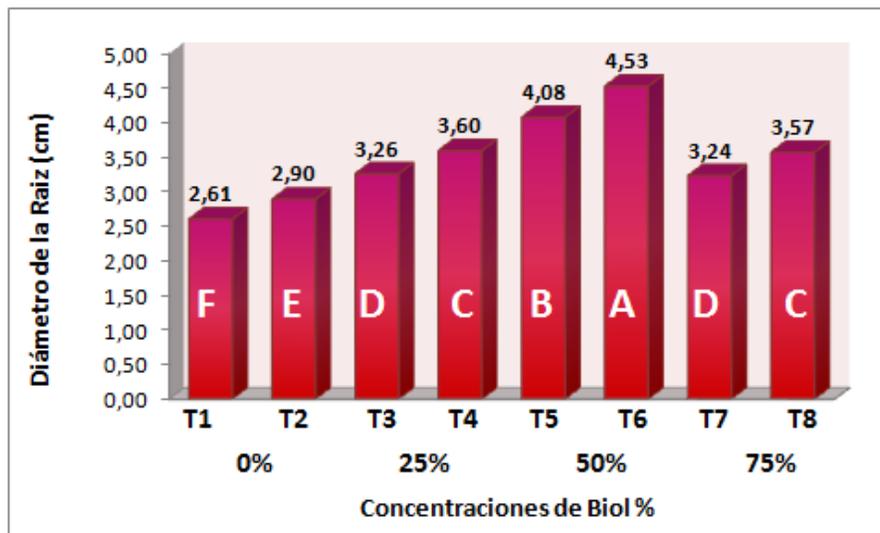


Figura 25. Promedios para diámetro de la raíz de rábano y Duncan ($\alpha=0,05$)

Para detectar estas diferencias, se efectuó la comparación de medias por la prueba de Duncan al 5% de significancia donde se aprecia que los tratamientos T6 (17 plantas/m²) y T5 (11 plantas/m²), muestran mayores diámetros de raíz de 4,53 cm y

4,08 cm. Esto nos demuestra también que los tratamientos que obtuvieron mayor longitud de raíces tienen mayor diámetro de raíces, lo cual son los componentes importantes en el rendimiento de raíz por presentar una relación directa.

Los tratamientos T6 y T5 alcanzaron mayores promedios en esta variable a comparación de los demás tratamientos, lo que significa que la concentración del 50% de biol tuvo su efecto en este tratamiento.

Al respecto Domínguez (1984), citado por Jurado (1994); señala que para un buen tamaño de diámetro de raíz y su distribución, está afectada en gran medida por una buena aireación, temperatura y la fertilidad de suelo, dado que en los suelos pobres en fertilidad de condiciones físicas desfavorables la superficie activa de las raíces puede ser reducida en estas diferencias en diámetro de raíz entre las zonas.

Con relación a este punto Criollo (2009), encontró 3,03 cm de diámetro de raíz. Al respecto los resultados obtenidos en este trabajo son de 4,53 cm de diámetro, esta superioridad se puede atribuir a la mayor cantidad de nutrientes absorbidos por el cultivo con la concentración del biol; ya que el trabajo de Criollo (2009), no trabajó con ningún tipo de fertilizante orgánico, si no con cuatro densidades de siembra.

5.4.8. Peso de las raíces de rábano

De acuerdo al cuadrado medio del análisis de varianza se encontró variabilidad altamente significativa en cuanto al peso de raíces de las variedades con 0,49% coeficiente de variabilidad, el cual indica que los datos son confiables, con promedio general de 64,24 g.

Cuadro 10. Análisis de varianza para peso de raíz de la planta de rábano (g)

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	2.781,592	397,370	3.935,39	< 0,0001**
Error	24	2,423	0,1009		
Total	31	2.784,0160			

C V= 0,49%

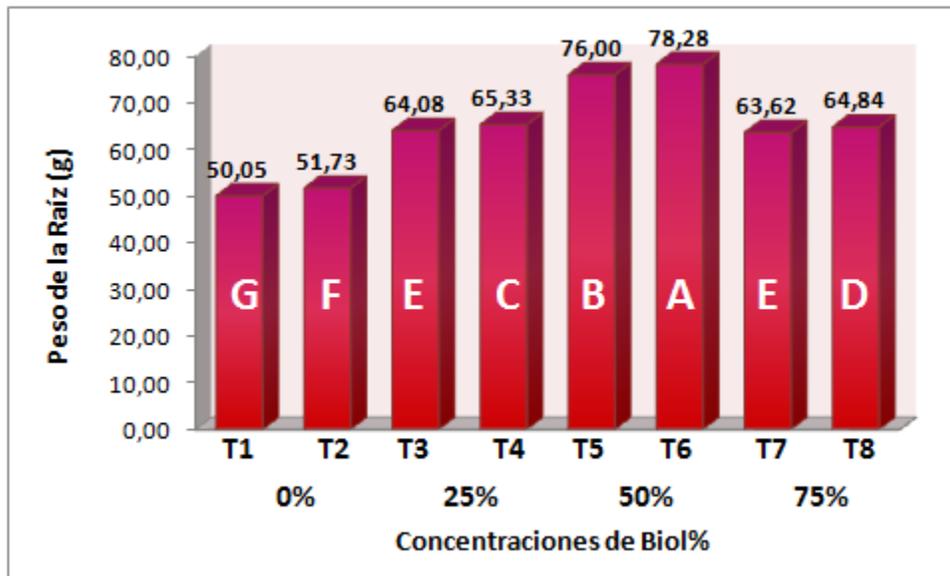


Figura 26. Promedios para peso de la raíz de rábano y Duncan ($\alpha=0,05$).

Efectuada la discriminación de medias por el método de Duncan al 5% de significancia, se aprecia que los tratamientos T6 (17 plantas/m²) del primer grupo y T5 (11 plantas/m²) del segundo grupo, muestran mayores pesos de raíz 78,284 g y 76,003 g, lo que nos indica que son diferentes estadísticamente entre tratamientos.

Los tratamientos T6 y T5 alcanzaron mayores promedios en esta variable a comparación de los demás tratamientos, lo que significa que la concentración del 50% de biol tuvo su efecto en este tratamiento.

Con relación a este punto Laguna (2000), encontró 84,2 g de peso de raíz de rábano de la variedad Cherry Belle (T3, pulpa de café+ cascarilla de arroz+ pergamino de café+ microorganismos efectivos de proporción 1: 50), que trabajo con aplicación de biofertilizantes. Al respecto los resultados obtenidos en este trabajo son de 78,284 g de peso de raíz, similares a este resultado. Los datos encontrados en el presente experimento el peso de las raíces están debajo al de Laguna, estos menores pesos de raíces posiblemente se deben al origen genético de cada variedad, la forma de las raíces y los factores edafoclimáticos (temperatura y suelo).

En general los horticultores muestran su mayor interés en la obtención de buenas cosechas lo cual al igual que el tamaño del producto deseado, es mostrado también por el peso de sus cosechas. Por esta razón el peso de raíces es variable que expresa la productividad del cultivo y es un componente principal del rendimiento de raíz.

5.4.9. Índice de área foliar del rábano

Según el análisis de varianza del cuadro 11, se registran diferencias altamente significativas con 0,67 % coeficiente de variabilidad, el cual es menor a 30 %; lo que indica que los datos son confiables, con promedio general de 1,30.

Cuadro 11. Análisis de varianza para índice de área foliar de la planta de rábano.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	0,239	0,034	443,73	< 0,0001**
Error	24	0,0018	0,00007		
Total	31	0,2410			

C V= 0,67 %

Para el índice de área foliar, se efectuó la comparación de medias por la prueba de Duncan al 5% de significancia, donde se aprecia que los dos tratamientos T6 (17

plantas/m²) y T5 (11 plantas/m²), con valores de 1,45 y 1,42 muestran superioridad con relación a los otros tratamientos; esta superioridad podría deberse principalmente a la concentración del biol de 50% presente en el lugar. Siendo que en el sector del tratamiento T6 y T5 con condiciones más favorables para el cultivo de esta hortaliza aumentando así su potencial fenotípico de la planta.

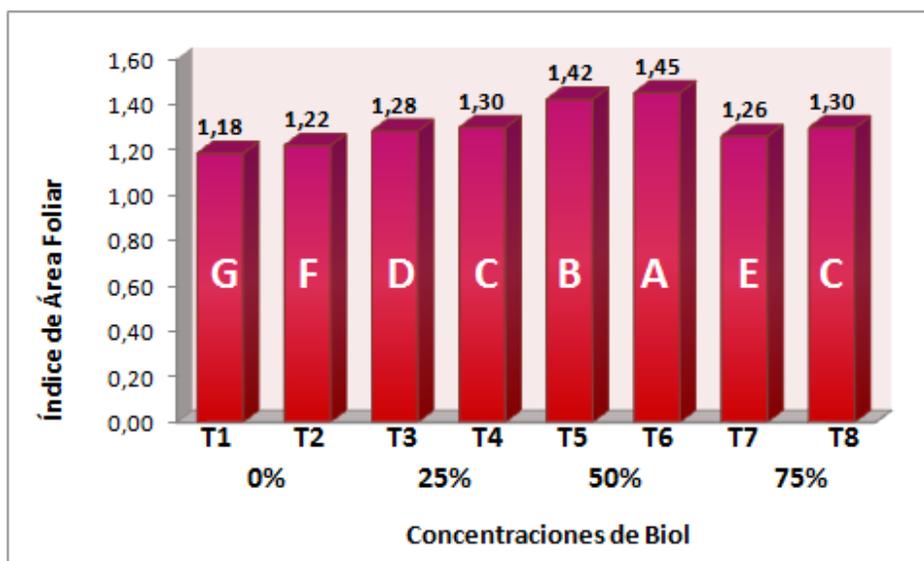


Figura 27. Promedios para IAF del rábano y Duncan ($\alpha=0,05$)

Los tratamientos T5 y T6 alcanzaron mayores promedios en esta variable a comparación de los demás tratamientos, lo que significa que la concentración del 50% de biol tuvo su efecto en este tratamiento.

En el caso de los cultivos de raíz, esta variable es de suma importancia porque permite cubrir de sombra la superficie del suelo, evitando la excesiva evaporación de la superficie del suelo, que como consecuencia nos permite reducir el movimiento de ascensión capilar del agua. Por otra parte podemos afirmar que una buena vegetación hace prever una intensa actividad fotosintética, dando un crecimiento activo y una cosecha abundante.

De acuerdo con Vásquez y Torrez (1990), sostienen que el área foliar está íntimamente relacionada con la densidad de planta. El área foliar es menor cuando esta a una elevada densidad poblacional porque la fotosíntesis se reduce; con esta afirma indicar que los bajos índices de área foliar a través de los tratamientos estudiados, posiblemente se debe a una inadecuada distancia entre planta y surco u otro factor que puede atribuirse a las condiciones edafoclimáticos (suelo y clima).

Con relación a este punto Criollo (2009), presentó 1,1 de IAF de rábano con la misma densidad que se utilizó en el presente trabajo, lo cual este trabajo presenta una cierta superioridad.

5.4.10. Rendimiento biológico de rábano

Según el cuadrado medio del análisis de varianza en el cuadro 12, se registran diferencias altamente significativas con 1,89 % coeficiente de variabilidad, el cual indica que los datos son confiables, con promedio general de 13,4 t/ha.

Cuadro 12. Análisis de varianza para rendimiento de la planta de rábano (t/ha)

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	249,145	35,592	552,84	< 0,0001**
Error	24	1,545	0,064		
Total	31	250,690			

CV= 1,89 %

Para detectar estas diferencias, se efectuó la comparación de medias por la prueba de Duncan al 5% de significancia donde sobresalen los tratamientos T6 (17 plantas/m²) y T5 (11 plantas/m²), con valores de 17,446 y 15,430 (t/ha), que estadísticamente son superiores a los demás tratamientos.

Los tratamientos T6 y T5 alcanzaron mayores promedios en esta variable a comparación de los demás tratamientos, lo que significa que la concentración del 50% de biol tuvo su efecto en este tratamiento.

Los valores del rendimiento biológico de los tratamientos en estudio, estadísticamente muestran diferencia, posiblemente los tratamientos fueron afectados por factores edafoclimáticos que afectaron de manera determinante la expresión de esta variable, al igual que las concentraciones de biol que se aplicó en los diferentes tratamientos.

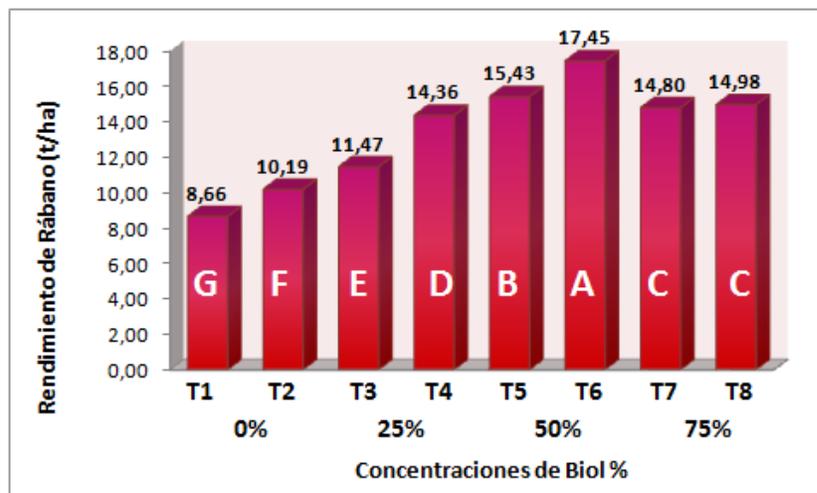


Figura 28. Promedios para rendimiento de rábano (t/ha) y Duncan ($\alpha=0,05$)

Las diferencias entre las concentraciones, nos induce a afirmar que los tratamientos con una mayor altura de planta, mayor profundidad de raíz, mayor IAF, mayor rendimiento de follaje, mayor diámetro de raíz, mayor peso de raíces y mayor rendimiento de raíz se obtendrá mayores rendimientos biológicos.

Al respecto Jurado (1994), en un ensayo de rábano afirma que el rendimiento biológico obedece a las características propias de cada variedad, dado que el tamaño de la raíz da una arquitectura bien desarrollada.

5.4.11. Rendimiento de follaje de rábano t/ha

De acuerdo a los resultados de cuadrado medio del análisis de varianza del cuadro 13 para rendimiento de follaje, se ha detectado diferencias altamente significativas

para los tratamientos, con 3,06 % coeficiente de variabilidad, el cual es menor a 30 % lo que indica que los datos son confiables, con promedio general de 3,36 t/ha.

Cuadro 13. Análisis de varianza para rendimiento de follaje de rábano (t/ha)

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	33,4249	4,7749	451,28	< 0,0001**
Error	24	0,2539	0,0105		
Total	31	33,6788			

C V= 3,06 %

Para detectar estas diferencias estas diferencias altamente significativas entre tratamientos, se realizó discriminación de medias por el método de Duncan 5% de significancia, muestran a los tratamientos T6 (17 plantas/m²) y T5 (11 plantas/m²) con 5,132 y 4,211 (t/ha), superiores estadísticamente a los demás tratamientos.

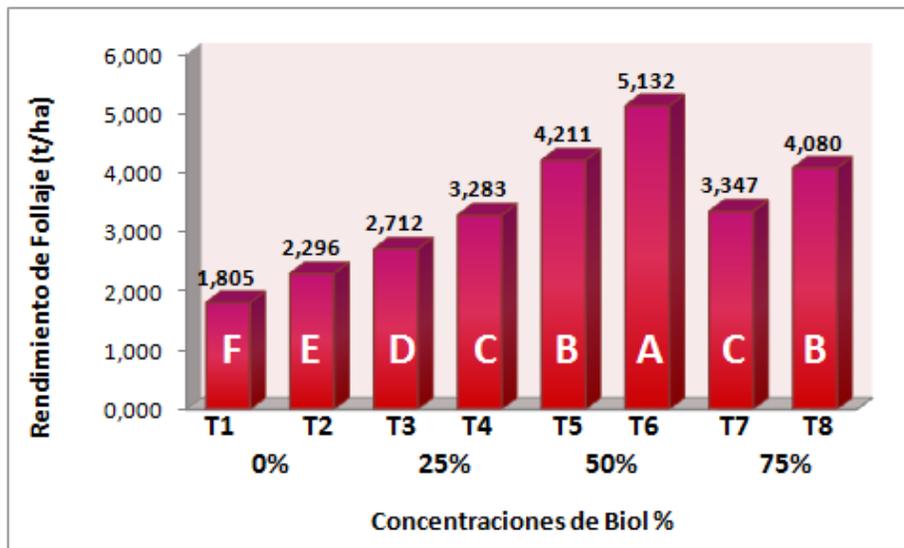


Figura29. Promedios para rendimiento de follaje de rábano (t/ha) y Duncan (a=0,05).

Para detectar estas diferencias estas diferencias altamente significativas entre tratamientos, se realizó discriminación de medias por el método de Duncan 5% de

significancia, muestran a los tratamientos T6 (17 plantas/m²) y T5 (11 plantas/m²) con 5,132 y 4,211 (t/ha), superiores estadísticamente a los demás tratamientos.

Las diferencias registradas por los tratamientos para el rendimiento de follaje se deben posiblemente a los factores climáticos y edafológicos que influyeron de distinta manera en la expresión de los tratamientos.

Por los resultados obtenidos en rendimiento de masa foliar en peso verde, el T6 (17 plantas/m²), T5 (11 plantas/m²) obtuvieron mayor rendimiento en la parte foliar por las concentraciones de biol que fueron aplicadas en este caso fue de 50 % de biol, así permitió una mayor asimilación de los elementos nutritivos muy especialmente, la absorción del elemento nitrógeno en la parte foliar, de ahí que estos tratamientos muestran resultados superiores con respecto a los demás tratamientos.

5.4.12. Rendimiento de raíz de rábano t/ha

El rendimiento de raíz de rábano, el análisis de varianza del cuadro 14 nos muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, con 1,80 % coeficiente de variabilidad, el cual indica que los datos son confiables, con promedio general de 9,26 t/ha.

Cuadro 14. Análisis de varianza rendimiento de raíz del rábano (t/ha)

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	7	181,846	25,978	932,35	< 0,0001**
Error	24	0,668	0,0278		
Total	31	182,515			

C V= 1,80 %

Para detectar estas diferencias altamente significativas entre tratamientos, se realizó discriminación de medias por el método de Duncan 5% de significancia, muestran a los tratamientos T6 (17 plantas/m²) y T5 (11 plantas/m²) 13,641 y 12,061 (t/ha), superiores estadísticamente a los demás tratamientos.

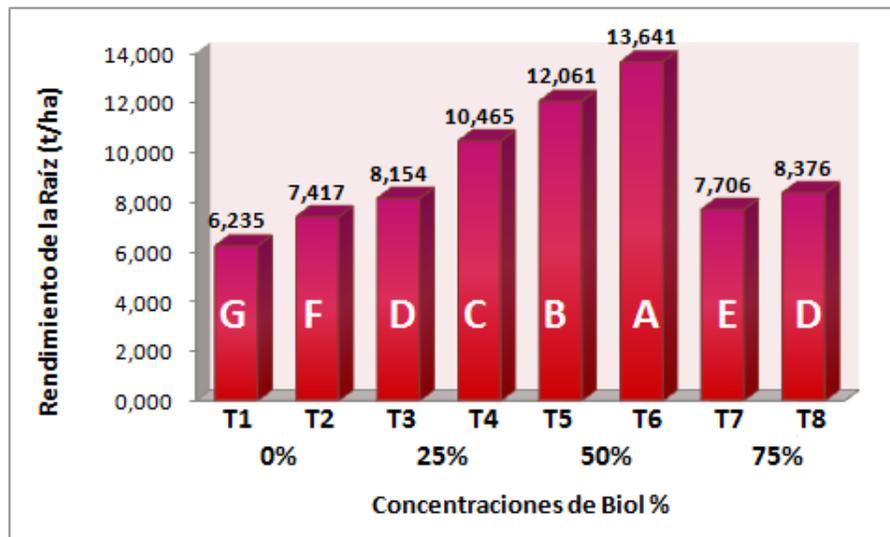


Figura 30. Promedios para rendimiento de raíz del rábano (t/ha) y Duncan ($\alpha=0,05$)

Los tratamientos seis y cinco alcanzaron mayores promedios en esta variable a comparación de los demás tratamientos, lo que significa que la concentración del 50% de biol tuvo su efecto en este tratamiento.

Con relación a este punto Fernández y Ortega (2004), nos presentan resultados inferiores a los obtenidos 8 t/ha.

Con respecto a Laguna (2000), obtuvo un mejor rendimiento de raíz de rábano (62 t/ha), muy superior al que presenta este trabajo. Esto se debe a la variedad que se maneja en el trabajo de Laguna, la cual es la variedad comercial Cherry Belle.

También se debe a las condiciones de clima y edafología que se utilizó en los diferentes trabajos. Otro factor que posiblemente logró este resultado fue la densidad (20 cm entre surcos) que fue menor a la que se presentó en este trabajo (25 cm entre surcos).

Robles (1991), indica que el rendimiento de cualquier especie vegetal es afectado por factores ecológicos influyen en el crecimiento de los cultivos, así como su misma capacidad genética de producir, existiendo procesos fenológicos dentro de un vegetal que influirán el rendimiento, así mismo Brauer (1981), afirma que el rendimiento son afectados por factores edafológicos, y por la misma capacidad genética de la planta para producir.

Para Chávez (1993), quien indica para alcanzar el máximo rendimiento influyen varios factores durante el ciclo vegetativo de la planta. Los factores más importantes que influyen en el rendimiento pueden ser ambientales (luz, temperatura, humedad relativa, velocidad de viento); edáficos (fertilidad, textura, estructura, pH, agua y salinidad); bióticos (bacterias, hongos, plagas y malezas) y abióticos (heladas y granizadas).

5.5. Variables económicas

5.5.1. Análisis económico

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

5.5.1.1. Rendimiento ajustado para la lechuga suiza

Según CYMMYT (1998), es el rendimiento promedio de cada tratamiento menos 10% que refleja la diferencia entre el rendimiento experimental y el posible rendimiento que podría obtener el agricultor. Este ajuste toma en cuenta la diferencia entre el tamaño de una parcela experimental y una parcela de producción, al mismo tiempo tomando en cuenta el manejo del cultivo.

Tomando en cuenta el porcentaje de ajuste, refleja la diferencia entre el rendimiento experimental y el que podría obtener el productor, donde el tratamiento T3 (378 plantas de lechuga suiza con 25% de biol), registra el máximo rendimiento, con un promedio de 1,418 Kg/m².

Cuadro 15. Cálculo del rendimiento ajustado para la lechuga suiza

Tratamientos	Rendimiento experimental Kg/m ²	Ajuste 10%	Rendimiento productor Kg/m ²
T1	1,143	0,114	1,029
T2	1,065	0,107	0,958
T3	1,576	0,158	1,418
T4	1,350	0,135	1,215
T5	1,246	0,125	1,121
T6	1,160	0,116	1,044
T7	1,133	0,113	1,020
T8	1,092	0,109	0,983

Por otro lado los tratamientos sin biol y con exceso de biol registran rendimientos bajos respecto a los tratamientos con la aplicación del 25% de biol, lo que demuestra claramente el buen uso del biol, que dará un mejor rendimiento de lechuga suiza.

5.5.1.2. Rendimiento ajustado para el rábano

Tomando en cuenta el porcentaje de ajuste para el rábano, refleja la diferencia entre el rendimiento experimental y el que podría obtener el productor, donde el tratamiento T6 (17 plantas de rábano con 50% de biol), registra el máximo rendimiento.

Por otro lado los tratamientos sin biol y con exceso de biol registran rendimientos bajos respecto a los tratamientos con la aplicación del 50% de biol, lo que demuestra claramente el buen uso del biol, que dará un mejor rendimiento de rábano.

Cuadro 16. Cálculo del rendimiento ajustado para el rábano

Tratamientos	Rendimiento Experimental t/ha	Ajuste 10%	Rendimiento Productor t/ha	Rendimiento Productor Kg/m ²
T1	8,665	0,867	7,798	0,780
T2	10,195	1,019	9,176	0,918
T3	11,470	1,147	10,323	1,032
T4	14,365	1,437	12,928	1,293
T5	15,430	1,543	13,887	1,389
T6	17,446	1,745	15,701	1,570
T7	14,800	1,480	13,320	1,332
T8	14,977	1,498	13,479	1,348

5.5.1.3. Ingreso bruto para la lechuga suiza

En el cuadro 17 se puede observar el rendimiento de materia verde de la lechuga suiza, el rendimiento de biomasa comercial, el número de bolsas que se sacó, el precio de venta y lo que nos interesa el ingreso bruto expresado en bolivianos.

El análisis económico mostró una relación beneficio costo positivo en todos los tratamientos de estudio; donde el tratamiento que mayor ingreso bruto fue el de la concentración de biol al 25%, con 35 Bs.

Cuadro 17. Ingreso bruto por tratamiento de lechuga suiza

Tratamiento	Rdto. Verde	Rdto. Ajustado	Nº de Bolsas	Precio de 140 g	IB (Bs)
T1	1,143	1,029	7	3,5	24,5
T2	1,065	0,958	7	3,5	24,5
T3	1,576	1,418	10	3,5	35
T4	1,350	1,215	9	3,5	31,5
T5	1,246	1,121	8	3,5	28
T6	1,160	1,044	7	3,5	24,5
T7	1,133	1,020	7	3,5	24,5
T8	1,092	0,983	7	3,5	24,5
TOTAL		8,788	62	3,5	217

Rdto.= Rendimiento; Nº = Número; IB= Ingreso Bruto.

5.5.1.4. Ingreso bruto para el rábano

En el cuadro 18 se puede observar el rendimiento biológico del rábano t/ha, el precio de venta y lo que nos interesa el ingreso bruto expresado en bolivianos.

El análisis económico mostró una relación beneficio costo positivo en todos los tratamientos de estudio; donde el tratamiento que mayor ingreso bruto fue el de la concentración de biol al 50%, con 21 Bs.

Cuadro 18. Ingreso bruto por tratamiento de rábano

Tratamiento	Rdto. Ajustado	Nº de amarro	Precio de 250 g	IB (Bs)
T1	0,780	3	3	9
T2	0,918	4	3	12
T3	1,032	4	3	12
T4	1,293	5	3	15
T5	1,389	6	3	18
T6	1,570	7	3	21
T7	1,332	5	3	15
T8	1,348	5	3	15
TOTAL	9,662	39	3	117

Rdto.= Rendimiento; Nº = Número; IB= Ingreso Bruto

5.5.1.5. Ingreso bruto total para el cultivo asociado

En el cuadro 19 se puede observar el ingreso total de ambos cultivos donde nos interesa el ingreso bruto expresado en bolivianos.

El análisis económico mostró una relación beneficio costo positivo en todos los tratamientos de estudio; donde el tratamiento que mayor ingreso bruto fue el T3, con 47 Bs por metro cuadrado.

Cuadro 19. Ingreso bruto total de los tratamientos

Tratamiento	IB (Bs.) Lechuga Suiza	IB (Bs.) Rábano	IB (Bs/m²) Total
T1	24,5	9	33,5
T2	24,5	12	36,5
T3	35	12	47
T4	31,5	15	46,5
T5	28	18	46
T6	24,5	21	45,5
T7	24,5	15	39,5
T8	24,5	15	39,5
TOTAL	217	117	334

IB= Ingreso Bruto

5.5.1.6. Ingreso neto

El mayor valor de beneficio neto que alcanzó es el T3 (60% de lechuga suiza/40% de rábano, con una concentración de 25% de biol), de 28,4 Bs/m², seguido del T4 (40% de lechuga suiza/60% de rábano, con una concentración de 25% de biol), con 27,9 Bs/m².

Cuadro 20. Ingreso neto de los tratamientos

Tratamiento	IB (Bs/m ²)	CP (Bs/m ²)	IN (Bs/m ²)
T1	33,5	18,6	14,9
T2	36,5	18,6	17,9
T3	47	18,6	28,4
T4	46,5	18,6	27,9
T5	46	18,6	27,4
T6	45,5	18,6	26,9
T7	39,5	18,6	20,9
T8	39,5	18,6	20,9
TOTAL	324	148,8	185,2

IB= Ingreso bruto, CP= costos de producción; IN= ingreso neto

5.5.1.7. Relación beneficio/costo

A continuación se muestra en la tabla 16 los resultados de la relación costo beneficio. Esta relación debe estar por encima de 1 para que exista ganancia, si es igual a 1 no se gana ni se pierde, pero si es menor; nos indica que existen pérdidas.

Analizando la tabla 16, nos muestra que los resultados son mayores a la unidad, significando que se recupera la inversión y se obtiene ganancias. Por tanto podemos indicar que todos los tratamientos presentan utilidades incluyendo el testigo.

Cabe destacar que los tratamientos T3, T4 y T5 tienen una relación B/C de 2,5 lo que significa que al invertir (1 Bs.) se recupera la inversión y se gana 1,5 Bs

respectivamente, y el valor más bajo presenta el tratamiento uno con 1,8 de B/C y utilidad de 0,80 Bs.

Cuadro 21. Relación beneficio/costo de los tratamientos

Tratamiento	IB (Bs/m ²)	CP (Bs/m ²)	B/C (Bs/m ²)
T1	33,5	18,6	1,8
T2	36,5	18,6	2,0
T3	47	18,6	2,5
T4	46,5	18,6	2,5
T5	46	18,6	2,5
T6	45,5	18,6	2,4
T7	39,5	18,6	2,1
T8	39,5	18,6	2,1
TOTAL	324	148,8	2,2

IB= Ingreso bruto, CP= Costos de Producción; B/C= Beneficio Costo.

5.5.1.8. Tasa de Retorno Marginal

El objeto del análisis marginal es revelar exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida (CIMMYT, 1988).

La tasa de retorno marginal entre tratamientos, es el beneficio neto marginal (es decir, el aumento en beneficios en aumentos netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían), expresada en un porcentaje (Morales, 2007).

La tasa de retorno marginal expresada en porcentaje, indica lo que el agricultor puede esperar ganar, en promedio, con su inversión cuando decide cambiar una práctica por otra.

Cuadro 22. Tasa de Retorno Marginal de los tratamientos

Tratamiento	Costos variables	IN (Bs/m ²)	Relación B/C	TRM. (Bs)
T1	5,75	14,9	1,8	-
T2	5,75	17,9	2,0	-
T3	7,06	28,4	2,5	10,30
T4	7,06	27,9	2,5	7,60
T5	7,06	27,4	2,5	9,54
T6	7,06	26,9	2,4	6,87
T7	7,06	20,9	2,1	4,58
T8	7,06	20,9	2,1	2,29
TOTAL	56,48	185,2	2,2	

Se observa que la mayor tasa de retorno marginal fue en el tratamiento T3 (el asociado de 60% de plantas de lechuga suiza, con el 40% de plantas de rábano, con la concentración de 25% de biol); con un valor de 10,3. Es decir que por cada unidad invertida se tiene un retorno del 10,3%.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación para las concentraciones de biol se concluye lo siguiente:

- Con respecto a la asociación de los cultivos en estudio concluimos expresando que la misma no presentó problemas en la evaluación de las variables fenológicas de estos cultivos, ya que ambos cultivos alcanzaron promedios y/o mejores que otros estudios en monocultivos. Esto nos quiere decir que los factores de crecimiento y desarrollo de los cultivos no fueron afectados por la asociación de cultivos y que sin embargo fue efectiva esta asociación de cultivos.
- La aplicación del biol y un adecuado riego son los factores más importantes relacionados con el manejo de los cultivos, que permitieron el desarrollo óptimo en la producción de los dos cultivos.
- La incorporación del biol específicamente el de la concentración de 25% en el cultivo de lechuga suiza y de 50% en el cultivo de rábano, ejerce una influencia en el rendimiento de producto comercial; frente a los tratamientos sin biol que mostraron rendimientos bajos.
- La aplicación semanal y a horas de la tarde del biol permitió un buen crecimiento en altura de planta con mayor número de hojas y mayor peso de planta, tanto en el cultivo de lechuga suiza como en el cultivo de rábano, que quiere decir que la aplicación no puede ser diario; sino debe aplicarse con intervalos de tiempo.
- En cuanto a las propiedades físico- químicas del suelo antes de la siembra y después de la cosecha, estos mostraron poca diferencia, como se muestra en la tabla sobre todo en el nitrógeno de un 9%; es decir que un porcentaje de este 9% de nitrógeno fue usado por la planta y la otra se perdió por diversos factores tales como la volatilización.

- En términos de rendimiento los mejores resultados fueron obtenidos por la aplicación del biol al 25% en el cultivo de lechuga suiza que presentó 1,576 Kg/m² de materia verde. Mientras que en el cultivo de rábano los resultados obtenidos, con la aplicación del biol al 50% fue de 1,570 Kg/m² de rendimiento biológico.
- En cuanto a la asociación de los dos cultivos realizados en este trabajo no presentaron problemas en los factores de crecimiento, de desarrollo; ya que presentaron resultados similares y/o mejores que los trabajos anteriores, esto nos quiere decir que la asociación de estos cultivos son un ejemplo para dar mejores rendimientos en la producción y no solo así dedicarse a un monocultivo sino que el agricultor asocie cultivos según los ciclos de cada especie, según la estación y otros factores que sea necesario para tener mejor producción.
- En cuanto a los costos de producción realizados, en el cultivo asociado muestra que el mayor ingreso neto lo obtuvo el tratamiento T3, que fue el cultivo asociado de 60% de lechuga suiza, con 40% de rábano y una concentración de biol al 25%, con 28,4 Bs/m².
- Posteriormente en el análisis económico realizado en el cultivo asociado muestra que los tratamientos T3, T4 y T5 con concentraciones de 25 y 50%; presentan una relación B/C de 2,5 presentando una utilidad de Bs. 1,5 Respectivamente. El valor más bajo presenta el tratamiento T1 al que no se le aplicó el biol, presenta 1,80 de B/C y utilidad de Bs 0,80.
- En cuanto a la tasa de retorno marginal, el mayor porcentaje lo obtuvo el tratamiento 3, el asociado de 60% de plantas de lechuga suiza, con el 40% de plantas de rábano, con la concentración de 25% de biol; con un valor de 10,3. Es decir que por cada boliviano invertido se tiene un retorno del 10,3%.

7. RECOMENDACIONES

Después de haber realizado la presente investigación se plantea las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda utilizar biol del T3 al 25% de concentración en la producción de lechuga suiza en carpas solares y del T5 al 50% de concentración en la producción de rábano. Pero para una producción de asociado entre ambos se recomienda la concentración del 25% en carpas solares.
- En cuanto a la frecuencia se recomienda la aplicación semanal cada 7 días en hortalizas, especialmente en la lechuga suiza. Debido a que con esta frecuencia de aplicación se obtiene mejor desarrollo del cultivo y un rendimiento óptimo.
- Utilizar el biol como fertilizante complementario foliar sin dejar de lado la fertilización de base para mantener el contenido de materia orgánica en el suelo.

Las recomendaciones para futuras investigaciones son:

- Realizar estudios con la aplicación del biol al cultivo asociado de lechuga suiza y rábano bajo las mismas características, con el fin de validar los resultados.
- Se recomienda realizar un estudio con diferentes porcentajes de concentración de biol, para llegar a obtener mejor producción en el cultivo.
- Realizar estudios experimentales con la aplicación del biol al suelo bajo las mismas condiciones con otros cultivos.
- Se considera al biol como un insecticida por lo tanto se recomienda realizar estudios en la eficiencia del biol como insecticida en el cultivo de lechuga suiza y rábano y otros cultivos.
- Se recomienda realizar trabajo similar con otros tipos de fertilizantes líquidos, bajo ambientes atemperados, debido a su mayor rendimiento.

- Es importante realizar investigaciones con diferente densidad de siembra a la cual se requiere encontrar un óptimo para poder tener mayores réditos.
- Se recomienda realizar 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 los cultivan en qué lugar comercializarlos, a un precio razonable.
- Realizar otro tipo de asociaciones de cultivos aplicando así también otros tipos de fertilizantes orgánicos líquidos.

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. 35 p.
- ÁLVAREZ, 2010. Preparación y Uso del Biol Soluciones Prácticas Lima-PE.
- ANDREWS, E. 1981. Principios de la Horticultura. Ed. Continental S.A. México D.F. 318 p.
- AOPEB, 2002. Asociación de Organizaciones Productores Ecológicos de Bolivia. Normas básicas para la agricultura ecológica. 5ta. Edición. La Paz – Bolivia. pp. 150 – 151.
- APARCANA, R. 2008. Estudio Sobre el Valor Fertilizante de los Productos del Proceso "Fermentación Anaeróbica" para Producción de Biogás Lima-PE.
- ARÉVALO, C. 1995. Efecto del Bioabono Líquido en la Producción de Pastos y en la Fertilidad del Suelo, Cajamarca. PE.
- BAVER, J. et al. 1980. "Física de los Suelos". UTEHA. México D.F. p. 588.
- BAZÁN, R.1995. Sistemas de Producción Agrícola y Transferencia de Tecnología al Pequeño Agricultor. In. Reunión Técnica Regional Sobre Transferencia de Tecnología a los Productores de Maracay, Venezuela. 24 p.
- BELLAPART, V. C. 1996. Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Ed. Mundi- Prensa. Barcelona, ES. pp. 89 – 95.
- BLANCO, T. 1999. Invernaderos Campesinos en Bolivia. Ecotop. La Paz- Bolivia. pp. 88 – 90.
- BRAUER, O. 1981. "Fitogenética Aplicada, Conocimiento de la Herencia Vegetal al Servicio de la Humanidad". Editorial de Limosa. Chapingo- México. p. 518.

- BRECHELT, 2004. Manejo Ecológico del Suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). Santiago-Chile.
- CALLE, S. 2006.” Estudio Comparativo de Dos medios de Cultivo Bajo Tres Densidades de Siembra en Valerianella”. Tesis Lic. Agr. La paz, BO. UMSA. 86 p.
- CASTAÑOS, C. 1993. Horticultura Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo, México. pp. 215-217-393.
- CENTELLAS, M. 1999. Respuesta del cultivo de lechuga en condiciones de invernadero a tres distancias de plantación y tres niveles de estiércol ovino. Tesis de grado Facultad de Agronomía UMSA. La Paz – Bolivia.
- CHAVEZ, J. L. 1993. “Mejoramiento de Plantas”. Segunda Edición. Editorial TRILLAS S.A. México, D.F. p. 31-32.
- CHILON, E. 1997. Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas. CIDAT. 1ra Impresión. La Paz, Bolivia. p.185.
- CHURQUINA, V. 2000. Lechuga Suiza. La Paz- Bolivia C.I.E.L.O. Mención de Comunicación Personal.
- CLAURE, C, 1992. Manejo de Efluentes. Proyecto Biogás. UMMS, GTZ. Cochabamba, Bolivia. pp.4767.
- CNPSH- JICA. 1998. Centro de Producción de Semillas de Hortalizas. El Rábano y la Producción de Semilla. Cochabamba, Bolivia.
- COLQUE, et al., 2005. Producción de Biol Abono Líquido Natural y Ecológico. Estación Experimental Illpa, Puno-PE.

- CONDORI, P. 2004. Efecto de la Aplicación de Abonos Orgánicos Mejorados en el Cultivo de Papa Amarga en el Altiplano Central. Tesis Ing. Agronómica UMSA La Paz – BO. p 86.
- CRIOLLO, H. 2009. “Efecto de la Densidad de Siembra Sobre el Crecimiento de Plantas de Rábano, Bajo Invernadero”. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Vol. 3- No. 2. p. 210-222.
- CRUZ, D. 2004. “Efecto de Abonos Orgánicos Líquidos Sobre Variedades de Lechuga” Tesis de grado Lic. Agr. La Paz-BO. UMSA. p. 93
- CYMMYT, 1998. (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). Manual Metodológico de Evaluación Económico. Distrito Federal- México. p. 13.
- DÍAZ, M; Adrián, H. 1999. Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopatía. Grupo Latina Andino. Bogotá, CO. p. 20 – 23.
- ESPINAL, G. 2009.” Efecto del Biol como Fertilizante Foliar en la Producción de Lechuga Suiza en el Municipio de Tiwanaku- La Paz”. Tesis Lic. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 39-56.
- ESPRELLA, H. 1995. Sistemas de Asociación de Tres Variedades de Maíz con Cannavalia (Cannavalia ensiformis) en la Localidad de Santa Rita Provincia Larecaja, Tesis Lic. Agr. La paz, BO. UMSA.
- FERNANDEZ, N.; L, ORTEGA. (2004) “Efecto de la Edad de Incorporación de dos Abonos Verdes Sobre Algunas Propiedades del Suelo y Rendimiento de Rábano”. Universidad central de Venezuela, facultad de agronomía, Instituto de Agronomía. p. 18-31.
- FIGUEREDO, R. 2006. Efecto de Densidades de Siembra y Niveles de Abono Orgánico en el Comportamiento Agronómico de la Valerianella. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 24-61.

- FLOR, C, A. 1985. Propuesta de Estudio de Algunos componentes de una Metodología para Investigar los Cultivos Asociados en el Trópico Latinoamericano. In. Reunión Anual de Programa Cooperativo Centroamericano. El Salvador, p. 45-62.
- FLORES, J. 1996. Carpas solares, Técnicas de Construcción. Ed. Huellas. La Paz-Bolivia. p. 10-28.
- FUENTES, Y, J. 1995. Manual Práctico Sobre la Utilización del Suelo y Fertilizantes. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. p 40-47.
- GOMEZ, R. 1992. Adaptación de 12 variedades de trigo al área triguera del departamento de Cochabamba. Tesis Ing. Agr. Cochabamba- Bolivia, UMSS- Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales p. 51-54
- GOMERO, O. 1999. Manejo Ecológico de Suelos. Conceptos y Técnicas. Editorial. Grafica Estefany. Lima, PE. p. 189 – 201.
- GUZMAN, J. 2006. Apuntes de Clases de Diseños Experimentales II. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia. p. 25.
- GUERRERO, G. A. 1993. El Suelo, los Abonos y la Fertilización de los Cultivos. Editorial Mundi Prensa. pp. 10, 25, 48.
- HARTMAN, F. 1990. Invernaderos y Ambientes Atemperados. Ed. Officed. Bolivia. Ltda. La Paz, Bolivia. p. 9-30.
- HUERRES, C. 1991. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. Habana- Cuba. pp. 312.
- IBTEN (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear). 2014. Análisis físico-químico de suelos: Cota Cota, Calle 30. Provincia Murillo, Departamento de La Paz. N° 006 A-B/2014.

- IBTEN (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear). 2014. Análisis físico-químico de Biol: Comunidad Choquenaira- Est. Experimental, Ciudad Viacha; Departamento de La Paz. N° 039 C/2014.
- INE, 2001. Instituto Nacional de Estadística, La Paz Bolivia.
- INFOAGRO, BO. 2010. Cultivo de la lechuga. La Paz. BO. Consultado el 26 abril. 2012. Disponible en <http://www.infoagro.com>.
- JURADO, P. 1994. "Comportamiento de Cinco Variedades de Nabo Chino Bajo Tres Densidades de Siembra en el Valle de Alto Cochabamba". Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia. UMSS- Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales. p. 13, 20, 29,36- 40, 58-100.
- KRARUPC y KONAR, P. 1986. Pag. Web hortalizas de estación cálida, biología y diversidad cultural, Universidad Católica de Chile.
- LAGUNA, R. 2000. "Efecto de Biofertilizante (EM-BOSKASHI) Sobre el Crecimiento Y Rendimiento de Rábano". LA CALERA. Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua p. 27-29.
- LEÑANO, F.1973. Como se Cultivan las Hortalizas de Hoja Editorial de Vecchi S.A. Barcelona- España. p. 75-78.
- LITTLE, T. y HILLS, J. 1976. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Ed. Trillas. México. pp. 125-143.
- LOPEZ, C. 1991. Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera. Editorial Océano Centrum. España. pp.95.
- LORETE, M, B. 1993. Biblioteca de Agricultura. Editorial Emegs. Barcelona, España.
- LOZA, E.1999. Evaluación Comparativa del Comportamiento Agronómico Entre Cultivos Asociados en el Altiplano Norte. Tesis Lic. Agr. La paz, BO. UMSA. p. 4-23.

- LUQUE, R. 2005. Evaluación de Dos Métodos de Riego por Goteo y Micro aspersión en Espinaca y Lechuga Suiza. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 24-61.
- MALDONADO, I. 1976. La Naturaleza y la Vida. Ed. Gisbert CIA. S.A. La Paz-Bolivia. pp. 129-131.
- MAMANI, E. 2006.” Efecto de la aplicación de abonos en el cultivo de lechuga suiza en Walipini en la Localidad de Ventilla”. Tesis de grado Lic. Ing. Agr. La Paz-BO. UMSA. p. 24 - 61.
- MAMANI, H. 2001. “Control Químico de Malezas en el Cultivo de Rábano para la Producción de Semilla en Valle de Cochabamba”. Tesis de grado Lic. Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Universidad técnica de Oruro-Bolivia. p. 85.
- MAROTO, J. 1995. Horticultura Herbácea Especial. 4ª Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España. p. 37-41.
- MARTÍ, J. 2007. Diseño de Biodigestores. La Paz – Bolivia. p 35.
- MEDINA, V.A. 1990. El biol Fuente de Fitoestimulante en el Desarrollo Agrícola. Programa Especial de Energías UMSS-TZ. Impresiones Poligráficas; Cochabamba-Bolivia.
- MEDINA, A. 1992. El Biol y Biosol en la Agricultura. Ed. Programa Especial de Energía. Cochabamba, Bolivia. p. 1-47.
- MEDINA, J. 1998. Riego por Goteo. Edit. Mundi Prensa. Cochabamba- Bolivia. p. 15-18.
- MORALES, B, M. 1998. Manual Práctico del Huerto Biológico. Lima, PE. p 17- 18.

- MORALES, D 2007. Entrevista personal, Docente de la materia de Sistemas de Producción, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz- Bolivia.
- MORTENSEN, E. 1980. Horticultura Tropical y Subtropical. Ed. Pax. México. p. 100-102.
- OCHOA, R. 2009. Diseños experimentales. Primera edición. La Paz Bolivia. pp. 43-53.
- PAYE, V. 2011. Apuntes de la materia de Horticultura, segundo semestre 2011. Universidad Católica Boliviana UAC - Tiahuanacu.
- PALACIOS, N. 1999. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos, en el cultivo de la lechuga en el suelo bajo carpa solar. Tesis de grado. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz- Bolivia pp. 43 – 55.
- PERRIN, R.; WIKELMAN, D.; MOSCARDI, E. Y ANDERSON, J. 1988. La Formulación de Recomendaciones a Partir de Datos Agronómicos. Un Manual Metodológico Para Evaluación Económica. CIMMYT. México DF. p. 1-79.
- RAYMOND, G. 1989. Producción de Semillas de Plantas Hortícolas. Ediciones Mundi – Prensa Madrid- España. p. 100-101.
- RESTREPO, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. IICA. San José, Costa Rica. pp. 1-46, 155.
- REYES, P. 1990. El Maíz y su Cultivo, Editorial G.G.T. Primera Edición, México. pp. 460.
- ROBLES, R. 1991. “Producción de granos y forrajes”. Editores Noriega Quinta Edición. México D.F. pp. 207.

- RODRIGUEZ, R. 2003. Producción de Bioabono con Tres Fuentes Orgánicas Bajo un Ambiente Atemperado en el Altiplano, Tesis de Grado Universidad Católica Boliviana UAC- Tiahuanacu. La Paz– Bolivia.
- SENAMHI, 2012. Boletín Climatología, La Paz – Bolivia.
- SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura Orgánica. Ediciones Fundación para el Desarrollo Agropecuario. Fundación Agraria. p. 170-221, 654.
- TAMARO, D. 1985. Manual de Horticultura Editorial Gustavo Gli. S.A. Barcelona-España. pp. 47-96.
- TAPIA, M.2000. Cultivos Andinos Sub Explotados y su Aporte a la Alimentación, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Oficina Regional FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, Chile.
- TECN-AGRO (Tecnificación Agrícola). 1995. Subprograma de Capacitación Agropecuaria-Carpas Solares. Edit.: Ministerio de Educación. Primera Edición. La Paz, Bolivia, p. 56.
- TERRANOVA. 1995. Producción Agrícola. Enciclopedia Agropecuaria Panamericana. Formas e Impresos S.A. Santa Fe de Bogotá, DC, Colombia. pp. 310-311.
- TISCORNIA, J. 1982. Cultivo de Hortalizas Terrestres. Edit.: Albatros. Buenos Aires-Argentina. p. 135-150.
- UNTERLADSTATTER, K. 2000. Horticultura en el Sub Trópico Húmedo y Sub Húmedo de Bolivia. Santa Cruz de la Sierra- Bolivia.
- VALDEZ, G. 1997. Producción en Invernaderos. Edit.: Águila. Puno, Perú. p. 50.
- VASQUEZ, E. y TORRES, S. 1990. “Fisiología Vegetal Crecimiento y Desarrollo”. Tercera reimpr. Editorial Pueblo y Educación. Buenos Aires - Argentina. p. 463.

VILLRROEL, J. 1998. Manual para la interpretación de análisis de suelos. Primera edición. .Ed. Ing. Jorge Villarroel A. Santa Cruz- Bolivia. pp. 29-65.

WAHAB, A, H.1980. Concepto y Procedimientos de Cultivos Múltiples. IICA, Jamaica. 25p.

Documentos electrónicos

AGRONOVIDA, 2010. Comparación del Efecto de Dos Biofertilizantes Líquidos a Base de Estiércol Caprino y Vacuno Sobre Parámetros de Crecimiento del Algarrobo, en la Fase de Vivero. Disponible en <http://www.Dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/509/1/998.pdf>.

CANÓNIGO. 2007. Portal en alimentos. Canónigo (en línea). Consultado en diciembre del 2013. Disponible en <http://www.lavidaencasa.com.recetatrio/alimentos/A-D/canonigo.htm>.

ESCOBAR, R. 2003. Asociaciones y Rotaciones de Gramíneas con Leguminosas, (on line, en formato PDF), México, consultado el 12 de mayo 2003, disponible en http://www.google.com/asociacion_gramínea_leguminosa/htm.

INTA, 2007. Preparación de Abonos Orgánicos. La Paz, BO. Consultado el 16 de abril 2012. Disponible en http://www.inta.gov.ar/.../como_preparar_abono.htm.

MIGUEL. 2001. Portal en Agricultura, Hortalizas y verduras (en línea). Consultado en diciembre del 2013. Disponible en <http://www.lavidaencasa.com/recetario/alimentos/A-D/canonigo.htm>.

NAVARRO, 2007. Portal en Agricultura, Hortalizas y Verduras (en línea). Consultado en diciembre 2013. Disponible en <http://www.navarromontes.com/manual.aspx?man=24>.

TRONICKOVA, E. 1986. Plantas patógenas. (En línea). Consultado el 2013. Disponible en <http://www.sgclubbdegoormet.com>.

WIKIPEDIA. 2013. Portal en Agricultura. (En línea). Consultado en abril de 2013. Disponible en <http://www.oc.wikipedia.org/wiki/docet>

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1: Datos en Excel para ser transformados en el programa estadístico SAS

ANEXO 2: Datos transformados en el programa estadístico SAS.

ANEXO 3: Costos de producción

Tabla 1. Costos de producción para concentraciones de biol.

ANEXO 4: Análisis de suelo

Anexo 4.1. Análisis de suelo antes de la siembra

Anexo 4.2. Análisis de suelo después de la cosecha

ANEXO 5: Análisis de biol

ANEXO 6: Datos promedios de temperatura

Tabla 2. Datos de temperaturas para los cultivos

Anexo 1

Emergencia de lechuga suiza

n	Trat.	Rep.	Emergencia
1	1	1	310
2	1	2	298
3	1	3	315
4	1	4	317
5	2	1	209
6	2	2	203
7	2	3	201
8	2	4	200
9	3	1	362
10	3	2	353
11	3	3	360
12	3	4	358
13	4	1	231
14	4	2	225
15	4	3	220
16	4	4	236
17	5	1	317
18	5	2	321
19	5	3	325
20	5	4	311
21	6	1	241
22	6	2	235
23	6	3	231
24	6	4	240
25	7	1	325
26	7	2	312
27	7	3	295
28	7	4	314
29	8	1	240
30	8	2	242
31	8	3	235
32	8	4	228

Emergencia del rábano

n	Trat.	Rep.	Emergencia
1	1	1	9
2	1	2	10
3	1	3	8
4	1	4	8
5	2	1	15
6	2	2	13
7	2	3	15
8	2	4	12
9	3	1	10
10	3	2	9
11	3	3	9
12	3	4	9
13	4	1	15
14	4	2	16
15	4	3	14
16	4	4	16
17	5	1	10
18	5	2	10
19	5	3	9
20	5	4	10
21	6	1	16
22	6	2	17
23	6	3	16
24	6	4	15
25	7	1	9
26	7	2	8
27	7	3	8
28	7	4	9
29	8	1	15
30	8	2	14
31	8	3	14
32	8	4	14

Anexo 1

de hojas de lechuga suiza

n	Trat.	Rep.	Altura
1	1	1	7,61
2	1	2	7,59
3	1	3	8,19
4	1	4	7,31
5	2	1	5,98
6	2	2	6,45
7	2	3	6,21
8	2	4	5,98
9	3	1	11,18
10	3	2	11,6
11	3	3	12,09
12	3	4	11,64
13	4	1	10,59
14	4	2	10,3
15	4	3	10,27
16	4	4	10,24
17	5	1	8,76
18	5	2	8,71
19	5	3	8,69
20	5	4	9
21	6	1	7,4
22	6	2	7,13
23	6	3	7,15
24	6	4	7,61
25	7	1	6,56
26	7	2	6,89
27	7	3	7,29
28	7	4	6,91
29	8	1	5,58
30	8	2	6,11
31	8	3	5,94
32	8	4	5,68

Número

n	Trat.	Rep.	Nro. de hojas
1	1	1	14
2	1	2	14
3	1	3	15
4	1	4	14
5	2	1	13
6	2	2	13
7	2	3	13
8	2	4	13
9	3	1	16
10	3	2	16
11	3	3	16
12	3	4	16
13	4	1	15
14	4	2	15
15	4	3	14
16	4	4	15
17	5	1	14
18	5	2	14
19	5	3	14
20	5	4	15
21	6	1	13
22	6	2	14
23	6	3	13
24	6	4	14
25	7	1	12
26	7	2	13
27	7	3	13
28	7	4	13
29	8	1	11
30	8	2	12
31	8	3	12
32	8	4	12

Anexo 1

IAF de la lechuga suiza
materia verde de la lechuga suiza

n	Trat.	Rep.	IAF
1	1	1	1,096
2	1	2	1,008
3	1	3	1,032
4	1	4	1,015
5	2	1	0,855
6	2	2	0,904
7	2	3	0,952
8	2	4	0,94
9	3	1	1,349
10	3	2	1,353
11	3	3	1,365
12	3	4	1,317
13	4	1	1,292
14	4	2	1,268
15	4	3	1,297
16	4	4	1,297
17	5	1	1,188
18	5	2	1,178
19	5	3	1,204
20	5	4	1,194
21	6	1	1,127
22	6	2	1,122
23	6	3	1,122
24	6	4	1,127
25	7	1	0,993
26	7	2	0,97
27	7	3	0,992
28	7	4	0,964
29	8	1	0,936
30	8	2	0,934
31	8	3	0,915
32	8	4	0,9

Rdto. de

n	Trat.	Rep.	RDTO.
1	1	1	1,1341
2	1	2	1,1387
3	1	3	1,1501
4	1	4	1,1471
5	2	1	1,052
6	2	2	1,0652
7	2	3	1,0634
8	2	4	1,0789
9	3	1	1,5868
10	3	2	1,5732
11	3	3	1,5702
12	3	4	1,5755
13	4	1	1,3559
14	4	2	1,356
15	4	3	1,329
16	4	4	1,3593
17	5	1	1,2414
18	5	2	1,2451
19	5	3	1,2523
20	5	4	1,2442
21	6	1	1,1586
22	6	2	1,1704
23	6	3	1,1614
24	6	4	1,149
25	7	1	1,1305
26	7	2	1,1333
27	7	3	1,1332
28	7	4	1,1331
29	8	1	1,0795
30	8	2	1,0842
31	8	3	1,1064
32	8	4	1,0984

Anexo 1

de rábano

Altura

de

rábano

longitud de raíz

n	Trat.	Rep.	altura
1	1	1	16,45
2	1	2	15,72
3	1	3	16,04
4	1	4	15,99
5	2	1	17,22
6	2	2	16,93
7	2	3	17,09
8	2	4	16,72
9	3	1	17,06
10	3	2	17,72
11	3	3	17,87
12	3	4	17,52
13	4	1	18,32
14	4	2	18,76
15	4	3	18,7
16	4	4	18,55
17	5	1	18,55
18	5	2	20,3
19	5	3	20,52
20	5	4	20,8
21	6	1	21,63
22	6	2	21,01
23	6	3	21,92
24	6	4	21,6
25	7	1	17,26
26	7	2	16,92
27	7	3	17,47
28	7	4	17,62
29	8	1	17,82
30	8	2	18,02
31	8	3	18,5
32	8	4	18,25

n	Trat.	Rep.	longitud
1	1	1	13,25
2	1	2	13,94
3	1	3	12,84
4	1	4	12,85
5	2	1	14,28
6	2	2	14,13
7	2	3	13,95
8	2	4	14
9	3	1	15,47
10	3	2	15,92
11	3	3	15,92
12	3	4	16
13	4	1	16,37
14	4	2	16,94
15	4	3	16,87
16	4	4	17,1
17	5	1	17,61
18	5	2	18,84
19	5	3	18,4
20	5	4	19,09
21	6	1	19,05
22	6	2	20,18
23	6	3	20,44
24	6	4	20,45
25	7	1	15,17
26	7	2	15,23
27	7	3	15,32
28	7	4	15,6
29	8	1	16,07
30	8	2	16,64
31	8	3	16,67
32	8	4	16,7

Anexo 1

Diámetro de rábano raíz de rábano Peso de la

n	Trat	Rep.	DIAMETRO
1	1	1	2,664
2	1	2	2,618
3	1	3	2,603
4	1	4	2,543
5	2	1	2,951
6	2	2	2,901
7	2	3	2,89
8	2	4	2,842
9	3	1	3,279
10	3	2	3,237
11	3	3	3,262
12	3	4	3,275
13	4	1	3,673
14	4	2	3,504
15	4	3	3,608
16	4	4	3,611
17	5	1	4,035
18	5	2	4,045
19	5	3	4,127
20	5	4	4,116
21	6	1	4,504
22	6	2	4,507
23	6	3	4,523
24	6	4	4,585
25	7	1	3,296
26	7	2	3,286
27	7	3	3,14
28	7	4	3,224
29	8	1	3,703
30	8	2	3,507
31	8	3	3,522
32	8	4	3,564

n	Trat	Rep.	PESO DE RAIZ
1	1	1	50,096
2	1	2	50,005
3	1	3	50,081
4	1	4	50,011
5	2	1	51,608
6	2	2	51,86
7	2	3	51,819
8	2	4	51,645
9	3	1	64,256
10	3	2	64,088
11	3	3	64,13
12	3	4	63,835
13	4	1	65,377
14	4	2	65,176
15	4	3	65,275
16	4	4	65,51
17	5	1	76,755
18	5	2	75,521
19	5	3	75,265
20	5	4	76,469
21	6	1	78,321
22	6	2	78,1
23	6	3	77,927
24	6	4	78,788
25	7	1	63,705
26	7	2	63,692
27	7	3	63,426
28	7	4	63,645
29	8	1	64,777
30	8	2	64,52
31	8	3	65,075
32	8	4	65,003

Anexo 1

IAF del rábano

n	Trat.	Rep.	IAF.
1	1	1	1,189
2	1	2	1,185
3	1	3	1,186
4	1	4	1,179
5	2	1	1,215
6	2	2	1,226
7	2	3	1,219
8	2	4	1,22
9	3	1	1,297
10	3	2	1,28
11	3	3	1,278
12	3	4	1,279
13	4	1	1,302
14	4	2	1,303
15	4	3	1,293
16	4	4	1,298
17	5	1	1,421
18	5	2	1,436
19	5	3	1,423
20	5	4	1,414
21	6	1	1,445
22	6	2	1,441
23	6	3	1,456
24	6	4	1,466
25	7	1	1,243
26	7	2	1,273
27	7	3	1,268
28	7	4	1,259
29	8	1	1,287
30	8	2	1,303
31	8	3	1,293
32	8	4	1,308

Rendimiento del rábano

n	Trat.	Rep.	RDTO.
1	1	1	8,823
2	1	2	8,723
3	1	3	8,733
4	1	4	8,38
5	2	1	10,195
6	2	2	10,339
7	2	3	10,167
8	2	4	10,077
9	3	1	11,271
10	3	2	11,493
11	3	3	11,611
12	3	4	11,504
13	4	1	14,338
14	4	2	14,216
15	4	3	14,304
16	4	4	14,601
17	5	1	15,522
18	5	2	15,732
19	5	3	15,191
20	5	4	15,275
21	6	1	17,223
22	6	2	17,414
23	6	3	17,516
24	6	4	17,63
25	7	1	14,505
26	7	2	14,534
27	7	3	14,507
28	7	4	15,652
29	8	1	15,036
30	8	2	15,015
31	8	3	14,964
32	8	4	14,893

Anexo 1

Rdto. de follaje de rábano

n	Trat.	Rep.	RDTO. FOLLAJE
1	1	1	1,89
2	1	2	1,871
3	1	3	1,7036
4	1	4	1,757
5	2	1	2,184
6	2	2	2,292
7	2	3	2,294
8	2	4	2,412
9	3	1	2,805
10	3	2	2,739
11	3	3	2,788
12	3	4	2,515
13	4	1	3,203
14	4	2	3,314
15	4	3	3,271
16	4	4	3,345
17	5	1	4,185
18	5	2	4,067
19	5	3	4,189
20	5	4	4,402
21	6	1	5,147
22	6	2	5,132
23	6	3	5,006
24	6	4	5,241
25	7	1	3,359
26	7	2	3,345
27	7	3	3,468
28	7	4	3,215
29	8	1	4,103
30	8	2	4,015
31	8	3	4,016
32	8	4	4,185

Rdto. de raíz de rábano

n	Trat.	Rep	RDTO.RAIZ
1	1	1	6,334
2	1	2	6,056
3	1	3	6,443
4	1	4	6,108
5	2	1	7,303
6	2	2	7,544
7	2	3	7,44
8	2	4	7,379
9	3	1	8,179
10	3	2	8,357
11	3	3	8,038
12	3	4	8,041
13	4	1	10,834
14	4	2	10,113
15	4	3	10,357
16	4	4	10,557
17	5	1	12,072
18	5	2	12,052
19	5	3	12,089
20	5	4	12,031
21	6	1	13,699
22	6	2	13,87
23	6	3	13,609
24	6	4	13,387
25	7	1	7,788
26	7	2	7,657
27	7	3	7,638
28	7	4	7,741
29	8	1	8,424
30	8	2	8,513
31	8	3	8,207
32	8	4	8,359

Anexo 2

Emergencia de la lechuga suiza

2014 1 The SAS System 17:20 Wednesday, June 2,

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
trat	8	1 2 3 4 5 6 7 8

Number of observations 32

2014 2 The SAS System 17:20 Wednesday, June 2,

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: gpv

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	3.44743750	0.49249107	239.02	<.0001
Error	24	0.04945000	0.00206042		
Corrected Total	31	3.49688750			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	gpv Mean
0.985859	1.279318	0.045392	3.548125

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	7	3.44743750	0.49249107	239.02	<.0001

2014 3 The SAS System 17:20 Wednesday, June 2,

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for gpv

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	24
Error Mean Square	0.00206

Number of Means	2	3	4	5	6	7
-----------------	---	---	---	---	---	---

Critical Range .06624 .06958 .07172 .07323 .07436 .07523
 .07592

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	trat
A	4.05750	4	2
B	3.83750	4	4
B			
C B	3.77250	4	8
C			
C	3.76750	4	6
D	3.30750	4	1
D			
D	3.30000	4	7
D			
D	3.26250	4	5
E	3.08000	4	3

Anexo 2

Emergencia del rábano

2014 5

The SAS System

17:24 Wednesday, June 2,

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
trat	8	1 2 3 4 5 6 7 8

Number of observations 32

2014 6

The SAS System

17:24 Wednesday, June 2,

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: gpv

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	----------------	-------------	---------	--------

Anexo 2

Altura de la lechuga suiza

2014 1 The SAS System 17:22 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
trat	8	1 2 3 4 5 6 7 8

Number of observations 32

2014 2 The SAS System 17:22 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: gpv

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	116.4879000	16.6411286	232.95	<.0001
Error	24	1.7145000	0.0714375		
Corrected Total	31	118.2024000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	gpv Mean
0.985495	3.306872	0.267278	8.082500

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	7	116.4879000	16.6411286	232.95	<.0001

2014 3 The SAS System 17:22 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for gpv

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	24
Error Mean Square	0.071438

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8
Critical Range	.3901	.4097	.4223	.4312	.4378	.4430	.4470

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	trat
A	11.6275	4	3
B	10.3500	4	4
C	8.7900	4	5
D	7.6750	4	1
D	7.3225	4	6
E	6.9125	4	7
F	6.1550	4	2
F	5.8275	4	8

Anexo 2

Número de hojas de la lechuga suiza

2014 1 The SAS System 16:43 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
trat	8	1 2 3 4 5 6 7 8

Number of observations 32

2014 2 The SAS System 16:43 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: gpv

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	----------------	-------------	---------	--------

Anexo 2

IAF de la lechuga suiza

2014 1 The SAS System 16:49 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
trat	8	1 2 3 4 5 6 7 8

Number of observations 32

2014 2 The SAS System 16:49 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: gpv

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.76111388	0.10873055	182.73	<.0001
Error	24	0.01428100	0.00059504		
Corrected Total	31	0.77539488			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	gpv Mean
0.981582	2.217211	0.024393	1.100188

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	7	0.76111388	0.10873055	182.73	<.0001

2014 3 The SAS System 16:49 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for gpv

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	24
Error Mean Square	0.000595

Number of Means	2	3	4	5	6	7
8 Critical Range	.03560	.03739	.03854	.03935	.03996	.04043
.04080						

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	trat
A	1.34600	4	3
B	1.28850	4	4
C	1.19100	4	5
D	1.12450	4	6
E	1.03775	4	1
F	0.97975	4	7
G	0.92125	4	8
G			
G	0.91275	4	2

Anexo 2

Rendimiento de materia verde de la lechuga suiza

2014 1 The SAS System 17:20 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
trat	8	1 2 3 4 5 6 7 8

Number of observations 32

2014 2 The SAS System 17:20 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: gpv

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 24
 Error Mean Square 0.206932

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8
Critical Range	.6639	.6973	.7187	.7339	.7452	.7539	.7608

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	trat
A	21.5400	4	6
B	20.0425	4	5
C	18.5825	4	4
C			
D	18.1475	4	8
D			
D	17.5425	4	3
E			
E	17.3175	4	7
E			
E	16.9900	4	2
F	16.0500	4	1

Anexo 2

Longitud de la raíz de rábano

2014 1 The SAS System 17:18 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
trat	8	1 2 3 4 5 6 7 8

Number of observations 32

2014 2 The SAS System 17:18 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for gpv

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 24
 Error Mean Square 0.003321

Number of Means	2	3	4	5	6	7
8 Critical Range	.08411	.08834	.09105	.09297	.09440	.09551

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	trat
A	4.52975	4	6
B	4.08075	4	5
C	3.59900	4	4
C	3.57400	4	8
D	3.26325	4	3
D	3.23650	4	7
E	2.89600	4	2
F	2.60700	4	1

Anexo 2

Peso de la raíz de rábano

2014 1

The SAS System

17:16 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
trat	8	1 2 3 4 5 6 7 8

E			
E	63.6170	4	7
F	51.7330	4	2
G	50.0483	4	1

Anexo 2

IAF del rábano

```

-----
-----
2014 1                               The SAS System                               17:13 Friday, April 30,

                               The ANOVA Procedure
                               Class Level Information
Class          Levels    Values
trat           8         1 2 3 4 5 6 7 8

                               Number of observations    32
-----
-----

```

```

-----
-----
2014 2                               The SAS System                               17:13 Friday, April 30,

                               The ANOVA Procedure

Dependent Variable: gpv

Source          DF          Sum of Squares    Mean Square    F Value    Pr > F
Model          7          0.23920497        0.03417214    443.73    <.0001
Error         24          0.00184825        0.00007701
Corrected Total 31          0.24105322

                               R-Square    Coeff Var    Root MSE    gpv Mean
0.992333      0.673666    0.008776    1.302656

Source          DF          Anova SS    Mean Square    F Value    Pr > F
trat           7          0.23920497    0.03417214    443.73    <.0001

```

2014 3

The SAS System

17:13 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for gpv

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 24
Error Mean Square 0.000077

Number of Means	2	3	4	5	6	7
8 Critical Range	.01281	.01345	.01386	.01416	.01438	.01454
.01468						

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	trat
A	1.452000	4	6
B	1.423500	4	5
C	1.299000	4	4
C	1.297750	4	8
D	1.283500	4	3
E	1.260750	4	7
F	1.220000	4	2
G	1.184750	4	1

Anexo 2

Rendimiento biológico del rábano

2014 1

The SAS System

17:04 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
trat	8	1 2 3 4 5 6 7 8

Number of observations 32

2014 2

The SAS System

17:04 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: gpv

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	249.1451530	35.5921647	552.84	<.0001
Error	24	1.5451390	0.0643808		
Corrected Total	31	250.6902920			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	gpv Mean
0.993836	1.890960	0.253734	13.41825

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	7	249.1451530	35.5921647	552.84	<.0001

2014 3

The SAS System

17:04 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for gpv

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	24
Error Mean Square	0.064381

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8
Critical Range	.3703	.3889	.4009	.4093	.4156	.4205	.4244

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	trat
-----------------	------	---	------

A	17.4458	4	6
B	15.4300	4	5
C	14.9770	4	8
C	14.7995	4	7
D	14.3648	4	4
E	11.4698	4	3
F	10.1945	4	2
G	8.6648	4	1

Anexo 2

Rendimiento de follaje del rábano


```

2014 1                                The SAS System                17:07 Friday, April 30,
                                        The ANOVA Procedure
                                        Class Level Information
Class          Levels  Values
trat           8      1 2 3 4 5 6 7 8
                                        Number of observations    32

```


```

2014 2                                The SAS System                17:07 Friday, April 30,
                                        The ANOVA Procedure
Dependent Variable: gpv
Source          DF          Sum of Squares    Mean Square    F Value    Pr > F
Model           7          33.42493608      4.77499087     451.28     <.0001

```


Anexo 2

Rendimiento de la raíz del rábano

2014 1 The SAS System 17:08 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
trat	8	1 2 3 4 5 6 7 8

Number of observations 32

2014 2 The SAS System 17:08 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: gpv

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	181.8468335	25.9781191	932.35	<.0001
Error	24	0.6687108	0.0278629		
Corrected Total	31	182.5155442			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	gpv Mean
0.996336	1.803228	0.166922	9.256844

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	7	181.8468335	25.9781191	932.35	<.0001

2014 3 The SAS System 17:08 Friday, April 30,

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for gpv

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 24
 Error Mean Square 0.027863

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8
Critical Range	.2436	.2559	.2637	.2693	.2734	.2766	.2792

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	trat
A	13.6413	4	6
B	12.0610	4	5
C	10.4653	4	4
D	8.3758	4	8
D	8.1538	4	3
E	7.7060	4	7
F	7.4165	4	2
G	6.2353	4	1

ANEXO 3: Costos de producción

Tabla 1. Costos de producción para concentraciones de biol.

Costos fijos				
Detalle	Cantidad	Unidad	Costo. Unit.	Total (bs.)
Lechuga suiza	2	Onza	85	170
Rábano	2	onza	12	24
Biol	50	litro	1	50
Total				244
Imprevistos				800
TOTAL				1044

Costos variables				
Detalle	Cantidad	Unidad	Costo. Unit.	Total (bs.)
Mano de obra (sin biol)	2	Jornal	40	80
Mano de obra (con biol)	3	jornal	40	120

Total				200
Imprevistos				450
TOTAL				650

Costos Totales		
Costo		Total
Fijos	Variables	Bs
1011	650	1661

Promedio de temperatura			
Meses	T° Min	T° Max	T° Media
Septiembre	8,1	38,2	23,2
Octubre	7,8	39,7	23,7
Noviembre	7,9	40,3	24,1

ANEXO 6: Datos

temperatura

promedios de

Tabla 2. Datos de temperaturas para los cultivos

