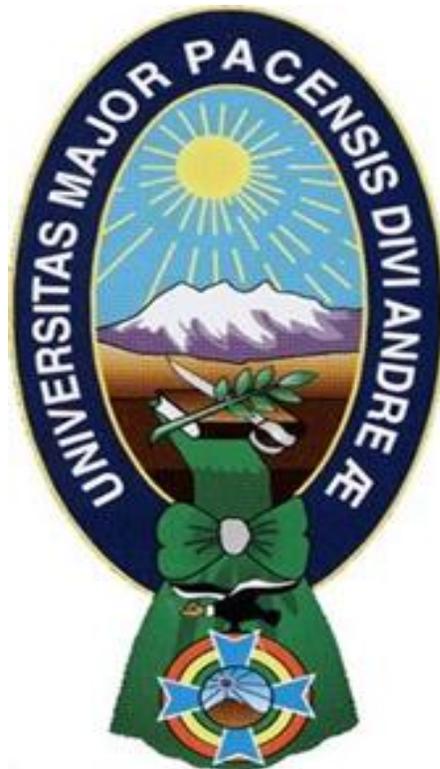


**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE ESPINACA  
(*Spinacea oleracea* L.) CON TRES NIVELES DE BIOL BAJO AMBIENTE  
ATEMPERADO, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA, LA PAZ.**

**Presentado por:**

**EMMANUEL JERSON JAVIER YUPANQUI VARGAS**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2019**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE ESPINACA  
(*Spinacea oleracea* L.) CON TRES NIVELES DE BIOL BAJO AMBIENTE  
ATEMPERADO, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA, LA PAZ.**

Tesis de Grado presentado como requisito  
Parcial para optar el Titulo de  
Ingeniero Agrónomo

**EMMANUEL JERSON JAVIER YUPANQUI VARGAS**

**ASESOR:**

Ing. M. Sc. Estanislao Poma Loza

.....

**REVISORES:**

Ing. MBA Jonhy Cesar Pánfilo Oliver Cortez

.....

Ing. Esther Tinco Mamani

.....

Ing. Williams Alex Murillo Oporto

.....

**APROBADA**

**Presidente Tribunal Examinador**

.....

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2019**

### DEDICATORIA

*Este trabajo se lo dedico a toda mi familia con la mayor estima y aprecio, en especial a la mujer que me enseñó que con esfuerzo se consigue todo, a esa mujer que siempre me dio todo aunque no tuviese nada y que por que Dios así lo quiso ya no se encuentra hoy acompañándome.*

*Para ti abuelita, Telesfora Chauca de Vargas (+), tu eres la persona que me guio siempre y me supo valorar y entender, estás donde estás mamá Teresa, quiero que sepas que me haces mucha falta.*

*“Mamita Teresa, ¡Gracias por mucho y perdón por tan poco!”*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios, por permitirme estar aquí con vida y salud, junto a mi familia y seres queridos.*

*A mis familiares, a todos ellos, pero en especial a mi madre, Silvia Vargas, por estar siempre ahí tendiéndome la mano en todo momento y en todo lugar, a mi padre, Javier Yupanqui, que con mucho esfuerzo me dio la mano para poder culminar una carrera universitaria y así demostrar que con esfuerzo todo es alcanzable, a mi querida abuela Gregoria Aduviri y a mis queridos abuelos, Félix Yupanqui y Hilario Vargas, por estar siempre ahí cuando necesite un lugar donde descansar, o un sitio donde comer.*

*A mi preciada casa de estudios, Universidad Mayor de San Andrés, a mi querida facultad de Agronomía, por recibirme como si fuese mi segundo hogar y formarme para poder servir en esta sociedad.*

*Al Centro Experimental Cota Cota, por permitirme realizar mi investigación en sus instalaciones y así concluir el presente trabajo.*

*Un especial agradecimiento al Ing. Estanislao Poma, quien además de ser mi asesor fue un gran guía y amigo en la parte social y académica.*

*Agradecimientos a mi tribunal revisor a la Ing. Esther Tinco, que me supo entender en el proceso de la elaboración del presente trabajo, al Ing. Cesar Oliver, por las correcciones y las atenciones con la revisión del presente trabajo, y en especial al Ing. Williams Murillo, por ser un amigo durante toda la investigación realizada, viendo siempre que el trabajo se realice de la mejor manera y aconsejándome durante el desarrollo de la misma.*

*A mis queridos amigos y compañeros con los que viví una gran experiencia en esta casa de estudios, siempre los llevare en mi corazón.*

## INDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCION .....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos .....	2
3. REVISION DE LITERATURA .....	3
3.1. La espinaca.....	3
3.1.1. Origen de la espinaca.....	3
3.1.2. Importancia de la espinaca .....	3
3.1.3. Clasificación Taxonómica.....	4
3.1.4. Características de la espinaca.....	5
3.1.5. Descripción botánica .....	6
3.1.6. Requerimientos nutricionales .....	6
3.1.7. Requerimientos edafoclimaticos.....	7
3.1.7.1. Suelo.....	7
3.1.7.2. Clima.....	7
3.1.7.3. Temperatura.....	7
3.1.7.4. pH.....	7
3.1.8. Plagas y enfermedades .....	8
3.1.8.1. Plagas.....	8
3.1.8.2. Enfermedades.....	8
3.1.9. Manejo del cultivo.....	8
3.1.9.1. Almacigo .....	8
3.1.9.2. Siembra .....	9
3.1.9.3. Riego .....	9
3.1.9.4. Cosecha .....	10
3.1.9.5. Almacenamiento.....	10
3.1.10. Variedades .....	11
3.2. Sistemas Atemperados.....	11
3.2.1. Tipos de Ambientes Atemperados .....	12

3.2.2.	Importancia de la Carpa Solar .....	12
3.2.3.	Características Generales de los Ambientes Atemperados .....	13
3.2.3.1.	Orientación .....	13
3.2.3.2.	Cubiertas.....	14
3.2.3.3.	Variables Micro climáticas en Ambientes Atemperados .....	14
3.2.3.4.	Temperatura.....	15
3.2.3.5.	Humedad Relativa .....	15
3.2.3.6.	Luminosidad .....	16
3.2.3.7.	Ventilación .....	16
3.3.	Abonos Orgánicos líquidos (Biol) .....	17
3.3.1.	Composición Química del Biol .....	17
3.3.2.	Factores que afectan la Fertilización Orgánica Líquida .....	18
3.3.2.1.	Fertilización Radicular .....	18
3.3.2.2.	Fertilización en el follaje .....	19
3.3.3.	Absorción de los nutrientes por los órganos de la planta.....	19
3.3.4.	Formas de aplicación de los fertilizantes líquidos .....	20
3.3.4.1.	Aplicación Foliar de fertilizantes líquidos.....	20
3.3.4.2.	Aplicación radicular de fertilizantes líquidos .....	21
3.3.5.	Horarios de Aplicación de fertilizantes líquidos .....	22
3.3.5.1.	Fertilización foliar.....	22
3.3.5.2.	Fertilización radicular .....	23
4.	MATERIALES Y METODOS .....	24
4.1.	Localización.....	24
4.1.1.	Ubicación Geográfica.....	24
4.1.2.	Características Edafoclimáticas de la zona .....	25
4.1.2.1.	Clima.....	25
4.1.2.2.	Suelo.....	25
4.1.3.	Descripción del ambiente atemperado .....	25
4.2.	Materiales.....	26
4.2.1.	Material Vegetal .....	26
4.2.2.	Material Orgánico .....	27

4.2.3.	<b>Material de Campo</b> .....	27
4.2.4.	<b>Material de Gabinete</b> .....	27
4.3.	<b>Metodología</b> .....	28
4.3.1.	<b>Planificación y Preparación</b> .....	28
4.3.1.1.	<b>Selección de las Semillas de las Variedades</b> .....	28
4.3.1.2.	<b>Preparación del Terreno</b> .....	28
4.3.1.3.	<b>Análisis de Laboratorio (BIOL)</b> .....	28
4.3.1.4.	<b>Análisis de Muestreo del Suelo</b> .....	29
4.3.1.5.	<b>Preparación del Biol para la aplicación foliar</b> .....	29
4.3.1.6.	<b>Siembra</b> .....	30
4.3.2.	<b>Labores Culturales</b> .....	30
4.3.2.1.	<b>Riego</b> .....	30
4.3.2.2.	<b>Deshierbe</b> .....	30
4.3.2.3.	<b>Fertilización foliar</b> .....	31
4.3.3.	<b>Cosecha</b> .....	31
4.3.4.	<b>Toma de Datos</b> .....	31
4.4.	<b>Diseño Experimental</b> .....	32
4.4.1.	<b>Modelo Aditivo Lineal</b> .....	32
4.4.2.	<b>Factores de Estudio</b> .....	33
4.4.3.	<b>Características del área Experimental</b> .....	34
4.4.4.	<b>Croquis de la Parcela de Investigación</b> .....	35
4.4.5.	<b>VARIABLES DE RESPUESTA</b> .....	36
4.4.5.1.	<b>VARIABLES FENOLÓGICAS</b> .....	36
4.4.5.1.1.	<b>Porcentaje de Emergencia</b> .....	36
4.4.5.2.	<b>VARIABLES AGRONÓMICAS</b> .....	36
4.4.5.2.1.	<b>Numero de Hojas por Planta</b> .....	36
4.4.5.2.2.	<b>Largo de la Hoja</b> .....	36
4.4.5.2.3.	<b>Área Foliar</b> .....	36
4.4.5.2.4.	<b>Rendimiento de Materia Fresca</b> .....	37
4.4.5.3.	<b>Análisis Económico</b> .....	37
5.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	38

<b>5.1. Temperaturas</b> .....	<b>38</b>
<b>5.2. Variables Fenológicas</b> .....	<b>39</b>
<b>5.2.1. Porcentaje de Emergencia</b> .....	<b>39</b>
<b>5.3. Variables Agronómicas</b> .....	<b>39</b>
<b>5.3.1. Número de Hojas por Planta</b> .....	<b>39</b>
<b>5.3.2. Largo de la Hoja</b> .....	<b>43</b>
<b>5.3.3. Área Foliar</b> .....	<b>44</b>
<b>5.3.4. Rendimiento de Materia Fresca</b> .....	<b>47</b>
<b>5.4. Análisis Económico</b> .....	<b>50</b>
<b>5.4.1. Beneficio Bruto</b> .....	<b>50</b>
<b>5.4.2. Costos Totales</b> .....	<b>51</b>
<b>5.4.3. Beneficio Neto</b> .....	<b>52</b>
<b>5.4.4. Relación Beneficio Costo</b> .....	<b>53</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>54</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>56</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>57</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Tabla 1.</b> Composición nutricional de la Espinaca.....	3
<b>Tabla 2.</b> Fases fenológicas de la Espinaca.....	5
<b>Tabla 3.</b> Rendimiento y densidad de siembra.....	10
<b>Tabla 4.</b> Materiales de Recubrimiento.....	14
<b>Tabla 5.</b> Composición bioquímica de Biol obtenido de ganado lechero.....	18
<b>Tabla 6.</b> Variedades de Espinaca utilizadas en el experimento.....	26
<b>Tabla 7.</b> Análisis de muestreo del suelo.....	29
<b>Tabla 8.</b> Descripción de los tratamientos.....	34
<b>Tabla 9.</b> Porcentajes de Emergencia.....	39
<b>Tabla 10.</b> Análisis de varianza, para la variable Número de hojas por planta.....	39
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza, para la variable Largo de la hoja.....	43
<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza, para la variable Área foliar.....	44
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza, para la variable Rendimiento de materia fresca.....	47
<b>Tabla 14.</b> Beneficio Bruto en una superficie de 1000 m <sup>2</sup> .....	50
<b>Tabla 15.</b> Costos totales en una superficie de 1000 m <sup>2</sup> .....	51
<b>Tabla 16.</b> Beneficio Neto en una superficie de 1000 m <sup>2</sup> .....	52
<b>Tabla 17.</b> Relación beneficio costo por tratamiento.....	53

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización geográfica del experimento.....	24
<b>Figura 2.</b> Croquis de la parcela de investigación.....	35
<b>Figura 3.</b> Fluctuación térmica registrada expresada en °C.....	38
<b>Figura 4.</b> Prueba Duncan variedades. (Número de hojas).....	41
<b>Figura 5.</b> Prueba Duncan Concentración de Biol. (Número de hojas).....	42
<b>Figura 6.</b> Prueba Duncan variedades. (Área foliar).....	45
<b>Figura 7.</b> Prueba Duncan Concentración de Biol. (Área foliar).....	46
<b>Figura 8.</b> Prueba Duncan variedades. (Rendimiento de materia fresca).....	48
<b>Figura 9.</b> Prueba Duncan Concentración de Biol. (Rendimiento de materia fresca).....	49

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto de la aplicación de distintas concentraciones de Biol, en el rendimiento del cultivo de dos variedades de espinaca bajo ambiente atemperado, el experimento se llevó a cabo en el Centro Experimental Cota Cota, dependiente de la Facultad de Agronomía, UMSA.

Se planteó los siguientes objetivos específicos: Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de Biol en la producción de dos variedades de espinaca, determinar la concentración de Biol apropiada para la producción de dos variedades de Espinaca en ambientes controlados, determinar el efecto del Biol en dos variedades de Espinaca sobre los aspectos fisiológicos del cultivo, evaluar la relación beneficio costo.

El trabajo de investigación se realizó en una superficie utilizada fue de 22.5 m<sup>2</sup>. El Diseño estadístico empleado fue Diseño de bloques al Azar (D.B.A.) bi factorial, con arreglo en parcelas divididas, con 8 tratamientos y 3 repeticiones, siendo el Factor A variedades (Quinto y Bolero) y Factor B dosis de Biol a 0%, 25%, 50% y 75%. El método de siembra fue el directo, sin almacigo previo.

Se evaluaron las siguientes variables: número de hojas, largo de la hoja, área foliar y rendimiento de materia fresca; además se realizó un análisis de varianza para cada caso en específico.

Los resultados obtenidos en las variables agronómicas evaluadas mostraron resultados altamente significativos, excepto en la variable número de hojas, pero si hubo resultados altamente significativos en la variable rendimiento de materia fresca, el T6 (Variedad Bolero con aplicación de Biol al 25% de concentración) fue el que presentó un mejor resultado en las cuatro cosechas, con un peso promedio de 2.57 kg/m<sup>2</sup>.

En cuanto al análisis económico del tratamiento T6 (Variedad Bolero con aplicación de Biol al 25% de concentración) obtuvo una relación beneficio/costo de 1.83 siendo el tratamiento más recomendable.

## SUMMARY

The objective of this research work was to evaluate the effect of the application of different concentrations of Biol, on the yield of the cultivation of two varieties of spinach under temperate environment, the experiment was carried out at the Cota Cota Experimental Center, dependent on the Faculty of Agronomy, UMSA.

The following specific objectives were raised: Evaluate the effect of the application of different concentrations of Biol on the production of two varieties of spinach, determine the concentration of Biol appropriate for the production of two varieties of Spinach in controlled environments, determine the effect of Biol In two varieties of Spinach on the physiological aspects of the crop, evaluate the cost benefit ratio.

The research work was carried out in an area used was 22.5 m<sup>2</sup>. The Statistical Design used was Bi-Factor Random Block Design (DBA), according to divided plots, with 8 treatments and 3 repetitions, with Factor A varieties (Fifth and Bolero) and Factor B Biol dose at 0%, 25 %, 50% and 75%. The sowing method was direct, without prior storage.

The following variables were evaluated: number of leaves, leaf length, leaf area and fresh matter yield; In addition, an analysis of variance was performed for each specific case.

The results obtained in the agronomic variables evaluated showed highly significant results, except in the variable number of leaves, but if there were highly significant results in the variable yield of fresh matter, the T6 (Bolero Variety with Biol application at 25% concentration) It was the one that presented a better result in the four harvests, with an average weight of 2.57 kg / m<sup>2</sup>.

Regarding the economic analysis of the T6 treatment (Bolero Variety with Biol application at 25% concentration), it obtained a benefit / cost ratio of 1.83 being the most recommended treatment.

## 1. INTRODUCCION

El Altiplano presenta una serie de factores medio ambientales que limitan la producción de cultivos, para contrarrestar estos factores adversos, se ha intensificado la utilización de ambientes atemperados destinado principalmente a la producción de hortalizas como una alternativa productiva, ya que estos sistemas permiten obtener mayores rendimientos y alta rentabilidad en periodos cortos y en espacios físicos reducidos.

La agricultura orgánica en nuestro país, es de mucha importancia debido a que aporta a la conservación del medio ambiente y ayuda a preservar la salud humana. Por lo tanto los productos orgánicos son saludables y libres de agentes tóxicos, además el aporte de materia orgánica y humus al suelo, permite mayor actividad de microorganismos que contribuyen a mejorar la fertilidad del suelo, ya que la aplicación de productos químicos ha provocado resultados desfavorables, contaminando suelos y también el agua.

Así mismo siguiendo el sendero de la convivencia armoniosa con la naturaleza, la población se ha convertido en un consumidor de productos que sean de origen orgánico siendo para esto necesario la producción de abonos orgánicos como es el caso del Biol.

La Espinaca (*Spinacea oleracea*) debido a su rápido crecimiento, por ser un cultivo de hoja la producción es muy dependiente de la fertilización nitrogenada, para ello es necesario utilizar un fertilizante con alto valor nutricional en nitrógeno. En tanto los abonos orgánicos anaeróbicos tienen una gran cantidad de nitratos en su composición, siendo así una de las formas de sustentar los requerimientos nutricionales de la Espinaca.

Es necesario contar con la investigación de variedades híbridas de la Espinaca ya que es requerida de manera constante en el mercado, por lo cual se plantea el uso de abonos orgánicos líquidos, los cuales son de preparación sencilla y económica, esto permite que su uso sea aceptado principalmente por pequeños agricultores, promoviendo así la producción orgánica de este cultivo.

En tal caso el presente trabajo investigativo trata de aportar información sobre el desarrollo y fisiología de las variedades híbridas Bolero y Quinto sembradas

directamente en campo bajo ambiente atemperado. Para así determinar el efecto del Biol sobre las mismas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

- Evaluar el rendimiento de dos variedades de Espinaca (*Spinacea oleracea* L.) con tres niveles de Biol bajo ambiente atemperado, en el Centro Experimental Cota Cota, La Paz.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la concentración de Biol apropiada para la producción de dos variedades de Espinaca en ambientes protegidos.
- Determinar el efecto del Biol en dos variedades de Espinaca sobre las variables agronómicas del cultivo.
- Evaluar la relación beneficio costo.

### 3. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1. La espinaca

##### 3.1.1. Origen de la espinaca

Su origen está centrado en el sudoeste asiático, fue introducida en España por los árabes en el siglo XI y posteriormente a Europa, siendo citadas sus semillas en el siglo XIII por Alberto Magno. (Borrego, 1995)

La espinaca, originaria de Persia, se conoce por su riqueza en hierro, pero también por su aptitud para acumular nitratos. (Claude, 1997)

##### 3.1.2. Importancia de la espinaca

La espinaca, es considerado un cultivo que siempre está disponible en las despensas para la preparación de distintos platos, ensaladas, o incluso es utilizado en el ámbito medicinal para su uso en el tratamiento de diferentes dolencias.

Según Eroski, (2018) citado por Quisbert, (2018) mención que la riqueza vitamínica, las espinacas presentan cantidades elevadas de provitamina A y de vitaminas C y E, todas ellas de acción antioxidante. Asimismo, es muy buena fuente de vitaminas del grupo B como folatos, B2, B6 y, en menor proporción, también se encuentran B3 y B1. Los detalles se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1.** *Composición nutricional de la espinaca.*

<b>Composición por 100 gramos de porción comestible</b>	
Energía (Kcal)	22
Agua (ml)	91.6
Proteínas (g)	2.5
Hidratos carbono (g)	2
Fibra (g)	1.8
Potasio (mg)	633
Magnesio (mg)	58
Calcio (mg)	126
Hierro (mg)	3.0-3.1
Vitamina A (mcg de Eq. de retinol)	542
Folatos (mcg)	150
Vitamina C (mg)	35

**Fuente:** Eroski, (2018) mencionado por Quisbert, (2018)

Messiaen, (1979) indica que desde el punto de vista nutritivo, las plantas tradicionalmente utilizadas como espinacas contiene de 6 a 12% de materia seca, con un contenido de proteínas del 25% (tanto como la materia seca de los granos de leguminosas). Estas proteínas pertenecientes a células con intenso metabolismo, son más ricos en metionina (entre otras) que las de los cereales o leguminosas.

El cultivo de espinaca aporta a la alimentación fibras vegetales y beta-carotenos, estos últimos compuestos son precursores de la vitamina A y con importante actividad como antioxidantes en el organismo humano. Contiene más Fe y Ca que otros vegetales, por la forma en que estos se encuentran, unidos a otras sustancias naturales del vegetal. (Serrano, 1980)

También es utilizado en la medicina ya que es bueno para la artritis, reumatismo, inflamación intestinal, estreñimiento, diarrea, debilidad, anemia, hemorroides y enfermedades de la piel, por su contenido alto de hierro. (Torres, 1994)

### **3.1.3. Clasificación Taxonómica**

Según Borrego, (1995) describe y verifica taxonómicamente a la espinaca de la siguiente manera:

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Division:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Caryophyllales
<b>Familia:</b>	Amaranthaceae
<b>Género:</b>	Spinaceae
<b>Nombre científico:</b>	<i>Spinacea olerácea</i> L.
<b>Nombre común:</b>	Espinaca

### 3.1.4. Características de la espinaca

**Tolerancia al frío**, entre las principales hortalizas de clima frío, cuya temperatura media mensual es de 15 a 18 °C está la espinaca. (Valadez, 1996)

Las variedades propias de invierno soportan temperaturas bajas que pueden llegar a 5 °C por debajo de 0 sin llegar a dañarse. (Serrano, 1980)

**Tolerancia a la salinidad**, el cultivo de la espinaca tiene una tolerancia de 10 a 12 mmho pero esta depende de las condiciones de clima, condiciones del suelo y prácticas de manejo. (Valadez, 1996)

Según López, (1994) el cultivo de la espinaca, con distancia entre plantas de 25 – 30 cm, pasa por las diferentes fases fenológicas descritas en la tabla 2.

#### Tabla 2.

*Fases fenológicas de la Espinaca.*

Días de germinación :	7 - 12 días
Duración de la primera cosecha :	45 - 50 días
Ciclo de vida :	3 - 5 meses
Número de cosechas :	4 - 6 cosechas
Rendimiento por surco de 30,5 m :	18,4 kg

**Fuente.** López, (1994)

Según Borrego (1995), también poseen las siguientes características.

**Forma**, existen cultivares erectos, semipostrados o postrados.

**Tamaño y peso**, el tamaño de las hojas depende mucho de la variedad y el tipo de nutrientes a disponibilidad y puede llegar a pesar 20 g la hoja.

**Color**, es de color verde claro o verde oscuro dependiendo de la variedad.

**Sabor**, como la mayoría de las hortalizas es de sabor muy agradable, dulce y jugoso.

### 3.1.5. Descripción botánica

Según Borrego, (1995) las características botánicas de la Espinaca son:

**Raíz**, pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial.

**Tallo**, el tallo es corto y rudimentario, llegando a medir de 5 a 10 cm.

**Hojas**, forma en primer lugar una roseta de hojas pecioladas con un limbo que puede ser más o menos sagitado, triangular - ovalado o triangular acuminado. En esta fase de roseta la planta puede alcanzar una altura de 15 a 25 cm de altura.

**Flor**, forma un escapo floral que puede alcanzar un porte superior a los 70 cm, las flores son verdosas y es importante señalar que se trata de una especie dioica.

**Semillas**, de forma lenticular, lisa en unas variedades y espinosa en otras. Como término medio tienen una capacidad germinativa de 4 años, 1 g puede contener unas 115 semillas.

La espinaca es una planta anual, dioica y monoica. De acuerdo con el sexo de la espinaca, según Valadez, (1993) se presentan cuatro tipos de plantas:

- Plantas masculinas, producen solamente flores masculinas.
- Plantas masculinas vegetativas, presentan más follaje.
- Plantas monoicas, presentan flores masculinas y femeninas, este tipo de plantas muestran buen desarrollo de follaje.
- Plantas femeninas, estas producen solamente flores femeninas, su follaje es muy frondoso y mejor que el de los otros tres tipos

### 3.1.6. Requerimientos nutricionales

Serrano, (1976) indica que las dosis de abonado que se aplique dependerán de la fertilidad del suelo, pueden recomendarse las cantidades siguientes: 75 kg/ha de N, 30 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 100 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

El mismo autor señala que, cuando se trata de cultivo intensivo en ambiente atemperado y la recolección de hojas es escalonada, las dosis son: 150 kg/ha de N, 50 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

### **3.1.7. Requerimientos edafoclimaticos**

#### **3.1.7.1. Suelo**

La Espinaca es exigente en la naturaleza de los suelos, tienen fuertes necesidades de nitrógeno y materia orgánica. Requiere buena estructura y un perfecto drenaje no soporta los encharcamientos, también es necesario que los suelos, no se sequen rápidamente, ya que influye bastante en la calidad del producto obtenido. No le van bien en suelos muy arcillosos ni los muy arenosos. La falta de cal en el suelo da lugar a una subida rápida de la flor ya que las hojas están poco lozanas. Es una planta resistente a la salinidad. (Serrano, 1980)

#### **3.1.7.2. Clima**

Se logra un ritmo de crecimiento óptimo durante un tiempo relativamente frío; resistente a las heladas cuando estos no son de gran magnitud. Las temperaturas medias para el crecimiento son las siguientes: óptimo de 15 a 18 °C, máximo de 24 °C y mínimo 5 °C. La floración de espinaca es foto y termo dependiente, se requiere días de fotoperiodo largo y temperaturas mayores a los 15 a 18 °C. (Vigliola, 1992)

#### **3.1.7.3. Temperatura**

Vigliola, (1992) indica que, la temperatura adecuada para el desarrollo de la espinaca es de 16 a 18 °C en condiciones de fotoperiodo largo mayores a 12 horas y temperaturas mayores a 26 °C, emite el vástago floral y con fotoperiodos cortos se mantiene vegetativamente.

#### **3.1.7.4. pH**

Al cultivo de espinaca no le convienen valores del pH inferior a 6. Los suelos excesivamente alcalinos pueden provocar problemas de clorosis férrica. Los suelos

ácidos originan un cierto enrojecimiento peciolar, resistente a la salinidad. (Borrego, 1995)

### **3.1.8. Plagas y enfermedades**

#### **3.1.8.1. Plagas**

Valadez, (1993) indica que, la Espinaca presenta problemas de insectos plaga principalmente en estado de plántula. (Primeros 15 días después de la emergencia)

Entre los insectos plaga que ataca al cultivo de la espinaca son:

- Pulga saltona (*Chaetocnema confinis* Crotch)
- Diabrotica (*Diabrotica* spp.)
- En menor importancia figuran los pulgones (*Brevicoryne* spp.)

#### **3.1.8.2. Enfermedades**

En enfermedades los problemas prioritarios son la mancha de la hoja (*Cercospora beticola* Sacc), para las que se recomiendan aplicaciones calendarizadas de fungicidas preventivos. (Valadez, 1993)

Serrano, (1976) indica que, las enfermedades criptogámicas, los hongos *Fusarium* y Oídio, es peligroso en los primeros períodos de desarrollo de la planta y en el fin de ciclo. Como medio de control de estas enfermedades se aconseja hacer desinfección de las semillas y no cultivar el terreno con espinacas durante algunos años en aquellos casos en los que se presuman tales infecciones en el suelo.

### **3.1.9. Manejo del cultivo**

#### **3.1.9.1. Almacigo**

Cuando la siembra se hace en surcos pequeños, se separan éstos entre sí de 5 a 10 cm, según las características de la variedad elegida. La profundidad de siembra es aproximadamente de 1 cm, la cantidad de semilla depende de la época, tamaño de grano, tipo de almaciguera. (Serrano, 1980)

Valdez, (1998) indica que, aproximadamente se puede sembrar aproximadamente 500 semillas/m<sup>2</sup>, dependiendo las condiciones de la almaciguera, se puede sembrar más dependiendo las necesidades productivas.

Las plantas tardan en emerger de 10 a 20 días según las temperaturas ambientales. (Valadez, 1996)

### **3.1.9.2. Siembra**

Vigliola, (1992) indica que, cuando la siembra se hace con el fin de recolectar escalonadamente las hojas, la cantidad de semilla que se emplea es de 40 kg/ha.

Según Serrano, (1976) cuando la siembra se hace en líneas, se separan éstas entre si 25 a 35 cm, la profundidad de siembra es aproximadamente de 2 cm, la cantidad de semilla empleada en la siembra depende de la época, forma de sembrar sea chorrillo o voleo, intensidad de cultivo, tamaño de grano y variedad.

Valdez, (1998) Indica que, se puede explotar durante todo el año donde se debe tomar en cuenta el foto periodo largo y calor.

### **3.1.9.3. Riego**

Serrano, (1976) indica que, la espinaca no tolera los excesos de agua, para un desarrollo rápido necesita humedad en el suelo, no es muy exigente en riego, deben ser de poco volumen y frecuentes. El riego por aspersion puede ser una buena alternativa para la producción.

Valadez, (1993) indica que, se le pueden aplicar en general de 4 a 6 riegos, dependiendo de la textura del suelo, época del año y cultivar, habiendo en cada riego un intervalo promedio de 17 días.

Regando el cultivo con frecuencia se pueden obtener buenos rendimientos y plantas ricas en hojas carnosas. Los periodos de sequía e irrigación alternantes favorecen la eclosión del tallo. Las espinacas de invierno necesitan de un muy buen drenaje, así como de cierta protección, desde mediados del otoño hasta principios de la primavera. (SEMTA, 1993)

#### 3.1.9.4. Cosecha

Según Serrano, (1976) la recolección puede hacerse una vez o cortando escalonadamente las hojas a medida que éstas van creciendo. Si la recolección se hace de una sola vez, puede cortarse la planta por debajo del cuello o arrancándola de raíz. Si se recolectan cortando las hojas escalonadamente, puede hacerse 5 a 7 veces, según la fecha estacional.

**Tabla 3.**

*Rendimiento y densidad de siembra.*

Hortaliza	Rendimiento kg/ha	Distancia surco m	Distancia plantas cm	Profundidad de siembra cm
Espinaca	5.000	0,46 – 0,92	5 - 10	0,6

**Fuente:** Serrano, (1976).

La producción media en cultivo extensivo es de 10.000 kg/ha; en cultivo intensivo, puede obtenerse de 15.000 a 20.000 kg/ha. (Torres, 1994)

Carambula, (1981) citado por Morales, (1992) manifiesta que, el rendimiento de un cultivo está íntimamente ligado con la asimilación de nutrientes alcanzados durante el desarrollo vegetativo, así como con la forma en que dicho material es distribuido entre las estructuras cosechables y el resto de la planta.

#### 3.1.9.5. Almacenamiento

La espinaca es un producto muy perecedero, que no puede conservarse mucho tiempo por su altísimo metabolismo que causa el rápido decaimiento. En los casos, cuando la duración de transporte desde el lugar de producción hasta el de consumo es de varios días, se acostumbra recubrir la parte superior de las cajas con hielo picado para mantener la temperatura del medio del transporte alrededor de los 4-5°C, con lo que se asegura que la mercancía llegará al mercado de consumo en buenas condiciones de conservación. (Leñano, 1973)

### 3.1.10. Variedades

Las variedades disponibles son muy numerosas y se las puede clasificar de acuerdo a algunos aspectos como: época de siembra, forma de las hojas, aspecto del cogollo y del tallo. (Agroalimentación, 2009)

Existen varias pautas para clasificar los cultivares de espinacas. En función de las hojas: de hojas lisas y de hojas crespas; de la semilla: de grano redondeado y liso; de la época de producción: de invierno y verano. (Giacconi y Escaff, 1998)

Gonzales, (2003) clasifica las variedades de espinaca por el tipo de hoja que presentan, las cuales son descritas a continuación:

- **Hojas lisas. (Nordic, Bolero)** de muy buen rendimiento, color verde claro y utilizado para mercado en fresco y en la agroindustria.
- **Hojas crespas. (Olympia, Baker, Royalty, Quinto)** se desarrollan entre 40 y 50 días, consideradas muy productivas; de uso en fresco y agroindustrial, de colores verde oscuros.
- **Hojas semi-crespas. (Shasta, Condesa, Viroflay)** Son las variedades más empleadas, de color verde intenso, con hojas redondeadas y semi-erectas, aunque con ciclos más largos especialmente porque tiene una larga duración en pos cosecha.

### 3.2. Sistemas Atemperados

FAO, (1990) indica que, los sistemas de cultivos atemperados surgen en el país como respuesta a la frustración de no poder encarar problemas estructurales en el altiplano. Sin embargo, aunque los ambientes atemperados no pueden solucionar problemas de fondo, si pueden tener importancia en el rol de desarrollo.

Hartman, (1990) manifiesta que, los ambientes protegidos son construcciones que permite la producción de cultivos más delicados, tienen como objetivos:

- Conseguir producciones en zonas cuyo clima no le permite al aire libre.
- Conseguir producciones en zonas en que se producen normalmente al aire libre pero en épocas distintas de la habitual, con el fin de presentar productos fuera de temporada,

### **3.2.1. Tipos de Ambientes Atemperados**

Hartman, (1990) indica que, en el Altiplano Boliviano, se ha desarrollado diferentes tipos de carpas solares. Las más comunes son; túnel, medio túnel y dos aguas y el que mejor resultado dio es media agua. La construcción es por lo general sencilla donde se utiliza adobes para los muros, madera o fierro de construcción par el armazón del techo y agrofilm o calamina plástica para la cubierta.

La tecnología de protección de cultivos en nuestro país, se ha basado en la implementación de diferentes modelos de invernaderos y carpas solares adaptados 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 las siguientes: tipo túnel, medio túnel, media caída, doble caída, walipini y de camas protegidas. Cada tipo cuenta con características propias. (Blanco, 1999)

Existen distintos tipos de construcciones como invernaderos, ambientes protegidos, carpas solares, con el fin de proteger las cosechas, conseguir un adelanto o retraso de su ciclo, controlar riego humedad y radiación. Los ambientes protegidos son cubiertas que evitan el descenso de temperaturas a niveles críticos, la energía solar es la fuente para calentar estos ambientes, siendo los más comunes en la región andina de Bolivia. (Valdez, 1998)

### **3.2.2. Importancia de la Carpa Solar**

La construcción de carpas solares, tiene importancia desde punto de vista económico, social y técnica, ya que permitirá obtener excelentes rendimientos y posteriormente comercializarlos. Por otra parte, como alternativa de producción absorbe mano de obra desocupada: tanto de jornaleros y técnicos que se requiere para la atención o explotación de la carpa solar. Finalmente para tener el éxito deseado es importante

tener conocimientos técnicos tanto en construcción como en la producción para no entrar en fracasos lo que conlleva a frustraciones. (Hartman, 1990)

Flores, (1999) sostiene que, los ambientes atemperados tienen grandes ventajas a comparación de cultivos a campo abierto:

- Es un sistema de producción agro ecológica por que se utiliza materia orgánica, clima adecuado y agua pura.
- Menores costos de producción, restringiendo para la producción el uso de agro-químicos, pesticidas etc.
- Es una actividad que involucra producción escalonada durante todo el año.
- En las estaciones críticas se puede cultivar hortalizas que de ninguna manera crecen a campo abierto.
- La calidad de producto es bueno, en cuanto al tamaño, peso, color, sabor y madurez.
- La incidencia del ataque de plagas y enfermedades es menor por lo que se puede controlar por métodos naturales.
- Los productos están fuera de contaminación atmosférica y química.

### **3.2.3. Características Generales de los Ambientes Atemperados**

#### **3.2.3.1. Orientación**

Flores, (1996) indica que, un ambiente atemperado debidamente orientado permitirá captar la mayor concentración de luz y temperatura, durante mayor tiempo, lo que favorecerá obtener cultivos y plantas con un buen desarrollo vegetativo obteniendo excelentes resultados.

Hartman, (1990) comenta que, la lámina de protección o techo de un ambiente atemperado, en el hemisferio sur debe orientarse hacia el norte, con el objeto de captar

la mayor cantidad de radiación solar, de esta manera, el eje longitudinal está orientado de este a oeste.

Guzmán, (1993) indica que, en el hemisferio sur la superficie transparente de la carpa debe estar orientado hacia el norte.

### 3.2.3.2. Cubiertas

Flores, (1996) menciona que para construir una carpa solar por la forma de techo, previamente se debe tomar en cuenta el material con el cual se va a cubrir el techo, en la tabla 4 se da a conocer las características de ellos:

**Tabla 4.**

*Materiales de Recubrimiento.*

<b>Materiales</b>	<b>Infraestructura Techo</b>	<b>Resistencia año</b>	<b>Costo</b>	<b>Color</b>	<b>Transparencia</b>
Vidrio	Requiere	5 a 10 años	Caro	Blanco	No filtra los rayos UV.
Calamina plástica	Requiere	5 a 10 años	Caro	Amarillo	Filtra los rayos UV.
Plástico con burbujas	No requiere	1 a 2 años	Barato	Blanco	No filtra los rayos UV.
Agrofilm plastic 200 a 250 µm	No requiere	3 a 4 años	Barato	Amarillo	Filtra los rayos UV.

**Fuente:** Díaz (1997).

Hartman, (1990) desde el punto de vista técnico la transparencia de los materiales de recubrimiento debe ser una de las características más importantes a considerarse, al elegir el techado, ya que de ella dependen las condiciones para el desarrollo de las especies cultivadas, entre los mismos tenemos vidrio, calamina plástica y polietileno Agrofilm, este último resulta la cubierta más económica y de mayor uso.

### 3.2.3.3. Variables Micro climáticas en Ambientes Atemperados

Guzmán, (1993) indica que, un ambiente atemperado facilita el mantenimiento de ciertos parámetros físicos, los cuales nos proporcionan condiciones óptimas para el

desarrollo de las plantas que cultivamos en su interior o al menos en unas condiciones ventajosas respecto al ambiente exterior.

Los parámetros físicos juegan un papel dominante y no son independientes entre sí, en cuanto intervenimos para modificar uno, los otros pueden verse afectados, entre los mismos tenemos a la temperatura, humedad, luminosidad y ventilación. (FAO., 2004)

Valdez, (1998) indica que, comportamiento y buen desarrollo de los cultivos en un ambiente atemperado, dependerán directamente de los factores micro climáticos y las fluctuaciones de estos, provocando óptimos o deficientes rendimientos.

#### **3.2.3.4. Temperatura**

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 impermeabilidad 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.

Serrano, (1976) indica que la temperatura influye en las funciones vitales vegetales, transpiración, respiración y fructificación. Las temperaturas máximas y mínimas que soportan la mayoría de los vegetales están comprendidas entre 0 y 70 °C, fuera de éstos límites casi todos los vegetales mueren o quedan en estado de vida latente.

La temperatura tiene mucha importancia en el desarrollo de las plantas, afecta a la intensidad y velocidad de los procesos fisiológicos, actúa en forma directa sobre la humedad y la evaporación incidiendo en el crecimiento vegetal. (Flores, 1999)

#### **3.2.3.5. Humedad Relativa**

Bernat, (1987) comenta que, la humedad relativa es la relación entre la masa de vapor de agua por m<sup>3</sup> de aire, y la que existiría si el vapor estuviera saturado a la misma temperatura.

Serrano, (1976) menciona que, la humedad de la atmósfera del invernadero interviene en la transpiración, en el crecimiento de los tejidos, en la fecundación de las flores y en el desarrollo de enfermedades criptogámicas.

Para Hartman, (1990) la mayoría de las plantas se desarrollan bien en ambientes donde la humedad relativa del aire fluctúa entre 30 y 70%; debajo de 30%, las hojas y tallos se marchitan, con humedad por encima de 70%, la incidencia de enfermedades es un serio problema.

#### **3.2.3.6. Luminosidad**

Serrano, (1979) comenta que, la luminosidad interviene en la fotosíntesis y en el fotoperiodo que es la influencia que tiene la duración del día solar en la floración de los vegetales, también en el fototropismo, en el crecimiento de los tejidos, en la floración y en la maduración de los frutos.

Bernat, (1987) indica que, la luz es la banda del espectro electromagnético comprendido entre los 360 nm y los 760 nm correspondientes a las longitudes de onda del rojo al violeta, pero cuando se trata de luz para las plantas se acepta el término luz desde 320 nm hasta 800 nm.

En los cultivos bajo invernadero deben cuidarse los mínimos de intensidad luminosa, así como el número de horas necesario con ese mínimo de intensidad, para un correcto crecimiento de nuestro cultivo o floración, dado que en el interior del invernadero tendremos menor iluminación, por la absorción de la cubierta y lo habitual empañado de humedad en el interior de la misma. (Alpi, 1991)

Hartman, (1990) indica que, un ambiente atemperado debe captar la máxima radiación solar posible y procurar que esta llegue al terreno de cultivo y a los colectores de calor.

#### **3.2.3.7. Ventilación**

Según Bernat, (1987), la ventilación es el procedimiento de renovar el aire dentro del recinto del invernadero con lo cual actuamos simultáneamente sobre la temperatura, la humedad relativa y el porcentaje de dióxido de carbono y de oxígeno en el recinto, por estas razones, la ventilación puede ser natural o forzada.

Hartman, (1990) indica que, es el intercambio de aire y la humedad relativa de un ambiente atemperado, es decir, es la mezcla con el aire del exterior. Esto optimiza el crecimiento de las plantas.

Guzmán, (1993) comenta que, todos los invernaderos requieren de un eficiente sistema de ventilación por tres razones fundamentales:

- Para abastecimiento de dióxido de carbono utilizado por las plantas en el proceso de la fotosíntesis.
- Para limitar y controlar la elevación de la temperatura del aire.
- Para reducir la humedad procedente de la transpiración de las plantas.

### **3.3. Abonos Orgánicos líquidos (Biol)**

Los abonos orgánicos líquidos, también conocidos como Biol, Biofertilizante o Biopreparado son obtenidos a partir de la descomposición anaeróbica de materia orgánica y su uso se ha vuelto muy popular en todo Latinoamérica, especialmente entre los pequeños productores. (Restrepo, 2001)

El Biol se obtiene como un residuo de la producción del biogás en un biodigestor y consiste en una solución acuosa diluida, que se usa como abono foliar. (Guerrero, 1993)

El biol es considerado también como una fuente orgánica de fitorreguladores que en pequeñas cantidades estimulan el desarrollo de las plantas como el enraizamiento, incremento de biomasa radicular y foliar, mejorando la floración y activando el vigor y poder germinativo de las semillas, traducándose todo esto en un aumento significativo de las cosechas. (Gomero, 1999)

#### **3.3.1. Composición Química del Biol**

Según Suquilanda, (1995) los componentes del Biol ya preparado son los que están presentados en la tabla 5.

**Tabla 5.**

*Composición bioquímica de Biol obtenido de ganado lechero.*

<b>Componentes</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Total sólidos	%	5.6
M.O.	%	38.0
Fibra	%	20.0
N	%	1.6
P	%	0.2
K	%	1.5
Ca	%	0.2
S	%	0.2
AIA	Mg/g	12.0
Gib	Mg/g	9,7
Purinas	Mg/g	9.3
Tiamina (B1)	Mg/g	187.5
Riboflavina (B2)	Mg/g	83.3
Piridoxina (B6)	Mg/g	33.1
Ac. Nicotínico	Mg/g	10.8
Ac. Fólico	Mg/g	14.2
Cisteína	Mg/g	9.2
Triptofano	Mg/g	56.6

**Fuente:** Suquilanda, (1995).

### **3.3.2. Factores que afectan la Fertilización Orgánica Líquida**

#### **3.3.2.1. Fertilización Radicular**

Chilón, (1997) indica que los factores que afectan la fertilización radicular son:

- Tipo de suelo: Las características del suelo determinan en gran medida la dosis a utilizar, en el que se tiene en cuenta su fertilidad actual y su potencial, donde representa un papel fundamental el análisis del suelo.

- Tipo de cultivo: Cada cultivo posee una exigencia nutricional determinada y extrae del suelo los elementos esenciales en distintas proporciones; así, las gramíneas necesitan más nitrógeno que las leguminosas, las cuales demandan una mayor cantidad de fósforo asimilable.
- Tipo de fertilizante: Los distintos tipos de fertilizantes permiten alcanzar los objetivos propuestos. Sin embargo, es necesario considerar el comportamiento del fertilizante de modo que este sea compatible con las características del suelo.

### **3.3.2.2. Fertilización en el follaje**

Chilón, (1997) indica que los factores que afectan la fertilización en el follaje son:

- Temperatura: A medida que aumenta, por ejemplo, entre los 20 y 26 °C la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada. Después de los 28°C, comienza a producirse un secado superior disminuyendo la penetración de la solución.
- Humedad relativa: Al aumentar la humedad relativa se posibilita la mayor penetración de las gotas de solución en la superficie foliar, aumentando la posibilidad de absorción.
- Edad de la hoja: Las hojas jóvenes tienen una mayor absorción, que las hojas viejas.
- Luz: Al existir una óptima fotosíntesis, habrá energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

### **3.3.3. Absorción de los nutrientes por los órganos de la planta**

Las hojas son capaces de absorber diversas sustancias aportadas por el polvo o la lluvia sobre todo en epifitas (plantas que viven sobre las partes aéreas de otras plantas), pero también en plantas arraigadas en el suelo. Esta capacidad permite que las plantas absorban diversas sustancias que aplicadas sobre la parte aérea del cultivo actuarán como fertilizantes, herbicidas. (Pérez, 1994)

Para un aprovechamiento óptimo de la planta y un potencial mínimo de contaminación del medio ambiente, el agricultor debe suministrar los nutrientes en el momento preciso que el cultivo lo necesite. Esto es de gran relevancia para los nutrientes móviles como el nitrógeno, que pueden ser fácilmente lixiviados del perfil del suelo, si no es absorbido por las raíces de las plantas. FAO, (2002) mencionado por Quispe, (2005).

Chilón, (1997), menciona que entre las partes aéreas de las plantas, las hojas son más activas en la absorción de las sustancias aplicadas, pues tienen una mayor superficie expuesta. La efectividad de la fertilización foliar depende de un gran número de medidas, de la gran cantidad absorbida de la sustancia a través de la superficie y de su traslado por los conductos floemáticos, requiriendo un gasto de energía metabólica. Estas sustancias nutritivas deben de atravesar la cutícula, las paredes y la membrana plasmática hasta llegar al interior de la hoja.

### **3.3.4. Formas de aplicación de los fertilizantes líquidos**

#### **3.3.4.1. Aplicación Foliar de fertilizantes líquidos**

Con determinados fertilizantes, pueden aplicarse nutrientes solubles en agua directamente en la porción aérea de la planta. Los nutrientes deben penetrar la cutícula de la hoja o los estomas y luego entrara en las células. Este método proporciona una rápida utilización de los nutrientes y permite la corrección de las deficiencias observadas en menos tiempo del que sería requerido por los tratamientos del suelo. (Tisdale, 1991)

Denisen, (1987) indica que la aspersión al follaje es una fertilización a través de las hojas. Los fertilizantes aplicados en esta forma deben ser sumamente solubles y no cáusticos para la superficie foliar. El principal argumento para el empleo de la aspersión al follaje es la absorción más rápida de los nutrimentos en las partes áreas donde son necesarios.

Melgar, (2005) menciona que la aplicación foliar es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar

la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces.

En cuanto a las ventajas indica que se destaca que la fertilización foliar de micronutrientes ha demostrado ser positiva cuando las condiciones de absorción desde el suelo son adversas; por Ej. Sequía, encharcamientos del suelo o temperaturas extremas. Por la menor capacidad de absorción de las hojas en relación a las raíces, las dosis son mucho menores que las utilizadas en aplicaciones vía suelo. Es mucho más fácil obtener una distribución uniforme, a diferencia de la aplicación de granulados o en mezclas físicas, la respuesta al nutriente aplicado es casi inmediata.

Serrano, (1980) menciona que las aplicaciones foliares es el método más eficiente de suministro de micronutrientes (pero también de nitrógeno o NPK en una situación crítica para el cultivo). Que son necesariamente en cantidades pequeñas y suelen llegar a ser indisponibles si son aplicados en el suelo.

Por otra parte Vigliola, (1992) señala que este método de aplicación de nutrientes solo se emplea como un complemento de la fertilización básica del suelo, y no puede utilizarse como reemplazante del método convencional ya que las unidades de nutrientes aplicadas en cada pulverización debe ser bajas por los riesgos de provocar quemaduras en el borde foliar en el caso de usar soluciones muy concentradas.

#### **3.3.4.2. Aplicación radicular de fertilizantes líquidos**

Tisdale, (1991) indica que la aplicación de soluciones nutritivas alrededor de las raíces en los cultivos vegetales ha sido ampliamente utilizada en trasplante tales como tomates y pimientos.

El mismo autor menciona que se ha observado que las plantas recuperan más rápido del shock de trasplantación cuando se utilizan soluciones de arranque. Han sido también obtenidas en varias ocasiones los cultivos maduran en un tiempo más temprano. La razón para las respuestas observadas es que probablemente que los trasplantes tienen un sistema de raíces limitado y, en consecuencia, una capacidad limitada para la absorción de agua y de nutrientes. La adición de una solución diluida en

estos nutrientes para la planta en el tiempo de la plantación haría posible para dicha planta absorber estos elementos con mayor rapidez.

Así mismo Denisen, (1987) indica que las aplicaciones de fertilizantes líquidos se emplean a veces para favorecer una mayor profundidad de penetración, también facilitan la aplicación mediante un sistema de riego. Estos fertilizantes son sumamente solubles y rápidamente penetran en las partes de absorción de las raíces, de esta forma producen una respuesta rápida en las plantas en crecimiento.

Domínguez, (1996) Indica que, la fertirrigación es la aplicación de los fertilizantes, más concretamente de los elementos nutritivos que precisan los cultivos junto con el agua de riego. Se trata por tanto de aprovechar los sistemas de riego como medio para la distribución de estos elementos nutritivos.

Por otra parte Serrano, (1980) señala que las sales disueltas en el agua del suelo son absorbidas por los pelos absorbentes de las raíces mediante el fenómeno de osmosis. El movimiento de las moléculas a través de las membranas celulares necesita energía que es cedida por el proceso de respiración. Este proceso de absorción y movimiento a través de planta está muy influenciado por la temperatura y la humedad del suelo y aun por la luminosidad y concentración de CO<sub>2</sub> en la atmosfera que rodea la parte vegetal.

### **3.3.5. Horarios de Aplicación de fertilizantes líquidos**

#### **3.3.5.1. Fertilización foliar**

Si la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos en los cultivos es foliar los mejores horarios para hacer esta tarea son las primeras horas de la mañana hasta más o menos las 10 de la mañana, después de las 4, para aprovechar que hay una mayor apertura de los estomas (donde hay difusión de elementos vía foliar). Se recomienda que su aplicación sea realizada preferentemente de la parte de abajo de las hojas hacia arriba. (Restrepo, 2002)

### **3.3.5.2. Fertilización radicular**

La aplicación radicular, se debe hacer sobre la cobertura verde del mismo o sobre la propia superficie del suelo después de haber realizado una carpida de las malezas, lo que estimula la eco evolución mineral y biológica de la formación de los suelos fértiles, nutritivamente diversificados y más profundos.

Otra forma de aplicar de forma indirecta sobre el suelo, es aplicándolos a los materiales orgánicos. Finalmente pueden ser aplicados vía fertirriego, goteo dirigido y de forma nebulizada en invernaderos. (Restrepo, 2002)

## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. Localización

#### 4.1.1. Ubicación Geográfica

El estudio se realizó en los predios del Centro Experimental Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Mayor de San Andrés, el cual se localiza en el municipio de nuestra señora de La Paz, que se encuentra ubicada en la provincia Murillo del departamento de La Paz, situada a unos 15 km de la ciudad de La Paz. Geométricamente situado a  $16^{\circ}32'04''$  de latitud Sur y  $68^{\circ}03'44''$  de longitud Oeste y una altitud de 3445 msnm.



**Figura 1.** Localización geográfica del experimento.

**Fuente:** Google Maps (2019).

## **4.1.2. Características Edafoclimáticas de la zona**

### **4.1.2.1. Clima**

La zona de estudio presenta condiciones climáticas que son de cabecera de valle los veranos son calurosos, una temperatura media anual de 11,5 °C, con heladas muy frecuentes a partir de mes de abril a agosto, en la época invernal la temperatura puede bajar hasta 2 °C e incluso llegar a temperaturas por debajo de 0 °C, las heladas se manifiestan en 15 días del año, las temperaturas máximas se registran en los meses de octubre y noviembre que alcanzan 22,5°C, las temperaturas mínimas alcanzan su mínimo valor en los meses de junio y julio llegando a registrar -0,6 °C, en los meses de agosto y noviembre se presentan vientos fuertes con dirección Este, La precipitación media anual es de 447 mm, con una distribución de las lluvias de enero a marzo disminuyendo los meses de a abril a diciembre. La humedad relativa esta alrededor de 40 %. (SENAMHI, 2015)

### **4.1.2.2. Suelo**

Los suelos son franco arcillosos a franco arcillo limoso, con pH ligeramente ácido a neutro (6,4), con una conductividad eléctrica baja (740 µS/cm) es decir no salino, con alta porosidad y elevada aeración, permite una mayor infiltración del agua y su almacenamiento, con un alto bajo riesgo de erosión. La capa arable es poco profunda estos suelos son muy aptos para el cultivo intensivos, suelo susceptible a la a floración de sales.

### **4.1.3. Descripción del ambiente atemperado**

La presente investigación se realizó en un ambiente atemperado, perteneciente al Centro Experimental Cota Cota, con el objetivo de mejorar las características ambientales del lugar con el propósito de satisfacer de alguna manera las necesidades que requiere este cultivo. Este ambiente es de tipo semi túnel, con un armazón metálico y de madera, cubierta con agro film incluyendo las paredes laterales y frontales, presenta dos ventanas laterales de 31,2 m de largo y una ventana trasera de 24,5 m por 1,10 m de alto que se encuentran a 1,5 m de altura del suelo, Donde se registraron temperaturas máximas en promedio por encima de los 45,6 °C ,Como también

temperaturas mínimas en promedio por debajo de los 1,1 °C, además de una humedad relativa máxima de 98% y una mínima de 31%,

## 4.2. Materiales

### 4.2.1. Material Vegetal

Los materiales biológicos utilizados en el presente estudio, la variedad, origen y características del cultivo se describen en la tabla 6, las cuales fueron adquiridas en semillerías locales.

**Tabla 6.**

*Variedades de Espinaca utilizadas en el experimento.*

<b>Variedades</b>	<b>Origen</b>	<b>Pureza (%)</b>	<b>Germinación (%)</b>	<b>Cantidad en kg/ha</b>
Quinto	Chile	87%	98.5	6,87
Bolero	Holanda	99%	87	3,82

**Fuente:** Investigación Propia.

Las variedades fueron elegidas tomando en cuenta los factores climáticos de la zona y la estación del año, considerando su adaptabilidad a cabeceras de valle, como una alternativa para cultivar todo el año en sustitución a las variedades locales no aptos a temperaturas bajas.

Según Serrano, (1979) las características de las variedades de espinaca utilizadas en el estudio son:

- **Variedad Quinto**, Son de hoja triangular, más gruesas y resistentes que las originarias de clima de verano. Son las espinacas más consumidas con un poder germinativo de 87% y una pureza en semilla de 98.5%, en Chile es considerado una variedad de alta eficiencia en uso de nutrientes.
- **Variedad Bolero**, Originaria de Holanda considerada una especie de transición entre verano e invierno, de categoría S2, además de tener un alto poder germinativo (87%) y una alta pureza de semilla (99%), resistente a cuatro cepas

de mildiu. Buen color y buena calidad de la hoja, el tallo está colmada de hojas pequeñas, hastiadas, con una nervadura pina nervada además de contar una alta precocidad promedio de 55 días.

#### **4.2.2. Material Orgánico**

Para el trabajo de investigación se utilizó Biol, extraído de los biodigestores de la estación experimental de Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés. (Ver anexo 1)

#### **4.2.3. Material de Campo**

- Picotas Palas y rastrillos
- Carretillas
- Motocultor
- Estacas
- Cintas de riego
- Geomembrana
- Regaderas
- Regla de 30 y 60 cm.
- Balanza Analítica de 1000 gr.

#### **4.2.4. Material de Gabinete**

- Ordenador
- Cámara Digital Fotográfica
- Planillas de Registros
- Bolígrafos, lápices, borradores
- Papelería en general

### **4.3. Metodología**

#### **4.3.1. Planificación y Preparación**

##### **4.3.1.1. Selección de las Semillas de las Variedades**

Las variedades de Bolero y Quinto, fueron seleccionadas por su tolerancia a las temperaturas altas, mayores a 24 °C y tolerancia por debajo los 2 °C,

##### **4.3.1.2. Preparación del Terreno**

La preparación del terreno se realizó dos semanas previas a la siembra, desde lunes 2 de octubre hasta el sábado 7 de octubre del 2015, la preparación del terreno se inicia con la limpieza del terreno, posterior a ellos se realizó remoción del suelo una profundidad entre 0,20 a 0,25 m y el mullido de terrones de manera manual, se empleó un motocultor el cual removió por segunda vez el área , a continuación se realizó el nivelado, para poder así formar con mayor facilidad las platabandas y los pasillos de acuerdo al requerimiento del cultivo y el trabajo de investigación.

##### **4.3.1.3. Análisis de Laboratorio (BIOL)**

Con el objetivo de conocer la composición química del Biol, se procedió a conocer los parámetros con los que contaba el preparado, donde se identificó las siguientes características químicas.

La Estación Experimental de Choquenaira, indica que el contenido de nutrientes son los siguientes: N = 0.08%, P = 0.01%, K = 0.52%. También indica que el valor de pH fue de 7.75 y la Conductividad Eléctrica fue de 18.57 Us/cm. Mismos que se detallan en el Anexo 1.

Los datos presentados, fueron proporcionados por la Estación Experimental de Choquenaira, que tomaron la muestra directamente de los Bio digestores ubicados en la estación, en el presente trabajo se pretende evaluar el efecto sobre las variedades de espinaca seleccionadas.

#### 4.3.1.4. Análisis de Muestreo del Suelo

Con el objetivo de conocer el contenido de nutrientes del suelo, se encargó análisis de una muestra de suelo al Laboratorio de Calidad Ambiental del Instituto de Ecología de la UMSA donde se identificó los datos presentados en la tabla 7.

**Tabla 7.**

*Análisis de muestreo del suelo.*

Parámetro	Unidades	Límite de determinación	Método	EECC 01 35-1	Interpretación
Nitrógeno Total	%	0.0014	ISRIC 6	0.38	Bajo
Fosforo Disponible	P/mg*kg-1	1.5	ISRIC 14-3	62	Bajo
Potasio Intercambiable	Cmolc/kg	0.0053	ISRIC 9	0.55	Bajo
PH acuoso		1 - 4	ISRIC 4	6.4	Ligeramente ácido
Conductividad Eléctrica	Us/cm	1.0	ASPT 6	740	Bajo

**Fuente:** Laboratorio de calidad ambiental (2016).

Los resultados del Análisis del Suelo, nos permite saber en qué condiciones se encuentra el suelo donde llegaremos a cultivar las plantas dentro de las unidades experimentales.

#### 4.3.1.5. Preparación del Biol para la aplicación foliar

Para la obtención del Biol, se procedió a recolectarlo de los bio digestores localizados en la estación experimental de Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

A partir del Biol obtenido se procedió a diluirlo con agua destilada, para obtener las siguientes concentraciones:

- 25% de Biol + 75% de agua destilada.
- 50% de Biol + 50% de agua destilada.
- 75 % de Biol + 25% de agua destilada.

#### **4.3.1.6. Siembra**

Posteriormente a la preparación del suelo y previo a la siembra, se efectuó un riego 48 horas antes de la siembra, con el fin de saturar el suelo y asegurar que la humedad se encuentre a capacidad de campo al momento de la siembra.

Después se procedió a cubrir toda la platabanda con mulch (Geo membrana) de una sola pieza, que en su extensión solo tenía agujeros visibles de tal manera que solo pueda sembrarse el cultivo y a la vez inutilizaba el resto de la superficie de la platabanda, para evitar la proliferación de otras plantas y microorganismos en dicha área y también minimizaba la pérdida de agua por evaporación en la platabanda.

Se efectuó la siembra en fecha 11 de octubre del 2016, en sistema de producción intensivo, se procedió a sembrar de manera que en cada unidad experimental ingresaron 8 plantas y para seguridad de la germinación se colocó tres semillas de espinaca.

#### **4.3.2. Labores Culturales**

##### **4.3.2.1. Riego**

Se instaló el sistema de riego por goteo con dos hileras de cinta en cada platabanda, se realizó el riego después de la siembra para facilitar la germinación de las semillas y posteriormente el riego se mantuvo en condiciones adecuadas sin bajar la lámina de agua por debajo del 60% de la capacidad de campo.

El riego se realizó de manera periódica con frecuencia de 1 vez por semana, observando siempre que el riego no fuese excesivo para evitar la pudrición de las raíces de las plantas y la proliferación de microorganismos perjudiciales para el cultivo.

##### **4.3.2.2. Deshierbe**

Durante el desarrollo el cultivo se presentaron algunas malezas en el contorno de las platabandas y de los pasillos, las cuales fueron controladas manualmente mediante deshierbes permanentes, con una frecuencia de una vez cada 20 días teniendo cuidado

de no maltratar las plantas, manteniendo de esta manera limpio el cultivo durante toda la época de desarrollo, evitando el efecto de competencia interespecies.

#### **4.3.2.3. Fertilización foliar**

Se aplicó el Biol, con un atomizador, respetando las concentraciones establecidas en cada tratamiento. Con una frecuencia de 15 días, después de la siembra e incluso en las cosechas escalonadas, esto hizo que el proceso sea más tardío pero más eficiente, ya que de esta manera se evitaba en lo posible el cruce de tratamientos entre unidades experimentales, cubriendo todo el follaje y aplicando en horas de la tarde para que la absorción por parte de la planta sea más completa.

#### **4.3.3. Cosecha**

Las cosechas se realizaron manualmente en forma escalonada, quitando las hojas desde la base cuidadosamente, las hojas mejor desarrolladas. La primera cosecha se realizó el lunes 28 de noviembre del año 2017, la segunda cosecha se realizó el día lunes 12 de diciembre, la tercera cosecha se realizó el día lunes 26 de diciembre y la cuarta cosecha se realizó el lunes 9 de enero.

En el momento de la cosecha se tomó en cuenta las variables planteadas, se procedió a realizar las mediciones correspondientes de las plantas muestreadas y fueron evaluadas en trabajo de gabinete, finalmente se seleccionó las hojas para comercializarlas.

#### **4.3.4. Toma de Datos**

Se tomaron muestras de 5 plantas al azar de cada tratamiento, descartando las que estaban en los pasillos y sus extremos. Las cuales fueron evaluadas en cada cosecha del cultivo, llevando un registro de cada cosecha.

También se procedió a realizar la apertura de ventanas por las mañanas y el cierre de las mismas durante la tarde – noche, para poder mantener un ambiente con temperatura y humedad ideal para el desarrollo del cultivo.

#### 4.4. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo en parcelas divididas, para evaluar todas aquellas variables cuantitativas. Al existir una diferencia significativa de la temperatura en el ambiente donde se realizara el experimento se pretende bloquear dicho factor. Al ser unidades experimentales pequeñas y para evaluar con mayor precisión los niveles de biol a ser aplicados se utilizara un arreglo en parcelas divididas.

##### 4.4.1. Modelo Aditivo Lineal

El modelo aditivo lineal propuesto por Ochoa, (2009) es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \epsilon_{ik} + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

**Y<sub>ijk</sub>**: Una observación cualquiera.

**μ**: Media general

**β<sub>k</sub>**: Efecto aleatorio del k-esimo bloque.

**α<sub>i</sub>**: Efecto fijo de la i-esima variedad.

**ε<sub>ik</sub>**: Efecto aleatorio de la interacción del k-esimo bloque y la i-esima variedad

**γ<sub>j</sub>**: Efecto fijo de la j-esima dosis de biol

**αγ<sub>ij</sub>**: Efecto fijo de la interacción de la i-esima variedad y la j-esima dosis de biol

**ε<sub>ijk</sub>**: Efecto aleatorio de residuales o error experimental total.

#### **4.4.2. Factores de Estudio**

Loa factores de estudio fueron los siguientes:

##### **Factor A (Variedades)**

V1 = Quinto

V2 = Bolero

##### **Factor B (Dosis de Biol)**

D0 = Sin biol.

D1 = 25% de concentración de Biol.

D2 = 50% de concentración de Biol.

D3 = 75% de concentración de Biol.

##### **Los tratamientos son los siguientes:**

T1 = V1D0 Sin Biol en variedad Quinto

T2 = V1D1 25% de concentración en variedad Quinto

T3 = V1D2 50% de concentración en variedad Quinto

T4 = V1D3 75% de concentración en variedad Quinto

T5 = V2D0 Sin Biol en variedad Bolero

T6 = V2D1 25% de concentración en variedad Bolero

T7 = V2D2 50% de concentración en variedad Bolero

T8 = V2D3 75% de concentración en variedad Bolero

**Tabla 8.***Descripción de los tratamientos.*

<b>FACTOR A</b>	<b>FACTOR B</b>	<b>INTERACCION</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>
V1 QUINTO	D0 SIN BIOL	V1D0	T1
	D 25% BIOL	V1D1	T2
	D3 50% BIOL	V1D2	T3
	D4 75% BIOL	V1D3	T4
V2 BOLERO	D1 SIN BIOL	V2D0	T5
	D2 25% BIOL	V2D1	T6
	D3 50% BIOL	V2D2	T7
	D4 75% BIOL	V2D3	T8

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **4.4.3. Características del área Experimental**

El área experimental donde se llevó a cabo el estudio presentaba las siguientes características:

- Largo de la carpa solar : 33 m
- Ancho total de la carpa : 21 m
- Superficie total de la carpa : 693 m<sup>2</sup>
- Número de platabandas totales: 16
- Número de platabandas usadas: 1
- Largo de la platabanda : 30 m
- Ancho de la platabanda : 0.75 m
- Área de la platabanda : 22.5 m<sup>2</sup>
- Distancia entre plantas : 0.30 m
- Distancia entre surcos : 0.35 m
- Número de surcos de la platabanda : 2
- Número de plantas por unidad experimental: 8
- Número de plantas de la platabanda : 192

#### 4.4.4. Croquis de la Parcela de Investigación

La parcela experimental se muestra en la figura 2, dentro del ambiente atemperado fue delimitado de acuerdo al diseño experimental de Diseño de Bloques al Azar (DBA), con arreglo en parcelas divididas.

Está dividido por tres bloques, cada bloque está constituido por 8 unidades experimentales de 1.25 m de largo y 0.75 m de ancho teniendo una superficie de tratamiento de 0.94 m<sup>2</sup>.

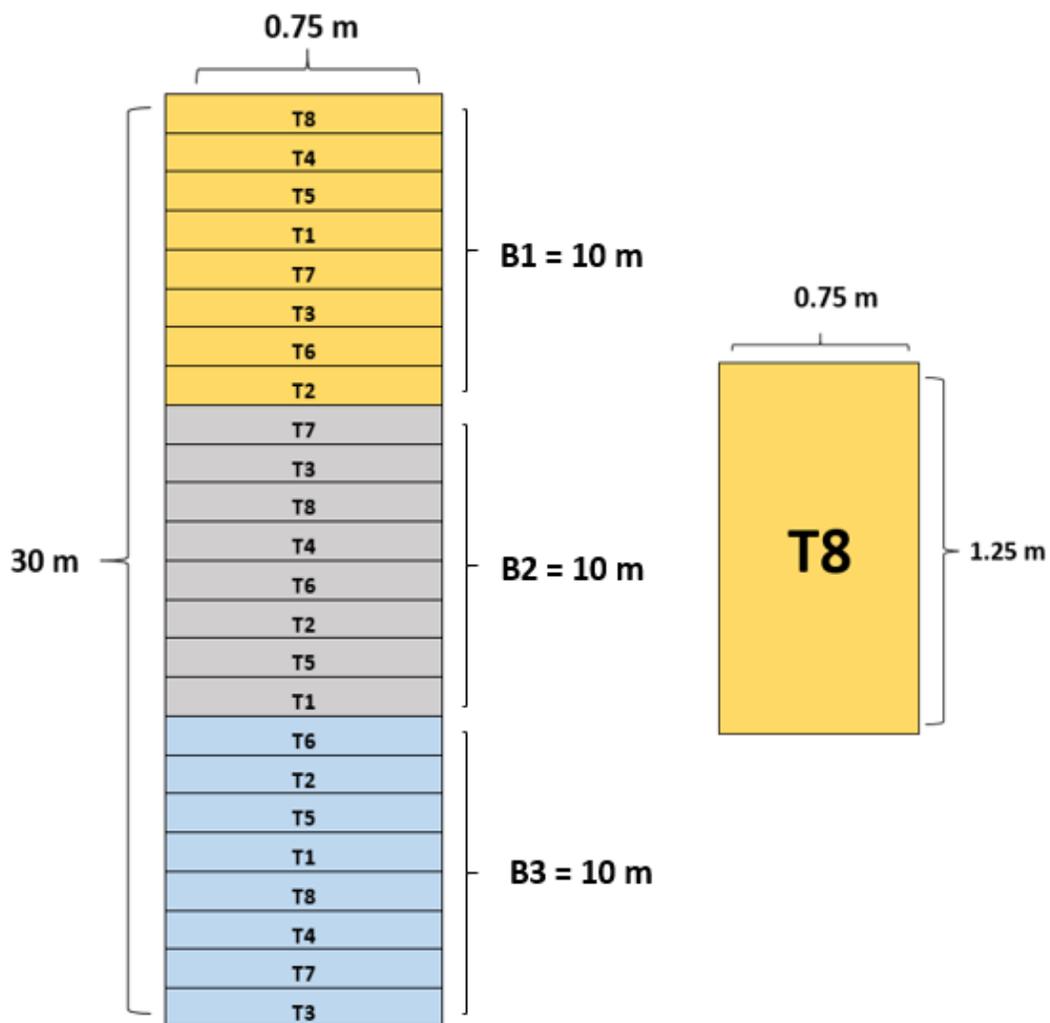


Figura 2. Croquis de la parcela de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.4.5. Variables de Respuesta**

##### **4.4.5.1. Variables Fenológicas**

###### **4.4.5.1.1. Porcentaje de Emergencia**

El por ciento de emergencia fue determinado al transcurrir 21 días posteriores a la siembra de las dos variedades del cultivo en la platabanda, constando que se superó el 50% de emergencia de toda la población.

##### **4.4.5.2. Variables Agronómicas**

###### **4.4.5.2.1. Numero de Hojas por Planta**

Para evaluar esta variable (Hojas /Planta) se contaron el número de hojas por planta en cada cosecha, tomando para esto como referencia las características comerciales de las plantas muestreadas.

###### **4.4.5.2.2. Largo de la Hoja**

El largo de hoja se midió con la ayuda de una regla de 50 cm. de cada hoja comercial cosechada de las plantas muestreadas por tratamiento, en cada una de las cosechas, posteriormente se obtuvo un promedio de largo de hoja de cada tratamiento por cosecha.

###### **4.4.5.2.3. Área Foliar**

Para determinar el índice de área foliar, se empleó el método de la cuadrícula, utilizando papel milimetrado para tener mayor exactitud en la medición correspondiente, en el cuál se encontró el área foliar en  $\text{cm}^2$ , se seleccionó una hoja comercial al azar de cada planta muestreada de todos los tratamientos en el momento de cada cosecha, posteriormente se obtuvo un promedio de área foliar de cada planta de todos los tratamiento por cosecha.

#### **4.4.5.2.4. Rendimiento de Materia Fresca**

Para la evaluación del rendimiento se realizó el pesaje en balanza analítica de las hojas de cada una de las plantas muestreadas en cada cosecha, tomando en cuenta todas las hojas con características comerciales. Los datos obtenidos se expresaron en gramos por planta, los cuales fueron expresados a kilo gramo por metro cuadrado, tomando en cuenta para cada tratamiento, el número de plantas por metro cuadrado en función a la densidad planteada en el experimento, posteriormente estos datos se tabularon para sacar el promedio del rendimiento en peso fresco por cada tratamiento.

#### **4.4.5.3. Análisis Económico**

El análisis económico y la rentabilidad de los diferentes tratamientos, se realizó con el método de evaluación económica propuesto por el CYMMYT (1998), donde propuso una metodología sobre el presupuesto parcial y un análisis marginal, para determinar los costos y beneficios de los tratamientos

Este análisis fue introducido para identificar los tratamientos con mayor beneficio económico, todos los costos de producción se calcularon por metro cuadrado. Se trabajó de la siguiente forma:

##### **- Beneficio Neto (Bs.)**

Es el resultado del beneficio bruto menos los costos de producción.

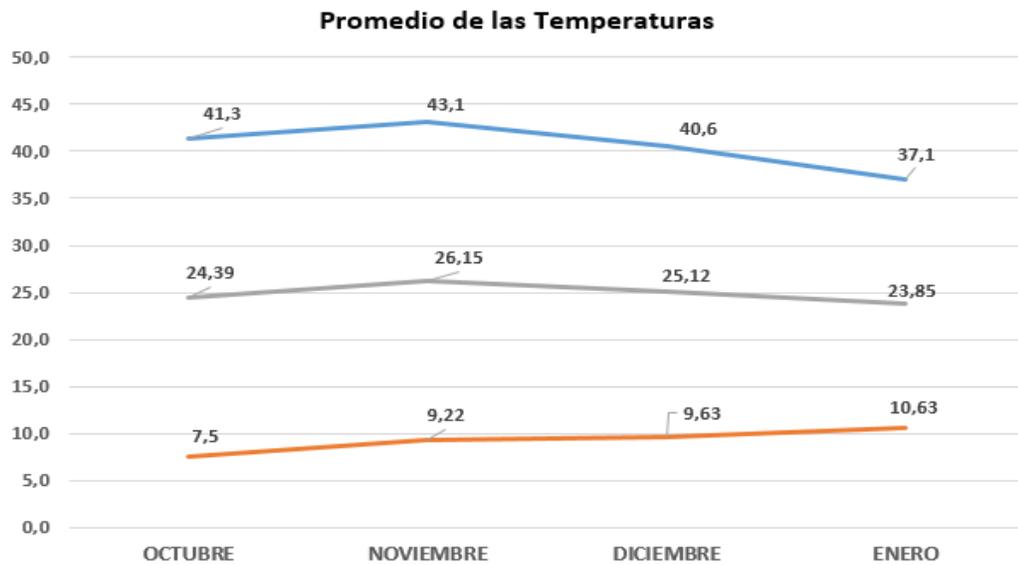
##### **- Beneficio Bruto.**

Es el resultado del beneficio bruto que se percibirá menos el total de los costos de producción, estos datos se hallaron mediante las siguientes formulas:

- **BN** = BB – CP (Bs.)
- **BN** = Beneficio Neto (Bs.)
- **BB** = Beneficio Bruto (Bs.)
- **CP** =Costos de Producción (Bs.)

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Temperaturas



**Figura 3.** Fluctuación térmica registrada expresada en °C.

**Fuente:** Centro Experimental Cota Cota.

Las temperaturas presentadas durante el desarrollo del cultivo, están presentadas en la figura 3. En la que se puede observar que las fluctuaciones de temperaturas máximas y mínimas presentadas entre los meses de producción no son muy variables respecto a cada uno de sus promedios.

Siendo que se registró el promedio de temperatura más alto el mes de noviembre con un valor de 43.1° C. Y el promedio de temperatura más baja en el mes de octubre con un valor de 7.5° C.

Los valores de la temperatura fueron registrados desde el momento de la siembra hasta el momento de la cuarta cosecha, mediante un termómetro de precisión que registraba los datos y los descargaba en una de las computadoras de las oficinas del centro.

## 5.2. Variables Fenológicas

### 5.2.1. Porcentaje de Emergencia

El por ciento de emergencia fue determinado al transcurrir 21 días posteriores a la siembra de las tres variedades del cultivo en las platabandas, constando que se supere el 50% de emergencia de toda la población, los datos se muestran en la tabla 9.

**Tabla 9.**

*Porcentajes de Emergencia.*

<b>Variedad</b>	<b>N° de Semillas Sembradas</b>	<b>N° de semillas Emergidas</b>	<b>% de Germinación</b>
Quinto	192	178	92,7
Bolero	192	183	95,31

**Fuente:** Elaboración Propia.

En relación al porcentaje de emergencia de la tabla 9, se señala lo siguiente; que transcurrido el tiempo mencionado la variedad que alcanzo un mayor porcentaje de emergencia fue la Bolero alcanzando un valor de 95,31 %, seguida por la variedad Quinto que logró un 92.7 % de emergencia siendo más bajo pero no siendo considerable la diferencia entre ambas variedades.

## 5.3. Variables Agronómicas

### 5.3.1. Número de Hojas por Planta

**Tabla 10.**

*Análisis de varianza, para la variable Número de hojas por planta.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>P - VALOR</b>
<b>BLOQUE</b>	28.08	2	14.04	0.7314
<b>BIOL</b>	4672.13	3	1557.38	0.0001**
<b>VARIEDAD</b>	8251.04	1	8251.04	<0.0001**
<b>BIOL / VARIEDAD</b>	5266.13	3	1755.38	<0.0001**
<b>C. V.</b>	8.07			

**Fuente:** Elaboración propia

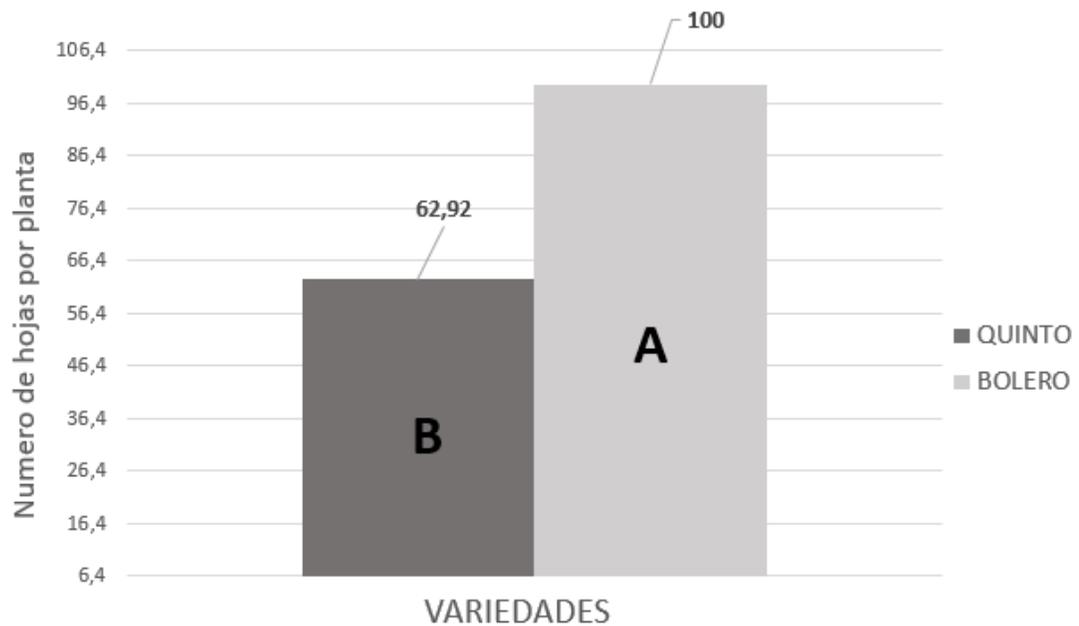
En la tabla 10, se presentan los datos obtenidos a lo largo de las cuatro cosechas escalonadas, mostrando en su mayoría datos altamente significativos para las diferentes interacciones entre factores de estudio para la variable Número de Hojas por Planta.

De acuerdo a los resultados se encontró diferencias altamente significativas del efecto del Biol sobre el cultivo en todas las cosechas que se realizó, lo que nos indica que las diferentes dosis aplicadas incidieron en la variable de número de hojas por planta.

Respecto a las variedades de espinaca se encontró diferencias altamente significativas de tal manera que podemos decir que si hubo diferencias altamente significativas entre ambas variedades para la variable Número de Hojas por planta.

En la interacción de las variedades y dosis de aplicación de Biol, se encontraron diferencias altamente significativas, de esta manera podemos deducir que la combinación de ambos factores influyo en gran medida y que ambos factores de estudio actuaron de manera conjunta según los datos reflejados para la variable Numero de Hojas por Planta.

El coeficiente de variabilidad obtenido es de 8.07% lo cual nos indica, que los datos obtenidos son confiables, ya que se encuentran dentro del rango permitido para la agricultura desarrollada en invernaderos.

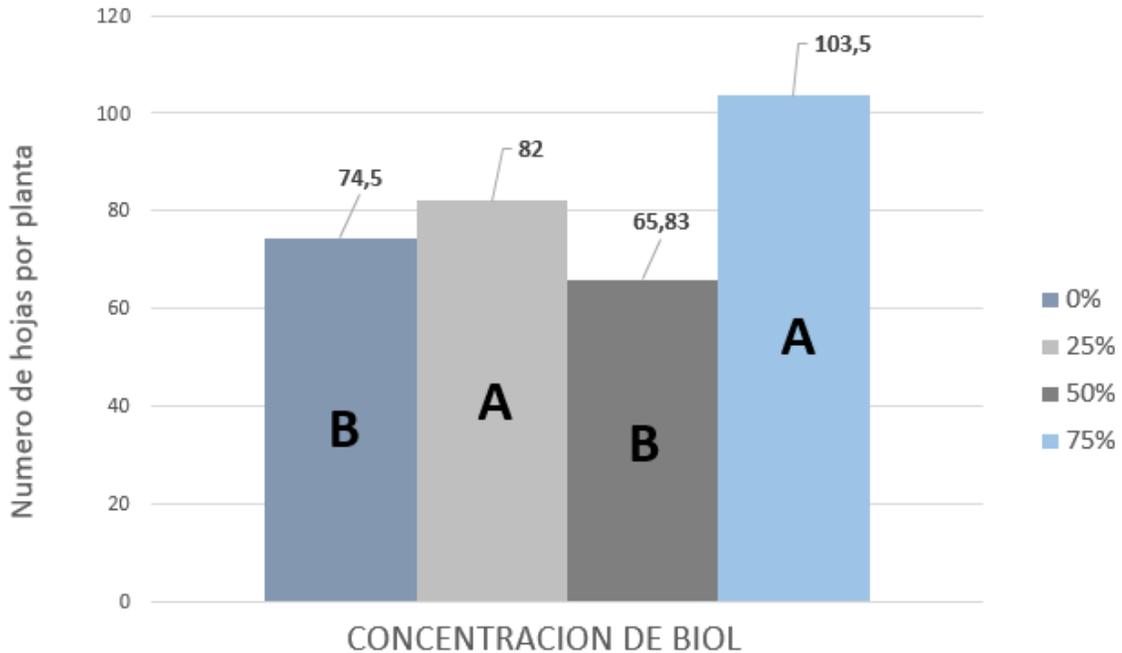


**Figura 4.** Prueba Duncan variedades. (Número de hojas)

**Fuente:** Elaboración propia.

Se realizó una prueba Duncan, para el promedio de las variedades, se evidencio un total de 2 grupos, el grupo A conformado por la variedad Bolero con un promedio de 100 hojas por planta, alcanzando el promedio estadísticamente mayor. A comparación de la variedad Quinto con un promedio de 62.92 hojas por planta, con el promedio estadísticamente menor.

Se pudo ver que la variedad que tiene mejores resultados al medir esta variable fue la Bolero.



**Figura 5.** Prueba Duncan Concentración de Biol. (Número de hojas)

**Fuente:** Elaboración propia.

Se realizó una prueba Duncan, para el promedio de las concentraciones, se evidencio un total de tres grupos, el grupo A conformado por la concentración 75% con un valor de 103.5 hojas por planta, alcanzando el promedio estadísticamente mayor.

Por otro lado se evidencio que en el grupo B conformado por las concentraciones 0% y 25% con valores de 74.5 hojas por planta y 82 hojas por planta respectivamente, seguidos por el grupo C conformado por la concentración del 50 % con un valor de 65.83 hojas por planta, alcanzando el promedio estadísticamente menor.

Se pudo ver que las dosis que tienen mejores resultados al medir esta variable son las que contienen 25% y 75% de concentración.

Al respecto Yáñez, (2002) menciona que las hormonas también pueden considerarse esenciales en la fisiología vegetal ya que si estas no son producidas, en balance entre estas y/o utilizadas oportunamente en el sitio de acción correspondiente, hace que la planta se desbalance en su crecimiento y desarrollo provocando alteraciones en la fenología de los cultivos, así como drásticas alteraciones en la producción.

### 5.3.2. Largo de la Hoja

**Tabla 11.**

*Análisis de varianza, para la variable Largo de la hoja.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>P - VALOR</b>
<b>BLOQUE</b>	17.74	2	8.87	0.7900
<b>BIOL</b>	260.65	3	86.88	0.1456 NS
<b>VARIEDAD</b>	1.76	1	1.76	0.8318 NS
<b>BIOL / VARIEDAD</b>	38.76	3	12.92	0.7880 NS
<b>C. V.</b>	8.21			

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 11 se presentan los datos obtenidos a lo largo de las cuatro cosechas escalonadas, mostrando datos no significativos para las diferentes interacciones entre factores de estudio para la variable largo de la hoja.

De acuerdo a los resultados se encontró diferencias no significativas del efecto del Biol sobre el cultivo en todas las cosechas que se realizó, lo que nos indica que las diferentes dosis aplicadas no incidieron en la variable largo de la hoja.

Respecto a las variedades de espinaca, se encontraron diferencias no significativas en el cultivo en todas las cosechas realizadas, de tal manera que podemos decir que no hubo diferencias significativas entre ambas variedades para la variable largo de la hoja.

En la interacción de las variedades y dosis de aplicación de Biol, no se encontraron diferencias significativas durante todas las cosechas realizadas, de esta manera podemos deducir que la combinación de ambos factores no influyo en la variable largo de la hoja, y que por lo tanto ambos factores de estudio trabajaron de manera independiente.

El coeficiente de variabilidad obtenido fue de 8.21% lo cual nos indica, que los datos obtenidos son confiables, ya que se encuentran dentro del rango permitido para la agricultura desarrollada en invernaderos.

Al no haber significancia para esta variable de respuesta, se decidió no hacer la prueba Duncan, ya que sería redundar en los resultados ya mostrados e interpretados en la tabla 11.

Alpi, (1991) menciona que el Nitrógeno es el elemento mineral absorbido por las plantas en mayor cantidad y la carencia de este se manifiesta en las plantas con una disminución del tamaño de la parte aérea de la planta.

De esta manera al aplicar el Biol a la parte aérea del cultivo aseguramos que la planta cuente con el nitrógeno necesario para su buen desarrollo.

### 5.3.3. Área Foliar

**Tabla 12.**

*Análisis de varianza, para la variable Área foliar.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>P - VALOR</b>
<b>BLOQUE</b>	1070.04	2	535.02	0.6813
<b>BIOL</b>	42922.23	3	14307.41	0.0035**
<b>VARIEDAD</b>	37248.76	1	37248.76	0.0007**
<b>BIOL / VARIEDAD</b>	52029.63	3	17343.21	0.0019**
<b>C. V.</b>	7.37			

**Fuente:** Elaboración propia.

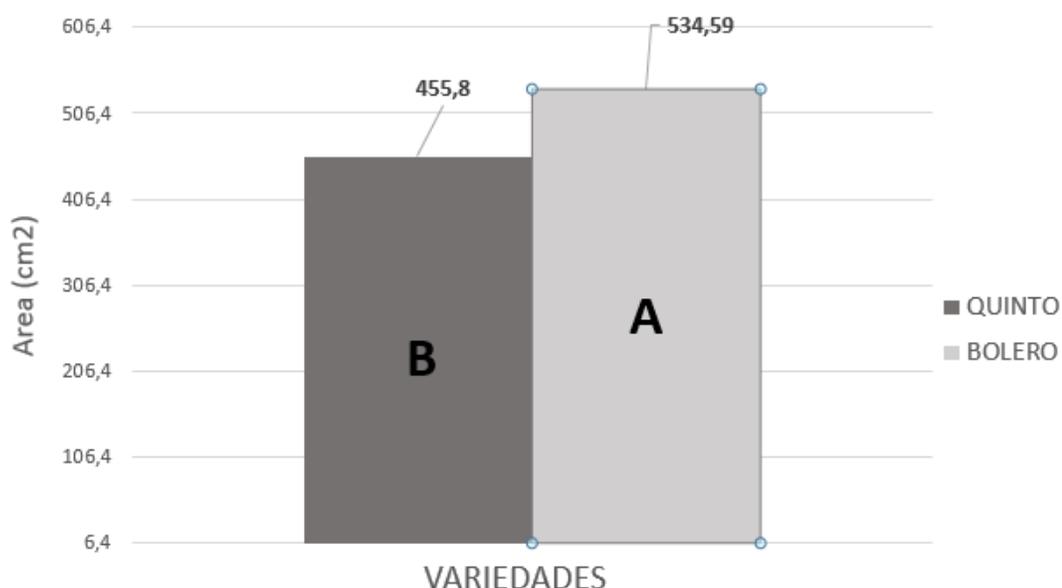
En la tabla 12 se presentan los datos obtenidos a lo largo de las cuatro cosechas escalonadas, mostrando datos significativos y altamente significativos en su mayoría para las diferentes interacciones entre factores de estudio para la variable Área Foliar.

De acuerdo a los resultados presentados en el tabla 12, se encontró diferencias altamente significativas del efecto del Biol sobre el cultivo, lo que nos indica que las diferentes dosis aplicadas incidieron en la variable de Área Foliar.

Respecto a las variedades de espinaca se encontró diferencias altamente significativas de tal manera que podemos decir que si hubo diferencias altamente significativas entre ambas variedades para la variable Área foliar.

En la interacción de las variedades y dosis de aplicación de Biol, se encontraron diferencias significativas y altamente significativas durante todas las cosechas realizadas, de esta manera podemos deducir que la combinación de ambos factores influyo en gran medida y que ambos factores de estudio actuaron de manera conjunta según los datos reflejados para la variable Área Foliar.

El coeficiente de variación obtenido fue de 7.37% lo cual nos indica, que los datos obtenidos son confiables, ya que se encuentran dentro del rango permitido para la agricultura desarrollada en invernaderos.

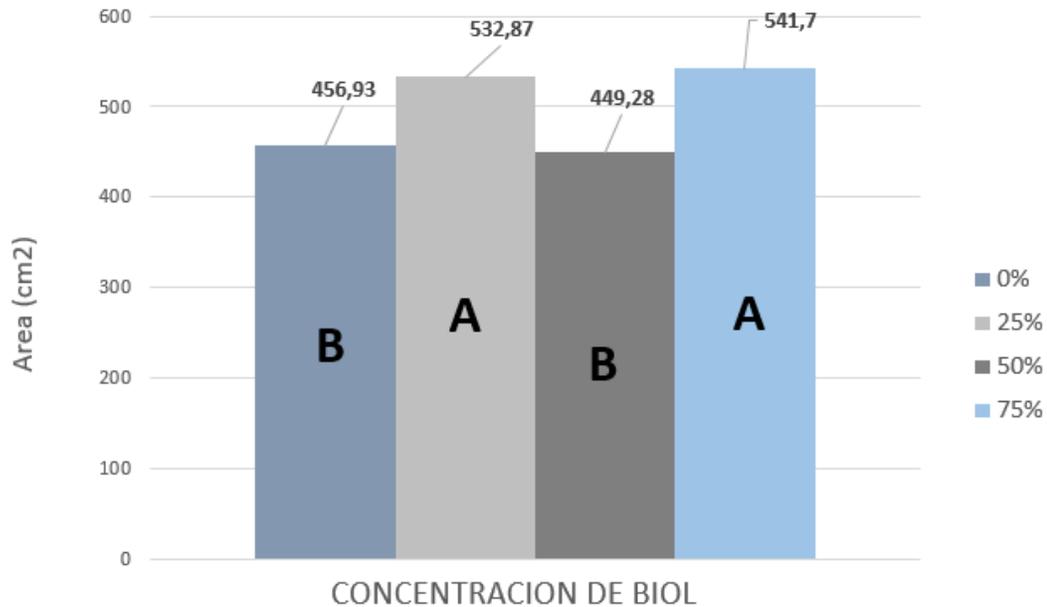


**Figura 6.** Prueba Duncan variedades. (Área foliar)

**Fuente:** Elaboración propia.

Se realizó una prueba Duncan, para el promedio de las variedades, en los cuales se evidencio un total de 2 grupos, el grupo A conformado por la variedad Bolero con un promedio de 534.59 cm<sup>2</sup>, alcanzando el promedio estadísticamente mayor. A comparación de la variedad Quinto con un promedio de 455.8 cm<sup>2</sup>, promedio estadísticamente menor.

Se pudo ver que la variedad que tiene mejores resultados al medir esta variable es la Bolero, de manera independiente a la concentración con la que se desenvuelva, debido a la forma de la hoja, que es característica de esta variedad.



**Figura 7.** Prueba Duncan Concentración de Biol. (Área foliar)

**Fuente:** Elaboración propia.

Se realizó una prueba Duncan, para el promedio de las concentraciones, en los cuales se evidencio un total de dos grupos, el grupo A conformado por las concentraciones 25% y 75% con valores 532.87 cm<sup>2</sup> y 541.7 cm<sup>2</sup> respectivamente, alcanzando los promedios estadísticamente mayores.

Por otro lado se evidencio que en el grupo B conformado por las concentraciones 0% y 50% con valores de 456.93 cm<sup>2</sup> y 449.28 cm<sup>2</sup> respectivamente, fueron los que obtuvieron los promedios estadísticamente más bajos.

Se pudo ver que las dosis que tienen mejores resultados al medir esta variable son las que contienen 25% y 75% de concentración, de manera independiente a la variedad con la que se desenvuelvan.

Rodríguez, (1982) al respecto indica que la cantidad suficiente de nitrógeno en la planta provoca mayor vigor vegetativo, aumenta el volumen y peso, debido al alargamiento celular y a la multiplicación celular.

De esta manera se evidencia de que al aplicar el Biol en la parte aérea, se incrementó la división celular y de este modo se aumentó el tamaño de las hojas y consecuentemente su área foliar.

### 5.3.4. Rendimiento de Materia Fresca

**Tabla 13.**

*Análisis de varianza, para la variable Rendimiento de materia fresca.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>P - VALOR</b>
<b>BLOQUE</b>	0.03	2	0.01	0.4363
<b>BIOL</b>	2.08	3	0.69	<0.0001**
<b>VARIEDAD</b>	3.54	1	3.54	<0.0001**
<b>BIOL / VARIEDAD</b>	2.15	3	0.72	<0.0001**
<b>C. V.</b>	7.11			

**Fuente:** Elaboración propia.

En el tabla 13 se presentan los datos obtenidos a lo largo de las cuatro cosechas escalonadas, mostrando prácticamente solo datos altamente significativos para las diferentes interacciones entre factores de estudio para la variable Rendimiento de Materia Fresca.

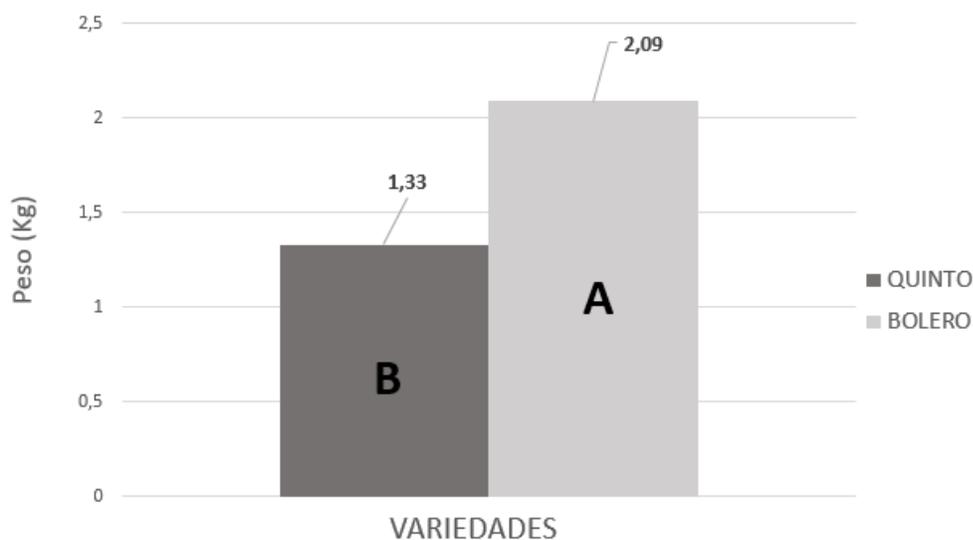
De acuerdo a los resultados se encontró diferencias altamente significativas del efecto del Biol sobre el cultivo en todas las cosechas que se realizó, lo que nos indica que las diferentes dosis aplicadas incidieron en la variable de Rendimiento de Materia Fresca.

Respecto a las variedades de espinaca se encontró diferencias altamente significativas de tal manera que podemos decir que si hubo diferencias altamente significativas entre ambas variedades para la variable Rendimiento de materia fresca.

En la interacción de las variedades y dosis de aplicación de Biol, se encontraron diferencias altamente significativas durante todas las cosechas realizadas, de esta

manera podemos deducir que la combinación de ambos factores influyo en gran medida y que ambos factores de estudio actuaron de manera conjunta según los datos reflejados para la variable Rendimiento de Materia Fresca.

El coeficiente de variación obtenido fue de 7.11% lo cual nos indica, que los datos obtenidos son confiables, ya que se encuentran dentro del rango permitido para la agricultura desarrollada en invernaderos.

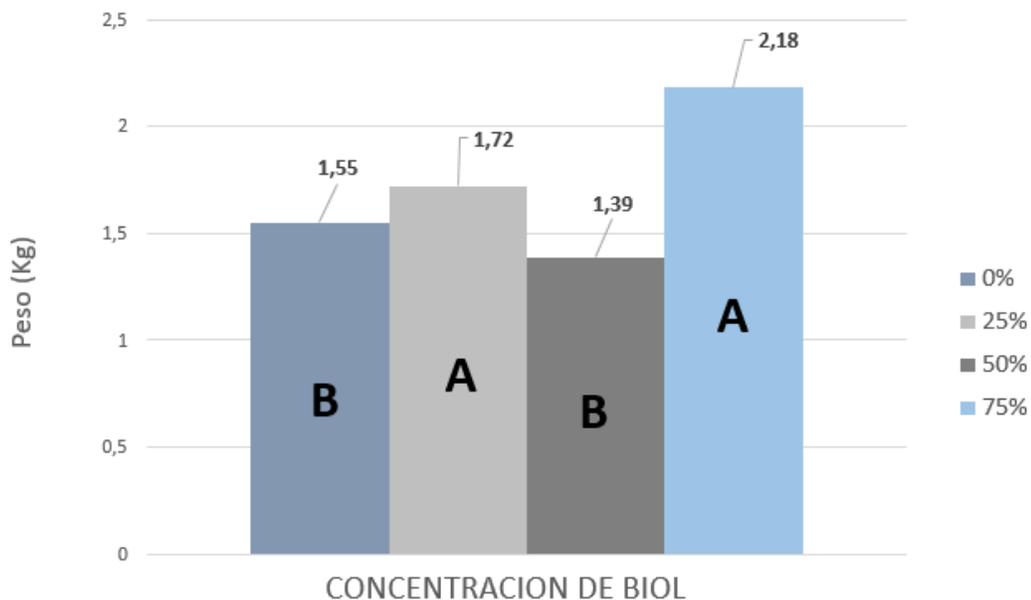


**Figura 8.** Prueba Duncan variedades. (Rendimiento de materia fresca)

**Fuente:** Elaboración propia.

Se realizó una prueba Duncan, para el promedio de las variedades, en los cuales se evidencio un total de 2 grupos, el grupo A conformado por la variedad Bolero con un promedio de 2.09 kg/m<sup>2</sup>, alcanzando el promedio estadísticamente mayor. A comparación de la variedad Quinto con un promedio de 1.33 kg/m<sup>2</sup>, obteniendo el promedio estadísticamente menor.

Se pudo ver que la variedad que tiene mejores resultados al medir esta variable es la Bolero, de manera independiente a la concentración con la que se desenvuelva.



**Figura 9.** Prueba Duncan Concentración de Biol. (Rendimiento de materia fresca)

**Fuente:** Elaboración propia.

Se realizó una prueba Duncan, para el promedio de las concentraciones, en los cuales se evidencio un total de dos grupos, el grupo A conformado por las concentraciones 25% y 75% con un valor de 1.72 Kg/m<sup>2</sup> y 2.18 Kg/m<sup>2</sup> respectivamente, alcanzando los promedios estadísticamente mayores.

Por otro lado se evidencio que en el grupo B conformado por las concentraciones 0% y 50% con valores de 1.55 Kg/m<sup>2</sup> y 1.39 Kg/m<sup>2</sup> respectivamente, obteniendo los promedios estadísticamente menores.

Se pudo ver que la dosis que tiene mejor resultado al medir esta variable es la que contiene 75% de concentración, de manera independiente a la variedad con la que se desenvuelva.

## 5.4. Análisis Económico

### 5.4.1. Beneficio Bruto

El beneficio Bruto se calcula multiplicando el rendimiento del cultivo en cuestión con el precio de venta del mismo, se debe cuidar de manejar las mismas unidades en ambos para evitar errores en los cálculos.

**Tabla 14.**

*Beneficio Bruto en una superficie de 1000 m<sup>2</sup>.*

	UNIDAD	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
<b>RENDIMIE</b>	kg	1390	860	960	2090	1720	2570	1820	2260
<b>NTO</b>									
<b>PRECIO</b>	Bs/kg	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>B/BRUTO</b>	Bs	9730	6020	6720	14630	12040	17990	12740	15820

**Fuente:** Elaboración propia.

Los datos presentados en la tabla 14, fueron calculados para el tiempo que duro el experimento que fueron aproximadamente tres meses en campo, se procedió a realizar las tablas para una duración de tres meses y cuatro cosechas en total.

Para el cálculo del precio de venta se hizo una conversión de los precios que maneja la tienda facultativa BIOMARKET, el precio de compra de la bolsa de 200 g. es de 2 Bs. Haciendo conversiones nos da un precio total de 8 Bs el kilogramo de espinaca fresca. Se tomara en cuenta que el precio de compra de volúmenes grandes hace que el producto se puede comercializar a un precio más económico, por lo cual trabajamos con un precio de 7 Bs/Kg.

En la tabla 14, se puede apreciar que el tratamiento que presenta mayores ingresos brutos es el tratamiento 6 (Bolero con una dosis de 25% de Biol), con un total de 17990 Bs y la que genero menores ingresos fue el tratamiento 2 (Quinto con una dosis de 25% de Biol) con un total de 6020 Bs.

#### 5.4.2. Costos Totales

El total de los costos de producción se define como la suma de los costos fijos (infraestructura y herramientas) y los costos variables que corresponden a gastos de un proceso productivo.

**Tabla 15.**

*Costos totales en una superficie de 1000 m<sup>2</sup>.*

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>COSTOS</b>	8902	10098	10761	11452	8550	9782	11081	11094
<b>TOTALES</b>								

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 15, se puede apreciar que los tratamientos que cuentan con mayor concentración de Biol resultaron más costoso en relación a los tratamientos que no tenían aplicación de Biol.

También se puede apreciar que la variedad Bolero presenta un leve incremento en sus costos totales de producción, en relación con la variedad Quinto, esto se debe a la diferencia entre el costo de semilla de las variedades.

Los detalles de los cuadros se encuentran en la parte de anexos.

### 5.4.3. Beneficio Neto

El ingreso neto se calculó restando el total de los costos que varían del ingreso bruto de campo.

**Tabla 16.**

*Beneficio Neto en una superficie de 1000 m<sup>2</sup>.*

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	9730	6020	6720	14630	12040	17990	12740	15820
<b>COSTOS TOTALES</b>	8902	10098	10761	11452	8550	9782	11081	11094
<b>BENEFICIO NETO</b>	828	-4078	-4041	3178	3490	8208	1659	4726

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 16, se puede apreciar que solo la mitad de los tratamientos lograron obtener ganancias netas durante la producción, esto se debe a que los costos fueron más altos que los ingresos generados, tomando en cuenta que solo se utilizó el rendimiento que se obtuvo durante las cosechas a la hora de tomar datos del experimento, pero no se toma en cuenta las cosechas semanales que se realizaban de las plantas que no se encontraban marbeteadas durante el experimento, quizá utilizando ese dato adicional hubiese cambiado el panorama.

Se pudo evidenciar que la mayoría de tratamientos que alcanzó a obtener ganancias fueron las que se interactuaban con la variedad Bolero.

#### 5.4.4. Relación Beneficio Costo

Es la relación que existe entre los beneficios netos sobre los costos de producción totales.

**Tabla 17.**

*Relación beneficio costo por tratamiento.*

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	9730	6020	6720	14630	12040	17990	12740	15820
<b>COSTOS TOTALES</b>	8902	10098	10761	11452	8550	9782	11081	11094
<b>RELACION B/C</b>	1.09	0.59	0.62	1.27	1.40	1.83	1.14	1.42

**Fuente:** Elaboración propia.

Para la relación Beneficio/Costo se determinó que el tratamiento 6 (variedad Bolero con 25% de dosis de Biol) obtuvo un valor de 1.83 esto nos quiere decir que por cada boliviano invertido se ganara Bs 0.83 siendo el más rentable entre los tratamientos.

Se pudo evidenciar que ambas variedades de manera independiente al Biol generaron ganancias superando incluso a las que aplicaron Biol, esto porque sus costos de producción se disminuyeron notablemente al no tener que contar con dicho gasto.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación nos llevan a las siguientes conclusiones:

- En cuanto a la variable rendimiento de materia verde, se puede concluir que con la variedad Bolero se obtuvo mayor rendimiento que la variedad Quinto con la aplicación de las diferentes concentraciones de Biol (T5= 1.72 kg/m<sup>2</sup>, T6 = 2.57 kg/m<sup>2</sup>, T7 = 1.82 kg/m<sup>2</sup>, T8 = 2.26 kg/m<sup>2</sup>), comparando con la variedad Quinto que obtuvo menores rendimientos (T1 = 1.39 kg/m<sup>2</sup>, T2 = 0.86 kg/m<sup>2</sup>, T3 = 0.96 kg/m<sup>2</sup>, T4 = 2.09 kg/m<sup>2</sup>), por lo tanto se concluye que el cultivo de la espinaca asimilo favorablemente el Biol por la parte aérea de la planta.
- Con respecto a la variedad Numero de hojas, se puede evidenciar que la variedad Bolero tuvo mayor cantidad de follaje para sus diferentes interacciones con el Biol (T5 = 81.67 hojas , T6 = 123.67 hojas, T7 = 87 hojas, T8 = 107.67 hojas), comparado con la variedad Quinto que produjo menor cantidad de hojas (T1 = 67.33 hojas, T2 = 40.33 hojas, T3 = 44.67 hojas, T4 = 99.33 hojas), por lo tanto se concluye que la variedad Bolero resulto más eficiente al momento de producir mayor cantidad de hojas bajo los diferentes niveles de fertilización foliar.
- Por otro lado, en la variable a la Largo de la hoja, ambas variedades Quinto y Bolero tuvieron un comportamiento similar al aplicar las diferentes concentraciones de Biol, siendo los valores más altos para cada variedad Quinto (T2 = 17.47 cm), Bolero (T6 = 17.03 cm), por lo tanto se determinó que en esta variable cada factor de estudio trabajo de manera independiente sobre el cultivo, al no existir diferencias significativas entre ambas variedades se concluye que la interacción entre ambos factores de estudio, fueron prácticamente nulas.

- En cuanto a la variable Área Foliar la variedad Bolero tuvo diferencias significativas en dos de sus concentraciones de Biol, las cuales fueron: Sin Biol (T5 = 138.63 cm<sup>2</sup>) y 75% de Biol (T8 = 151.87 cm<sup>2</sup>), pero en relación a la variedad Quinto, esta no presenta diferencias significativas para esta variables entre sus interacciones con las concentraciones de Biol, por lo tanto se determina que la concentración de Biol influyo en el área de foliar de la variedad Bolero, pero no tuvo resultados significativos con la variedad Quinto, esto quiere decir que los factores de estudio trabajaron de manera independiente en esta variedad.
  
- El análisis económico que se realizó en la producción del cultivo de espinaca nos muestra que los beneficios se obtienen en su mayoría en la variedad Bolero, superando estos la unidad (T5 = 1.40 T6 = 1.83 T7 = 1.14 T8 = 1.42), en cambio la variedad Quinto solo supero la unidad en dos de sus interacciones (T1 = 1.35 T4 = 1.27), pero se debe tomar en cuenta que ambas variedades presentaron valores por encima de la unidad cuando no se encontraban bajo el efecto del Biol, es decir que la concentración aplicada fue 0%. Quinto (T1 = 1.09) Bolero (T5 = 1.40). Esto se atribuye al rendimiento que presentaron dichos tratamientos, pero también se debe tomar en cuenta el hecho de que sus costos de producción fueron más económicos al no utilizar Biol y al no tener que aplicarlo.
  
- También se presentaron tratamientos, en los cuales no se llegó a superar la unidad, es decir la producción no fue la suficiente para poder cubrir sus costos de producción, para la variedad Quinto (T2 = 0.59 T3 = 0.62).

## 7. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se llega a las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda cultivar la variedad Bolero.
  
- Se recomienda tener en cuenta las temperaturas soportadas para futuros cultivos y que las mismas no sobrepasen la amplitud térmica del mismo, esto debido a las características que presenta la carpa. Ya que al exceder promueve a la floración temprana del cultivo o el crecimiento excesivo de las hojas, ocasionando que estas se tornen más delgadas y se marchitan en poco tiempo, impidiendo que se las pueda almacenar y comercializar durante periodos de tiempo prolongados.
  
- Se recomienda aplicar las concentraciones más altas de Biol (80 - 90) % en ambas variedades, ya que con estos tratamientos se obtuvieron mayores rendimientos ya que la fertilización foliar apoya en gran medida en la producción en especial a hortalizas de hoja.
  
- Se recomienda realizar investigaciones con otros abonos líquidos, en las mismas condiciones de la presente investigación para comparar los rendimientos que se obtengan.
  
- Se recomienda también realizar estudios con concentraciones de Biol más bajas o más altas, para poder tener una mayor certeza sobre los niveles que permitan una mejor producción, de igual manera se invita a utilizar otras variedades del cultivo, como ser la Viroflay, o la Gigante de Invierno.

## 8. BIBLIOGRAFIA

**AGROALIMENTACIÓN. 2009.** El cultivo de la espinaca. Consultado 6 feb 2016. Disponible en: <http://www.abcagro.com/hortalizas/espinaca2.asp>

**ALPI. 1991.** Cultivo en invernadero. Tercera edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. p. 45 – 79.

**BERNAT, C. 1987.** Invernaderos. Primera Edición. Editorial AEDOS. Barcelona España. p.17 -28.

**BLANCO, T. GONZALES, J. AUGUSTBURGER, F. 1999.** Invernaderos Campesinos en Bolivia. Ecotop. La Paz, Bolivia. p.90.

**BORREGO, M. 1995.** Horticultura Herbácea Especial. Segunda Edición. Mundi Prensa. Madrid España. p. 255 – 258.

**CHILON, C. E. 1997.** Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAT. Primera reimpresión. La Paz – Bolivia. 26 – 73 pp. CHILON, E.1997.Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAC La Paz- Bolivia. p.170 -185.

**CLAUDE, A. 1997.** El Huerto Biológico. Quinta Edición. Barcelona. p. 12-17.

**DENISEN, L. E. (1987).** Fundamentos de horticultura. Editorial Limusa. Noriega Editores. p. 109, 117.

**DOMINGUEZ, A. 1996.** Fertirrigación, Segunda edición, Ediciones Mundi–Prensa. Barcelona. p. 50-51.

**EROSKI, 2018.** EROSKI consumer, hortalizas y verduras guía práctica, espinaca disponible en <http://www.consumer.es/verduras.consumer,es/espinacas/introduccion>

**FAO. 1990.** Primer seminario nacional sobre Fertilidad de Suelos y uso de Fertilizantes en Bolivia CIAT- IBTA. Santa Cruz, Bolivia. p. 35-38.

**FAO. 2004.** Manual de micro huertas en Venezuela. p. 24.

**FLORES, J. 1996.** Carpas Solares. Técnicas de Construcción. Editorial Huellas La Paz, Bolivia. p. 10-28.

- GIACONI, V Y ESCAFF, M. 1998.** Cultivo de Hortalizas. 15a ed. Santiago. Editorial Universitaria. p. 336.
- GOMERO, L. 1999.** Manejo ecológico del suelo. Primera edición. Editorial Stefang SRL. Lima – Perú. p. 182-196
- GONZALEZ, M.; DEL POZO, A. 2003.** Días a floración en espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en diversas épocas de siembra: respuesta a la temperatura y al fotoperiodo. Agricultura Técnica (Chile). p 331-337.
- GUERRERO, G. A. 1993.** El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Editorial Mundi Prensa, p. 10, 25, 48.
- GUZMAN, M. 1993.** Construcción y manejo de invernaderos, Memorias. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. p. 3-7
- HARTMAN, F. 1990.** Invernaderos y Ambientes Atemperados. FADES. La Paz – Bolivia. p. 131.
- LEÑANO, F. (1973).** Como se cultivan las hortalizas de hoja. Editorial De Vecchi, S.A. Barcelona. 139 – 155 pp. Giacconi, V y Escaff, M. **1998.** Cultivo de Hortalizas. 15a ed. Santiago. Editorial Universitaria. p. 336.
- LÓPEZ, M. 1994.** Horticultura. Ediciones Trillar. México. p. 118 – 128.
- MELGAR, R. (2005).** Aplicación Foliar de Micronutrientes. La Paz – Bolivia. p. 30.
- MESSIAEN, C.M. (1979).** Las Hortalizas. Impreso por litografía y tipografía YOLV S.A. México D.F. p. 301 – 315.
- MORALES, L. A. 1992.** Análisis de crecimiento de tres variedades de Ajo en tres épocas de siembra. Tesis. Cochabamba – Bolivia. p. 21 – 27.
- OCHOA, R., 2009.** Diseños experimentales. La Paz, Bolivia: Vázquez. p. 155-176.
- PÉREZ, G. F. Y MARTINEZ – LABORDE, J.B. (1994).** Introducción a la fisiología vegetal, ediciones mundi-prensa, Madrid. p. 181.

**QUISBERT, H. 2018.** Efecto de AOLA sobre el rendimiento a diferentes densidades de siembra del cultivo espinaca (*spinacea oleracea* L.) en ambiente atemperado. Tesis de Grado. UMSA Facultad de Agronomía. p. 7.

**QUISPE, C.D. (2005).** El uso del biol en la fertilización foliar y radicular en el cultivo de pepinillo (*cucumis sativus* L.) bajo diferentes concentraciones en ambiente atemperado. Tesis de Grado. UMSA Facultad de Agronomía. p. 7 – 13.

**RESTREPO, J. R. 2001.** Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. IICA San José – Costa Rica. p. 1 – 46.

**RESTREPO, R. J. (2002).** Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Primera edición. Fundación Juquira Candirú. Santiago de Cali. Colombia p. 105.

**RODRIGUEZ, S. 1982.** Fertilizantes y Nutrición Vegetal. Editorial AGTSA México. D.F. México. p. 33.

**SERRANO, C. Z. 1976.** Cultivo de la Espinaca Publicaciones de Extensión Agraria Bravo, Murillo Madrid. p. 1 – 19.

**SEMTA. 1993.** Horticultura. Editorial SEMTA. La Paz – Bolivia. p. 40 – 47.

**SERRANO, Z. 1980.** Cultivo de hortalizas en invernadero. 1ra Edición. Ed. Barcelona – España. p. 360.

**SUQUILANDA, M. 1995.** Fertilización orgánica. Ed. Fundagro. Quito – Ecuador, p. 63 – 68.

**TISDALE, S. (1991).** Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial Limusa. Primera edición en español. México. p. 593 – 729.

**TORRES, M. 1994.** Horticultura. Trillas. México. p. 20 – 98.

**VALADEZ, A. 1996.** Producción de hortalizas. Editorial Limusa S. A. Venezuela. p.45, 127.

**VALDEZ, L. A. 1998.** Producción de Hortalizas. Editorial Limusa, Mexico. p. 127.

**VIGLIOLA, M. 1992.** Manual de horticultura. Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. p. 81 – 89.

**YÁNEZ, R. J. (2002).** Nutrición y regulación del crecimiento en hortalizas y frutales. Tecnología, Comercio y Servicios Agrícolas Mundiales Colombia. p. 93.

# **ANEXOS**

# ANEXO 1.

Análisis de laboratorio.

## ANÁLISIS DE BIOL BOVINO EN IIDEPROQ



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y  
DESARROLLO DE PROCESOS QUÍMICOS  
IIDEPROQ



N° IIDEPROQ 048 - 2014

### INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	PROYECTO BIODIGESTORES
Responsable de Análisis.	Claudia Daniela Albis Zamora AUX. DE INVESTIGACIÓN IIDEPROQ
Revisión	Ing. Edith Gabriela Guisbert Lizarezu DOCENTE INVESTIGADORA IIDEPROQ
Atención	Proyecto Biodigestores
Fecha de emisión de informe	30 de junio de 2014

### RESULTADOS

Muestra	1 Muestras de Biol Bovino
---------	---------------------------

PARAMETRO	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO
Nitrógeno	0.080	% N	Kjeldahl
Fosforo	0.010	% P	Espectrofotometría UV-Visible
Potasio	0.520	% K	Emisión Atómica
Carbono Orgánico	0.250	%	Walkley-Black
Calcio	0.033	% Ca	Absorción Atómica
Magnesio	0.012	% Mg	Absorción Atómica
Manganeso	0.990	ppm/kg Mn	Absorción Atómica
Cobre	0.350	ppm/kg Cu	Absorción Atómica
Zinc	7.680	ppm/kg Zn	Absorción Atómica
Hierro	6.110	ppm/kg Fe	Absorción Atómica
Materia Seca	2.300	%	Gravimetría
Humedad	97.700	%	Gravimetría
pH	7.750		Potenciometría
Conductividad Eléctrica	18.570	µS/cm	Potenciometría

Observaciones: Ninguna



Calle 30 de Cota Cota  
Campus Universitario  
Edificio IIDEPROQ

Fono: 2774412  
www.iideproq.umsa.bo

Fax: 591-02-774412  
Email: iideproq@umsa.bo

Figura 1. Análisis de laboratorio del Biol.

### INFORME DE ENSAYO EN SUELOS S 35/15

**Cliente:** FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA  
**Solicitante:** Univ. Emmanuel Jerson Javier Yupanqui Vargas  
**Dirección del cliente:** Av. Ladislao Cabrera # 1490  
**Procedencia de la muestra:** Estación Experimental de Cota Cota  
 Provincia: Murillo  
 Departamento: La Paz  
**Punto de muestreo:** Carpa Solar  
**Responsable del muestreo:** Univ. Emmanuel Jerson Javier Yupanqui Vargas  
**Fecha de muestreo:** 7 de septiembre de 2016  
**Hora de muestreo:** 16:30  
**Fecha de recepción de la muestra:** 7 de septiembre de 2016  
**Fecha de ejecución del ensayo:** Del 7 al 19 de septiembre, 2016  
**Caracterización de la muestra:** Suelo  
**Tipo de muestra:** Puntual - simple  
**Envase:** Bolsa plástica Ziplock  
**Código LCA:** 35 - 1  
**Código original de muestra:** EECC -01

### Resultado de Análisis

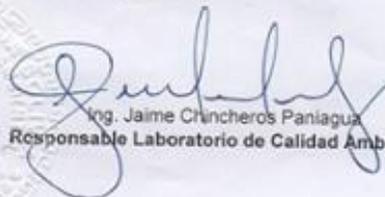
Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	EECC -01 35 - 1
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,4
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	740
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,38
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg <sup>-1</sup>	1,5	62
Sodio intercambiable	ISRIC 9	cmolo/kg	0,00083	0,40
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolo/kg	0,0053	0,55
Calcio intercambiable	ISRIC 9	cmolo/kg	0,016	12
Magnesio intercambiable	ISRIC 9	cmolo/kg	0,00083	4,3
Acidez intercambiable	ISRIC 11	cmolo/kg	0,050	< 0,050
<b>Textura</b>				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	44
Limo	DIN 18 123	%	1,1	16
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	40
Clase textural	DIN 18 123			Arcilla

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)  
 - Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

\* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.  
 \* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, junio 15 de 2013

CC: Avilés  
 JDM/a

  
 Ing. Jaime Chincheros Paniagua  
 Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf/Fax: 2772522  
 Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Figura 2. Análisis de muestreo del suelo.

## ANEXO 2.

*Datos de tabulación.*

NUMERO DE HOJAS			
BLOQUE	BIOL	VARIEDAD	Y
1	0	QUINTO	60
1	25	QUINTO	34
1	50	QUINTO	42
1	75	QUINTO	95
1	0	BOLERO	86
1	25	BOLERO	131
1	50	BOLERO	87
1	75	BOLERO	107
2	0	QUINTO	69
2	25	QUINTO	41
2	50	QUINTO	46
2	75	QUINTO	99
2	0	BOLERO	86
2	25	BOLERO	114
2	50	BOLERO	88
2	75	BOLERO	107
3	0	QUINTO	73
3	25	QUINTO	46
3	50	QUINTO	46
3	75	QUINTO	104
3	0	BOLERO	73
3	25	BOLERO	126
3	50	BOLERO	86
3	75	BOLERO	109

**Tabla 1.** Datos de la variable número de hojas.

LARGO DE LA HOJA			
BLOQUE	BIOL	VARIEDAD	Y
1	0	QUINTO	73,4
1	25	QUINTO	81,6
1	50	QUINTO	71,1
1	75	QUINTO	72,3
1	0	BOLERO	82,3
1	25	BOLERO	79
1	50	BOLERO	62,3
1	75	BOLERO	74,3
2	0	QUINTO	69,3
2	25	QUINTO	75,3
2	50	QUINTO	71,4
2	75	QUINTO	79,6
2	0	BOLERO	78,9
2	25	BOLERO	72,7
2	50	BOLERO	74,8
2	75	BOLERO	69
3	0	QUINTO	68,6
3	25	QUINTO	75,9
3	50	QUINTO	69,6
3	75	QUINTO	72,2
3	0	BOLERO	61,3
3	25	BOLERO	82,4
3	50	BOLERO	65
3	75	BOLERO	84,8

**Tabla 2.** Datos de la variable largo de la hoja.

AREA FOLIAR			
BLOQUE	BIOL	VARIEDAD	Y
1	0	QUINTO	381,6
1	25	QUINTO	564,2
1	50	QUINTO	449,8
1	75	QUINTO	455,2
1	0	BOLERO	507
1	25	BOLERO	515,5
1	50	BOLERO	410,2
1	75	BOLERO	608,4
2	0	QUINTO	369,3
2	25	QUINTO	527,6
2	50	QUINTO	450,6
2	75	QUINTO	463,7
2	0	BOLERO	583,4
2	25	BOLERO	516,5
2	50	BOLERO	500,4
2	75	BOLERO	559,6
3	0	QUINTO	357,8
3	25	QUINTO	556,5
3	50	QUINTO	437,4
3	75	QUINTO	455,9
3	0	BOLERO	542,5
3	25	BOLERO	516,9
3	50	BOLERO	447,3
3	75	BOLERO	707,4

**Tabla 3.** Datos de la variable área foliar.

RENDIMIENTO POR METRO CUADRADO			
BLOQUE	BIOL	VARIEDAD	Y
1	0	QUINTO	1,25
1	25	QUINTO	0,74
1	50	QUINTO	0,88
1	75	QUINTO	1,94
1	0	BOLERO	1,77
1	25	BOLERO	2,71
1	50	BOLERO	1,82
1	75	BOLERO	2,23
2	0	QUINTO	1,44
2	25	QUINTO	0,91
2	50	QUINTO	0,90
2	75	QUINTO	2,16
2	0	BOLERO	1,78
2	25	BOLERO	2,39
2	50	BOLERO	1,80
2	75	BOLERO	2,30
3	0	QUINTO	1,47
3	25	QUINTO	0,94
3	50	QUINTO	1,09
3	75	QUINTO	2,18
3	0	BOLERO	1,61
3	25	BOLERO	2,60
3	50	BOLERO	1,85
3	75	BOLERO	2,26

**Tabla 4.** Datos de la variable Rendimiento de materia fresca.

### ANEXO 3.

#### Análisis de la varianza.

##### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Y	24	0,98	0,95	8,07

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18326,63	15	1221,78	28,30	<0,0001
BLOQUE	28,08	2	14,04	0,33	0,7314
BIOL	4672,13	3	1557,38	36,08	0,0001
VARIEDAD	8251,04	1	8251,04	191,14	<0,0001
BLOQUE*BIOL	109,25	6	18,21	0,42	0,8456
BIOL*VARIEDAD	5266,13	3	1755,38	40,67	<0,0001
Error	345,33	8	43,17		
Total	18671,96	23			

##### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 43,1667 gl: 8

BIOL	Medias	n	E.E.	
75,00	103,50	6	2,68	A
25,00	82,00	6	2,68	B
0,00	74,50	6	2,68	B C
50,00	65,83	6	2,68	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

##### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 43,1667 gl: 8

VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
BOLERO	100,00	12	1,90	A
QUINTO	62,92	12	1,90	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

##### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 43,1667 gl: 8

BIOL	VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
25,00	BOLERO	123,67	3	3,79	A
75,00	BOLERO	107,67	3	3,79	B
75,00	QUINTO	99,33	3	3,79	B C
50,00	BOLERO	87,00	3	3,79	C D
0,00	BOLERO	81,67	3	3,79	D
0,00	QUINTO	67,33	3	3,79	E
50,00	QUINTO	44,67	3	3,79	F
25,00	QUINTO	40,33	3	3,79	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 1. Análisis de varianza de la variable Número de hojas.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Y	24	0,67	0,06	8,21

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	602,76	15	40,18	1,10	0,4658
BLOQUE	17,74	2	8,87	0,24	0,7900
BIOL	260,65	3	86,88	2,38	0,1456
VARIEDAD	1,76	1	1,76	0,05	0,8318
BLOQUE*BIOL	283,84	6	47,31	1,29	0,3577
BIOL*VARIEDAD	38,76	3	12,92	0,35	0,7880
Error	292,33	8	36,54		
Total	895,09	23			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 36,5417 gl: 8

BIOL Medias n E.E.

25,00	77,82	6	2,47	A
75,00	75,37	6	2,47	A B
0,00	72,30	6	2,47	A B
50,00	69,03	6	2,47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 36,5417 gl: 8

VARIEDAD Medias n E.E.

BOLERO	73,90	12	1,75	A
QUINTO	73,36	12	1,75	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 36,5417 gl: 8

BIOL VARIEDAD Medias n E.E.

25,00	BOLERO	78,03	3	3,49	A
25,00	QUINTO	77,60	3	3,49	A
75,00	BOLERO	76,03	3	3,49	A
75,00	QUINTO	74,70	3	3,49	A
0,00	BOLERO	74,17	3	3,49	A
50,00	QUINTO	70,70	3	3,49	A
0,00	QUINTO	70,43	3	3,49	A
50,00	BOLERO	67,37	3	3,49	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Figura 2.** Análisis de varianza de la variable Largo de hoja.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Y	24	0,93	0,80	7,36

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	141135,29	15	9409,02	7,08	0,0044
BLOQUE	1070,04	2	535,02	0,40	0,6813
BIOL	42922,23	3	14307,41	10,77	0,0035
VARIEDAD	37248,76	1	37248,76	28,05	0,0007
BLOQUE*BIOL	7864,62	6	1310,77	0,99	0,4919
BIOL*VARIEDAD	52029,63	3	17343,21	13,06	0,0019
Error	10624,92	8	1328,12		
Total	151760,21	23			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 1328,1150 gl: 8

BIOL	Medias	n	E.E.	
75,00	541,70	6	14,88	A
25,00	532,87	6	14,88	A
0,00	456,93	6	14,88	B
50,00	449,28	6	14,88	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 1328,1150 gl: 8

VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
BOLERO	534,59	12	10,52	A
QUINTO	455,80	12	10,52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 1328,1150 gl: 8

BIOL	VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
75,00	BOLERO	625,13	3	21,04	A
25,00	QUINTO	549,43	3	21,04	B
0,00	BOLERO	544,30	3	21,04	B
25,00	BOLERO	516,30	3	21,04	B C
75,00	QUINTO	458,27	3	21,04	C
50,00	BOLERO	452,63	3	21,04	C
50,00	QUINTO	445,93	3	21,04	C
0,00	QUINTO	369,57	3	21,04	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Figura 3.** Análisis de varianza de la variable Área foliar.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Y	24	0,99	0,96	7,11

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,84	15	0,52	35,36	<0,0001
BLOQUE	0,03	2	0,01	0,92	0,4363
BIOL	2,08	3	0,69	46,88	<0,0001
VARIEDAD	3,54	1	3,54	239,73	<0,0001
BLOQUE*BIOL	0,04	6	0,01	0,49	0,7999
BIOL*VARIEDAD	2,15	3	0,72	48,43	<0,0001
Error	0,12	8	0,01		
Total	7,96	23			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0148 gl: 8

BIOL	Medias	n	E.E.	
75,00	2,18	6	0,05	A
25,00	1,72	6	0,05	B
0,00	1,55	6	0,05	B
50,00	1,39	6	0,05	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0148 gl: 8

VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
BOLERO	2,09	12	0,04	A
QUINTO	1,33	12	0,04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0148 gl: 8

BIOL	VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
25,00	BOLERO	2,57	3	0,07	A
75,00	BOLERO	2,26	3	0,07	B
75,00	QUINTO	2,09	3	0,07	B
50,00	BOLERO	1,82	3	0,07	C
0,00	BOLERO	1,72	3	0,07	C
0,00	QUINTO	1,39	3	0,07	D
50,00	QUINTO	0,96	3	0,07	E
25,00	QUINTO	0,86	3	0,07	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Figura 4.** Análisis de varianza de la variable Rendimiento de materia fresca.

## ANEXO 4.

*Costos de producción parciales.*

COSTOS DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO 1					
ITEM	DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO/Bs	SUB TOTAL Bs
<b>1</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>				
	Alquiler del invernadero (1000m2)	3	mes	1000	3000
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>3000</b>
<b>2</b>	<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
	Remocion del suelo	1	jornal	100	100
	Alquiler del motocultor	8	hora	50	400
	Nivelacion	3	jornal	100	300
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>800</b>
<b>3</b>	<b>LABORES CULTURALES</b>				
	Siembra	3	jornal	100	300
	Deshierbes	3	jornal	100	300
	Cosecha	10	jornal	100	1000
	Riego	180	m3	3,5	630
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>2230</b>
<b>4</b>	<b>POSCOSECHA</b>				
	Embolsado	8	jornal	100	800
	Transporte	4	alquiler	120	480
	<b>SUBTOTAL (BS)</b>				<b>1280</b>
<b>5</b>	<b>INSUMOS</b>				
	Semilla de espinaca	34	onza	22	748
	Bolsas de polietileno	350	unidad	0,1	35
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>783</b>
	<b>SUMA DE SUBTOTALES</b>				<b>8093</b>
<b>6</b>	<b>IMPREVISTOS</b>	<b>10% DEL TOTAL</b>			<b>809,3</b>
	<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>8902,3</b>

**Tabla 1.** Costos de producción del tratamiento 1.

<b>COSTOS DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO 2</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO/Bs</b>	<b>SUB TOTAL Bs</b>
<b>1</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>				
	Alquiler del invernadero (1000m2)	3	mes	1000	3000
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>3000</b>
<b>2</b>	<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
	Remocion del suelo	1	jornal	100	100
	Alquiler del motocultor	8	hora	50	400
	Nivelacion	3	jornal	100	300
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>800</b>
<b>3</b>	<b>LABORES CULTURALES</b>				
	Siembra	3	jornal	100	300
	Aplicación del Biol	5	jornal	100	500
	Deshierbes	3	jornal	100	300
	Cosecha	10	jornal	100	1000
	Riego	180	m3	3,5	630
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>2730</b>
<b>4</b>	<b>POSCOSECHA</b>				
	Embolsado	8	jornal	100	800
	Transporte	4	alquiler	120	480
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>1280</b>
<b>5</b>	<b>INSUMOS</b>				
	Semilla de espinaca	34	onza	22	748
	Biol	60	litros	10	600
	Bolsas de polietileno	220	unidad	0,1	22
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>1370</b>
	<b>SUMA DE SUBTOTALES</b>				<b>9180</b>
<b>6</b>	<b>IMPREVISTOS</b>	<b>10% DEL TOTAL</b>			<b>918</b>
	<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>10098</b>

**Tabla 2.** Costos de producción del tratamiento 2.

<b>COSTOS DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO 3</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO/Bs</b>	<b>SUB TOTAL Bs</b>
<b>1</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>				
	Alquiler del invernadero (1000m2)	3	mes	1000	3000
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>3000</b>
<b>2</b>	<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
	Remocion del suelo	1	jornal	100	100
	Alquiler del motocultor	8	hora	50	400
	Nivelacion	3	jornal	100	300
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>800</b>
<b>3</b>	<b>LABORES CULTURALES</b>				
	Siembra	3	jornal	100	300
	Aplicación del Biol	5	jornal	100	500
	Deshierbes	3	jornal	100	300
	Cosecha	10	jornal	100	1000
	Riego	180	m3	3,5	630
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>2730</b>
<b>4</b>	<b>POSCOSECHA</b>				
	Embolsado	8	jornal	100	800
	Transporte	4	alquiler	120	480
	<b>SUBTOTAL (BS)</b>				<b>1280</b>
<b>5</b>	<b>INSUMOS</b>				
	Semilla de espinaca	34	onza	22	748
	Biol	120	litros	10	1200
	Bolsas de polietileno	250	unidad	0,1	25
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>1973</b>
	<b>SUMA DE SUBTOTALES</b>				<b>9783</b>
<b>6</b>	<b>IMPREVISTOS</b>	<b>10% DEL TOTAL</b>			<b>978,3</b>
	<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>10761,3</b>

**Tabla 3.** Costos de producción del tratamiento 3.

<b>COSTOS DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO 4</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO/Bs</b>	<b>SUB TOTAL Bs</b>
<b>1</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>				
	Alquiler del invernadero (1000m2)	3	mes	1000	3000
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>3000</b>
<b>2</b>	<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
	Remocion del suelo	1	jornal	100	100
	Alquiler del motocultor	8	hora	50	400
	Nivelacion	3	jornal	100	300
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>800</b>
<b>3</b>	<b>LABORES CULTURALES</b>				
	Siembra	3	jornal	100	300
	Aplicación del Biol	5	jornal	100	500
	Deshierbes	3	jornal	100	300
	Cosecha	10	jornal	100	1000
	Riego	180	m3	3,5	630
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>2730</b>
<b>4</b>	<b>POSCOSECHA</b>				
	Embolsado	8	jornal	100	800
	Transporte	4	alquiler	120	480
	<b>SUBTOTAL (BS)</b>				<b>1280</b>
<b>5</b>	<b>INSUMOS</b>				
	Semilla de espinaca	34	onza	22	748
	Biol	180	litros	10	1800
	Bolsas de polietileno	530	unidad	0,1	53
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>2601</b>
	<b>SUMA DE SUBTOTALES</b>				<b>10411</b>
<b>6</b>	<b>IMPREVISTOS</b>	<b>10% DEL TOTAL</b>			<b>1041,1</b>
	<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>11452,1</b>

**Tabla 4.** Costos de producción del tratamiento 4.

<b>COSTOS DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO 5</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO/Bs</b>	<b>SUB TOTAL Bs</b>
<b>1</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>				
	Alquiler del invernadero (1000m2)	3	mes	1000	3000
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>3000</b>
<b>2</b>	<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
	Remocion del suelo	1	jornal	100	100
	Alquiler del motocultor	8	hora	50	400
	Nivelacion	3	jornal	100	300
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>800</b>
<b>3</b>	<b>LABORES CULTURALES</b>				
	Siembra	3	jornal	100	300
	Deshierbes	3	jornal	100	300
	Cosecha	10	jornal	100	1000
	Riego	180	m3	3,5	630
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>2230</b>
<b>4</b>	<b>POSCOSECHA</b>				
	Embolsado	8	jornal	100	800
	Transporte	4	alquiler	120	480
	<b>SUBTOTAL (BS)</b>				<b>1280</b>
<b>5</b>	<b>INSUMOS</b>				
	Semilla de espinaca	19	onza	22	418
	Bolsas de polietileno	450	unidad	0,1	45
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>463</b>
	<b>SUMA DE SUBTOTALES</b>				<b>7773</b>
<b>6</b>	<b>IMPREVISTOS</b>	<b>10% DEL TOTAL</b>			<b>777,3</b>
	<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>8550,3</b>

**Tabla 5.** Costos de producción del tratamiento 5.

<b>COSTOS DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO 6</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO/Bs</b>	<b>SUB TOTAL Bs</b>
<b>1</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>				
	Alquiler del invernadero (1000m2)	3	mes	1000	3000
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>3000</b>
<b>2</b>	<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
	Remocion del suelo	1	jornal	100	100
	Alquiler del motocultor	8	hora	50	400
	Nivelacion	3	jornal	100	300
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>800</b>
<b>3</b>	<b>LABORES CULTURALES</b>				
	Siembra	3	jornal	100	300
	Aplicación del Biol	5	jornal	100	500
	Deshierbes	3	jornal	100	300
	Cosecha	10	jornal	100	1000
	Riego	180	m3	3,5	630
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>2730</b>
<b>4</b>	<b>POSCOSECHA</b>				
	Embolsado	8	jornal	100	800
	Transporte	4	alquiler	120	480
	<b>SUBTOTAL (BS)</b>				<b>1280</b>
<b>5</b>	<b>INSUMOS</b>				
	Semilla de espinaca	19	onza	22	418
	Biol	60	litros	10	600
	Bolsas de polietileno	650	unidad	0,1	65
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>1083</b>
	<b>SUMA DE SUBTOTALES</b>				<b>8893</b>
<b>6</b>	<b>IMPREVISTOS</b>	<b>10% DEL TOTAL</b>			<b>889,3</b>
	<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>9782,3</b>

**Tabla 6.** Costos de producción del tratamiento 6.

<b>COSTOS DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO 7</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO/Bs</b>	<b>SUB TOTAL Bs</b>
<b>1</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>				
	Alquiler del invernadero (1000m2)	3	mes	1000	3000
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>3000</b>
<b>2</b>	<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
	Remocion del suelo	1	jornal	100	100
	Alquiler del motocultor	8	hora	50	400
	Nivelacion	3	jornal	100	300
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>800</b>
<b>3</b>	<b>LABORES CULTURALES</b>				
	Siembra	3	jornal	100	300
	Aplicación del Biol	5	jornal	100	500
	Deshierbes	3	jornal	100	300
	Cosecha	10	jornal	100	1000
	Riego	180	m3	3,5	630
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>2730</b>
<b>4</b>	<b>POSCOSECHA</b>				
	Embolsado	8	jornal	100	800
	Transporte	4	alquiler	120	480
	<b>SUBTOTAL (BS)</b>				<b>1280</b>
<b>5</b>	<b>INSUMOS</b>				
	Semilla de espinaca	19	onza	22	418
	Biol	180	litros	10	1800
	Bolsas de polietileno	460	unidad	0,1	46
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>2264</b>
	<b>SUMA DE SUBTOTALES</b>				<b>10074</b>
<b>6</b>	<b>IMPREVISTOS</b>	<b>10% DEL TOTAL</b>			<b>1007,4</b>
	<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>11081,4</b>

**Tabla 7.** Costos de producción del tratamiento 7.

<b>COSTOS DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO 8</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO/Bs</b>	<b>SUB TOTAL Bs</b>
<b>1</b>	<b>INFRAESTRUCTURA</b>				
	Alquiler del invernadero (1000m2)	3	mes	1000	3000
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>3000</b>
<b>2</b>	<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
	Remocion del suelo	1	jornal	100	100
	Alquiler del motocultor	8	hora	50	400
	Nivelacion	3	jornal	100	300
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>800</b>
<b>3</b>	<b>LABORES CULTURALES</b>				
	Siembra	3	jornal	100	300
	Aplicación del Biol	5	jornal	100	500
	Deshierbes	3	jornal	100	300
	Cosecha	10	jornal	100	1000
	Riego	180	m3	3,5	630
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>2730</b>
<b>4</b>	<b>POSCOSECHA</b>				
	Embolsado	8	jornal	100	800
	Transporte	4	alquiler	120	480
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>1280</b>
<b>5</b>	<b>INSUMOS</b>				
	Semilla de espinaca	19	onza	22	418
	Biol	180	litros	10	1800
	Bolsas de polietileno	580	unidad	0,1	58
	<b>SUBTOTAL (Bs)</b>				<b>2276</b>
	<b>SUMA DE SUBTOTALES</b>				<b>10086</b>
<b>6</b>	<b>IMPREVISTOS</b>	<b>10% DEL TOTAL</b>			<b>1008,6</b>
	<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>11094,6</b>

**Tabla 8.** Costos de producción del tratamiento 8.

## ANEXO 5.

*Archivo fotográfico.*



**Fotografía 1.** Remoción del suelo.



**Fotografía 2.** Preparación de la platabanda.



**Fotografía 3.** Instalación de riego.



**Fotografía 4.** Protección de la platabanda.



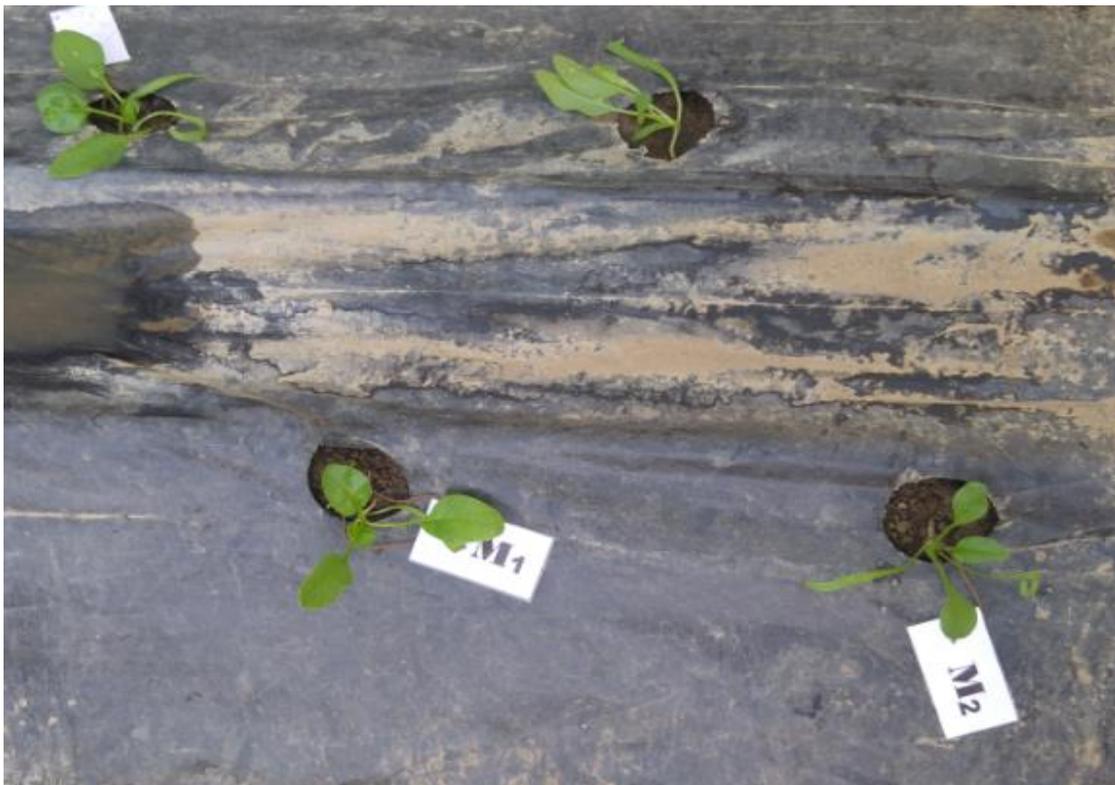
**Fotografía 5.** Preparación de la zona de cultivo.



**Fotografía 6.** Siembra sectorizada.



**Fotografía 7.** Emergencia de las plántulas.



**Fotografía 8.** Marbeteado de las plantas.



**Fotografía 9.** Dosificación del Biol.



**Fotografía 10.** Aplicación del Biol.



**Fotografía 11.** Toma de muestras.



**Fotografía 12.** Medición de variables de respuesta.



**Fotografía 13.** Cosecha y medición de datos.



**Fotografía 14.** Almacenaje de la cosecha.



**Fotografía 15.** Tratamientos de la variedad Quinto.



**Fotografía 16.** Tratamientos de la variedad Bolero.



**Fotografía 17.** Embolsado del cultivo.



**Fotografía 18.** Producto listo para su comercialización.