

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



TESIS DE GRADO

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ESPINACA MORADA
(*Atriplex hortensis* L.) EN INVERNADERO Y A CAMPO ABIERTO CON
FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE BIOL EN LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE
LA PAZ.**

JHENNY QUISPE HUANCA

LA PAZ – BOLIVIA

2021

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

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ESPINACA MORADA
(Atriplex hortensis L.) EN INVERNADERO Y A CAMPO ABIERTO CON
FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE BIOL EN LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE
LA PAZ.

Tesis de Grado presentado como requisito parcial para optar
el título de Ingeniero Agrónomo

JHENNY QUISPE HUANCA

ASESOR:

Ing. M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta.....

TRIBUNAL REVISOR

Ing. M.Sc. Estanislao Poma Loza

Ing. Esther Tinco Mamani

Ing. Carlos Mena Herrera

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador

La Paz-Bolivia

2021

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios por el eterno amor y ser guía en el camino de la vida.

A mis padres Francisco Luis Quispe y Josefina Huanca quienes confiaron e impulsaron a seguir mis metas, a mi querida hija Nicol que con su amor me apoyo, a mis queridos hermanos Nelson, Uvaldo, Uber, Rodrigo y Amabel quienes me alentaron en estos años de estudio para poder culminar esta etapa importante de mi formación.

AGRADECIMIENTO

Ante todo, a Dios todo poderoso por darme la vida para lograr esta meta aspirada después de tantos esfuerzos y por estar conmigo en los momentos más difíciles.

A mi querida familia por todo el cariño que me brindaron, por su apoyo incondicional para concluir el presente trabajo.

A mi madre Josefina Huanca, por estar siempre ahí tendiéndome la mano en todo momento y en todo lugar.

A mi padre Francisco Luis Quispe que con mucho esfuerzo me dio la mano para poder culminar una carrera universitaria y así demostrar que con esfuerzo todo es alcanzable.

A mí querida hija Nicol Ramos Quispe que ella fue, mi motor para seguir adelante y para ti Joseias que te encuentras en el cielo, siempre te llevare en mi corazón.

A mis queridos hermanos Nelson, Uvaldo, Uber, Rodrigo y Amabel por su cariño y amor que siempre me brindaron, por todo los momentos buenos y difíciles que pasamos juntos.

Mi más profundo agradecimiento a la Universidad Mayor de San Andrés, a la Facultad de Agronomía, Carrera Ingeniería Agronómica por haberme acogido y formado en sus aulas durante los años de estudio y el plantel docente por brindar sus conocimientos en mi formación.

Agradecer a mi Asesor al Ing. M.Sc Medardo Wilfredo Blanco Villacorta por su apoyo, orientación, colaboración, correcciones, sugerencias, y consejos vertidos durante la elaboración en campo y en documento final de tesis.

A mis Tribunales Revisores compuesto por el Ing. M.Sc Estanislao Poma Loza, Ing. Esther Tinco Mamani, Ing. Carlos Mena Herrera, por sus observaciones, sugerencias, orientación y tiempo empleado para la mejora del documento final.

A todos mis queridos compañeros y amigos de la Universidad, que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a la culminación del trabajo de tesis; y estuvieron conmigo en cada situación que nos presenta la vida.

Así mismo, a todas esas personas que me brindaron su amistad durante la etapa de Estudiante Universitaria y con los que compartí grandes momentos y experiencias, recuerdos que me los llevo en el corazón. ¡Gracias!

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	II
ÍNDICE DE CUADRO.....	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	VII
RESUMÉN.....	IX
ABSTRACT.....	XI

INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Justificación	2
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo General	3
2.2 Objetivo Especifico	3
2.3 Hipótesis	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. Características principales del cultivo	4
3.1.1 Cultivo de espinaca	4
3.1.2 Generalidades	4
3.1.3 Origen	4
3.1.4 Características del cultivo de Espinaca	5
3.1.5 Valor nutritivo y usos	6
4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	7
4.1 Descripción botánica.....	7
4.1.1 Adaptabilidad del cultivo	10
4.1.2 Suelo	10
4.1.3. Climas.....	10
4.1.4 Temperatura	11
4.1.5 Riego	11
4.1.6 pH	11
4.2 Labores culturales.....	12
4.2.1 Época de la siembra	12
4.3 Plagas y Enfermedades	15
4.4 La Carpa Solar	15
4.4.1 Orientación	15
4.4.2 Humedad Relativa	15
4.4.3 Suelos y Altitud	16
4.5 Producción orgánica	16
4.5.1 Agricultura Orgánica y/o ecológica	17
4.5.2 Beneficios de la agricultura orgánica	18
4.5.3 Abonos orgánicos	18
4.5.4 Importancia de los abonos orgánicos	19

4.5.5	Abonos orgánicos líquidos.....	19
4.5.6	Cualidades del abono líquido.....	20
4.5.7	Tipos de abonos líquidos.....	20
4.5.8	Biodigestor.....	23
4.6	Fertilización Foliar de nutrientes	24
4.6.1	Mecanismo de absorción.....	24
4.6.2	Velocidad de absorción	25
4.6.3	Absorción de nutrientes por la hoja	26
4.6.4	Momento ideal de aplicación de los fertilizantes foliares	28
4.6.5	Factores que afectan a la fertilización foliar.....	28
4.7	Concentraciones de Biol.....	29
4.7.2	Beneficios del abono orgánico Biol.....	29
5	LOCALIZACIÓN	31
5.1	Ubicación Geográfica.....	31
5.2	Características climáticas	32
5.3	Características de la carpa solar.....	32
5.4	Suelo de la carpa solar	32
6	MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	33
6.1	Materiales	33
6.1.1	Material biológico.....	33
6.1.2	Material orgánico líquido.....	33
6.2	Metodología	33
6.2.1	Preparación del suelo para las parcelas	33
6.2.2	Nivelación del suelo.....	34
6.2.3	Delimitación del área experimental.....	34
6.2.4	La siembra de la semilla	34
6.2.5	Forma de aplicación	35
6.2.6	Frecuencia de aplicación	35
6.3	preparación de los materiales para la toma de datos	36
6.3.1	Toma de datos.....	36
6.4	Labores culturales.....	36
6.4.1	Siembra	37
6.5	diseño experimental.....	38
6.5.1	Los factores de estudio fueron:.....	38
6.5.2	El modelo lineal aditivo (MLA)	39
6.5.3	Características del área experimental	39

6.5.4 CROQUIS DEL EXPERIMENTO	40
6.6 VARIABLES DE RESPUESTA	40
6.6.1 variables agronómicas.....	40
6.6.2 variables de rendimiento.....	42
6.6.3 variables económicas:	42
6.6.4 Costos de Producción.....	43
7 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	44
7.1. Variables ambientales de la carpa solar	44
7.1.1. Temperaturas en la carpa solar durante el desarrollo del cultivo.....	44
7.2 Variables agronómicas.....	45
7.2.2 Porcentaje de emergencia.....	45
7.1.3 Altura de la planta (cm).....	46
7.1.4 Diámetro de tallo de la planta	55
7.1.5 Numero de hojas	63
7.1.6 Numero de macollos.....	70
7. 2 Variables de rendimiento	76
7.2.1 Rendimiento por planta.....	76
7.2.2 Rendimiento por metro cuadrado (gr/m ²).....	83
7.3 Variables económicas	89
7.3.1 Análisis económico preliminar.	89
7.3.2 Ingreso bruto.....	90
7.3.3 Ingreso neto.....	90
7.3.4 Relación Beneficio / Costo.....	91
7.3.5 Costos de producción.....	92
8. CONCLUSIONES	93
9. RECOMENDACIONES	95
10. BIBLIOGRAFIA	96

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Velocidad de absorción y movilidad de los elementos.....	26
Cuadro 2. Tiempo de absorción de nutrientes en los tejidos.....	28
Cuadro 3. Croquis de la parcela experimental	42
Cuadro 4. Porcentaje de emergencia.....	45
Cuadro 5. Análisis de varianza para la altura de planta a la cosecha.	46
Cuadro 6. Prueba Duncan altura de la planta (cm), en relación al tipo de Ambiente ..	47
Cuadro 7. Prueba Duncan altura de la planta (cm), en relación a la frecuencia de aplicación de biol.....	49
Cuadro 8. Prueba Duncan altura de la planta (cm) en relación a los ambientes y a la frecuencia de aplicación de biol..	52
Cuadro 9. Análisis de varianza diámetro de tallo	55
Cuadro 10. Prueba Duncan diámetro de tallo, en relación al tipo de Ambiente	56
Cuadro 11. Prueba Duncan diámetro de tallo (mm), en relación a la frecuencia de aplicación de biol.....	58
Cuadro 12. Prueba Duncan diámetro de tallo de la planta (mm), en relación a la frecuencia de aplicación y los ambientes.	60
Cuadro 13. Análisis de varianza número de hojas por planta	63
Cuadro 14. Prueba Duncan número de hojas por planta en relación al tipo de ambiente.	64
Cuadro 15. Prueba Duncan número de hojas, en relación a la frecuencia de aplicación	65
Cuadro 16. Prueba Duncan número de hojas por planta, en relación a la frecuencia de aplicación y los ambientes.	68
Cuadro 17. Análisis de varianza número de macollos.....	70
Cuadro 18. Prueba Duncan número de macollos, en relación al tipo de ambiente	71
Cuadro 19. Prueba Duncan número de macollos, en relación a la frecuencia de aplicación de biol.....	72
Cuadro 20. Prueba Duncan número de macollos, en relación a la frecuencia de aplicación y el ambiente	74
Cuadro 21. Analisis de varianza para el rendimiento por planta	77

Cuadro 22. Prueba Duncan tipo de ambiente en relación al rendimiento (gr/planta). .	78
Cuadro 23. Prueba Duncan rendimiento (gr/planta), en relación a la frecuencia de aplicación	79
Cuadro 24. Prueba Duncan rendimiento (gr/planta), en relación a la frecuencia de aplicación y los ambientes.	81
Cuadro 25. análisis de varianza del rendimiento de cultivo	83
Cuadro 26. Prueba Duncan en relación al rendimiento (gr/ m ²), en relación ambiente	84
Cuadro 27. Prueba Duncan rendimiento peso por metro cuadrado (gr/m ² .), en relación a la frecuencia de aplicación de biol	85
Cuadro 28. Prueba Duncan rendimiento peso por metro cuadrado (gr/m ²), en relación a la frecuencia de aplicación y los ambientes.	87
Cuadro 29. Análisis de beneficio costo, para cada tratamiento	91

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Descripción de la planta	8
Figura 2. Descripción de la semilla.....	10
Figura 3. Pasos de absorción de nutrientes por las hojas	27
Figura 4. Ubicación geográfica.....	31
Figura 5. Fluctuación térmica registrada durante el desarrollo del cultivo	44
Figura 6. Prueba Duncan altura de la planta (cm), en relación al tipo de Ambiente	48
Figura 7. Prueba Duncan altura de la planta (cm), en relación a la frecuencia de aplicación de biol.....	50
Figura 8. Frecuencia de aplicación de biol y los ambientes, en relación a la altura de la planta.	53
Figura 9. Prueba Duncan diámetro de tallo, en relación al tipo de Ambiente	57
Figura 10. Prueba Duncan diámetro de tallo (mm), en relación a la frecuencia de aplicación de biol.....	59
Figura 11. Frecuencia de aplicación de biol y los ambientes, en relación al diámetro de tallo.....	61
Figura 12. Prueba Duncan número de hojas por planta en relación al tipo de ambiente.	65
Figura 13. Prueba Duncan número de hojas/planta en relación a la frecuencia de aplicación	66
Figura 14. Frecuencia de aplicación de biol y los ambientes, en relación al número de hojas/planta.....	68
Figura 15. Prueba Duncan número de macollos, en relación al tipo de ambiente.....	72

Figura 16. Prueba Duncan número de macollos, en relación a la frecuencia de aplicación de biol.....	73
Figura 17. Frecuencia de aplicación de biol y los ambientes, en relación al número de macollos/planta.	75
Figura 18. Prueba Duncan tipo de ambiente en relación al rendimiento (gr/planta).....	78
Figura 19. Prueba Duncan rendimiento (gr/planta), en relación a la frecuencia de aplicación.	79
Figura 20. Frecuencia de aplicación de biol y los ambientes, en relación al rendimiento/planta en la cosecha.....	81
Figura 21. Prueba Duncan en relación al rendimiento (gr/m ²), en relación ambiente..	85
Figura 22. Prueba Duncan rendimiento peso/metro cuadrado (gr/m ²), en relación a la frecuencia de aplicación de biol	86
Figura 23. Frecuencia de aplicación de biol y los ambientes, en relación al rendimiento peso/metro cuadrado	88

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado Comportamiento Agronómico del Cultivo de Espinaca morada (*Atriplex hortensis* L.) en Invernadero y a Campo Abierto con Frecuencias de aplicación de Biol en la zona sur de la ciudad de La Paz, fue realizado en la huerta orgánica “Los Almendros” en la zona sur, los Pinos, se planteó los siguientes objetivos: evaluar el efecto de Biol en el comportamiento agronómico de las variables de rendimiento de la espinaca morada (*Atriplex hortensis* L.) en condiciones de invernadero y campo abierto, comparar los costos parciales por tratamiento del cultivo de espinaca morada (*Atriplex hortensis* L.) el trabajo de investigación se realizó en un ambiente atemperado y a campo abierto la superficie utilizada fue 3 m². El diseño empleado por las características del área de investigación, se empleó el diseño bloques al azar para cada ambiente, se utilizó dos parcelas uno en campo abierto y el otro en invernadero, el material biológico fue espinaca morada con tres meses de ciclo. La técnica de siembra fue en tres bolillos con una densidad requerida al cultivo con tres tratamientos y dos repeticiones resultantes de dos dosis de biol donde se incluyó solo agua con el testigo a los 0 días, el tratamiento 2 cada 10 días, el tratamiento 3 cada 15 días, la implementación del cultivo se realizó desde la siembra hasta la cosecha, se evaluó las variables agronómicas.

Durante el desarrollo del trabajo de investigación se consideraron las siguientes variables agronómicas: porcentaje de emergencia, altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, número de macollos, variables de rendimiento: rendimiento por planta, rendimiento por metro cuadrado. También, se evaluó las variables económicas BB, BN y B/C.

De los resultados obtenidos, el porcentaje de emergencia fue en invernadero 75.92% y campo abierto 70.37%. Se observó el efecto y las diferencias significativas en los valores registrados en el factor A (tipo de ambiente) y factor B (frecuencia de aplicación de biol) y la interacción entre los factores A y B, el cual nos da entender que la aplicación de biol al cultivo de espinaca morada tuvieron un efecto en su desarrollo, como también se puede observar que existe una diferencia significativa en la interacción de los factores A y B, los resultados obtenidos nos muestran que tanto los ambientes y las frecuencias de aplicadas actuaron conjuntamente en el cultivo; estos resultados fueron similares en la primera y segunda cosecha del cultivo para las variables altura de planta, número de hojas en su segunda cosecha y rendimiento. Lo que demuestra que los ambientes actuaron conjuntamente con las frecuencias correspondientes aplicados al cultivo.

Para la variable económica beneficio bruto se obtiene el mejor resultado con el tratamiento 2 (Con frecuencia de aplicación cada 10 días) con un valor de 1,1 Bs siendo el más recomendable, a su vez el tratamiento que genera mayor pérdida es el tratamiento T1, siendo que por cada Boliviano invertido se tiene como ganancia Bs 0,61.

ABSTRACT

The present research work entitled: Agronomic behavior of the cultivation of purple spinach (*Atriplex hortensis* L.) in a greenhouse and in the open field with frequencies of application of biol in the southern area of the city of La Paz, was carried out in the organic garden "Los Almendros" in the southern zone, Los Pinos, set the following objectives: To evaluate the effect of biol on the agronomic behavior of the performance variables of purple spinach (*Atriplex hortensis* L.) In greenhouse and open field conditions, to compare the Partial costs for treatment of the purple spinach (*Atriplex hortensis* L.) crop. The research work was carried out in a temperate environment and in open field the surface used was 3 m². The design used by the characteristics of the research area, the random block design is used for each environment, two plots were used, one in the open field and the other in a greenhouse, the biological material was purple spinach with a three-month cycle. The sowing technique was in three bobbins with a density required for cultivation with three treatments and two repetitions resulting from two doses of biol where only water was included with the control at 0 days, treatment 2 every 10 days, treatment 3 every 15 days, the implementation of the crop was carried out from sowing to harvest, the agronomic variables were evaluated.

During the development of the research work, the following agronomic variables were considered: percentage of emergence, plant height, number of leaves, stem diameter, number of tillers, yield variables: yield per plant, yield per square meter. Also, the economic variables BB, BN and B / C were evaluated.

From the results obtained, the emergence percentage was 75.92% in greenhouse and 70.37% open field. The effect and significant differences in the values recorded in factor

A (type of environment) and factor B (frequency of application of biol) and the interaction between factors A and B were observed, which gives us to understand that the application of biol to the cultivation of purple spinach had an effect on its development, as it can also be observed that there is a significant difference in the interaction of factors A and B, the results obtained show us that both the environments and the frequencies of applied acted together in the crop; These results were similar in the first and second harvest of the crop for the variables plant height, number of leaves in its second harvest and yield. This shows that the environments acted in conjunction with the corresponding frequencies applied to the crop.

For the economic variable gross benefit, the best result is obtained with treatment 2 (with frequency of application every 10 days) with a value of 1.1 Bs being the most recommended, in turn the treatment that generates the greatest loss is treatment T1 , being that for each Boliviano invested, the profit is Bs 0.61.

1. INTRODUCCIÓN

La implementación de nuevas alternativas en la producción del agricultor permite la introducción de nuevas especies vegetales en la alimentación diaria, introducir cultivos nuevos con alternativas orgánicas de especies aun no conocidos plenamente como la espinaca morada (*Atriplex hortensis L.*), de los que se destacan los aspectos alimenticios y medicinales.

La agricultura orgánica de nuestro país, es de mucha importancia debido a que aporta la alimentación y preservar la salud humana. Por lo tanto, los productos orgánicos son más saludables y libres de agentes tóxicos con la utilización de abonos orgánicos provenientes del estiércol del animal como el biol que son de rápida absorción y balancean los nutrientes a la planta lo que estimula el normal crecimiento son biodegradables no contaminan el ambiente, posibilitando que mejoren las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que es principal elemento de origen a la vida.

Actualmente, se han generado métodos para la obtención de abonos orgánicos con materiales locales y otras formas de tratamientos similares que permiten obtener materiales orgánico tratado para aplicar a los cultivos, uno de ellos el biol, que es un abono líquido que se obtiene de la fermentación anaeróbica de un biodigestor, este viene a ser complementario un producto a la fertilización que se realiza al suelo, es decir que se aplica por lo general a las hojas de la planta, este abono es capaz de promover actividades fisiológicas y estimulas el desarrollo de las plantas, dándole a la vez un efecto repelente a las plagas y favoreciendo a la recuperación pronta de la planta dañada por la helada y la granizada.

La presente investigación busca obtener una dosis adecuada de biol en la producción del cultivo de espinaca morada, con el objetivo de mejorar la calidad y el rendimiento del producto. Además, como una alternativa que ayude a minimizar el uso de fertilizantes químicos y optar por un producto accesible y de bajo costo, dando así la propuesta de adquirir productos orgánicos.

1.1 Antecedentes

El biol es un excelente abono foliar que sirven para diferentes plantas también ayuda al mejoramiento del suelo porque los abonos orgánicos son fuente de vida bacteriana, como también estimula la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades (Restrepo 2007).

La espinaca morada es uno de los cultivos que no tiene muchos estudios sin embargo no se podrá avanzar más en este campo si no se realiza investigaciones sobre el tema y los beneficios o limitaciones de este sistema de producción (Dávila 2010).

1.2 Justificación

En la actualidad los estudios realizados en el cultivo de espinaca morada (*Atriplex hortensis L.*) con biol aún no hay estudios en el cultivo, las incógnitas sobre la concentración adecuada por esta razón esta investigación pretende proporcionar más información acerca del uso del biol en la producción hortícola, y especialmente en el cultivo de espinaca morada.

El cultivo de la espinaca morada es poco conocido en el altiplano por tanto, se desconoce el comportamiento agronómico y datos de rendimiento.

La producción de espinaca, en ambientes protegidos y a campo abierto, es una alternativa interesante para el productor del altiplano. Este cultivo al ser de ciclo corto permite tener entre cinco a siete cosechas durante su ciclo vegetativo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de espinaca morada (*Atriplex hortensis L.*) en invernadero y a campo abierto con aplicaciones de biol en la zona sur de la ciudad de La Paz.

2.2 Objetivo Especifico

- ❖ Evaluar el efecto del biol en el comportamiento agronómico y las variables de rendimiento de la espinaca morada (*Atriplex hortensis L.*) en condiciones de invernadero y campo abierto.
- ❖ Comparar los costos parciales por tratamientos del cultivo de espinaca morada (*Atriplex hortensis L.*).

2.3 Hipótesis

Ho= La aplicación del biol no influye significativamente en el desarrollo y rendimiento del cultivo de espinaca morada entre los dos tratamientos.

Ha= Existe diferencia significativa del biol en el desarrollo y el rendimiento del cultivo de espinaca morada entre los dos tratamientos

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Características principales del cultivo

3.1.1 Cultivo de espinaca

La espinaca morada (*Atriplex hortensis* L) es uno de los cultivos que en los últimos años esta incrementado su consumo a nivel mundial, logrando ocupar un importante nicho del mercado si es manejada bajo un sistema de producción orgánica; sin embargo, no se podrá avanzar más en este campo si no se realizan investigaciones sobre el tema, y los posibles beneficios o limitaciones de este sistema de producción, en cultivos altamente exigente en nutrientes (Dávila, 2010).

3.1.2 Generalidades

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. (Dávila 2010).

La espinaca morada (*atriplex hortensis*) tiene un sabor salado parecido a las espinacas, las hojas se utilizan cocidas o crudas en ensaladas, las hojas se usaron para colorear la pasta en Italia, un solo común de la palta es equilibrar el sabor acido. (Davidson, 1999).

3.1.3 Origen

El origen de las espinacas presenta numerosas lagunas que hasta el día de hoy no han podido ser resueltas por los expertos en botánica, no se conoce la forma original o silvestre de la espinaca tan sólo algunas hipótesis apuntan a una primigenia variedad o forma original silvestre procedente del suroeste asiático (Dávila 2010).

La espinaca morada o armuelle es una planta original de Asia occidental, se cree que de Tartaria, introducida en Europa como cultivo en el siglo XVI (Davidson, 1999).

3.1.4 Características del cultivo de Espinaca

- **Tolerancia al frío.** Las variedades propias de invierno soportan temperaturas bajas que pueden llegar a 5°C por debajo de 0 sin llegar a dañarse. (Infoagro 2005).

- 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 de suelo y prácticas de manejo (Valadez, 1996).

- Valor nutritivo

Estos vegetales son muy ricos en hierro, pero también son extraordinariamente importantes como fuente de vitaminas A, B, C y D. Contienen además proporciones importantes de Calcio, Fósforo, potasio, cloro, sodio y magnesio. Son ricas también en ácido oxálico un estimulante del páncreas. (Unterladstatter, 2000).

-Tamaño

Suele ser diferente según la variedad (entre 20 a 100 cm de largo).

-Peso

El tamaño de las hojas depende mucho de la variedad y el tipo de nutrientes a disponibilidad y puede llegar a pesar 100 gramo la hoja.

-Color

Es dependiente de la variedad puede ser color morada, verde claro o verde oscuro

-Sabor

Como la mayoría de las hortalizas tiene un sabor agradable en la etapa madura de las hojas, a la vez dulce y jugosa.

3.1.5 Valor nutritivo y usos

3.1.5.1 Valor nutritivo

La espinaca morada es una hortaliza con un elevado valor nutricional y carácter regulador, debido a su elevado contenido en agua y riqueza en vitaminas y minerales, su valor nutricional se asemeja al de las espinacas comunes posee un buen contenido en proteínas, fibra y minerales. La espinaca morada también actúa como laxante tiene ligero efecto laxante debido al alto contenido en fibra, ablanda y suaviza los intestinos y ayuda a regular el tránsito intestinal (Montserrat 2004).

3.1.5.2 Usos

Es un alimento útil por su riqueza en sales, vitaminas y es por excelencia re mineralizadora del organismo. Las hojas son altamente antioxidantes, es recomendable para personas anémicas, linfáticas y tiene propiedades diuréticas. Crudas curan el estreñimiento, fortalecen los órganos digestivos, tonifican y estimulan el sistema nervioso y el cerebro, purifican la sangre y eliminan las enfermedades de la piel (Wanamey 2003).

La espinaca morada es un ligero carácter laxante y diurético de sus hojas y las altas concentraciones de vitamina C y de saponinas. También se usa como remedio contra picaduras de diferentes insectos y serpientes (Huber, 2002).

4. Clasificación Taxonómica

Esta especie es clasificada de la siguiente manera (Rojas, 2001):

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Caryophyllidae

Orden: Caryophyllales

Familia: Amaranthaceae

Género: *Atriplex*

Especie: *Hortensis*

Nombre científico: *Atriplex hortensis* L.

Nombre común: Espinaca morada, armuelle, bledos molles, cogolletes.

4.1 Descripción botánica

Es una planta anual, alimenticia, erecta que alcanza los dos metros de altura. las hojas son grandes con limbo triangular y peciolo corto, las flores son espigas axilares son pequeños. Durante muchos años el armuelle fue una planta silvestre muy consumida en Europa hasta que llegó la espinaca y otras hortalizas de hoja para quitarle protagonismo (Davidson 1999).

Se describe como sigue las diferentes partes de la espinaca morada (Taschereau 1985).



Fuente: Taschereau (1985)

Figura 1 Descripción de la planta

a) Raíz:

Pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial.

b) Tallo

El tallo es largo y rudimentario, llegando a medir de 30 a 100 cm. en el que se sitúan las flores.

Los tallos más grandes tienen un color blanquecino o con tonalidades rojizas.

c) hojas

Forma en primer lugar una roseta de hojas pecioladas con un limbo que puede ser más o menos sagitado, triangular – ovalada o triangular acuminado, de márgenes enteros o sinuosos, Las hojas son bastante grandes y carnosas de hasta 20x10 centímetros.

d) Flor

Las flores son pequeñas y pocos aparentes reuniéndose en inflorescencias paniculiformes en las axilas de las hojas superiores y en los remates finales de las ramas y tallos.

Flores hermafroditas y flores femeninas de dos tipos: unas con perianto y sin bractéolas y otras sin perianto y con bractéolas.

Las bractéolas son unas hojitas de protección, membranosas, normalmente opuestas, de forma redondeada, apenas soldadas en la base y de 1 o 1.5 centímetros que están surcadas por una redcilla de venaciones.

e) Fruto

El fruto de la espinaca morada es un aquenio redondeado y hay que separar las bractéolas (descascarillando).

e) Semillas

Las semillas que queda entre las bractéolas es negruzca y rojiza de un tamaño entre 1,5 a 3 milímetros, florece en verano.

La inflorescencia es multiflora en forma de panícula, que se disponen en las axilas de las hojas. Se compone de numerosas flores diminutas y poco vistosas la planta es monoica y posee flores masculinas y femeninas, florece en verano



Figura 2 Descripción de la semilla.

4.1.1 Adaptabilidad del cultivo

Se la puede cultivar en los meses más fríos del año es decir a partir de finales de mayo a julio. En los valles es usana especie que se puede dar durante todo el año siempre y cuando no se presentan heladas intensas (Unterladstatter 2000).

4.1.2 Suelo

El terreno debe ser ligero y fresco aguanta elevadas concentraciones salinas bien drenado que puede ser de ligero o arenoso a arcilloso (Taschereau 1985).

Su parte subterránea crecerá con vigor en soportes con textura arenosa o franca, éstos se pueden mantener generalmente húmedos (Stephens 2015).

4.1.3. Climas

La espinaca morada en cuanto a sus necesidades lumínicas, podemos aseverar que es muy exigente sólo puede situarse en un lugar con exposición directa al sol para no repercutir negativamente en su crecimiento de forma normal. Con respecto a su dureza contra condiciones adversas podemos decir que el rango mínimo de temperaturas con

las que puede lidiar, soportando inclusive heladas aguanta perfectamente vientos fuertes y su tasa de crecimiento en condiciones óptimas es rápida (Stephens 2015).

4.1.4 Temperatura

Entre las principales hortalizas de clima frío, cuya temperatura media mensual es de 15°C a 18°C esta la espinaca (Valadez 1996).

Las temperaturas bajas de 5°C influyen desfavorablemente sobre el crecimiento de las plantas. Las temperaturas elevadas mayor a 26°C tienen un efecto contrario. (Mera J. 2010).

4.1.5 Riego

La espinaca morada durante las primeras semanas, es necesario realizar un riego periódico, en especial si se vive en un lugar con clima seco (Taschereau 1985).

El *Atriplex hortensis* no tolera los encharcamientos, por lo que la zona de plantación debe estar muy bien drenada (Stephens 2015).

4.1.6 pH

La espinaca morada se desarrollará mejor en suelos con pH ácido, neutro, alcalino o muy alcalino, pudiendo llegar a soportar terrenos salinos (Stephens, 2015).

La espinaca morada necesita de un terreno con un pH neutro o ligeramente básico (Taschereau, 1985).

4.2 Labores culturales

4.2.1 Época de la siembra

La espinaca morada se puede sembrar en cualquier época del año sin embargo se recomienda realizar de marzo a junio para que germinen a los 8 a 15 días (Sobrino 1992).

4.2.1.1 Sistema de siembra

La espinaca se puede sembrar de las dos formas, siembra directa que es en campo definitivo; y siembra indirecta mediante almacigo, una vez germinado y alcanza su tamaño adecuado se trasplanta en campo definitivo. La profundidad de siembra será de unos 2.5 cm y el espaciamiento variable desde 10 a 30 cm dependiendo de la variedad en caso de siembra directa (sobrino 1992).

4.2.1.2 Preparación de terreno

Según (Plan Hortícola Nacional 2005), Indica que la espinaca requiere un suelo mullido, esponjoso y nivelado. Para lo cual requerirá además de la labor de arada, rastrillada. En esta labor se incorpora el abono orgánico descompuesto.

4.2.1.3 Siembra

La siembra debe realizarse en terrenos ligeramente húmedos, de preferencia en días nublados; la lluvia y eventualmente los riegos favorecen una germinación regular de las espinacas. La siembra se practica siempre en hileras distantes entre sí, según exigencias de la variedad, técnica del cultivo, la maquinaria utilizada, modalidades de recolección.

Generalmente se deja 30 cm entre hileras. La semilla se deposita de 1 ó 2 cm de profundidad, de acuerdo con la naturaleza y frescura del terreno. (Gorini 1999)

a) Densidad de Siembra

La espinaca morada se realiza por semillas y a voleo tomando que las plantas deben tener una distancia entre cultivos de al menos 25 cm. entre una y otra estas distancias son variables, dependiendo de las exigencias de la variedad, maquinaria utilizada, modalidades de recolección, etc. (Sobrino 1992)

4.2.1.4 Aporque

El aporque hace que elimine las malas hierbas y deje el terreno en buen estado de estructura, puede repetirse varias veces hasta que la planta cubra casi todo el suelo. Esta operación puede hacerse a mano o mecánicamente (Labrador J. 2006).

4.2.1.5 Control de malezas

Según (Velasteguí 2005), Menciona que la eliminación manual de malezas es la alternativa ecológica más aconsejable, dependiendo de la mano de obra, de los costos de la misma y de los esquemas agrícolas que se empleen. En agricultura orgánica no se pueden aplicar herbicidas.

El cultivo de hortalizas requiere de labores de deshierba en sus primeros estados, a fin de evitar la competencia de luz, agua y nutrientes por parte de las malezas. (Suquilanda 1996),

Según (Gorini 1999), Indica que la acota que es recomendable hacer un control cada 15 días; según el desarrollo de éstas pues su competencia puede causar grandes pérdidas.

4.2.1.6 Despuchonado

El despuchonado se realizó con el fin de promover un mayor desarrollo de la planta obtener hojas más grandes y libres para captar mayor radiación solar.

4.2.1.7 Cosecha

La recolección del producto puede efectuarse por procedimientos mecánicos o manuales. La recolección a mano es bastante numerosa, hasta el punto de que incide, de modo determinante, la productividad del cultivo; no obstante, permite la obtención de productos de mejor calidad comercial. Cuando la recolección es manual, también es mayor la cantidad de producto recolectado (stephens 2015).

a) Recolección manual

Consiste en ir cortando poco a poco las hojas más desarrolladas de la espinaca. En conjunto suelen darse 5 a 6 pasadas a un cultivo, el corte puede hacerse con uña, partiendo el peciolo lo más bajo posible, a veces si se quieren comercializar plantas enteras, se corta cada planta por debajo de la roseta de hojas a 1 cm. bajo tierra. En este último caso tan solo se dará una “pasada”.

b) Recolección mecanizada

Principalmente introducida en el cultivo de espinaca para la industria. Las maquinas que se utilizan son unas segadoras que cortan las plantas a 2 o 3 cm. del suelo dotados de una cinta transportadora, que traslada las hojas, cortadas hasta un remolque o contenedor.

Según (PIDR 2014), menciona que el rendimiento del cultivo de la espinaca en un sistema producción intensiva alcanza un intervalo de 1 a 2 kg/m² de materia fresca

4.3 Plagas y Enfermedades

La espinaca morada es una planta que no sufre problemas de plagas y enfermedades (Sobrino 1992).

El *Atriplex hortensis* está considerada como muy resistente a plagas. En cuanto a las enfermedades puede verse afectada por hongos (Stephens 2015).

4.4 La Carpa Solar

Según (Vigliola 1993) sostiene que, el uso de invernáculos tiene como objetivo obtener una mejor producción cualitativa y cuantitativamente, anticipándose o atrasándose a la producción normal.

En valles bolivianos se han desarrollado diferentes tipos de carpas solares. Las más comunes son el tipo túnel, media agua y dos aguas; de estos el que mejor resultó son los construidos de media agua (Hartmann 1990).

4.4.1 Orientación

Según (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.

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

4.4.2 Humedad Relativa

La mayoría de las plantas desarrollan en un medio ambiente de una humedad relativa del aire que oscila entre los 30 y 70%. Por debajo del 30% baja la humedad relativa en

las plantas, estas se marchitan y por un exceso del 70% invita a la proliferación de plagas y enfermedades. Por otra parte, un ambiente seco dentro de las carpas solares, influye en la duración del agrofilm lo cual llega a deteriorarse rápidamente. (Flores 1999).

4.4.3 Suelos y Altitud

La espinaca morada es bastante exigente: requiere terrenos fértiles, de buena estructura física y de reacción química equilibrada. Por lo tanto, el terreno debe ser fértil, profundo, bien drenado, de consistencia media, ligeramente suelto, rico en materia orgánica y nitrógeno, del que la espinaca es muy exigente. El suelo no debe secarse fácilmente, ni permitir el estancamiento de agua. En suelos ácidos con un pH inferior a 6.5 se desarrolla mal. De otro lado, los suelos ligeramente alcalinos determinan el enrojecimiento del pecíolo, carácter comercialmente negativo, y en suelos de pH elevado es sensible a la clorosis (Gorini 1999).

El cultivo de la espinaca se cultiva desde los 1800 a 2800 msnm (Bejo 2012).

4.5 Producción orgánica

Son sistemas que parten de la fertilidad de suelos como la base para una buena producción, respetando las exigencias y capacidades naturales de las plantas, animales y el paisaje, busca optimizar la calidad de la agricultura y el medio ambiente con todos sus aspectos. Esta promueve la producción sana y segura de alimentos y fibras textiles desde el punto de vista medio ambiente social y económico. La agricultura orgánica reduce considerablemente la necesidad de aportes externos al no utilizar abonos químicos ni plaguicidas u otros productos de síntesis. En su lugar permite que las poderosas leyes naturales sean las que incrementan tanto los rendimientos como la resistencia de los cultivos (IFOAM 1992).

El sistema de reutilización de los recursos orgánicos se ha utilizado tradicionalmente desde tiempos remotos en las civilizaciones del mundo, con muy buenos resultados, permitiendo la producción de alimentos en cantidades suficientes. En la actualidad viene adquiriendo gran importancia para el desarrollo de la agricultura alternativa denominada AGRICULTURA ORGANICA donde se realizan los cultivos sin productos químicos ni tratamientos tóxicos, dando resultados muy positivos para el ambiente y la salud humana (Guerrero 1993).

4.5.1 Agricultura Orgánica y/o ecológica

La agricultura orgánica, ecológica o biológica esta frecuentemente entendida como una agricultura que prescinde del uso de agroquímicos, fertilizantes solubles y otros productos químicos. Sin embargo la agricultura orgánica es desarrollar sistemas en las cuales el hombre produce alimentos minimizando los efectos negativos sobre el ambiente. Estos nuevos métodos alternativos de la agricultura, son desarrolladas a través de la aplicación de un complejo de sistema de técnicas agronómicas y lograr alimentos saludables de elevado valor nutritivo, libres de residuos de agroquímicos (FAO, 2005).

Para (González 2011), la agricultura orgánica es conocida también como agricultura ecológica o biológica, que es un sistema agrícola que utiliza alternativas sustentables y amigables para el medio ambiente.

Según (AOPEB 2002), sostiene que la agricultura ecológica es ambientalmente sana, económicamente viable, socialmente justa y culturalmente aceptable. Es un sistema de producción que rescata y emplea técnicas sobre todo el uso de abonos orgánicos, rotación de cultivos, así respetando la naturaleza del suelo, aire, agua, bosques hombre

y su cultura; limitando su degradación de las mismas, garantizando la sostenibilidad de la producción, regulación del medio ambiente, seguridad alimentaria y sobre todo la salud.

4.5.2 Beneficios de la agricultura orgánica

Promueve la eliminación del uso de fertilizantes químicos, pesticidas y organismos genéticamente modificados, los cuales no sólo atentan contra la salud humana, sino que también resultan ser perjudiciales contra la flora y la fauna y el medio ambiente. Entre los beneficios de la agricultura orgánica podemos afirmar que restablece el equilibrio ambiental y no tiene ninguno de estos u otros efectos nocivos sobre el medio ambiente (Sánchez 2003),

Refuerza la estructura del suelo, conserva el agua y asegura la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. Las plagas y las enfermedades son controladas con medios de origen natural y también por medio de sustancias, tanto tradicionales como otras derivadas de conocimientos científicos modernos, aumentando los rendimientos agrícolas y la resistencia a las enfermedades. (Marulanda 2003)

4.5.3 Abonos orgánicos

Para (Sánchez 2003), menciona que los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que llegan al proceso de descomposición, naturalmente con el objeto de mejorar las características y calidad del suelo. Al respecto (Matute, 2011), explica los abonos orgánicos, son productos que se obtienen después de un proceso de descomposición de la materia orgánica; en este proceso los microorganismos son importantes porque son quienes descomponen la materia orgánica, de tal manera que la planta pueda usarlo para su nutrición.

Por lo tanto (Sánchez 2003) indica que existen dos grandes tipos de abonos orgánicos, como ser los abonos verdes (las leguminosas) y los abonos fermentados, dentro de estos también existen dos categorías los sólidos y los líquidos.

4.5.4 Importancia de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos representan una valiosa alternativa para la elaboración de los huertos ecológicos. Al agregar superficialmente abono alternativo sobre el terreno, se conserva la estructura del suelo y se reconstituye la flora microbiana. Al agregar alimentos y materia orgánica al suelo, mejora la textura y aumenta su capacidad de retener aire y agua. Grandes cantidades de estos abonos alternativos se pueden aplicar al suelo en cualquier momento ya que no quema las raíces de la planta. (Sánchez 2003).

4.5.5 Abonos orgánicos líquidos

Según (Gomero 1999), el abono orgánico líquido son aquellas sustancias que son obtenidos en base a la fermentación de residuos orgánicos y generalmente se aplican foliarmente, se sugiere su uso especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica. Al respecto (Sánchez 2003), explica que los abonos orgánicos líquidos son los desechos líquidos que resultan de la descomposición anaeróbica de los estiércoles (en biodigestores). Funcionan como reguladores del crecimiento de las plantas.

Para (Restrepo 2007), indica que los abonos líquidos son biofertilizantes con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de estiércol de vaca muy fresca, disuelta en agua y enriquecida con leche, melaza y ceniza, que se ha colocado a fermentar por varios días, bajo un sistema anaeróbico (sin la presencia de oxígeno) y

muchas veces enriquecidos con harina de rocas molidas o algunas sales minerales; como son los sulfatos de magnesio, zinc, cobre, y otros.

4.5.6 Cualidades del abono líquido

Dentro de sus cualidades (Restrepo 2007), menciona que el abono orgánico líquido sirve para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la fertilidad de las plantas y la salud de los animales, al mismo tiempo que sirven para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades. Por otro lado, sirven para sustituir los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria, los cuales son muy caros y vuelven dependientes a los agricultores, haciéndolos cada vez más pobres.

4.5.7 Tipos de abonos líquidos

Según (Guerrero 1993), clasifican los abonos líquidos en los siguientes:

- Los denominados bioles, obtenidos por fermentación anaeróbica en biodigestores.
- Purines, procedentes del efluente de los establos.
- Te de estiércol, de elaboración parecida al biol.
- Purines con especies vegetales, el mismo tiene una definición distinta al obtenido en establos.

4.5.7.1 El Biol

Para (Salazar 1998), citado por (Aguilar 2016), el Biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. La técnica empleada para lograr este propósito son los biodigestores, se desarrollaron principalmente con la finalidad de producir energía y abono para las plantas utilizando el estiércol de animales. Sin

embargo, en los últimos años, esta técnica está priorizando la producción de bioabono, especialmente del abono foliar denominado biol.

Según (Unzueta 1999), citado por (Villanueva 2016), menciona que los bioles son de más rápida absorción para las plantas, se puede aplicar a la raíz o a las hojas; existen muchas formas de prepararlos, lo que realmente importa es que el biol sea bien transformado, que contenga entre sus elementos los productos requeridos para el desarrollo de las plantas, los tres elementos principales que son: Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

4.5.7.2 Parámetros de calidad de un biofertilizante líquido

Según (Restrepo 2002), citado por (Carvajal 2014), existen numerosos aspectos o parámetros que valen la pena observar para verificar la calidad de los biofertilizantes a base de estiércol o residuos vegetales.

4.5.7.3 Olor

Al abrir el biodigestor no debe existir malos olores. La tendencia es que entre más tiempo sea el proceso de fermentación y añejar el biofertilizante, este será de mejor calidad y desprenderá un olor agradable de fermentación y se conservara por más tiempo. (Aparcana 2008).

4.5.7.4 Color

Cuando se abre el tanque fermentador el biofertilizante debe presentar características como: Formación de una nata blanca en la superficie, el contenido líquido será de un color ámbar brillante y translucido y en el fondo se debe encontrar algún sedimento. (Sánchez 2003).

4.5.7.5 Uso del Biol

El biol puede ser utilizado en una gran variedad de cultivos, de ciclo corto, anual, bianual, perenne, gramínea, forrajera, leguminosa, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas a la floración, al follaje, al suelo, a la semilla y/o a la raíz (Sánchez 2003).

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

Si se filtra, el biol puede ser utilizado como fertilizante foliar en la mochila, o vaciarse directamente al suelo y a los canales de riego. Además, el biol protege contra los insectos y permite recuperar las plantas afectadas por la helada (Martí 2013).

4.5.7.6 Aplicación del Biol

En cuanto a la aplicación del biol al cultivo (Medina 1992), explica el biol se aplica en momento de mayor actividad fisiológica por aspersión, no se debe aplicarse puro sino en diluciones con una concentración de 50 al 75 %, haciendo el cálculo para una mochila pulverizadora de 20 litros de capacidad.

Sin embargo, (Martí 2013), indica tras varios ensayos en diferentes cultivos, se recomienda que el biol se puede aplicar de forma foliar al 100 % de pureza, siempre que sea fuera de las horas de sol intensa y evitando la época de floración de la planta. El mismo autor indica que se observó que las aplicaciones cada siete días mejoran el rendimiento (hasta 50 %), es decir cuanto menor frecuencia de aplicación, menor aumento del rendimiento. Lo mínimo es aplicar biol al 100 % de forma foliar tres veces por ciclo de desarrollo del cultivo, para poder tener resultados perceptibles.

4.5.7.7 Formación del biol

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

4.5.8 Biodigestor

Para (Elizondo 2005), un biodigestor es una alternativa sencilla y práctica que sirve para aprovechar los desechos orgánicos que se producen en las fincas. El proceso permite convertir el estiércol de los animales. Indica un Biodigestor es un sistema natural que aprovecha la digestión anaeróbica de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar, éste en biogás y fertilizante líquido (biol), el biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas o iluminaciones y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere electricidad.

4.5.8.1 Tipo de biodigestores

Se clasifica a los biodigestores de acuerdo al periodo de alimentación (Schlafli 2010).

- **Sistemas discontinuos**, conocidos también como de carga fija ya que se carga solo una vez en forma total y luego se cierra herméticamente por unos 20 a 50 días, donde se descarga después que deje de producir gas. El modelo tipo Batch es el más conocido de este sistema.
- **Sistema semicontinuo**, son pequeños o de mediana escala, de uso urbano o rural, presenta buena eficiencia de producción de biogás diaria. Los modelos que destacan en este sistema son el tipo Hindú, Chino y otro de menor costo del tipo manga de polietileno.

- **Sistema continuo**, tienen flujo constante de biomasa activa en su interior, son grandes sistemas sofisticados, donde emplean equipos comerciales para alimentarlos, dando calefacción, agitación y control.

4.6 Fertilización Foliar de nutrientes

Según (Narváez 2007), señala que la fertilización foliar orgánica incrementa el rendimiento y calidad; acelera el crecimiento de la planta, incluyendo la floración y desarrollo de la semilla. Por lo tanto, reduce el período entre la siembra y la cosecha.

Entre las partes aéreas de las plantas, las hojas son más activas en la absorción de las sustancias aplicadas, pues estos tienen mayor superficie expuesta. En el cual la efectividad de la fertilidad foliar depende de un gran número de medidas tales como la cantidad absorbida de sustratos y de su traslado por los conductos flemáticos, requiriendo un gasto de energía metabólica (Chilón 1997).

4.6.1 Mecanismo de absorción

Según (Venegas 2011), las plantas pueden absorber los nutrientes vía foliar, por tres rutas posibles:

A través de los estomas A través de los ectodermas A través de la cutícula.

Los estomas son aberturas que se encuentran en las hojas, a través de los cuales se produce el intercambio de oxígeno (O) y dióxido de carbono (CO₂), en los procesos de respiración y transpiración.

Para un máximo ingreso por los estomas, las aplicaciones foliares deben ser realizadas cuando los estomas se encuentran abiertos. Desde que los estomas se encuentran cerrados en la noche y durante el mediodía, es recomendable realizar las aplicaciones foliares temprano por la mañana.

Los ectodermas son espacios submicroscópicos en forma de cavernas que se encuentran en la pared celular y en la cutícula.

La absorción a través de la cutícula se produce porque ésta al absorber agua, se dilata, produciéndose espacios vacíos entre las plaquitas aéreas, las cuales permiten la difusión de las moléculas.

El proceso de absorción de nutrientes por vía foliar tiene lugar en tres etapas:

- En la primera, las sustancias nutritivas aplicadas a la superficie penetran la cutícula y la pared celular por difusión libre.
- En la segunda, las sustancias son absorbidas por la superficie de la membrana plasmática.
- En la tercera, pasan al citoplasma mediante la ocurrencia de un proceso metabólico.

Los estomas son pequeños poros localizados en la superficie de las hojas; se consideran parte de la epidermis y están compuestos por células modificadas que tienen la capacidad de abrirse y cerrarse para regular el intercambio gaseoso. Por ejemplo, a través de los estomas ocurre la entrada de dióxido de carbono y la salida de oxígeno.

Sin embargo (Chilón 1997), indica la superficie inferior de la hoja absorbe de 3 a 5 veces más que la superficie superior, pues allí la cutícula es más delgada, hay mayor cantidad de estomas y los vasos floemáticos están más cerca.

4.6.2 Velocidad de absorción

Según (Ramírez 2010), asegura que la velocidad de absorción foliar de los diferentes nutrientes no es igual.

Este concepto es importante, porque quiere decir que si llueve algunas horas después de la fertilización foliar, la cantidad de nutrientes que puede lavarse es mínima. No obstante, cabe destacar los siguientes factores de los cuales depende la velocidad de absorción de cada nutriente:

- El ó los nutrientes involucrados.
- La especie cultivada.
- Las condiciones ambientales: temperatura, humedad relativa, lluvias, etc.
- Condiciones tecnológicas de la aspersión.

Según (Andrade 1998), la velocidad de absorción y movilidad de los elementos se presenta en el siguiente Cuadro 1.

Cuadro 1

Velocidad de absorción y movilidad de los elementos.

Velocidad de absorción	Movilidad	Elemento
Excelente	Excelente	Nitrógeno, sodio, potasio
Regular buena	Muy Regular/ buena	Fosforo, azufre, cloro, manganeso, zinc, cobre
Bueno	Regular a baja	Hierro, magnesio, calcio

FUENTE: andrade 1998

4.6.3 Absorción de nutrientes por la hoja

Para los autores (Romheld y El – Fouly 1999), la absorción foliar de nutrientes a través de la hoja tiene un proceso de absorción vía membrana del plasma del apoplasto hacia el simplasto, por lo tanto consideran los siguientes pasos (Figura 3): 1ro es mojado la

superficie de las hojas son la solución nutritiva del fertilizante; 2do la penetración a través de la pared celular epidermal exterior; 3ro entrada en el apoplasto de la hoja; 4to absorción en el simplasto de la hoja; 5to distribución dentro de la hoja; 6to transporte fuera de la hoja.

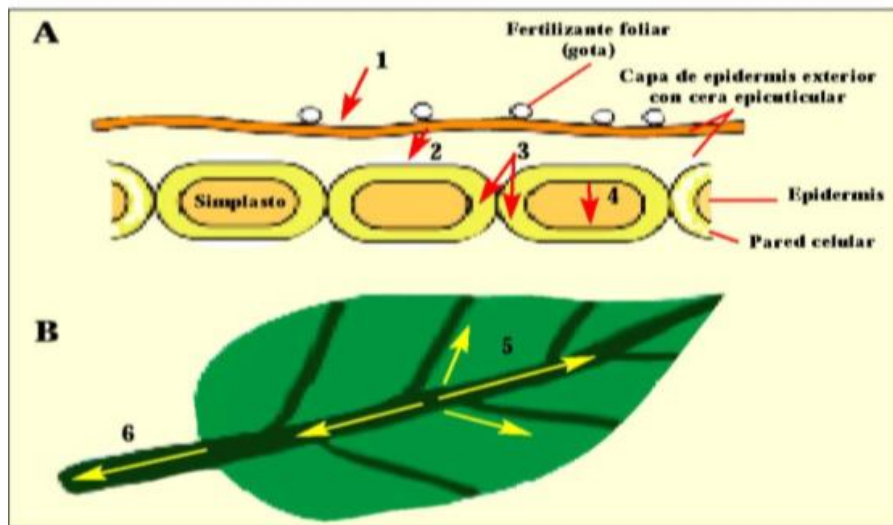


Figura 3 pasos de absorción de nutrientes por las hojas

Sin embargo (Chilón 1997), explica las sustancias nutritivas deben atravesar la cutícula, las paredes y la membrana plasmática hasta llegar al interior de la hoja. La cutícula está formada por pectinas, ceras y fibras celulósicas, que en ella actúan, en el pasaje de las sustancias. Una vez atravesada la cutícula, las sustancias traspasan las paredes de la hoja a través de los ectodermos, que son los espacios con una densidad menor de microfibrillas en las zonas de las paredes primarias y secundarias.

Por otro lado (Rottenberg 2013), indica la tasa de penetración de los nutrientes depende de la concentración de soluto en la superficie de la hoja (Figura 4). Por lo tanto la concentración del soluto depende de la solución asperjada y de la humedad relativa (que determina la tasa de evaporación de la solución asperjada).

La fertilización foliar es mejor que la fertilización al suelo, porque se debe a que se suplementa el nutriente requerido directamente a la zona de demanda en las hojas y a que la absorción es relativamente rápida (Romheld y El-Fouly, 1999). En el cuadro 2 se presenta la velocidad de absorción de varios nutrientes por los tejidos de la planta.

Cuadro 2.

Tiempo de absorción de nutrientes en los tejidos

Nutrientes	Tiempo para que se absorba 50%
Nitrógeno	½ - 2 horas
Fosforo	5 – 10 días
Potasio	10 – 24 horas
Calcio	1 – 2 días
Magnesio	2 – 5 horas
Zinc	1 – 2 días
Manganeso	1 – 2 días

Fuente: Dora Tambo en base a (Romheld y El-Fouly, 1999)

4.6.4 Momento ideal de aplicación de los fertilizantes foliares

Los mejores horarios para la aplicación de fertilizantes a los cultivos, son las primeras horas de la mañana hasta más o menos las 10 de la mañana y en las tardes, después de las 4 de la tarde, porque en estos horarios hay mejor asimilación de nutrientes por las plantas, además se debe utilizar un adherente para que las gotas permanezcan en un tiempo determinado (Restrepo, 2007).

4.6.5 Factores que afectan a la fertilización foliar

Según (Chilón 1997), señala que existen diferentes factores que afectan a la fertilización foliar y son: La temperatura, a medida que aumenta la temperatura, por ejemplo, entre 20 a 26 °C la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada. Después a los 28 °C comienza a producirse

en secado superficial, disminuyendo la absorción de la solución; La humedad relativa, al aumentar la humedad relativa ambiental la permanencia de las gotas de solución en la superficie foliar es mayor, aumentando la probabilidad de su absorción, la Edad de la hoja, las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las hojas viejas; las Características químicas de la solución aplicada, se difunden a nivel foliar en un mayor grado, los fosfatos y nitratos de potasio, que los cloruros y nitratos de potasio; la Luz, este factor es importante para una óptima fotosíntesis, en consecuencia habrá una energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

4.7. Concentraciones de Biol

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

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

4.7.2 Beneficios del abono orgánico Biol

El abono foliar (biol), puede ser utilizado para múltiples cultivos sean de ciclo corto (algunas hortalizas⁹, anuales, bianuales o perenes (alfalfa), cultivados, plantas ornamentales, etc.), como también gramíneas, forrajes, raíces con aplicación dirigida al follaje.

Se emplea biol para la recuperación pronta de las plantas dañadas después de las heladas y granizos. Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de plantas, ya que su accionar es sobre la floración, sobre el follaje y sobre la raíz.

4.7.2.1 Ventajas del Biol

Según (Lavinia Warnars. 2014).

- ❖ Promueve las actividades fisiológicas y estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- ❖ Aumenta el rendimiento y mejora la calidad de los productos.
- ❖ Es un producto orgánico porque solo se requiere de insumos naturales para su elaboración.
- ❖ El biol no es tóxico y no contamina el medio ambiente
- ❖ Su preparación y preservación es fácil.
- ❖ Tiene bajo costo.
- ❖ Al hacer un producto natural, su aplicación es fácil y no se necesita de protección.

Por otro lado el uso de biol permite un mejor intercambio catiónico en el suelo, con ello se amplía la disponibilidad de nutrientes del suelo, también ayuda a mantener la humedad del suelo y a la creación de un microclima adecuado para las plantas (Aparcana 2008).

4.7.2.2 Desventaja del Biol

*El tiempo de elaboración puede variar entre uno a tres meses dependiendo de la temperatura ambiental del lugar. Este aspecto sumado a la necesidad de contar con ciertos insumos para su preparación, puede dificultar su disponibilidad para su aplicación oportuna (Jacobsen S. 2005).

*Cuando el biol está proceso de descomposición, mantiene un olor desagradable, aspecto que no es muy atractivo para los que lo elaboran.

5 LOCALIZACIÓN

5.1 Ubicación Geográfica

El trabajo de investigación se llevó a cabo en los predios del vivero los almendros ubicado en la calle 35 número 120, en la urbanización los almendros en el macro distrito Sur, de La Paz, Bolivia. En la urbanización los pinos de la Ciudad de La Paz.

La zona de estudio se encuentra localizada a 15 km al sur-este del centro de la Ciudad de La Paz y que los parámetros de ubicación geográfica son: Latitud $16^{\circ}32'00''$ Sur y Longitud $68^{\circ}00'00''$ Oeste. A una altitud que varía entre 3.500 y 3.600 msnm. (PDM, 2005-2006).

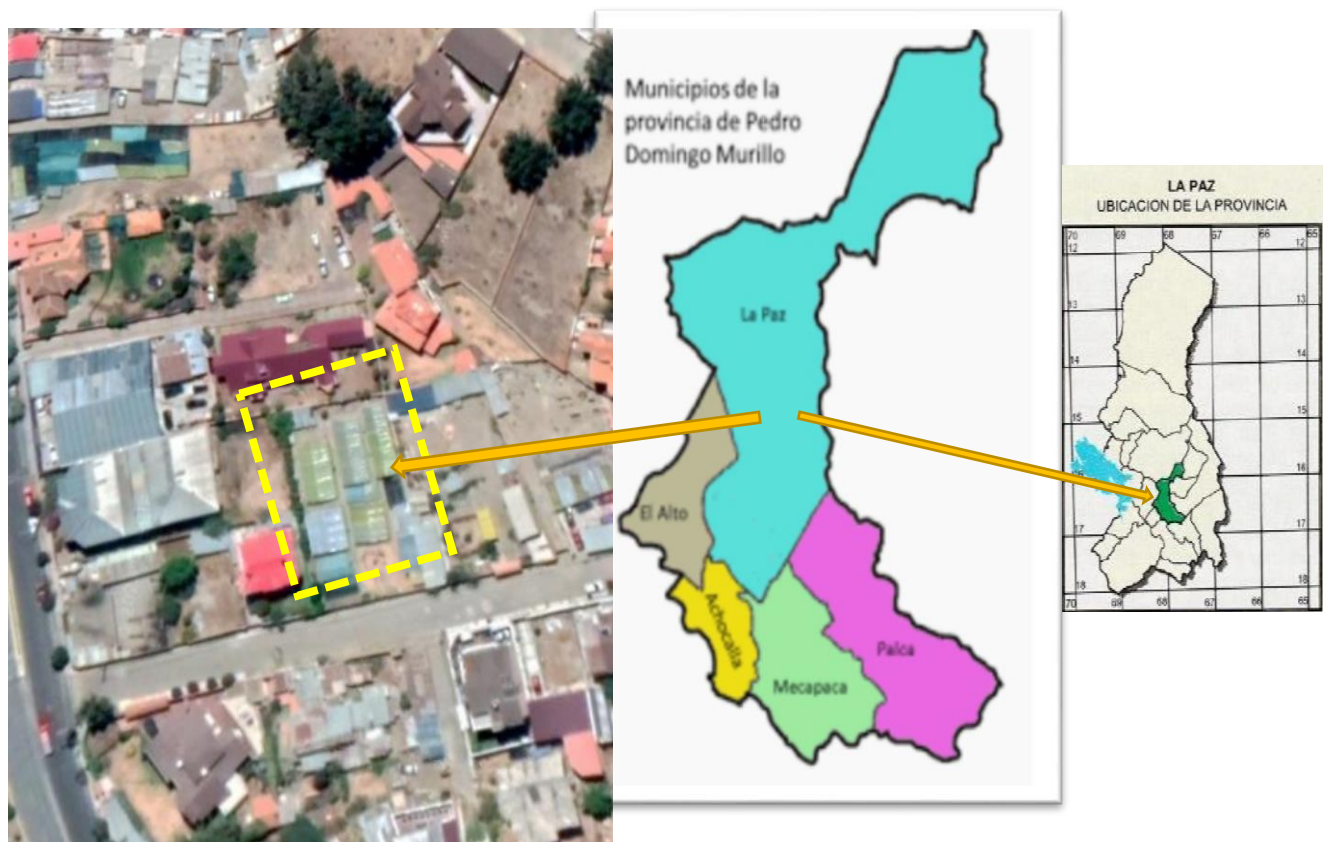


Figura 4 ubicación geográfica

5.2 Características climáticas

Presenta un clima medianamente frío y semi-seco por lo general. Con una temperatura máxima de 21,5°C, temperatura media 11,50°C, temperatura mínima 0,6°C, con frecuencia se dan heladas leves, las cuales se registran con mayor incidencia en los meses de mayo y agosto, presentando una precipitación pluvial de 488,53 mm y algunas veces superior de 600 a 800 mm anuales bajo diferentes formas y una humedad relativa de 46% predomina vientos del sureste en la época de verano y noreste durante el invierno, lluvia, granizo y muy raramente nieve (SENAMHI, 2007)

5.3 Características de la carpa solar

El ambiente semi atemperado o carpa solar donde se realizó el presente estudio tiene una construcción de túnel, la estructura de soporte interno está conformado de metal y acoplado con vigas de madera de 2 y 3 pulgadas toda la estructura está cubierta de plástico agrofilm.

5.4 Suelo de la carpa solar

El suelo de la carpa se caracteriza por tener una textura franco y arcillo gravoso. Las propiedades físicas son de estructuración media, compactación baja y alta porosidad favoreciendo la infiltración del agua y su almacenamiento.

6 MATERIALES Y METODOLOGÍA

6.1 Materiales

6.1.1 Material biológico

* Para el presente trabajo se utilizó Semillas de espinaca morada (*Atriplex hortensis L.*).

6.1.2 Material orgánico líquido

Biol, es un fertilizante orgánico líquido el cual fue obtenido de la Estación Experimental de Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

* Abono orgánico

* Abono de oveja

* Turba

6.2 Metodología

6.2.1 Etapa de planificación y preparación

En esta etapa se realizó el estudio de los dos ambientes en ambiente atemperado y a campo abierto y las condiciones en las cuales se desarrolló la presente investigación.

6.2.2 Preparación del suelo para las parcelas

se procedió con el preparado del suelo y remoción del suelo con las siguientes dimensiones 6X3 metros, durante un jornal de laboreo que se realizó de las dos parcelas tanto campo abierto y en carpa solar lo cual se realizó a mano con ayuda de una picota, pala, rastrillo realizando una limpieza de restos vegetales y la remoción del suelo hasta una profundidad de 0.30 cm de manera que se obtenga un suelo suelto y mullido,

incorporando una pequeña cantidad de compost, turba y se procederá a mezclar bien el suelo para que favorezca las labores de siembra y asegurar la germinación de las semillas.

6.2.2 Nivelación del suelo

Posterior a la remoción del suelo se prosiguió con la nivelación del área de estudio con ayuda de una tabla, rastrillo, pala y picota, esta actividad se realizó para facilitar la distribución de las unidades experimentales de la platabanda dentro de la carpa y a campo abierto. Esto para dar al cultivo un suelo suelto y adecuado para su óptimo desarrollo durante su ciclo de producción y evaluación.

6.2.3 Delimitación del área experimental

Se delimitó la superficie a utilizar para el trabajo de investigación con la ayuda de estacas, cuerdas, cinta métrica, donde se ubicó los bloques y tratamientos, todos estos distribuidos al azar y las medidas propuestas en el croquis de campo, acabado esto se realizó un riego profundo con el objeto de tener un suelo húmedo al momento de la siembra.

6.2.4 La siembra de la semilla

Posteriormente a la preparación del suelo y previo a la siembra, será necesario efectuar un riego de 48 horas antes de la siembra, con el fin de saturar el suelo y asegurar que se halle en capacidad de campo al momento de la siembra.

Las semillas se depositaron a 1-2 cm, de profundidad y luego se procedió a regar de manera superficial el suelo para que las semillas se adhieran al terreno y se humedezcan con facilidad.

Se efectuó a la siembra siendo que el sistema de producción es intensivo. Se procedió a sembrar en tres bolillos con una densidad de siembra requerida para el cultivo de la espinaca morada, de 20 cm entre plantas por 20 cm entre hileras, teniendo 10 plantas por metro cuadrado. Para una seguridad de germinación se colocó tres semillas de espinaca morada, distribuyéndolos con los respectivos tratamientos y repeticiones.

6.2.5 Forma de aplicación

La aplicación del biol al cultivo de Espinaca morada, fue vía foliar previamente diluido con un atomizador, para un aprovechamiento óptimo, ya que existe una mejor absorción al ser aplicadas en las hojas, esta actividad se realizó rociando la parte superior laminar (haz), de las hojas.

De manera tal, que la superficie de las hojas quede totalmente mojada y las sustancias puedan atravesar la cutícula, traspasando las paredes de las hojas a través de los ectodermos que son los espacios con una densidad de microfibrillas en las zonas de las paredes primarias y secundarias.

6.2.6 Frecuencia de aplicación

Se realizó la aplicación en los dos ambientes invernadero y campo abierto se realizó las frecuencias durante 3 meses (tiempo del desarrollo del cultivo). La aplicación del biol

fueron efectuadas a partir de los 14 días después de la siembra, se aplicó de la siguiente manera.

Frecuencia 1. Tratamiento 1, Sin aplicación de Biol, testigo.

Frecuencia 2. Tratamiento 2, Con aplicación de Biol con una frecuencia de 10 días (una vez por cada dos semanas), las cuales durante el ciclo productivo fueron 6 aplicaciones.

Frecuencia 3. Tratamiento 3, Con aplicación de Biol con una frecuencia de 15 días (una vez por cada tres semanas), las cuales durante el ciclo productivo fueron 4 aplicaciones.

Tiempo en el que las hojas presentaban un desarrollo adecuado, para un aprovechamiento óptimo del abono para la planta, donde la absorción en hojas jóvenes es mayor, al ser más activas en la absorción de sustancias aplicadas.

6.3 preparación de los materiales para la toma de datos

6.3.1 Toma de datos

Después de realizar la siembra se tomó los datos cada semana para realizar los cálculos, para obtener datos con precisión.

Se tomaron muestras de 5 plantas al azar de cada tratamiento, descartando aquellas que no alcanzaron buen desarrollo, las cuales fueron evaluadas en cada cosecha del cultivo, teniendo un registro de cada cosecha.

6.4 Labores culturales

Juntamente el riego se realizó las labores culturales de carácter continuo, como Se manifiesta a continuación:

6.4.1 Siembra

La siembra se realizó el 24 de octubre de 2019 por siembra directa, en forma manual empleando el método por golpe colocando 3 semillas por golpe a una profundidad de 1-1,5 cm obteniendo una densidad (distancia entre surco 0,20 m y distancia entre plantas de 0,20 m), después se cubrió con el mismo sustrato en la respectiva platabanda. Luego se regó abundantemente para que la semilla tenga humedad y esté en condiciones favorables para que empiece su desarrollo vegetativo.

- Raleo

Una vez emergidas las plantas se procedió a realizar el raleo; para esto se escogerá la mejor planta para su estudio y el resto se los deseche.

Se realizó el raleo de las plantas, a los doce días después de la siembra, para evitar competencias entre plantas y para el mejor desarrollo de las mismas; esto se realizó con el propósito de uniformizar la población de los diferentes tratamientos.

- Deshierbe

Durante el desarrollo el cultivo se presentó algunas malezas en el entorno de las plantas las cuales se controló manualmente, evitando el efecto de competencia entre plantas.

El deshierbe se realizó a las dos semanas después de la siembra, la misma que se realizó de forma manual; sacando las malezas cuidando de no maltratar a la planta. Esta actividad se realizó dos veces a la semana.

-Riego

El riego se realizó con ayuda de una manguera esto se realizó a diario los primeros días. Antes de la siembra se realizó el riego, esto para humedecer el suelo y ayudar a la planta

en su desarrollo en la fase de emergencia. En la etapa de la emergencia, día por medio. Posteriormente la frecuencia de riego se redujo a cada dos días por semana, cuando las plantas ya presentaban una altura y desarrollo considerado.

-Cosecha del Cultivo de Espinaca morada.

La cosecha se realizó manualmente en forma escalonada, quitando las hojas desde la base cuidadosamente, las hojas mejor desarrolladas. La primera cosecha se realizó en el invernadero el 19 de diciembre del 2019, la segunda cosecha se realizó el 26 de diciembre, la primera cosecha en campo abierto fue el 26 de diciembre y la segunda cosecha fue el 3 de enero 2020. Una vez cosechadas se procedió a realizar el pesaje, y la medición correspondiente de las plantas muestreadas; finalmente se seleccionó las mejores hojas para ser comercializadas.

En el momento de la cosecha se tomaron en cuenta las variables de respuesta que fueron planteadas y fueron evaluadas en el trabajo de gabinete.

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Por las características del área de investigación, se empleó el diseño bloques al azar para cada ambiente, se utilizó dos parcelas uno en campo abierto y el otro en invernadero.

6.5.1 Los factores de estudio fueron:

1 FACTOR A Ambiente

A1=invernadero

A2=campo abierto

2 FACTOR B: Frecuencias de biol

T1: Tratamiento testigo

T2= Tratamiento de Biol cada 10 días

T3= tratamiento de Biol cada 15 días

6.5.2 El modelo lineal aditivo (MLA)

es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{\alpha i} + \beta_j + \alpha_i\beta_j$$

Donde:

Y_{ij} = error de la parcela menor

μ = media general

α_i = Efecto de la i – esimo factor A nivel del Biol

$E_{\alpha i}$ = Error de la parcela mayor

β_j = Efecto del j – factor B: cultivo de espinaca

$\alpha_i\beta_j$ = Efecto de la interacción A*B

6.5.3 Características del área experimental

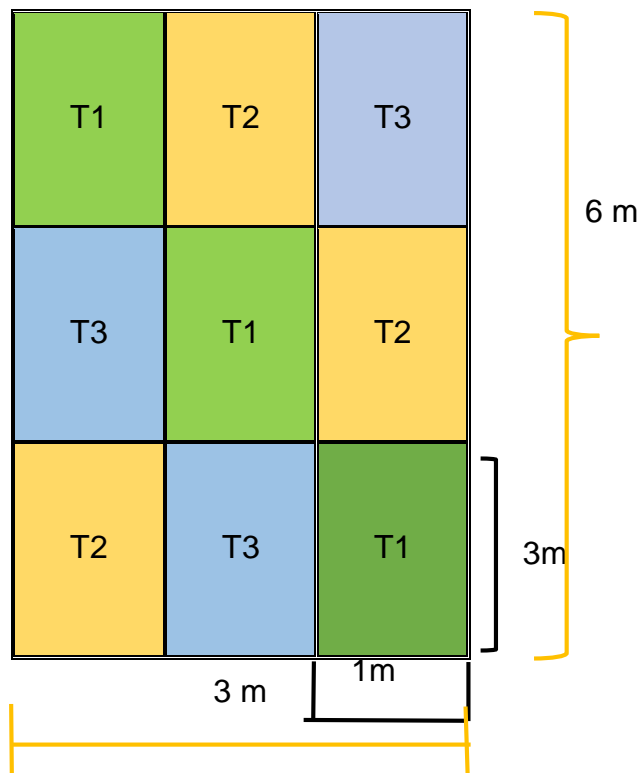
Material de cubierta y paredes:	Agro film
Largo de la carpa solar:	15m
Ancho de la carpa solar:	5m
Unidades experimentales:	9UE
Numero de tratamientos:	3 tratamientos
Área total de investigación:	3 m ²
Área de cada unidad experimental:	1 m ²
Distancia entre plantas	: 0.25m
Distancia entre surcos	: 0.25m.
Número de plantas x platabanda	: 10
Número de plantas totales	: 180 plantas

6.5.4 CROQUIS DEL EXPERIMENTO

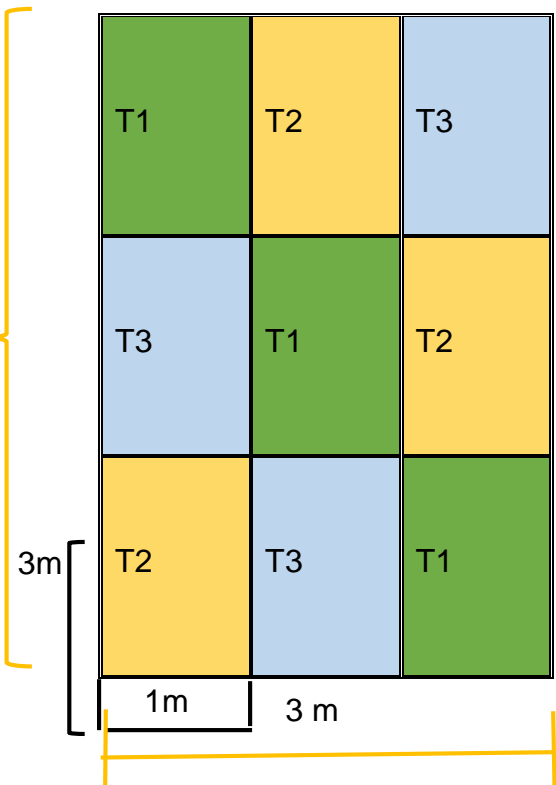
Cuadro 3

Croquis de la parcela experimental

Invernadero



Campo Abierto



6.6 VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables de respuesta serán estudiadas para el presente trabajo de estudio se muestran las siguientes variables de estudio:

6.6.1 variables agronómicas.

-Porcentaje de Germinación. Para el cálculo del porcentaje de germinación se tomó en prueba

$$\text{porcentaje de germinacion} = \frac{\text{semillas germinadas}}{\text{total de semillas}} * 100$$

-Días de germinación

Se realizó con la finalidad de determinar el porcentaje de germinación de las semillas, para conocer cuál es el estado fisiológico.

Se realizó al tiempo de los 21 días, después de la siembra (mes de noviembre), se calculó sobre la base de emergencia, se tomó en cuenta el número de plantas que emergieron sobre el total de semillas sembradas.

-Altura de la planta

Para la toma de datos de esta variable se utilizó una regla, o un flexómetro se midió desde el cuello al ápice terminal de la planta muestreadas por cada tratamiento, durante el desarrollo del cultivo, posteriormente se obtuvo un promedio de altura total de la planta de cada tratamiento en la cosecha.

-Diámetro del tallo

Para la toma de datos de esta variable se utilizó un vernier midiendo el diámetro de tallo.

-Número de hojas por planta

Para la variable de número de hojas se determinó en el momento de cada cosecha, primera y segunda cosecha se cuantificó el número total de hojas comerciales cosechada de cada planta muestreada por tratamiento

-Número de macollo

Para evaluar esta variable se contó el número de macollos por planta.

6.6.2 variables de rendimiento

-rendimiento por planta

En la evaluación de la variable rendimiento se pesó las hojas de la planta después de la cosecha.

-rendimiento por metro cuadrado

Se realizó el pesaje de todas las plantas en cada cosecha empleada.

6.6.3 variables económicas:

-Ingreso bruto: es llamado también beneficio bruto, es el rendimiento ajustado multiplicado por el precio del producto.

Es el resultado del beneficio bruto que se percibirá menos el total de los costos de producción y su fórmula es:

$$IB = R \times P$$

Donde:

IB = Ingreso Bruto

R = Rendimiento

P = Precio en el mercado

-Ingreso neto: el ingreso neto o también denominado beneficio neto, se determinó restante a los ingresos brutos el total de los costos de producción del ingreso bruto.

$$IN = IB - CP$$

Donde:

IN = Ingreso Neto

IB = Ingreso Bruto

CP = Costos de Producción

-Relación beneficio costo: la relación beneficio/costo, es la comparación sistemática entre el beneficio o resultado de una actividad y el costo de realizar esa actividad. (Arias, 1996)

- Si el valor de B/C es mayor a 1 = Inversión aceptada
- Si el valor de B/C es igual a 1 = Inversión dudosa
- Si el valor de B/C es menor a 1 = Inversión rechazada

$$B/C = IB/CP$$

Donde:

B/C = Relación Beneficio – Costo

IB = Ingreso Bruto

CP = Costo de Producción

La regla básica de beneficio/costo (B/C), es que una inversión será rentable, si los beneficios son mayores que la unidad ($B/C > 1$), es aceptable cuando es igual ($B/C = 1$) y no es rentable si es menor a la unidad ($B/C < 1$) (IBTA, 1995).

6.6.4 Costos de Producción

Los Costos de Producción, son el gasto o desembolso de dinero que hace en la adquisición de los insumos, para producir bienes o servicios. Sin embargo, el término costo es más amplio, ya que significa el valor de todos los recursos que participan en el proceso productivo de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado (Perrin, 1979).

7 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados derivados del presente trabajo de investigación, expresan los efectos de los factores en estudio, los cuales son descritos a continuación:

7.1. Variables ambientales de la carpa solar

7.1.1. Temperaturas en la carpa solar durante el desarrollo del cultivo

La gráfica muestra las temperaturas registradas al inicio en el ambiente protegido durante la producción del cultivo de espinaca morada, estas fueron tomadas con un termómetro ambiental en el interior de la carpa solar

Los valores registrados de temperatura durante el desarrollo del cultivo de espinaca morada, fue con un termómetro, la cual reconocía las varianzas de temperaturas máximas y mínimas durante todo el día, se encontraba en la parte central del ambiente atemperado a una altura de 1,5 metros del nivel del suelo, se anotaban los datos cada semana en horarios de posteriores a las 03:00 pm, los datos fueron registrados a partir de la siembra hasta la segunda cosecha, dada las descripciones se muestra la gráfica de variación de la temperatura a lo largo del trabajo de investigación.

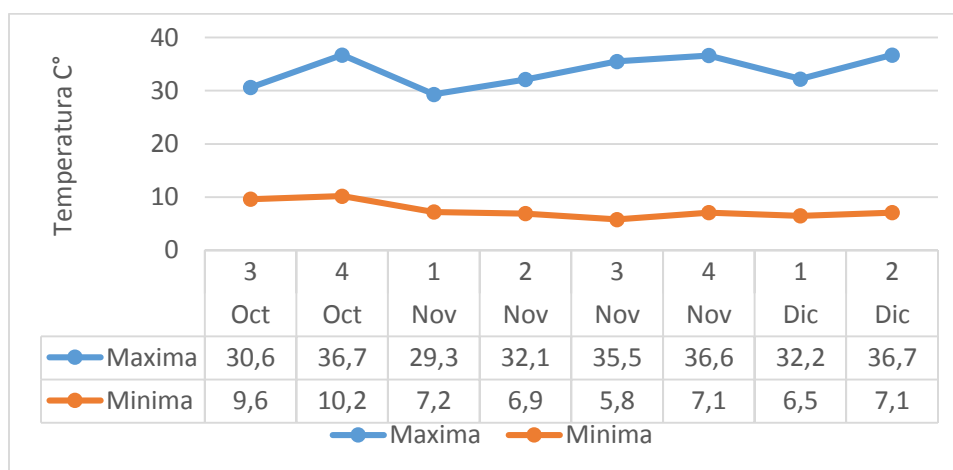


Figura 5 Fluctuación térmica registrada durante el desarrollo del cultivo

Los datos de temperatura fueron registradas a partir de la siembra que se realizó 24 de octubre del 2019 hasta la última cosecha que se realizó en la primera semana de enero del 2020, durante estos días se observó las variaciones térmicas al interior del ambiente atemperado.

Flores (1999), menciona que 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 la morfología vegetal.

Con relación al Cultivo de hortalizas (2012), menciona que, en días largos (más de 14 horas de luz diurnas) y temperaturas arriba de 15 °C se reduce su producción, dado que las plantas permanecen en la fase de roseta muy poco tiempo, lo que provoca que el pecíolo de las hojas no se puedan desarrollar en su totalidad.

7.2 variables agronómicas

7.2.2 Porcentaje de emergencia

El porcentaje de emergencia fue determinado al transcurrir un total de 21 días posteriores a la siembra del cultivo en la parcela, constando que se superó el 50% de emergencia de toda la población, estos datos se muestran en el siguiente Cuadro 4.

Cuadro 4

Porcentaje de emergencia.

semillas	Número total de semillas sembradas	Numero de semillas germinadas	Porcentaje de emergencia (%)
Invernadero	270	205	75.92%
Campo abierto	270	190	70.37%

Fuente: Elaboración propia

En relación al porcentaje de emergencia del Cuadro 4 se señala lo siguiente; que transcurrido el tiempo mencionado la espinaca morada en invernadero alcanzo un mayor porcentaje de emergencia alcanzando un valor 75,92% seguido en campo abierto tuvo un menor porcentaje un valor de 70.37% lo cual que indica que se tuvo buen porcentaje de viabilidad y germinación.

Esto se debe a la precocidad de la variedad de la semilla, ya que su fisiología y metabolismo es más acelerada. Además, de tener las condiciones de humedad necesarias para el desarrollo de la emergencia.

7.1.3 Altura de la planta (cm).

Una vez realizado el análisis de varianza para la altura de planta (cm) del cultivo de espinaca morada se obtuvieron los datos antes de la primera cosecha (a los 55 días) los siguientes resultados.

Cuadro 5

Análisis de Varianza para la altura de planta a la cosecha.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	177,75	6	19,75	89,61	0,0001 **
Ambiente	141,91	1	141,91	1331,5	0,0001 **
Biol	28,32	2	14,16	64,25	0,0001 **
Ambiente*Biol	7,1	2	3,55	16,1	0,0016 **
Error	1,76	6	0,22		
Total	179,51	17			
CV=1,61 %					

NS= No significativo; *= Significativo; **= Altamente significativo

En el (cuadro 5), se presenta el análisis de varianza para altura de planta a los 55 días después de la siembra, donde se muestra que es altamente significativo entre bloque, lo que indica que el factor tuvo la influencia en la altura de planta.

Con respecto, a los demás factores se observa en todas las fuentes de variación para el factor A (ambiente), que existe diferencia altamente significativo y el factor B (frecuencia de aplicación de biol) de igual forma es altamente significativo, verificándose el abono líquido de biol sobre la altura de la planta de espinaca morada a los 55 días de la cosecha.

En la interacción entre ambos factores, ambiente y frecuencia de biol (AxB) que fueron altamente significativo lo que significa que tuvo efecto.

El coeficiente de variación es de 1.61 % que se encuentra por debajo del rango para el manejo de un ambiente atemperado y a campo abierto, lo cual nos indica que el cultivo tuvo un buen manejo (Arteaga, 2013).

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se realizó una comparación de medias con la prueba de Duncan al 0,05 de confianza.

Cuadro 6

Prueba Duncan altura de la planta (cm), en relación al tipo de Ambiente

Ambiente	Medias	n	E.E.	
Invernadero	39,92	9	0,11	A
Campo afuera	32,3	9	0,11	B

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Con los resultados estadísticos obtenidos en la prueba de Duncan se puede observar que los ambientes con las frecuencias de aplicación de biol tienen una diferencia estadística.

Realizada la comparación de medias por el método Duncan, para la variable altura de la planta en relación al tipo de ambiente, como se observa en el (Cuadro 6), muestran las diferencias estadísticas para la variable altura de la planta con los dos ambientes, muestra que el mejor resultado presentó el ambiente invernadero es presentando un valor de 39,92 cm de altura en invernadero y el que menor valor presentó en campo abierto con un valor de 32,3 cm de altura.

Esta diferencia podría atribuirse, debido a que el invernadero es un lugar cerrado para poder proteger los diferentes tipos de hortalizas de hoja proteger del exceso frío en ciertas épocas del año esto nos permite el control de la temperatura y la humedad, mientras que en campo abierto las hortalizas están expuestas al sol como a las heladas.

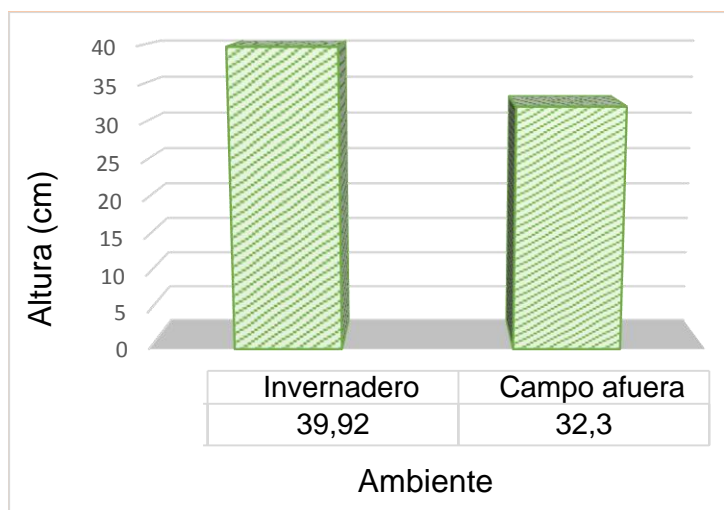


Figura 6: Prueba Duncan altura de la planta (cm), en relación al tipo de Ambiente

En la Figura 6, presenta la comparación de Duncan, donde se refleja los dos ambientes que corresponden en relación al tipo de ambiente, dando origen un crecimiento mayor para el invernadero con un promedio de 39,92 cm, seguido por el ambiente campo afuera

con una altura alcanzada con un promedio de 32,3 cm. Estas diferencias en altura de planta se atribuyen a los efectos positivos de los distintos ambientes.

Gómez citado por (Huallpa 2009), indica que las variaciones en altura de planta son debidas a los factores genéticos, así como los factores climáticos que influyen de distinta manera en la expresión de esta variable.

Cuadro 7.

Prueba Duncan altura de la planta (cm), en relación a la frecuencia de aplicación de biol

Biol	Medias	n	E.E.	
T2	37,24	6	0,19	A
T3	35,73	6	0,19	A
T1	30,36	6	0,19	B

FUENTE: Elaboración propia

Con los resultados estadísticos obtenidos en la prueba Duncan se puede observar que los tratamientos con las frecuencias de aplicación tienen una diferencia estadística a comparación del testigo que no se aplicó ningún el abono orgánico biol.

Realizada la comparación de medias por el método Duncan como se observa en el (Cuadro 7) para la variable altura de la planta, en el tratamiento 2 (dosis de aplicación cada 10 días) donde nos muestra que existen diferencias estadísticas siendo la mejor frecuencia, presentando un valor de 37,24 cm de altura demostrando que es significativo, en comparación al tratamiento 3 (frecuencia de aplicación cada 15 días) que presentó un valor de 35,73 cm de altura, teniendo como último al testigo que represento un valor de 30,36 cm de altura inferiores a las frecuencias de aplicación.

Estas diferencias en altura de planta se atribuyen a los efectos positivos de la aplicación foliar de los distintas frecuencias de biol, ya que el biol contiene nutrientes de fácil asimilación por la planta, más que todo el nitrógeno en forma amoniacal, y en forma de nitritos y nitratos, además es un elemento motor para el crecimiento de la planta, también el biol contiene fitohormonas que regulan el crecimiento del vástago, por lo tanto existe un incremento en altura de planta. Al respecto Chilón (1997), indica estas diferencias pueden atribuirse también a la asimilación de nutrientes de nitrógeno en mayor proporción.

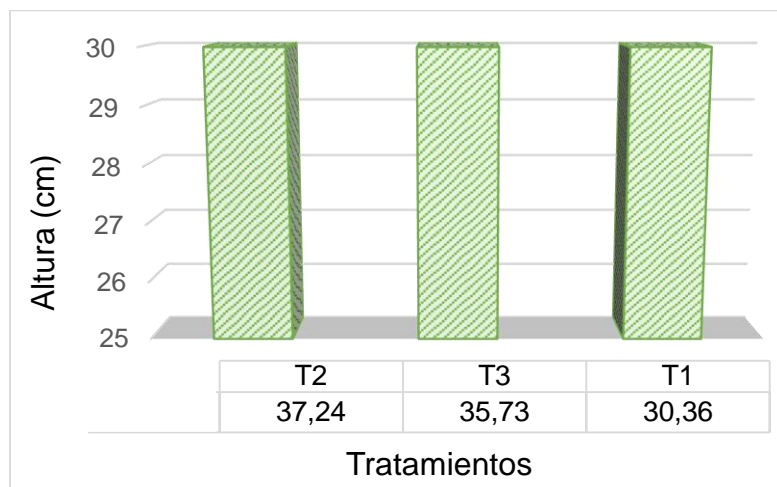


Figura 7. Prueba Duncan altura de la planta (cm), en relación a la frecuencia de aplicación de Biol.

Para la (Figura 7) se puede observar las diferencias numéricas entre tratamientos, donde se refleja tres grupos que corresponden a las frecuencias de biol dando origen un crecimiento mayor para el tratamiento T2 (frecuencia de aplicación cada 10 días) es el que mejor respuesta presentó, como promedio de 37,24 cm de altura, le sigue la altura alcanzada con el tratamiento T3 (frecuencia de aplicación cada 15 días) y finalmente quedando por debajo el T1 (testigo) que sólo presentó un promedio de 20,36 cm, que es

inferior frente a la adición de biol respectivamente. Es decir que el abonamiento orgánico líquido biol tuvo un mejor efecto que los otros tratamientos. Estas diferencias en altura de planta se atribuyen a los efectos positivos de la aplicación foliar de los distintos niveles de biol, ya que el biol contiene nutrientes de fácil asimilación por la planta.

Por otro lado se explica la frecuencia de aplicación y el momento de la aplicación del abono líquido al cultivo a partir de las ocho y media de la mañana favoreció a que la planta asimile los nutrientes con mayor eficacia, además las condiciones ambientales fueron favorables e incluso el riego complementario ayudó a que la planta se desarrolle mucho mejor.

Al respecto Quino (2003), menciona que un cultivo debe tener una buena fertilización ya que este depende el desarrollo del cultivo. La no significancia de los bioles y concentraciones puede estar influenciada por no cubrir los requerimientos de la planta.

FAO (1990), señala que la poca disponibilidad de los nutrientes, exclusivamente orgánicos pueden limitar el estado nutricional de las plantas si estos no satisfacen sus necesidades.

En comparación, (UNALM 2009), en un estudio de efecto de biol y rotación de abono verde aplicando a tres tipos de tratamientos bajo ambiente atemperado en la Provincia Murillo del Departamento de La Paz, obtuvo el T2 una altura de 32,96 cm, seguido por el T3 con un promedio de 28,93 cm al igual que el T1 con un promedio de 28,34 cm altura de planta (abono líquido biol), promedio menor al del presente estudio.

Al respecto, (Chambi 2019), en un estudio de diferentes niveles de abonos orgánicos sobre la altura de planta en espinaca morada en condiciones de ambiente protegido en

la ciudad del alto, obtuvo en promedio de 15,20 en altura de planta (abonos orgánicos), valor menor al del presente estudio.

Por otro lado (Tambo 2016) en un estudio de efecto de biol sobre la altura de planta en el cultivo de la cebolla en condiciones de campo abierto en la estación experimental choquenaira Viacha, obtuvo en promedio de 76,36 cm en altura de planta (Biol) abono liquido orgánico.

Cuadro 8

Prueba Duncan altura de la planta (cm) en relación a los ambientes y a la frecuencia de aplicación de Biol.

Ambiente	Biol	Medias	n	E.E.	
Invernadero	T2	38,23	3	0,27	A
Invernadero	T3	37,18	3	0,27	A
Invernadero	T1	32,34	3	0,27	B
Campo afuera	T2	30,29	3	0,27	C
Campo afuera	T3	29,43	3	0,27	D
Campo afuera	T1	29,38	3	0,27	D

FUENTE: Elaboración propia (2020)

Con los resultados estadísticos obtenidos en la prueba de Duncan se puede observar que los ambientes y los tratamientos con abono líquido Biol tienen una diferencia estadística a comparación del testigo que no se aplicó ningún abono líquido.

en el cuadro (8) podemos apreciar que el mejor promedio para la variable altura de la planta en las cosecha en relación a la frecuencia de aplicación y a los dos tipos de ambientes, como se observa en el (Cuadro 8) se obtuvo un mayor porcentaje de altura de planta en invernadero con el T2 (frecuencia de aplicación cada 10 días), en

comparación al T3 (frecuencia de aplicación cada 15 días), siendo este el que obtuvo un menor porcentaje en comparación al T1 (testigo) el cual se puede apreciar en la (Fig. 8)

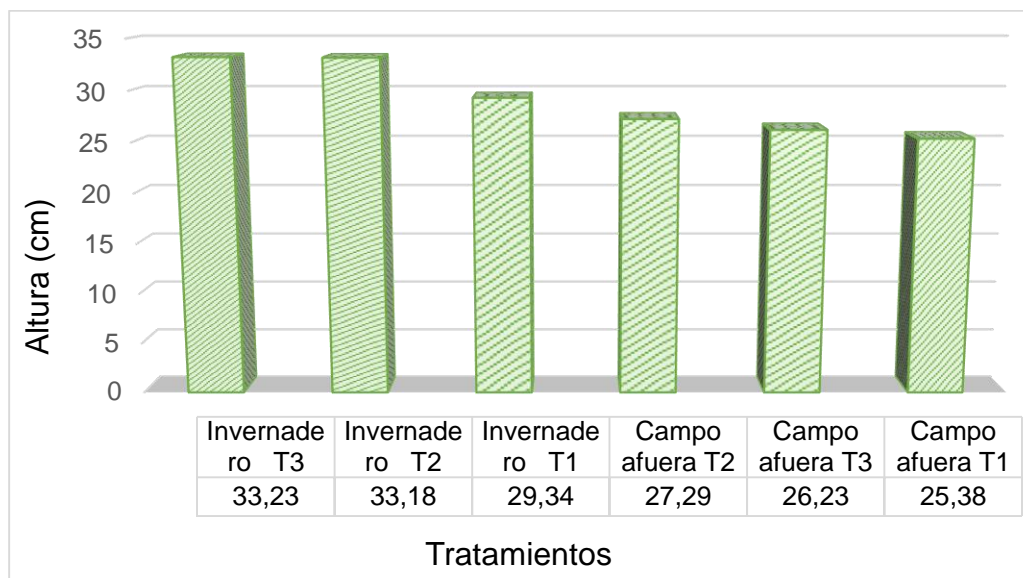


Figura 8. Frecuencia de aplicación de biol y los ambientes, en relación a la altura de la planta.

En la figura 8 se refleja los datos de la altura de planta en cosecha, el cual el T2 (con frecuencia de aplicación de biol cada 10 días en invernadero) presentó mayor crecimiento con 38.23 cm de altura, seguido del T3 (con frecuencia de aplicación de biol cada 15 días en invernadero) que presentó un valor de 37.18 cm de altura, siendo los que mejor porcentaje presentaron, sin embargo así mismo se ve que el T1 testigo (con frecuencia de aplicación 0 días en invernadero) es el que presentó menor crecimiento con 32.34 cm de altura en comparación a los demás tratamientos.

como también se refleja los datos de la altura de planta en cosecha, en campo abierto el cual el T2 (con frecuencia de aplicación de biol cada 10 días en campo abierto) presentó mayor crecimiento con 30.29 cm de altura, seguido del T3 (con frecuencia de aplicación de biol cada 15 días en campo abierto) que presentó un valor de 29.43 cm de altura,

siendo los que mejor porcentaje presentaron, sin embargo así mismo se ve que el T1 testigo (con frecuencia de aplicación 0 días en campo abierto) es el que presentó menor crecimiento con 29.38 cm de altura en comparación a los demás tratamientos.

Esta diferencia podría atribuirse a la interacción entre el ambiente y la frecuencia de aplicación, lo cual nos indican que los factores actúan conjuntamente, es decir que no son independientes uno del otro, ya que al tener una dosis exacta de frecuencia, la planta puede desarrollarse con mayor facilidad y así lograr una buena producción del cultivo de espinaca morada.

Según (Ronen 2010), la frecuencia de aplicación foliar es una forma de crecimiento más rápida y también es la absorción de las plantas por los estomas de las hojas y que principalmente ayudan en el proceso de crecimiento de las plantas, además es un repelente natural contra el pulgón y plagas.

Mamani, mencionado por Quispe (2014), afirma que la característica en el crecimiento en altura de planta está determinado por el carácter genético de cada variedad y las características ambientales, sustrato y la nutrición que se les proporciona a las plantas.

Gómez citado por (Huallpa 2009), indica que las variaciones en altura de planta son debidas a los factores genéticos, así como los factores climáticos que influyen de distinta manera en la expresión de esta variable.

López (1994), señala que en el cultivo de las hortalizas encontró que el efecto del nitrógeno incrementa la altura de la planta.

La utilización de abonos líquidos aplicados foliarmente permite una gran absorción de los nutrientes principalmente micronutrientes por parte de la planta (Rodríguez, 1989).

Casseres (1984), citado por Piñeiro (2001), indica que las hortalizas pueden presentar un desarrollo de altura de la planta más acelerado, este comportamiento se evidencia más aun cuando estas especies son cultivadas en ambientes atemperados.

7.1.4 Diámetro de tallo de la planta

Una vez realizado el análisis de varianza para el diámetro de tallo del cultivo de espinaca morada a los 55 días de la cosecha se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 9.

Análisis de varianza diámetro de tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0,14	6	0,02	16,22	0,0003 **
Ambiente	0,11	1	0,11	26,2	0,0069 **
Biol	0,01	2	3,40	3,51	0,0804 NS
Ambiente*Biol	0,01	2	3,60	3,79	0,0695 NS
Error	0,01	6	9,60		
Total	0,15	17			
CV=3,10%					

FUENTE: Elaboración propia

En el (cuadro 9), se presenta el análisis de varianza para diámetro de tallo de planta a los 55 días después de la siembra, donde se muestra que es altamente significativo entre bloque, lo que indica que el factor tuvo la influencia en la altura de planta.

Con respecto, a los demás factores se observa en todas las fuentes de variación para el factor A (ambiente), que existe diferencia altamente significativo y el factor B (frecuencia de aplicación de biol) que nos muestra que, no existen diferencias significativas,

verificándose el abono líquido de biol sobre el diámetro de tallo de la planta de espinaca morada a los 55 días de la cosecha.

En la interacción entre ambos factores, ambiente y frecuencia de biol (AxB) que fueron no significantes lo que significa que no tuvo efecto.

El coeficiente de variación es de 3.10 % que se encuentra por debajo del rango para el manejo de un ambiente atemperado y a campo abierto, lo cual nos indica que el cultivo tuvo un buen manejo (Arteaga, 2013).

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se realizó una comparación de medias con la prueba de Duncan al 5% de confianza.

Cuadro 10.

Prueba Duncan diámetro de tallo, en relación al tipo de Ambiente

Ambiente	Medias	n	E.E.	
Invernadero	6,5	9	0,02	A
Campo afuera	5,6	9	0,02	B

FUENTE: Elaboración propia

En el (Cuadro 10), se observa la variación estadística diámetro de tallo en la cosecha, se procedió a realizar una comparación de medias DUNCAN a un nivel de significancia de 5%, que muestra diferencias entre los dos ambientes

(Factor A), ambiente invernadero alcanzó un valor de 6,5 mm de diámetro, siendo este superior al ambiente campo abierto con un valor de 5,6 mm de diámetro de tallo.

Esta diferencia podría atribuirse, debido a que el invernadero es un lugar cerrado para poder proteger los diferentes tipos de hortalizas de hoja proteger del exceso frío en ciertas épocas del año esto nos permite el control de la temperatura y la humedad,

mientras que en campo abierto las hortalizas están expuestas al sol como a las heladas y a otros tipos de clima.

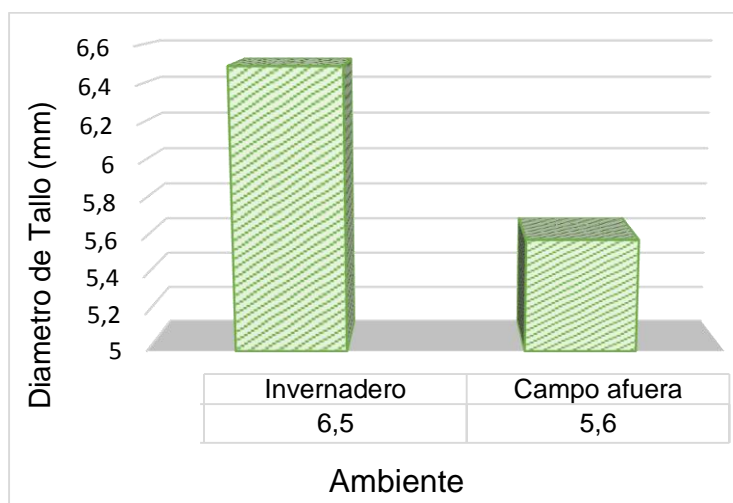


Figura 9. Prueba Duncan diámetro de tallo, en relación al tipo de Ambiente

Para la (Figura 9) se puede observar las diferencias numéricas entre ambientes, siendo que en invernadero es el que mejor respuesta presentó, como promedio de 6,5 mm, superando a campo afuera que sólo presentó un promedio de 5,6 mm, respectivamente. Es decir que la frecuencia de biol tuvo un mejor efecto en invernadero.

Los resultados obtenidos muestran que al haber aplicado el biol líquido en las hojas de la planta registraron mayor diámetro de tallo, esto debido a la disponibilidad de nutrientes del biol, mismo que favoreció a la formación del tallo. Sin embargo Baldivia (2011), indica el exceso del nitrógeno puede provocar el cuello de la botella (alargamiento del falso tallo de la planta).

Cuadro 11.

Prueba Duncan diámetro de tallo (mm), en relación a la frecuencia de aplicación de biol

Biol	Medias	n	E.E.		
T2	6,6	6	0,01	A	
T3	6,3	6	0,01	A	B
T1	6,2	6	0,01		B

FUENTE: Elaboración propia

El cuadro 11, muestra la prueba de Duncan para el diámetro de tallo, donde existe diferencias estadísticas, se determina que el promedio de diámetro de tallo más alto obtenido fue del Tratamiento 2 (frecuencia de aplicación cada 10 días) con 6,6 mm, seguido por el T3 (frecuencia de aplicación cada 15 días) con un valor de 6,3 mm, y el que menor diámetro obtuvo fue con el tratamiento 1 (testigo) con 6,2 mm los cuales no presentan mucha diferencia entre el tratamiento tres y el testigo, posiblemente esta diferencia se debió a que el tratamiento tres tenía menor disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Estas diferencias obtenidas en diámetro de tallo de la espinaca morada se deben también al distanciamiento y espaciamento entre plantas, donde según Medina (2008), señala los espaciamentos cortos (alta densidad poblacional) producen tallos pequeños teniendo Por lo tanto la distancia de 25 cm entre planta a planta y la densidad total de plantas trabajado en el estudio no influyo en nada.

Por otro lado la humedad constante del suelo fue un factor determinante en el desarrollo del tallo gracias al riego complementario y uso adecuado de la frecuencia de aplicación,

esto favoreciendo la absorción de elementos nutritivos por la planta, también al manejo adecuado del cultivo el aporque y el deshierbe respectivo que son muy importantes en el cultivo de espinaca morada.

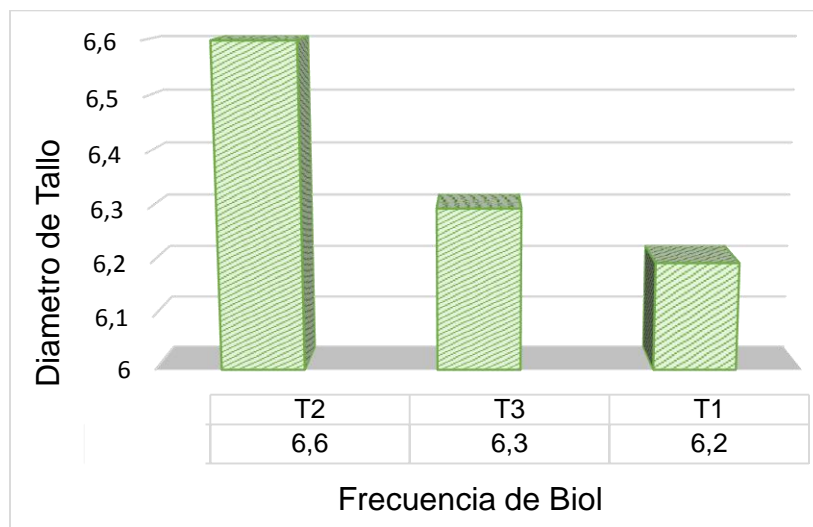


Figura 10. Prueba Duncan diámetro de tallo (mm), en relación a la frecuencia de aplicación de biol

Para la (Figura 10) se puede observar las diferencias numéricas entre tratamientos, siendo que el tratamiento T2 (frecuencia de aplicación cada 10 días) es el que mejor respuesta presentó, como promedio de 6,6 mm, superando al tratamiento T3 (frecuencia de aplicación cada 15 días) con un valor de 6,3 mm y quedando por debajo el T1 (testigo) que sólo presentó un promedio de 6,2 mm, respectivamente. Es decir que el abonamiento orgánico líquido (Biol) con tuvo un mejor efecto que el otro tratamiento.

Los resultados obtenidos muestran que al haber aplicado el abono líquido en las hojas de la planta registraron mayor diámetro de tallo, esto debido a la disponibilidad de nutrientes del biol, mismo que favoreció a la formación. Sin embargo (Baldivia 2011), indica el exceso del nitrógeno puede provocar el cuello de la botella (alargamiento del falso tallo de la planta).

FAO (1990), señala que la poca disponibilidad de los nutrientes, exclusivamente orgánicos pueden limitar el estado nutricional de las plantas si estos no satisfacen sus necesidades.

En comparación, (Chambi 2019), en un estudio de diferentes niveles de abonos orgánicos sobre el diámetro de tallo en espinaca morada en condiciones de ambiente protegido en la ciudad del alto, obtuvo en promedio de 5,20 mm de diámetro de tallo (abonos orgánicos), valor menor al del presente estudio.

Por otro lado (Tambo 2016) en un estudio de efecto de biol sobre el diámetro de tallo en el cultivo de la cebolla en condiciones de campo abierto en la estación experimental choquenaira Viacha, obtuvo en promedio de 32,48 mm en diámetro de tallo (Biol) abono líquido orgánico.

Cuadro 12.

Prueba Duncan diámetro de tallo de la planta (mm), en relación a la frecuencia de aplicación y los ambientes.

Ambiente	Biol	Medias	n	E.E.	
Invernadero T2		6,2	3	0,02	A
Invernadero T3		6,1	3	0,02	A
Invernadero T1		6,1	3	0,02	A
Campo afuera T3		5,3	3	0,02	B
Campo afuera T2		5,2	3	0,02	C
Campo afuera T1		5,2	3	0,02	C

FUENTE: Elaboración propia

Con los resultados estadísticos obtenidos en la prueba de Duncan se puede observar que los tratamientos con abono líquido, tienen una diferencia estadística a comparación del testigo que no se aplicó ningún tipo de abono orgánico líquido.

En el (Cuadro 12), se muestra la comparación de medias por el método Duncan, para la variable diámetro de tallo de la planta en relación a la interacción de los factores, factor A (tipo de ambiente) y factor B (frecuencia de aplicación de biol), refleja que el tratamiento T2 (frecuencia de aplicación cada 10 días) registro un mayor valor con 6.2 mm de diámetro, seguido del T3 (con frecuencia de aplicación de biol cada 15 días) que presentó un valor de 6.1 mm de diámetro, siendo los que mejor porcentaje presentaron, sin embargo así mismo se ve que el T1 (testigo), es el que presentó un valor inferior a los demás tratamientos con 5.2 mm de diámetro, los cuales se reflejan en la (Figura 11).

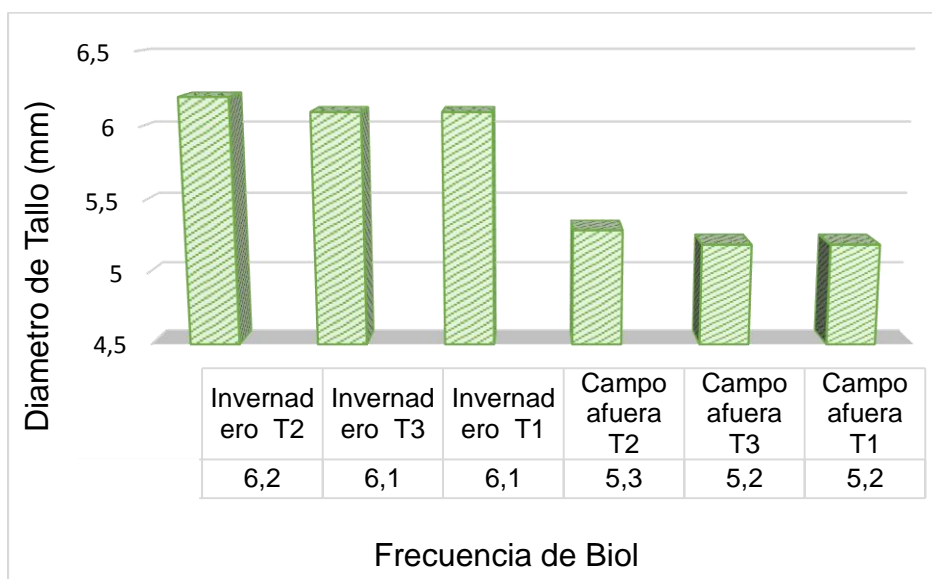


Figura 11. Frecuencia de aplicación de biol y los ambientes, en relación al diámetro de tallo

De acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan figura 11, se muestran las diferencias estadísticas, como frecuencia de aplicación de los distintos días que se

aplicó, en distintos ambientes como invernadero como se aprecia el mejor diámetro de tallo mostro con el tratamiento T2, frecuencia de aplicación cada 10 días obteniendo un valor de 6,2 mm, seguido por el tratamiento T3 con la frecuencia de aplicación cada 15 días con un valor de 6,1 mm, y que el mismo promedio mostro para esta variable fue el tratamiento T1 testigo con un valor de 6,1. Estas diferencias posiblemente se deban a que el biol orgánico líquido contiene nutrientes fácilmente asimilables que mejoran el diámetro.

Se muestran las diferencias estadísticas, como frecuencia de aplicación de biol de los distintos días que se aplicó, en distintos ambientes como campo abierto como se aprecia el mejor rendimiento mostro con el T2, la frecuencia de aplicación de cada 10 días obteniendo un valor de 5,3 mm, seguido por el T3 frecuencia de aplicación cada 15 días con un valor de 5,2 mm, y que el menor promedio mostro para esta variable fue el T1 testigo con un valor de 5,2. Estas diferencias posiblemente se deban a que el biol orgánico líquido contiene nutrientes fácilmente asimilables que mejoran el diámetro.

Esta diferencia que se ve entre ambos fertilizantes podría atribuirse al porcentaje de nitrógeno presentes en el fertilizante biol, Estas diferencias obtenidas en diámetro de tallo en el cultivo de espinaca morada se deben también al distanciamiento y espaciamiento entre plantas, donde según Medina (2008), señala los espaciamientos cortos (alta densidad poblacional) producen tallos delgados por lo tanto la distancia de 25 cm entre planta a planta.

7.1.5 Numero de hojas

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable número de hojas por planta del cultivo de espinaca morada se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 13.

Análisis de varianza número de hojas por planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	120,94	6	21,22	37,59	<0,0001 **
Ambiente	112	1	162	52,07	0,002 **
Biol	5,37	2	2,68	4,76	0,0436 *
Ambiente>Biol	12,44	3	3,11	5,51	0,0198 *
Error	4,52	5	0,56		
Total	195,46	17			
CV=4.20%					

FUENTE: Elaboración propia

En el (cuadro 13), se presenta el análisis de varianza para número de hojas por planta a los 55 días después de la siembra, donde se muestra que es altamente significativo entre bloque, lo que indica que el factor tuvo la influencia en la altura de planta.

Con respecto, a los demás factores se observa en todas las fuentes de variación para el factor A (ambiente), que existe diferencia altamente significativo y el factor B (frecuencia de aplicación de biol) que nos muestra que es significativa, verificándose el abono líquido de biol sobre el número de hojas por planta de espinaca morada a los 55 días de la cosecha aun cuando se realizaron los dos tipos de factores que variaron en la variable número de hojas/planta, que indica que actuaron de diferente manera.

En la interacción entre ambos factores, ambiente y frecuencia de biol (AxB) que fueron significantes lo que significa que tuvo efecto.

El coeficiente de variación es de 4,20% que se encuentra por debajo del rango para el manejo de un ambiente atemperado y a campo abierto, lo cual nos indica que el cultivo tuvo un buen manejo. (Arteaga, 2013).

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se realizó una comparación de medias con la prueba de Duncan al 5% de confianza.

Cuadro 14.

Prueba Duncan número de hojas por planta en relación al tipo de ambiente.

Ambiente	Medias	n	E.E.	
Invernadero	20,89	9	0,59	A
campo afuera	14,89	9	0,59	B

FUENTE. Elaboración propia

Con los resultados estadísticos obtenidos en la prueba de Duncan se puede observar que los tratamientos con abono orgánico líquido (Biol), tienen una diferencia estadística en los dos ambientes

En el (Cuadro 14), se observa la variación estadística número de hojas, se procedió a realizar una comparación de medias DUNCAN a un nivel de significancia de 5%, que muestra diferencias entre los tipos de ambientes (Factor A), en el ambiente invernadero alcanzó un valor de 20.89 número de hojas, seguido con el ambiente campo abierto un valor de 14.89 número de hojas.

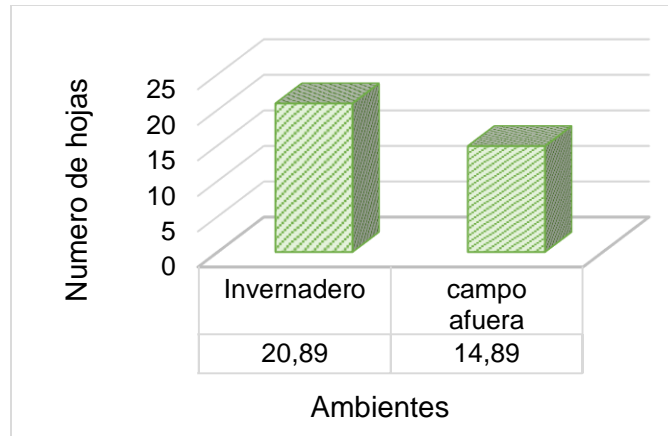


Figura 12. Prueba Duncan número de hojas por planta en relación al tipo de ambiente.

Para la (Figura 12) se puede observar las diferencias numéricas entre ambientes, siendo que en invernadero es el que mejor respuesta presentó, como promedio de 20,89 hojas/planta superando a campo afuera que sólo presentó un promedio de 14,89 hojas/planta respectivamente. Es decir que en invernadero tuvo un mejor efecto en número de hojas/ planta.

Cuadro 15

Prueba Duncan número de hojas, en relación a la frecuencia de aplicación

Biol	Medias	n	E.E.	
T2	18,8	6	0,35	A
T3	17,67	6	0,35	B
T1	16,2	6	0,35	B

FUENTE: Elaboración propia

En el (Cuadro 15), muestra la comparación de medias para la variable número de hojas/planta, en el factor B (frecuencia de aplicación de biol), se registra el tratamiento T2 que la frecuencia de aplicación de biol es cada 10 días es la más recomendable con

un valor de 18,8 hojas/planta, seguido Por el tratamiento T3 con frecuencia de aplicación cada 15 días con un valor de 17,67 hojas/planta y como registro más bajo el T1 testigo que presentó un valor de 16,2 hojas/planta.

Esta diferencia se puede atribuir al hecho de que a mayor frecuencia de aplicación de biol al cultivo de espinaca morada, se le brindo mayores cantidades de nutrientes en la aplicación del biol al cultivo, de esta manera se le fue brindando mayor disponibilidad de nutrientes, con lo cual se puede llegar a afirmar que con una dosis optima de aplicación al cultivo de espinaca morada, esta va responder de la mejor manera y podrá desarrollarse con facilidad. Ejercen funciones fisiológicas importantes que provocan una serie de efectos positivos en las plantas una mejor absorción de elementos nutritivos.

Chilon (1997), sostiene que el suministro de nitrógeno tiende a aumentar el crecimiento de la parte aérea de la planta de igual manera el fósforo presente permite el uso de dosis óptimo de fertilizante nitrogenado.

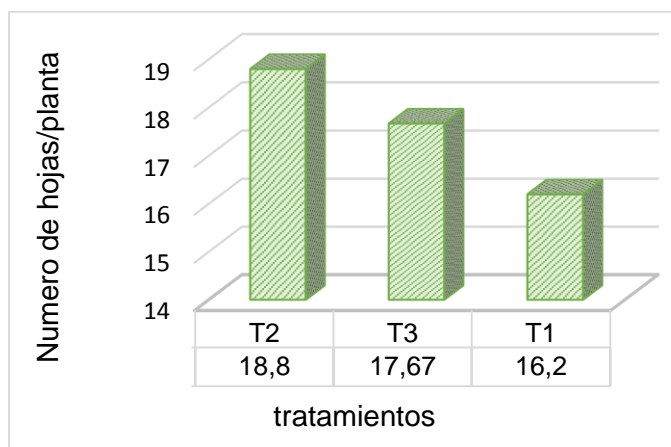


Figura 13. Prueba Duncan número de hojas/planta en relación a la frecuencia de aplicación

Para la (Figura 13) se puede observar las diferencias numéricas entre tratamientos, siendo que el tratamiento T2 (frecuencia de aplicación cada 10 días) es el que mejor

respuesta presentó, como promedio de 18,8 superando al tratamiento T3 (frecuencia de aplicación cada 15 días) y quedando por debajo el T1 (testigo) que sólo presentó un promedio de 16,2 respectivamente. Es decir que la frecuencia de aplicación de biol cada 10 días tuvo un mejor efecto que los otros tratamientos.

Medina, (1992) menciona que el efecto de biol aplicado de manera foliar a las plantas, dan resultados para desarrollo de las hojas debido al aporte de fitohormonas, El biol al ser un fertilizante foliar incrementa rápidamente la masa foliar, al respecto el mismo autor considera al biol como un fitoestimulante complejo, que al ser aplicado al follaje de los cultivos permite aumentar la cantidad de las raíces e incrementar la capacidad fotosintética produciendo mayor cantidad de hojas.

En comparación (Yupanqui 2019), en un estudio de 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. Obtuvo un promedio de 100 hojas por planta alcanzando el promedio estadísticamente mayor al presente estudio.

Al respecto, (Chambi 2019), en un estudio de diferentes niveles de abonos orgánicos sobre el número de hojas de espinaca morada en condiciones de ambiente protegido en la ciudad del alto, obtuvo en promedio de 10,00 de número de hojas (abonos orgánicos), valor menor al del presente estudio.

Por otro lado (Tambo 2016) en un estudio de efecto de biol sobre el número de hojas en el cultivo de la cebolla en condiciones de campo abierto en la estación experimental choquenaira Viacha, obtuvo en promedio de 11,83 hojas por planta (Biol) abono liquido orgánico.

Cuadro 16

Prueba Duncan número de hojas por planta, en relación a la frecuencia de aplicación y los ambientes.

Ambiente	Biol	Medias	n	E.E.		
Invernadero	T2	21,73	3	1,56	A	
Invernadero	T3	21,07	3	2,63	A	B
Invernadero	T1	19,87	3	1,56		B
campo afuera	T2	15,87	3	1,56		C
campo afuera	T3	15,47	3	1,56		C
campo afuera	T1	13,33	3	2,63		D

FUENTE: Elaboración propia

Realizada la comparación de medias por el método Duncan, para la variable número de hojas por planta en relación a la frecuencia de aplicación y a los dos tipos de ambientes, como se observa en el (Cuadro 16), se obtuvo un mayor porcentaje de numero de hojas por planta con T2 (frecuencia de aplicación de biol cada 10 días), en comparación al T3 (frecuencia de aplicación cada 15 días), siendo este el que obtuvo un menor porcentaje en comparación al T1 (testigo) el cual se puede apreciar en la (Fig. 14)

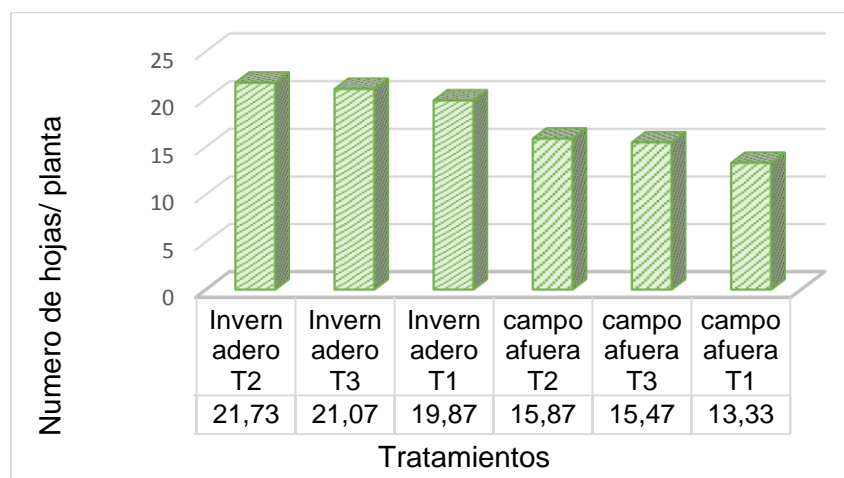


Figura 14 . Frecuencia de aplicación de biol y los ambientes, en relación al número de hojas/planta

De acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan figura 14, se muestran las diferencias estadísticas, como frecuencia de aplicación de los distintos días que se aplicó, en distintos ambientes como invernadero como se aprecia el mejor número de hojas se mostró con el tratamiento T2, frecuencia de aplicación cada 10 días obteniendo un valor de 21,73 hojas planta, seguido por el tratamiento T3 con la frecuencia de aplicación cada 15 días con un valor de 21,07 hojas planta, y que el mismo promedio mostro para esta variable fue el tratamiento T1 testigo con un valor de 19,87. Estas diferencias posiblemente se deban a que el biol orgánico líquido contiene nutrientes fácilmente asimilables que mejoran el número de hojas

Se muestran las diferencias estadísticas, como frecuencia de aplicación de biol de los distintos días que se aplicó, en distintos ambientes como campo abierto como se aprecia el mejor rendimiento mostro con el T2, la frecuencia de aplicación de cada 10 días obteniendo un valor de 15,87 hojas planta, seguido por el T3 frecuencia de aplicación cada 15 días con un valor de 15,47 hojas planta, y que el menor promedio mostro para esta variable fue el T1 testigo con un valor de 13,33 hojas planta. Estas diferencias posiblemente se deban a que el biol orgánico líquido contiene nutrientes fácilmente asimilables que mejoran el número de hojas.

Esta diferencia podría atribuirse a la interacción entre el factor A (ambiente) y factor B (frecuencia de aplicación de biol), que muestran que son independientes uno del otro, es decir que tanto los ambientes y las frecuencia de aplicación actuaron de manera conjunta, el cual al tener un buen requerimiento nutricional para el cultivo y una frecuencia optima, se brindó al cultivo mayor disponibilidad de nutrientes para que puedan ser asimilados por medio de las hojas, cuyo factor es muy importante para el

desarrollo de la planta en el momento de la aplicación del biol, es decir a mayor disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio, estas serán asimiladas por medio de los estomas y de esa manera por medio de estas se estaría brindándole los nutrientes necesarios a la planta, y así lograr una buena producción del cultivo de espinaca morada. Según Salinas (2004), señala que, el número de hojas por planta no solo es el resultado de los nutrientes del suelo, sino también del clima, planta y manejo del cultivo; además por las bajas temperaturas la absorción de nutrientes es menor o se encuentra en estado de reposo, hasta que el suelo tenga una temperatura adecuada para reactivar a los microorganismos posterior a mineralizar los minerales para su fácil absorción de las plantas.

7.1.6 Numero de macollos.

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable número de macollos del cultivo de espinaca morada se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 17

Análisis de varianza número de macollos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	38,12	9	4,24	48,3	0,0001 **
Ambiente	35,84	1	35,84	273	0,0001 **
Biol	0,65	2	0,33	3,72	0,072 **
Ambiente*Biol	1,1	2	0,55	6,25	0,0232 *
Error	0,7	8	0,09		
Total	38,82	17			
CV=2,88%					

NS= No significativo; *= Significativo; **= Altamente significativo

En el (cuadro 17), se presenta el análisis de varianza para número de macollos por planta a los 55 días después de la siembra, donde se muestra que es altamente significativo entre bloque, lo que indica que el factor tuvo la influencia en la altura de planta.

Con respecto, a los demás factores se observa en todas las fuentes de variación para el factor A (ambiente), que existe diferencia altamente significativo y al igual que el factor B (frecuencia de aplicación de biol) que nos muestra que es altamente significativa, verificándose el abono líquido de biol sobre el número de macollos por planta de espinaca morada a los 55 días de la cosecha aun cuando se realizaron los dos tipos de factores que no variaron en la variable número de macollos/planta, que indica que actuaron de igual manera.

En la interacción entre ambos factores, ambiente y frecuencia de biol (AxB) que fueron significantes lo que significa que tuvo efecto.

El coeficiente de variación de 2.88%, cuyo valor indica que el manejo de las unidades experimentales fue aceptable de acuerdo a lo establecido para experimentos agrícolas, por lo que los datos son confiables.

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se realizó una comparación de medias con la prueba de Duncan al 5% de confianza.

Cuadro 18.

Prueba Duncan número de macollos, en relación al tipo de ambiente

Ambiente	Medias	n	E.E.	
Invernadero	10,71	9	0,12	A
campo afuera	8,89	9	0,12	B

FUENTE: Elaboración propia

En el (Cuadro 18), se observa la variación estadística número de macollos, se procedió a realizar una comparación de medias DUNCAN a un nivel de significancia de 5%, que muestra diferencias entre los tipos de ambientes (Factor A), en el ambiente invernadero alcanzó un valor de 10,71 macollos, seguido con el ambiente campo abierto un valor de 8,89 macollos.

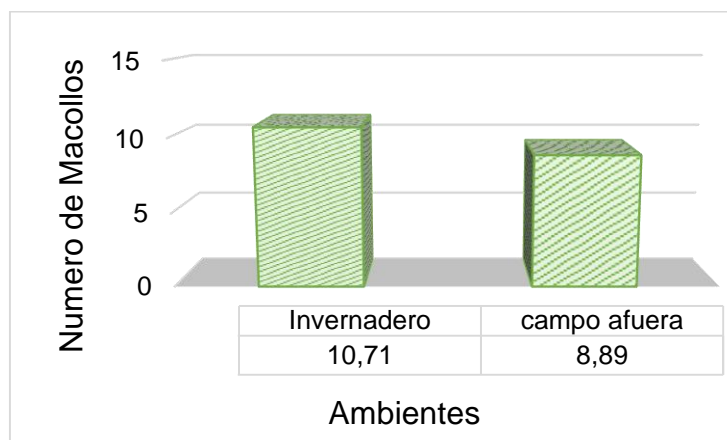


Figura 15 Prueba Duncan número de macollos, en relación al tipo de ambiente

Para la (Figura 15) se puede observar las diferencias numéricas entre ambientes, siendo que en invernadero es el que mejor respuesta presentó, como promedio de 10,71 hojas/planta superando a campo afuera que sólo presentó un promedio de 8,89 hojas/planta respectivamente. Es decir que en invernadero tuvo un mejor efecto en número de hojas/ planta.

Cuadro 19

Prueba Duncan número de macollos, en relación a la frecuencia de aplicación de Biol.

Biol	Medias	n	E.E.	
T2	9,57	6	0,12	A
T3	9,2	6	0,12	B
T1	8,13	6	0,12	B

FUENTE: Elaboración propia

En el (Cuadro 19), muestra la comparación de medias para la variable número de macollos en el factor B (frecuencia de aplicación de biol), se registra que el T2 frecuencia de aplicación de biol cada 10 días es la más recomendable con un valor de 9,57 macollos, seguido por el tratamiento T3 (frecuencia de aplicación cada 15 días) con un valor de 9,2 macollos, a comparación del T1 (testigo) que registro un valor igual con 8,13 macollos.

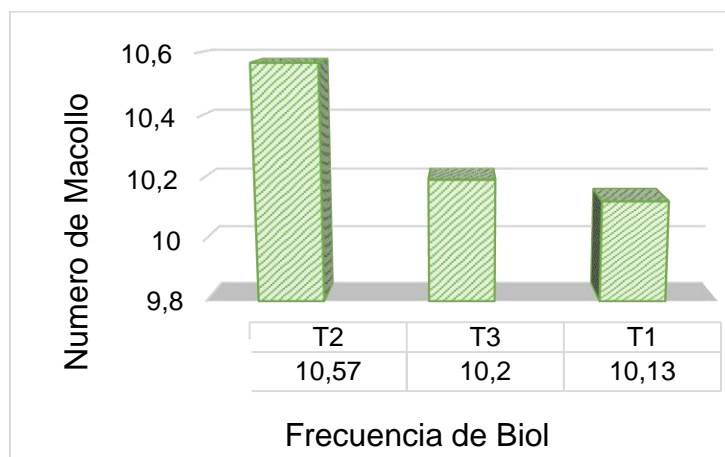


Figura 16. Prueba Duncan número de macollos, en relación a la frecuencia de aplicación de Biol.

Para la (Figura 16) se puede observar las diferencias numéricas entre tratamientos, siendo que el tratamiento T2 (frecuencia de aplicación cada 10 días) es el que mejor respuesta presentó, como promedio de 9,57 superando al tratamiento T3 (frecuencia de aplicación cada 15 días) con un promedio de 9,2 y quedando por debajo el T1 (testigo) que sólo presentó un promedio de 8,13, respectivamente. Es decir que la frecuencia de biol cada 10 días tuvo un mejor efecto que el otro tratamiento.

(Fuentes, 1999), indica que cuando se utiliza abonos foliares no se suele aplicar la cantidad exacta de nitrógeno, fósforo y potasio debido a que para suministrar la cantidad

requerida haría falta hacer un número elevado de aplicaciones, estas pulverizaciones se pueden considerar únicamente como un complemento del abono del suelo.

Al respecto, (Marco Guarachi 2018), en un estudio de evaluación de efecto de biol en el cultivo de cilandro bajo ambiente atemperado en el centro experimental de cota cota, obtuvo en promedio de 21 ramas/planta (biol), valor mayor al del presente estudio.

Cuadro 20

Prueba Duncan número de macollos, en relación a la frecuencia de aplicación y el ambiente

Ambiente	Biol	Medias	n	E.E.		
Invernadero	T2	10,93	3	0,17	A	
Invernadero	T3	10,87	3	0,17	A	B
Invernadero	T1	10,33	3	0,17		B
campo afuera	T2	8,2	3	0,17		C
campo afuera	T3	8,07	3	0,17		C
campo afuera	T1	7,4	3	0,17		D

FUENTE: Elaboración propia

Realizada la comparación de medias por el método Duncan, para la variable número de macollos por planta en relación a la frecuencia de aplicación y a los dos tipos de ambientes, como se observa en el (Cuadro 20), se obtuvo un mayor porcentaje de numero de macollos por planta con el tratamiento T2 (frecuencia de aplicación cada 10 días) en comparación al T3 (frecuencia de aplicación cada 15 días), siendo este el que obtuvo un menor porcentaje en comparación al T1 (testigo), el cual se puede apreciar en la (Figura 17)

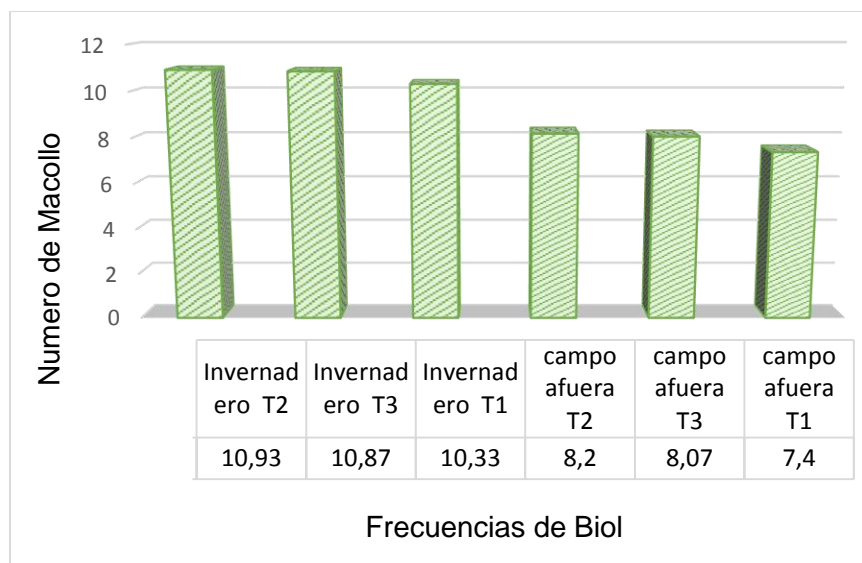


Figura 17 Frecuencia de aplicación de biol y los ambientes, en relación al número de macollos/planta.

De acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan figura 17, se muestran las diferencias estadísticas, como frecuencia de aplicación de los distintos días que se aplicó, en distintos ambientes como invernadero como se aprecia el mejor diámetro de tallo mostro con el tratamiento T2, frecuencia de aplicación cada 10 días obteniendo un valor de 10,93 macollos por planta, seguido por el tratamiento T3 con la frecuencia de aplicación cada 15 días con un valor de 10,87 macollos por hojas planta, y que el mismo promedio mostro para esta variable fue el tratamiento T1 testigo con un valor de 10,33 macollos por planta. Estas diferencias posiblemente se deban a que el biol orgánico liquido contiene nutrientes fácilmente asimilables que mejoran el número de macollos

Se muestran las diferencias estadísticas, como frecuencia de aplicación de biol de los distintos días que se aplicó, en distintos ambientes como campo abierto como se aprecia el mejor rendimiento mostro con el T2, la frecuencia de aplicación de cada 10 días obteniendo un valor de 8,2 macollos por planta, seguido por el T3 frecuencia de

aplicación cada 15 días con un valor de 8,07 macollos por planta, y que el menor promedio mostro para esta variable fue el T1 testigo con un valor de 7,4 hojas planta. Estas diferencias posiblemente se deban a que el biol orgánico liquido contiene nutrientes fácilmente asimilables que mejoran el número de macollos.

Esta diferencia podría atribuirse a la interacción entre el factor A (tipo de ambiente) y factor B (frecuencia de aplicación de biol), que muestran que no son independientes uno del otro, es decir que tanto los ambientes y la frecuencia de aplicación actuaron de manera conjunta, el cual al tener un buen requerimiento nutricional para el cultivo y una dosis optima, se brindó al cultivo mayor disponibilidad de nutrientes para que puedan ser asimilados por medio de las hojas, cuyo factor es muy importante para el desarrollo de la planta en el momento de la aplicación de la frecuencia foliar, es decir a mayor disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio, estas serán asimiladas por medio de los estomas y de esa manera por medio de estas se estaría brindándole los nutrientes necesarios a la planta, y así lograr una buena producción del cultivo de espinaca morada.

Al respecto Quino (2003), menciona que un cultivo debe tener una buena fertilización ya que este depende el desarrollo del cultivo. La no significancia de los bioles y concentraciones puede estar influenciada por no cubrir los requerimientos de la planta.

7. 2 Variables de rendimiento

7.2.1 Rendimiento por planta

Los resultados obtenidos en campo en cuanto al rendimiento por planta se presentan en el (Cuadro 21).

Cuadro 21.

Análisis de varianza para el rendimiento por planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	309,54	9	34,39	25	0,0001 **
Ambiente	66,51	1	66,51	7,99	0,0475 *
Biol	194,26	2	97,13	70,61	<0,0001**
Ambiente*Biol	15,48	2	7,74	5,63	0,0298 *
Error	11	8	1,38		
CV=4,17%					

NS= No significativo; *= Significativo; **= Altamente significativo

En el (cuadro 21), se presenta el análisis de varianza para número de macollos por planta a los 55 días después de la siembra, donde se muestra que es altamente significativo entre bloque, lo que indica que el factor tuvo la influencia en la altura de planta.

Con los demás factores se observa en todas las fuentes de variación para el factor A (ambiente), que es significativo y a diferencia al factor B (frecuencia de aplicación de biol) nos muestra que es altamente significativo, verificándose el biol sobre el rendimiento por planta de espinaca morada a los 55 días de la cosecha aun cuando se realizaron los dos tipos de factores que variaron en la variable rendimiento por planta, que indica que actuaron de diferente manera.

En la interacción entre ambos factores, ambiente y frecuencia de biol (AxB) que fueron significativo lo que significa que tuvo efecto.

El coeficiente de variación de 4.17%, cuyo valor indica que el manejo de las unidades experimentales fue aceptable de acuerdo a lo establecido para experimentos agrícolas, por lo que los datos son confiables.

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se realizó una comparación de medias con la prueba de Duncan al 5% de confianza.

Cuadro 22

Prueba Duncan tipo de ambiente en relación al rendimiento (gr/planta).

Ambiente	Medias	n	E.E.	
Invernadero	29,07	9	0,96	A
Campo afuera	26,22	9	0,96	B

FUENTE: Elaboración propia

Promedios generados por el factor A (Ambiente) en estudio muestran que los dos ambientes en diferentes cosechas, en el factor A tipo de ambiente el mayor promedio fue alcanzado por el invernadero con un valor promedio de 29,07 gramos seguido por el campo abierto de modo contrario el menor promedio alcanzado 26,22 gramos por planta.

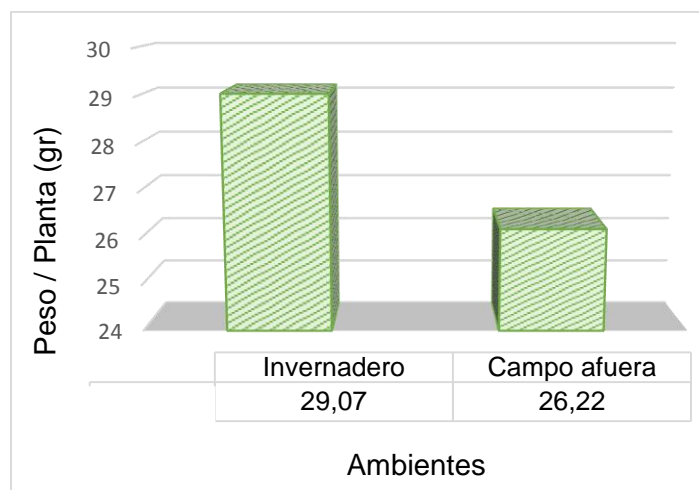


Figura 18 Prueba Duncan tipo de ambiente en relación al rendimiento (gr/planta).

Para la (Figura 18) se puede observar las diferencias numéricas entre ambientes, siendo que en invernadero es el que mejor respuesta presentó, como promedio de 29,07

gr/planta superando a campo afuera que sólo presentó un promedio de 26,22 gr/planta respectivamente. Es decir que en invernadero tuvo un mejor efecto en gr/ planta.

Cuadro 23

Prueba Duncan rendimiento (gr/planta), en relación a la frecuencia de aplicación

Biol	Medias	n	E.E.	
T2	30,57	6	0,48	A
T3	30,37	6	0,48	A
T1	23,5	6	0,48	B

FUENTE: Elaboración propia

En el (Cuadro 23), muestra la comparación de medias para la variable rendimiento por planta en el factor B (frecuencia de aplicación de biol), se registra que el T2 (frecuencia de aplicación de biol cada 10 días es la más recomendable con un valor de 30, 57 gr/planta, seguido por el T3 (frecuencia de aplicación de biol cada 15 días) con un valor de 30,37 gr/planta, y el T1 (testigo) presento un menor valor que los demás tratamientos.

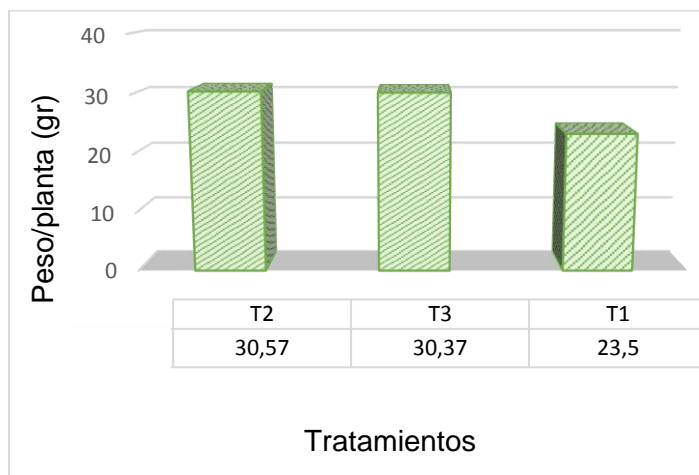


Figura 19 Prueba Duncan rendimiento (gr/planta), en relación a la frecuencia de aplicación.

Para la (Figura 19) se puede observar las diferencias numéricas entre tratamientos, siendo que el tratamiento T2 (frecuencia de aplicación cada 10 días) es el que mejor respuesta presentó, como promedio de 30,57 gramos superando al tratamiento T3 (frecuencia de aplicación cada 15 días) y quedando por debajo el T1 (testigo) que sólo presentó un promedio de 23,5 g respectivamente. Es decir que la frecuencia de biol cada 10 días tuvo un mejor efecto que los otros tratamientos.

Por lo tanto se llega a la conclusión de que las diferencias en peso de la espinaca morada pueden deberse principalmente a la asimilación de nutrientes, a las condiciones de efecto medio ambiental ya que se observa diferencias en peso entre los diferentes tratamiento. En comparación (Bautista 2018) en un estudio de abono orgánico líquido en el cultivo de espinaca (*spinacea oleracea* L.) variedad viroflay a diferente frecuencia de aplicación en cota cota la paz. Obtuvo el T3 cada 14 días un promedio superior de 98,66 gramos/planta de manera contraria T2 cada 7 días obtuvo un promedio 83,53 gramos/ planta y por último el T1 sin aplicación 83,53 gramos/planta. Alcanzando el promedio estadísticamente mayor al presente estudio.

Al respecto (Chambi 2019), en su estudio de diferentes niveles de abonos orgánicos aplicados a cuatro tratamientos en el rendimiento de la espinaca morada, en condiciones de ambiente protegido en la ciudad del alto, obtuvo en promedio de 4,83 gr/planta (abonos orgánicos), fue inferior al resultado obtenido en el presente estudio.

Por otro lado, Bautista (2017), en un estudio de frecuencia de abono líquido y aplicando a tres tipos de tratamientos bajo ambiente atemperado en el Departamento de La Paz en la estación experimental de cota cota, obtuvo un promedio de 98.63 gr/planta, valor mayor al del presente estudio.

Cuadro 24

Prueba Duncan rendimiento (gr/planta), en relación a la frecuencia de aplicación y los ambientes.

Ambiente	Biol	Medias n	E.E.	
Invernadero	T2	30,6	3 0,68	A
Invernadero	T3	29,87	3 0,68	A
Campo afuera	T2	28,27	3 0,68	B
Campo afuera	T3	27,13	3 0,68	B
Invernadero	T	24,73	3 0,68	C
Campo afuera	T1	22,27	3 0,68	D

FUENTE: Elaboración propia

Promedios generados por los dos factores en estudio muestran que las diferentes cosechas, en el factor A tipo de ambiente el mayor promedio fue alcanzado por la el tratamiento2 con un valor promedio de 30,6 gr/planta perteneciente a la frecuencia de aplicación de biol de espinaca morada, de modo contrario el menor promedio alcanzado por el ambiente campo afuera tratamiento 1 testigo con un valor promedio de 22,27 gramos por planta, se puede apreciar en la figura 20

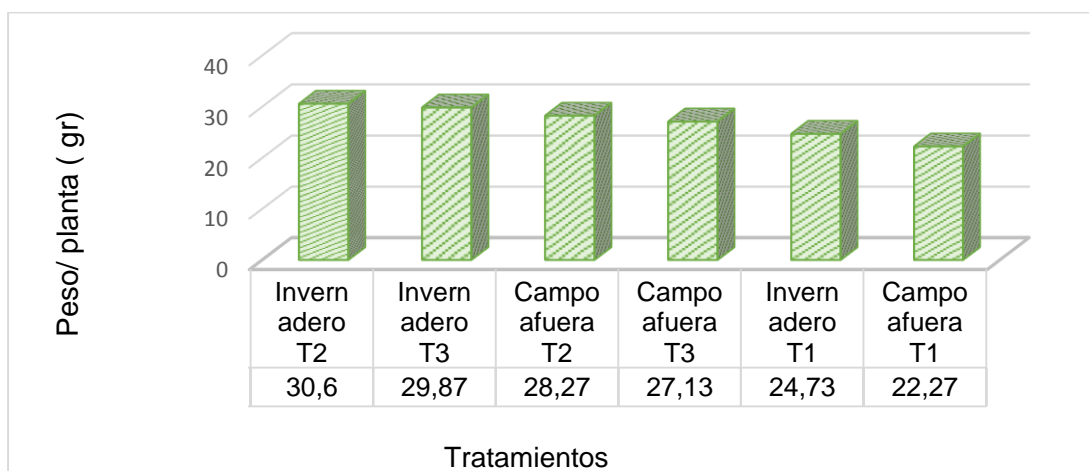


Figura 20. Frecuencia de aplicación de biol y los ambientes, en relación al rendimiento/planta en la cosecha

De acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan figura 20, se muestran las diferencias estadísticas, como frecuencia de aplicación de los distintos días que se aplicó, en distintos ambientes como invernadero como se aprecia el mejor rendimiento por planta mostro con el tratamiento T2, frecuencia de aplicación cada 10 días obteniendo un valor de 30,6 rendimiento por planta, seguido por el tratamiento T3 con la frecuencia de aplicación cada 15 días con un valor de 29,87 rendimiento por planta, y que el mismo promedio mostro para esta variable fue el tratamiento T1 testigo con un valor de 28,27 rendimiento por planta. Estas diferencias posiblemente se deban a que el biol orgánico liquido contiene nutrientes fácilmente asimilables que mejoran el rendimiento por planta.

Se muestran las diferencias estadísticas, como frecuencia de aplicación de biol de los distintos días que se aplicó, en distintos ambientes como campo abierto como se aprecia el mejor rendimiento mostro con el T2, la frecuencia de aplicación de cada 10 días obteniendo un valor de 27,13 rendimiento por planta, seguido por el T3 frecuencia de aplicación cada 15 días con un valor de 24,74 rendimiento por planta, y que el menor promedio mostro para esta variable fue el T1 testigo con un valor de 22,27 rendimiento por planta. Estas diferencias posiblemente se deban a que el biol orgánico liquido contiene nutrientes fácilmente asimilables que mejoran el rendimiento.

Con la finalidad de valorar de manera sobresaliente la variable rendimiento por planta del cultivo de la espinaca morada en efecto a la frecuencia de aplicación en interacción a los dos ambientes, se realizó el respectivo análisis de varianza, siguiendo la metodología planteada anteriormente se presenta en el Cuadro 24

7.2.2 Rendimiento por metro cuadrado (gr/m²)

Los resultados obtenidos en campo en cuanto al rendimiento relacionado a la superficie por metro cuadrado del cultivo de espinaca morada se presentan en el (Cuadro 25).

Cuadro 25

Análisis de varianza del rendimiento de cultivo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	39099,11	6	4344,35	164,8	<0,0001 **
Ambiente	8624,22	1	8624,22	12,1	0,0254 *
Biol	20583	2	10291,5	390,4	<0,0001 **
Ambiente*Biol	7040,78	2	3520,39	133,54	<0,0001 **
Error	210,89	6	26,36		
Total	39310	17			
CV=2,00%					

NS= No significativo; *= Significativo; **= Altamente significativo

En el (cuadro 25), se presenta el análisis de varianza rendimiento por metro cuadrado a los 55 días después de la siembra, donde se muestra que es altamente significativo entre bloque, lo que indica que el factor tuvo la influencia en la altura de planta.

Con respecto, a los demás factores se observa en todas las fuentes de variación para el factor A (ambiente), que es significativo y a diferencia del factor B (frecuencia de aplicación de biol) que nos muestra que es altamente significativo, verificándose el abono líquido de biol sobre el rendimiento por metro cuadrado de espinaca morada a los 55 días de la cosecha aun cuando se realizaron los dos tipos de factores que variaron en la variable rendimiento por planta, que indica que actuaron de diferente manera.

En la interacción entre ambos factores, ambiente y frecuencia de biol (AxB) que fueron altamente significativo lo que significa que tuvo efecto.

El coeficiente de variación de 2.00%, cuyo valor indica que el manejo de las unidades experimentales fue aceptable de acuerdo a lo establecido para experimentos agrícolas, por lo que los datos son confiables.

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se realizó una comparación de medias con la prueba de Duncan al 5% de confianza.

Cuadro 26

Prueba Duncan en relación al rendimiento (gr/ m²), en relación ambiente

Ambiente	Medias	n	E.E.	
Invernadero	578,89	9	8,9	A
Campo abierto	435,11	9	8,9	B

FUENTE: Elaboración propia

Promedios generados por el factor A en estudio muestran que los dos ambientes en diferentes cosechas, en el factor A tipo de ambiente el mayor promedio fue alcanzado por el invernadero con un valor promedio de 578,89 gr/m² seguido por el campo abierto de modo contrario el menor promedio alcanzado 435,11 gr/m².

La producción de espinaca extensiva rinde unos 10 mil kg/ha, por lo tanto en cultivo intensivo cortando las plantas pueden obtenerse de 15 a 20 mil kg/ha y en una producción bajo condiciones de ambiente protegido se pueden recolectar hasta 50 mil kg/ha (Serrano, 1980).

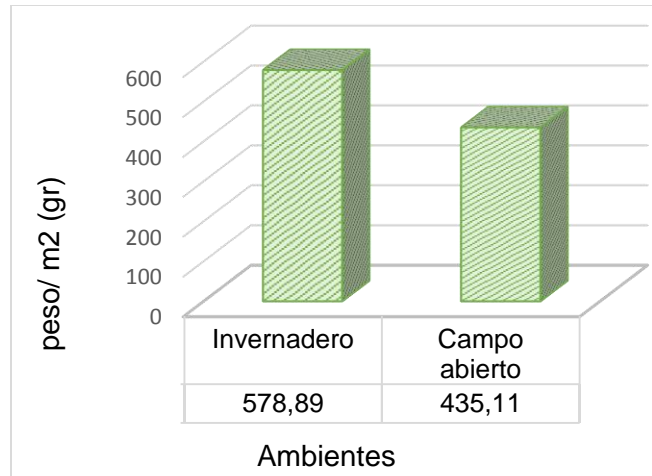


Figura 21 Prueba Duncan en relación al rendimiento (gr/m²), en relación ambiente.

Para la (Figura 21) se puede observar las diferencias numéricas entre ambientes, siendo que en invernadero es el que mejor respuesta presentó, como promedio de 578,89 grs/m² superando a campo afuera que sólo presentó un promedio de 435,11 gras/m² respectivamente. Es decir que en invernadero tuvo un mejor efecto en gramos/m².

Cuadro 27

Prueba Duncan rendimiento peso por metro cuadrado (gr/m²), en relación a la frecuencia de aplicación de biol

Biol	Medias	n	E.E.	
T2	592,5	6	2,1	A
T3	567,3	6	2,1	B
T1	411,5	6	2,1	C

FUENTE: Elaboración propia

En el (Cuadro 27), muestra la comparación de medias para la variable rendimiento por metro cuadrado en el factor B (frecuencia de aplicación de biol), se registra que el T2 (frecuencia de aplicación de biol cada 10 días es la más recomendable con un valor de

592,5 gr/m², seguido por el T3 (frecuencia de aplicación de biol cada 15 días) con un valor de 567,3 gr/m², y el T1 (testigo) presentó un menor valor 411,5 gr/m² que los demás tratamientos.

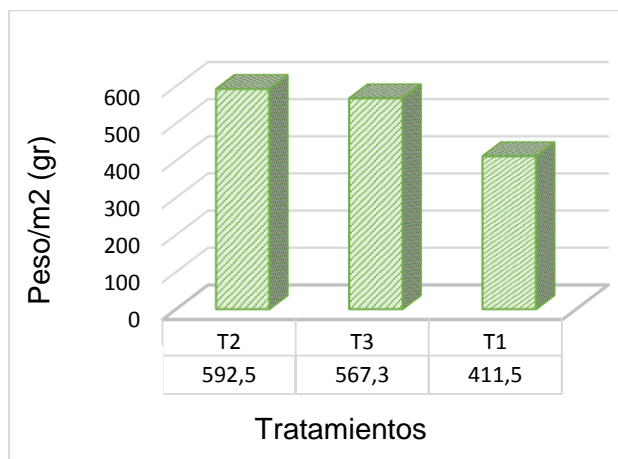


Figura 22 Prueba Duncan rendimiento peso/metro cuadrado (gr/m²), en relación a la frecuencia de aplicación de biol

Para la (Figura 22) se puede observar las diferencias numéricas entre tratamientos, siendo que el tratamiento T2 (frecuencia de aplicación cada 10 días) es el que mejor respuesta presentó, como promedio de 592,5 gramos superando al tratamiento T3 (frecuencia de aplicación cada 15 días) y quedando por debajo el T1 (testigo) que sólo presentó un promedio de 411,5 gr respectivamente. Es decir que la frecuencia de biol cada 10 días tuvo un mejor efecto que los otros tratamientos.

En comparación (Yupanqui 2019), en un estudio de 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. Obtuvo un promedio con un valor de 1.72 Kg/m² alcanzando el promedio estadísticamente mayor al presente estudio.

al respecto (Chambi 2019), en su estudio de diferentes niveles de abonos orgánicos aplicados a cuatro tratamientos en el rendimiento de metro cuadrado de la espinaca morada, en condiciones de ambiente protegido en la ciudad del alto, obtuvo en promedio de 560,16 gr/m² (abonos orgánicos), fue inferior al resultado obtenido en el presente estudio.

Por otro lado, (Bautista 2017), en un estudio de frecuencia de abono líquido y aplicando a tres tipos de tratamientos bajo ambiente atemperado en el Departamento de La Paz en la estación experimental de cota cota, obtuvo un promedio de 850.79 gr/m², valor mayor al del presente estudio.

Cuadro 28

Prueba Duncan rendimiento peso por metro cuadrado (gr/m²), en relación a la frecuencia de aplicación y los ambientes.

Ambiente	Biol	Medias	n	E.E.	
Invernadero	T2	516,67	3	2,96	A
Invernadero	T3	503,33	3	2,96	B
Campo abierto	T2	481,67	3	2,96	C
Campo abierto	T3	317,33	3	2,96	D
Invernadero	T1	316,67	3	2,96	D
Campo abierto	T1	306,33	3	2,96	E

FUENTE: Elaboración propia

Promedios generados por los dos factores en estudio muestran que las diferentes cosechas, en el factor A tipo de ambiente el mayor promedio fue alcanzado por el invernadero tratamiento2 con un valor promedio de 516,67 gr/m² perteneciente a la frecuencia de aplicación de biol de espinaca morada, de modo contrario el menor

promedio alcanzado por el ambiente campo afuera tratamiento 1 testigo con un valor promedio de 306,33 gr/m² se puede apreciar en la figura 23.

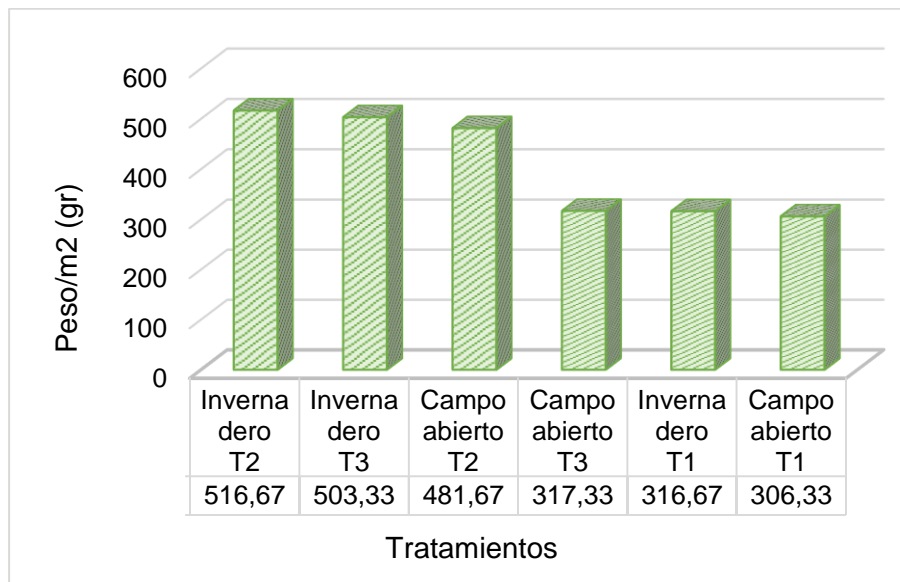


Figura 23. Frecuencia de aplicación de biol y los ambientes, en relación al rendimiento peso/metro cuadrado

De acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan figura 23, se muestran las diferencias estadísticas, como frecuencia de aplicación de los distintos días que se aplicó, en distintos ambientes como invernadero como se aprecia el mejor rendimiento por metro cuadrado mostro con el tratamiento T2, frecuencia de aplicación cada 10 días obteniendo un valor de 516,67 rendimiento por metro cuadrado, seguido por el tratamiento T3 con la frecuencia de aplicación cada 15 días con un valor de 503,33 rendimiento por metro cuadrado, y que el mismo promedio mostro para esta variable fue el tratamiento T1 testigo con un valor de 381,67 rendimiento por metro cuadrado. Estas diferencias posiblemente se deban a que el biol orgánico líquido contiene nutrientes fácilmente asimilables que mejoran el número rendimiento por metro cuadrado.

Se muestran las diferencias estadísticas, como frecuencia de aplicación de biol de los distintos días que se aplicó, en distintos ambientes como campo abierto como se aprecia el mejor rendimiento mostro con el T2, la frecuencia de aplicación de cada 10 días obteniendo un valor de 317,33 rendimiento por metro cuadrado, seguido por el T3 frecuencia de aplicación cada 15 días con un valor de 316,67 rendimiento por metro cuadrado, y que el menor promedio mostro para esta variable fue el T1 testigo con un valor de 306,33 rendimiento por metro cuadrado. Estas diferencias posiblemente se deban a que el biol orgánico líquido contiene nutrientes fácilmente asimilables que mejoran el rendimiento.

Con la finalidad de valorar de manera sobresaliente la variable rendimiento por metro cuadrado del cultivo de la espinaca morada en efecto a la frecuencia de aplicación en interacción a los dos ambientes, se realizó el respectivo análisis de varianza, siguiendo la metodología planteada anteriormente se presenta en el Cuadro 28.

7.3 Variables económicas

7.3.1 Análisis económico preliminar.

El análisis económico es considerado de mucha importancia debido a que nos proporciona información económica, procurando siempre hacer desde la perspectiva del agricultor, para poder informar los beneficios que podría obtener en términos de rentabilidad.

El análisis económico se realizó mediante el presupuestos parciales, el cálculo se efectuó considerando la producción por área neta de 3 m² por cada ambiente, el rendimiento se ajustó a una merma de producción de (-) 5%, de tallos cortados y hojas amarilladas o perdidas en la cosecha.

El beneficio bruto se obtuvo con los precios promedios en el mercado tomando cuantos kilos de producción se obtuvo en cada parcela.

De acuerdo a la metodología propuesta por CIMMYT (1988), los resultados obtenidos son los siguientes

7.3.2 Ingreso bruto.

Para calcular el valor de la producción o beneficio Bruto, se indican los ingresos en el Cuadro 33 del Anexo, indica que el beneficio bruto que se obtuvo tras la venta del producto, tomando en cuenta las pérdidas de producción (merma) comercializables durante el transporte y el manipuleo de las hojas cosechadas en un (-) 5% del rendimiento, al 95% de las hojas se comercializa a un precio de 3,5 Bs /100g. De peso fresco y es más los precios en el mercado varían según el tamaño y la calidad del producto.

El beneficio bruto se calcula multiplicando el rendimiento, por el precio promedio de kilogramo de espinaca morada ($gr \cdot Bs$), los tratamientos que presentaron mejores ingresos brutos, fueron el T2 (frecuencia de aplicación de biol cada 10 días) y T3 (frecuencia de aplicación de biol cada 15 días) con 2043.75 y 1985.55 Bs respectivamente y el que menos ingreso bruto obtuvo fue el testigo T1 (Testigo) con 1440.24 Bs, a estos resultados se atribuye que cada factor estudiado en los tratamientos influye en el ingreso bruto, los cuales se observan en el (Cuadro 29)

7.3.3 Ingreso neto

El ingreso neto es el valor de todos los beneficios de una producción que se percibirá, menos el costo total de la producción obtenida (Calatayud, 2006). Para ello se obtuvo un

beneficio bruto de la producción por cada tratamiento realizado, en el cual se procedió al cálculo de restado de todo el costo de producción esto también para cada tratamiento puesto que cada uno de ellos obtuvo el costo de producción diferenciado.

Realizando un análisis entre los tratamientos estudiados podemos indicar los siguientes resultados. En el T1 (frecuencia de aplicación de biol cada 10 días) el ingreso neto es de 1064,75 Bs fue el que presenta mayor ingreso neto, seguida del T2 (frecuencia de aplicación de biol cada 15 días) que presento 933,55 Bs y el que se encuentra con un menor número de ingreso neto es el T0 (testigo) que presento 548,25 Bs esto significa que los factores de estudio en cada tratamiento afectan directamente en estos resultados, los cuales se observan en el (Cuadro 29)

7.3.4 Relación Beneficio / Costo

Es la relación que existe entre los beneficios brutos sobre los costos totales de la producción, en el cuadro 29 se detallan la relación beneficio/costo por una campaña

Cuadro 29

Análisis de beneficio costo, para cada tratamiento

Frecuencia	Rendimiento (gr)	Precio (Bs)	Ingreso Bruto	Costo Producción	Ingreso Neto	Relación B/C (Bs)
T1 (Testigo)	411,5	3,50	1440.25	892	548.25	1,61
T2 (Cada 10 días)	592,5	3,50	2073,75	1009	1069.25	2,1
T3 (Cada 15 días)	567,3	3,50	1985,55	1052	933,55	1,9

FUNTE: Elaboración propia

El presente cuadro de análisis demuestra que; la relación Beneficio/costo es mayor que uno ($B/C > 1$), en consecuencia estos son económicamente rentables; siendo el T2 (frecuencia de aplicación de biol cada 10 días) más rentable con un valor igual a 2.1 Bs, este resultado indica que por cada unidad monetaria invertida se recuperó la inversión más un beneficio de 1.1 Bs, seguido del T3 (frecuencia de aplicación de biol cada 15 días), con relación de beneficio costo igual 1,9 Bs teniendo como ganancia 0.9 Bs, finalmente el T1 (testigo) con menor valor con relación de beneficio costo igual 1,61 Bs teniendo como ganancia 0.61 Bs es el cual se refleja en el (cuadro 30).

7.3.5 Costos de producción.

Los Costos de Producción, son todos los recursos que participan en el proceso productivo de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado (Perrin, 1979)

8. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se obtuvo un comportamiento positivo, del cultivo de la espinaca morada, en condiciones de ambiente atemperado y a campo abierto mostrando buenos resultados a lo largo del trabajo de investigación.
- Las variables agronómicas fueron evaluadas antes de la cosecha (55 días), la mejor altura de planta fue de 38.23 cm. T2 invernadero, para el diámetro de tallo presento 6,2 mm, para el numero de hojas se obtuvo 18,8 y para el numero de macollos presento 9,57, para el peso por planta presento 30,57 g/planta, siendo mejor tratamiento el T-2 (frecuencia de aplicación cada 10 días) en invernadero, frente a los otros tratamientos para todas las variables evaluadas.
- El mayor rendimiento por metro cuadrado fue en invernadero, tratamiento T-2 con un peso de 516,67 g/m² y el menor rendimiento por metro cuadrado fue en campo abierto, tratamiento T1 con un peso de 306,33 g/m²
- En el análisis económico se observa que el beneficio costo de la espinaca morada con las frecuencias de aplicación de biol; en los tratamientos 2 y 3 sale un resultado mayor o igual a 1 lo cual nos indica una rentabilidad positiva. siendo el T2 (frecuencia de aplicación de biol cada 10 días) es el más rentable con un valor igual a 2.1 Bs, este resultado indica que por cada unidad monetaria invertida se

recuperó la inversión más un beneficio de 1.1 Bs, seguido del T3 (frecuencia de aplicación de biol cada 15 días) con relación de beneficio costo igual a 1.9 Bs teniendo como ganancia 0.9 Bs, demostrando que los abonos orgánicos foliares si causaron efecto en el cultivo bajo las diferentes dosis de aplicación.

- Por lo tanto, se puede concluir indicando que con el tratamiento T-2 se obtiene los mejores resultados para las variables agronómicas y los rendimientos.

9. RECOMENDACIONES

De la presente investigación se recomienda lo siguiente:

- Realizar estudios de las frecuencias de biol, en diferentes cultivos hortícolas y frutícolas en distintas épocas y diferentes densidades de siembra, empleando la técnica de las distintas frecuencias, por ser una alternativa adecuada de proporcionar nutrientes disponibles requeridos por las plantas.
- Realizar investigación en el cultivo de espinaca morada a campo abierto, sin tomar en cuenta la influencia del invernadero, que protege de las inclemencias del medio ambiente.
- Realizar más investigaciones en el cultivo de la Espinaca morada (*Atriplex hortensis L.*) en diferentes regiones y ecosistemas del país.
- Se recomienda continuar con la producción del cultivo ya que es un cultivo tolerante a bajas temperaturas y tiene la facilidad de adaptarse a diferentes zonas climáticas.
- Realizar investigaciones con Abono Líquido Orgánico (Biol) en frecuencias de aplicación continua.
- Realizar investigaciones sobre el efecto de Abono Orgánico Líquido (Biol) en el suelo, para evaluar su comportamiento, las propiedades físicas, químicas y biológicas, puesto que, favorece la fertilidad de los suelos y la biorecuperación de los suelos contaminados.

10. BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, S. (2016). Efecto de té de humus y biol como fertilizante foliar en el cultivo de col de Bruselas (*Brassica oleracea var. gemmifera*), La Paz – Bolivia

ALEXANDRA, V. (2007). El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo-guía práctica para los campesinos en el bosque seco. Perú y Ecuador., p. 35.

ANDRADE, R. (1998). Información Básica sobre Fertilización Química Foliar. El Agropecuario. 32(463): 12

AOPEB, (Asociación de Organizaciones Productores Ecológicos de Bolivia) 2002 Normas básicas para la agricultura ecológica. 5ta. Edición. La Paz, Bolivia. 150 – 151 pp.

APARCANA, S. (2008). Estudio sobre el Valor Fertilizante de los Productos del proceso “Fermentación Anaeróbica” para Producción de Biogás. Consultado el 30 de abril del 2016. Disponible en: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/18545.html>

ARIAS, C. J. (1996) Producción Postcosecha, Procedimiento y Comercialización de cultivos de hortaliza, Oficina regional FAO para América Latina y Caribe Santiago - Chile.

ARTEAGA, J. (2012) Apuntes de diseños experimentales I. Ediciones, AGAETRA. La Paz, Bolivia. p. 17 - 30.

BALDIVIA, S. (2011) Efecto del biol y niveles de estiércol ovino en el comportamiento productivo de la cebolla (*Allium cepa*) variedad rosada criolla en la comunidad Kasa Achuta. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz, Bolivia. 7, 69, 70, 75, 76 113 p.

- BAUTISTA, L. (2018)** efecto de té de humus de lombriz en el cultivo de espinaca (*spinacea oleracea l.*) variedad viroflay a diferente frecuencia de aplicación en cota cota la paz
- BEJO. (2012).** Semillas de hortalizas. Consultado el 6 de feb 2013. Disponible en: http://www.bejogt.com/web/pages/bejo_gt/products/ras.aspx?RasID=3248&GewasID=200 &GroepID=655&volgorde=1
- BORREGO M. (1995)** Horticultura herbácea especial, segunda edición. Mandí prensa. Madrid España. P 255-258
- CARVAJAL, I. (2014)** tesis evaluación de tres tipos de fertilizantes líquidos foliares en dos dosis de aplicación en el cultivo de cacao (*teobroma cacao l.*) en la estación experimental de sapecho- alto beni. pp 8-12
- CASSERES, E. (1984)** Producción de hortalizas. Tercera edición. Editorial IICA. San José costa rica, p.385.
- CHAMBI, R. (2018)** comportamiento agronómico de la espinaca morada (*atriplex hortensis l.*) con diferentes niveles de bokashi bajo condiciones de ambiente protegido en la ciudad de el alto.
- CHILON E. (1997)** Manual de Fertilidad de los suelos y Nutrición vegetal de plantas. CIDAT. 1º Impresión. La Paz, Bolivia. 26, 27, 28 y 88 p.
- CIMMYT. (1998)** manual metodológico de evaluación económica, mexicana D.F.p. 79
- COBIELLA, (1995).** Efecto del estiércol bovino y humus de lombriz sobre el crecimiento del pimiento.
- COLQUE, T. RODRÍGUEZ D. (2005)** producción de biol, abono líquido natural y ecológico. Guía técnica, estación experimental Puno Perú.
- DAVIDSON, A. (1999)** Oxford Companion to Food. "Orach", p. 556. Disponible en: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Atriplex_hortensis.

- DÁVILA, S. (2010)** Efecto del Biol sobre los cultivos de espinaca (*Spinacea oleracea*) bajo manejo organico
- ELIZONDO, D. (2005)** El biodigestor. 2p. consultado el 07 de octubre 2014. Disponibles en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/brochurebiodigestor.pdf
- FAO. (1990)** Primer seminario nacional sobre Fertilidad de Suelos y uso de Fertilizantes en Bolivia CIAT- IBTA. Santa Cruz, Bolivia. 35-38 p
- FAO.** (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación), 2005. Manual técnico. La huerta hidropónica popular de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO). (En línea) http://www.veterinaria.uchile.cl/mundogranja2005/proyectos/integrando_ciencias/archivos/MANUAL_HIDROPONÍA.pdf (consulta 2/Mayo/2020)
- FLORES, J. (1999)** Carpas Solares, técnicas de construcción. Editorial huellas. La Paz, Bolivia. p. 10 - 28.
- GOMERO, O. (1999)** Manejo Ecológico de Suelos, Conceptos y Técnicas. Ed: Gráfica Esteffany. Lima-Perú. p. 189-20
- GONZÁLES, C. (2011)** El cambio climático: Impacto sobre la producción agrícola y las prácticas de adaptación. Lección – Agricultura orgánica. Puerto, Rico. 4p. disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj883/ccagorganica.pdf>
- GORINI, F. (1999)** El cultivo de la espinaca. Zaragoza, ES. Acríbia. p. 12 -14; 41-42; 5153
- GUARACHI, A. (2018)** Evaluación del efecto de biol y de té de humus de lombriz como fertilizante en el desarrollo del cultivo de cilandro bajo ambiente atemperado en el centro experimental de cota cota.
- GUERRERO, A. (1993)** El suelo los abonos y la fertilización de los cultivos. Ed. Mundi prensa, Madrid-España p 1-44

- GUZMÁN, M. (1993)** Construcción y manejo de invernadero, memorias. Universidad Mayor de san Andrés. la paz- Bolivia p.3-5.
- HARTMAN, F. (1990)** Invernaderos y Ambientes Atemperados. FADES. La Paz – Bolivia. 131 p
- HUALLPA, S. (2009)** comportamiento productivo de variables de navo (*Brassica napus* L.) con diferentes abonos orgánicos en el altiplano norte de La Paz. tesis de grado. universidad mayor de san andrés. facultad de agronomía. la paz-bolivia.
- HUBER, K. (2002)** Isolation and characterization of *Atriplex hortensis* and sweet Chenopodium quinoa starches. Cereal Chemistry. Vol. 79, No. 5, p. 796 - 802. Disponible en: <http://www.editorialagricola.com>
- IBTA, (1995)** Manual práctico para el cultivo de hortalizas de hojas de invierno. Programa sistemas de producción. SNAC. La Paz, Bolivia. p. 2, 5,15.
- IFOAM, (1992)** Federación de instituciones de mantenimiento de la agricultura orgánica.
- INFOAGRO. (2005)** El cultivo de la espinaca. Consultado 6 de feb 2013. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/espinaca.htm>
- LABRADOR, J. (2006)** Conocimientos, técnicas y productos para la agricultura y la ganadería ecológica. Ed. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. España, 423pp.
- LOPEZ, M. (1994)** Horticola. Ediciones Trillar. Mexico. Pp118-128.
- MARTÍ, J. (2013)** Desarrollo, difusión e implementación de tecnologías apropiadas en el área rural: Biodigestores en Bolivia. Lecciones aprendidas de Proyecto En Dew – Bolivia 2007 – 2012. La Paz, Bolivia. 20, 74 p.
- MARTI, J. (2008)** biodigestores familiares: guía de diseño y manual de instalación biodigestores de polietileno tubular de bajo costo para trópico, valle y altiplano cooperación técnica alemana (GTZ)-Energía Bolivia. P 15

- MARULANDA C. (2003)** Hidroponía familiar. Editorial optigraf. Armenia-Colombia P 156.
- MATUTE, D. (2011)** Abonos Orgánicos. Serie: Producción orgánica de hortalizas de clima templado. Tegucigalpa, Honduras. 8 p. Disponible en: <http://www.metrocert.com/files/abonos%20organicos%2024-05-2011.pdf>
- MEDINA, A. (1992).** El Biol y Biosol en la Agricultura. Ed. Programa Especial de Energía. Cochabamba, Bolivia. p. 1-47.
- MERA, J. (2010)** Evaluación de cinco variedades de espinaca (spinacea oleracea, la tres distancias de siembra bajo manejo orgánico. Tumbaco, Pichincha. Tesis. Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 11- 14 ;19-21.
- MONTSERRAT, E. (2004)** Periodista especializado en plantas disponible en: <https://www.botanical-online.com>
- NARVÁEZ, F. (2007)** Evaluación de la aplicación foliar complementaria de tres abonos orgánicos en fréjol (Phaseolus vulgaris L.) var. “Paragachi”. Pimampiro – Imbabura. Tesis. Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 14 – 15
- PERRIN, R, (1988)** Formulación de Recomendaciones a Partir de Datos Agronómicos. Publicado por CIMMYT. Programa de Economía. México. p. 92
- PIDR (PROGRAMA INTEGRAL DE DESARROLLO RURAL). 2014.** componente de agricultura familiar periurbana y de traspatio. Carta tecnológica. chapingo mexico. Pp1-2
- PLAN HORTÍCOLA NACIONAL. (2005)** espinaca. Consultado el 6 de febrero 2013. Disponible en: http://assets00.grou.ps/oF2E3C/wysiwyg_files/filesmodule/ingenieriaagronomica/201010231513300-zobjbencyianbldyg/ESPINACA.pdf

- QUINO, M. (2008).** Apuntes de Fertilidad y Nutrición Vegetal. Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia.
- QUISPE, R. (2014)** Efecto de la Fertilización con Abonos Líquidos Orgánicos Fermentados en Cañahua (*Chenopodium pallidicaule*). Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 24-61
- RAMIRÉZ, F. (2010)** Fertilización Foliar. Consultado 6 feb. 2013. Disponible en: http://www.agrobanco.com.pe/FERTILIZACION_FOLIAR.pdf
- RESTREPO, J. (2001)** Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y Biofertilizantes Foliare. IICA. San José, Costa Rica. 155 p.
- RESTREPO, J. (2007)** Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Manual práctico ABC de la agricultura orgánica y panes de piedra. Primera ed. Cali, Colombia. 15 – 16, 57, 59 p.
- RODRÍGUEZ, M. (2000)** Tesis doctorales, aportes al conocimiento del estado medio ambiente de hidrosistemas de interés internacional situados en Castilla – La Mancha, Universidad de Castilla – La Mancha, España. p. 584.
- ROMHELD, V. EL-FOULY, M. (1999)** APLICACIÓN FOLIAR de nutrientes: retos y límites en la producción agrícola. infotmacion agronomicasN° 48.10-13pp.
- ROTTENBERG, O. (2013)** Nuevos conceptos de la fertilización en hortalizas y frutales. Enfocados a liberación controlada, nutrigación y aspersion foliar. Agritec. Perú. Diapositiva 41 p.
- SALINAS, (2004)** Agricultura Orgánica como modelo alternativo. 80p
- SÁNCHEZ, C. (2003)** Abonos orgánicos y lombricultura. Ediciones Ripalme. Lima, Perú.
- SCHLAFLI, F. (2010)** Tratamiento de residuos orgánicos del comedor universitario de la UNALM en un biodigestor semicontinuo para la producción de biogás y biol, Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias, Perú. 23, 26 p.

- SENAMHI**, (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, BO), (2007). Datos Climáticos. La Paz, Bolivia. s.p.
- SERRANO, Z. (1980)** Cultivo de hortícola en invernadero, 1era edición. ED. Barcelona España. p. 86.
- SIAMAGE (2016)** (Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). (2001). El Biol. (En línea) Consultado el 16 de septiembre del 2016. Disponible en
- SOBRINO, E. (1992)** Tratado de horticultura herbácea. Aedos
- STEPHENS, J.M. (2015)** Horticultural Sciences Department, UF/IFAS Extensión, Original publication date May 1994. Revised September 2015. Visit the EDIS website at <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- SUQUILANDA, M. (1995)** Hortalizas, Manual para la producción orgánica. Quito, ec. fundagro. p. 57, 63
- TAMBO, D. (2016)**. Efecto de niveles de Biol bovino en dos variedades de cebolla (*allium cepa l.*) con riego complementario, en la estación experimental Choquenaira, Viacha – La Paz
- TASCHEREAU, P. M. (1985)** Plantas perenes, leñosas, anuales y herbáceas, in Watsonia Estados Unidos, p. 183 - 209
- UNTERLADSTATTER, R. (2000)** La Horticultura en el Sub Trópico Húmedo y Sub Húmedo de Bolivia. Santa Cruz, Bolivia. Facultad de Ciencia Agrícolas U.A.G.R.M. p. 310.
- VALADEZ, A. (1996)** Producción de hortalizas limosa. S.A. Venezuela P. 127.
- VELASTEGUI, R. (2005)** Alternativas ecológicas para el manejo integrado fitosanitario en los cultivos. Quito, EC. AgroExpress, p. 153 95.

VIGLIOLA, M. (1993) Manual de horticultura. Editorial, hemisferio sur. Buenos aires argentina p 223

VILLANUEVA, M. (2016) Efecto del biol y de té de humus de ñombris como fertilizante en el desarrollo del cultivo de repollochino(*brassica pekinensis*) la pa – Bolivia.

WANAMEY. (2003) Plantas medicinales, propiedades, usos medicinales. Consultado el 6 de feb 2013. Disponible en <http://www.wanamey.org/plantas-medicinales-2/propiedadesplantas-medicinales-usos.htm>

YUPANQUI, V. (2019) evaluación del rendimiento de dos variedades de espinaca (*spinacea oleracea* l.) con tres niveles de biol bajo ambiente atemperado en el centro experimental de cota cota.

ANEXOS

AMBAR CÁLCULO PARA TODAS LAS VARIABLES

Análisis de varianza de la variable altura de planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10-ene	18	0,99	0,98	1,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	177,75	9	19,75	89,61	<0,0001
Ambiente	141,91	1	141,91	1331,47	<0,0001
Biol	28,32	2	14,16	64,25	<0,0001
Ambiente*Biol	7,10	2	3,55	16,10	0,0016
Error	1,76	8	0,22		
Total	179,51	17			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1066 gl: 4

Ambiente	Medias	n	E.E.
Invernadero	39,92	9	0,11 A
Campo afuera	32,30	9	0,11 B

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

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,2204 gl: 8

Biol	Medias	n	E.E.
T2	37,24	6	0,19 A
T3	35,73	6	0,19 A
T1	30,36	6	0,19 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,2204 gl: 8

Ambiente	Biol	Medias	n	E.E.
Invernadero	T2	38,23	3	0,27 A
Invernadero	T3	37,18	3	0,27 A
Invernadero	T1	32,34	3	0,27 B
Campo afuera	T2	30,29	3	0,27 C
Campo afuera	T3	29,43	3	0,27 D
Campo afuera	T1	29,38	3	0,27 D

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

Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10-ene	18	0,95	0,89	3,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Bloque	0,14	6	0,02	16,22	0,0003	
Ambiente	0,11	1	0,11	26,20	0,0069	(Ambiente>Rep)
Biol	0,01	2	3,4	3,51	0,0804	
Ambiente*Biol	0,01	2	3,6	3,79	0,0695	
Error	0,01	6	9,6			
Total	0,15	17				

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0042 gl: 4

Ambiente	Medias	n	E.E.
Invernadero	6,5	9	0,02 A
Campo afuera	5,6	9	0,02 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0010 gl: 8

Biol	Medias	n	E.E.
T2	6,6	6	0,01 A
T3	6,3	6	0,01 A B
T1	6,2	6	0,01 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0010 gl: 8

Ambiente	Biol	Medias	n	E.E.
Invernadero	T2	6,2	3	0,02 A
Invernadero	T3	6,1	3	0,02 A
Invernadero	T1	6,1	3	0,02 A
Campo afuera	T2	5,3	3	0,02 B
Campo afuera	T3	5,2	3	0,02 C
Campo afuera	T1	2,2	3	0,02 C

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

Análisis de varianza de la variable número de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
13-dic	18	0,98	0,95	4,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Bloque	120,94	6	21,22	37,59	<0,0001	
Ambiente	162,00	1	162,00	52,07	0,0020	(Ambiente>Rep)
Biol	5,37	2	2,68	4,76	0,0436	
Ambiente>Biol	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999	
Error	4,52	5	0,56			
Total	195,46	17				

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 3,1111 gl: 4

Ambiente	Medias	n	E.E.
Invernadero	20,89	9	0,59 A
campo afuera	14,89	9	0,59 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,5644 gl: 8

Biol	Medias	n	E.E.
T2	18,80	6	0,35 A
T3	17,67	6	0,35 B
T1	16,20	6	0,35 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,5644 gl: 8

Ambiente	Biol	Medias	n	E.E.
Invernadero	T2	21,73	3	1,56 A
Invernadero	T3	21,07	3	2,63 A B
Invernadero	T1	19,87	3	1,56 B
campo afuera	T2	15,87	3	1,56 C
campo afuera	T3	15,47	3	1,56 C
campo afuera	T1	13,33	3	2,63 D

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

Analisis de varianza dela variable Numero de macollos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10-ene	18	0,98	0,96	2,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
bloque	38,12	6	4,24	48,25	<0,0001
Ambiente	35,84	1	35,84	273,37	0,0001
Biol	0,65	2	0,33	3,72	0,0720
Ambiente*Biol	1,10	2	0,55	6,25	0,0232
Error	0,70	6	0,09		
Total	38,82	17			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1311 gl: 4

Ambiente	Medias	n	E.E.
Invernadero	10,71	9	0,12 A
campo afuera	8,89	9	0,12 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0878 gl: 8

Biol	Medias	n	E.E.
T2	9,57	6	0,12 A
T3	9,20	6	0,12 A B
T1	8,13	6	0,12 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0878 gl: 8

Ambiente	Biol	Medias	n	E.E.
Invernadero	T2	10,93	3	0,17 A
Invernadero	T3	10,87	3	0,17 A B
Invernadero	T1	10,33	3	0,17 B
campo afuera	T2	8,20	3	0,17 C
campo afuera	T3	8,07	3	0,17 C
campo afuera	T1	7,40	3	0,17 D

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

Análisis de varianza rendimiento por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10-ene	18	0,97	0,93	4,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Bloque	309,54	6	34,39	25,00	0,0001	
Ambiente	66,51	1	66,51	7,99	0,0475	(Ambiente>Rep)
Biol	194,26	2	97,13	70,61	<0,0001	
Ambiente*Biol	15,48	2	7,74	5,63	0,0298	
Error	11,00	6	1,38			
Total	320,54	17				

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 8,3222 gl: 4

Ambiente	Medias	n	E.E.
Invernadero	29,07	9	0,96 A
Campo afuera	26,22	9	0,96 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 1,3756 gl: 8

Biol	Medias	n	E.E.
T2	30,57	6	0,48 A
T3	30,37	6	0,48 A
T1	23,50	6	0,48 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 1,3756 gl: 8

Ambiente	Biol	Medias	n	E.E.
Invernadero	T2	30,60	3	0,68 A
Invernadero	T3	29,87	3	0,68 A
Campo afuera	T1	28,27	3	0,68 B
Campo afuera	T2	27,13	3	0,68 B
Invernadero	T3	24,73	3	0,68 C
Campo afuera	T0	22,27	3	0,68 D

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

Análisis de varianza rendimiento por metro cuadrado primera cosecha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
24-ene	18	0,99	0,99	2,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	39099,11	6	4344,35	164,80	<0,0001
Ambiente	8624,22	1	8624,22	12,10	0,0254
Biol	20583,00	2	10291,50	390,40	<0,0001
Ambiente*Biol	7040,78	2	3520,39	133,54	<0,0001
Error	210,89	6	26,36		
Total	39310,00	17			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 712,7778 gl: 4

Ambiente	Medias	n	E.E.
Invernadero	578,89	9	8,90 A
Campo abierto	435,11	9	8,90 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 56,2778 gl: 4

Biol	Medias	n	E.E.
T2	592,50	6	2,1 A
T1	567,30	6	2,1 B
T0	411,50	6	2,1 C

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 26,3611 gl: 8

Ambiente	Biol	Medias	n	E.E.
Invernadero	T2	516,67	3	2,96 A
Invernadero	T1	503,33	3	2,96 B
Campo abierto	T1	481,67	3	2,96 C
Campo abierto	T2	317,33	3	2,96 D
Invernadero	T0	316,67	3	2,96 D
Campo abierto	T0	306,33	3	2,96 E

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

Cuadro 9 Análisis de Costos de producción de la espinaca morada–Tratamiento 1

COSTOS DE PRODUCCION T1						
ITEM	OBJETO DE GASTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT. /BS	SUB TOTAL BS.	TOTAL
1	Preparación del terreno					160
	Remoción del suelo	1	jornal	80	80	
	Nivelado	1	jornal	80	80	
2	Labores Culturales					320
	Siembra	1	jornal	80	80	
	Deshierbes	1	jornal	80	80	
	Aporque	1	jornal	80	80	
	Cosecha	1	jornal	80	80	
3	Insumos					232
	Semilla de Espinaca	3	onza	20	60	
	Embolsado	1	jornal	80	80	
	Compost	46	kg.	2	92	
4	Material de trabajo					100
	material de escritorio		Global		20	
	material de campo		Global		80	
	COSTO TOTAL GENERAL					812

Cuadro 9. Costos de producción de la espinaca morada – Tratamiento 2

COSTOS DE PRODUCCION T2						
ITEM	OBJETO DE GASTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT. /BS	SUB TOTAL BS.	TOTAL
1	Preparación del terreno					160
	Remoción del suelo	1	jornal	80	80	
	Nivelado	1	jornal	80	80	
2	Labores Culturales					400
	Siembra	1	jornal	80	80	
	Deshierbes	1	jornal	80	80	
	Aporque	1	jornal	80	80	
	Aplicación de AOLA	1	jornal	80	80	
	Cosecha	1	jornal	80	80	
3	Insumos					269
	Semilla de Espinaca	3	onza	20	60	
	Biol	1,5	Litro	25	37	
	Embolsado	1	jornal	80	80	
	Compost	46	kg.	2	92	
4	Material de trabajo					100
	material de escritorio		Global		20	
	material de campo		Global		80	
	COSTO TOTAL GENERAL					929

Cuadro 9. Costos de producción de la espinaca morada – Tratamiento 3

COSTOS DE PRODUCCION T3						
ITEM	OBJETO DE GASTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT. /BS	SUB TOTAL BS.	TOTAL
1	Preparación del terreno					160
	Remoción del suelo	1	jornal	80	80	
	Nivelado	1	jornal	80	80	
2	Labores Culturales					400
	Siembra	1	jornal	80	80	
	Deshierbes	1	jornal	80	80	
	Aporque	1	jornal	80	80	
	Aplicación de AOLA	1	jornal	80	80	
	Cosecha	2	jornal	80	80	
3	Insumos					262
	Semilla de Espinaca	3	onza	20	60	
	AOLA	1,5	Litro	20	30	
	Embolsado	1	jornal	80	80	
	Compost	46	kg.	2	92	
4	Material de trabajo					150
	material de escritorio		Global		50	
	material de campo		Global		100	
COSTO TOTAL GENERAL						972

ARCHIVO FOTOGRAFICO ESTUDIO DE LA ESPINACA MORADA



Fotografía 1. Lugar de investigación



Fotografía 2. Semillas del cultivo de espinaca morada



Fotografía 3. Preparación de las platabandas



Fotografía 4. Siembra del cultivo de espinaca morada



Fotografía 5. Protección del cultivo de espinaca morada



Fotografía 6. Marbeteado de la planta



Fotografía 7. Cultivo de espinaca



Fotografía 8. Cosecha del cultivo



Fotografía 9. Hoja del cultivo de espinaca morada



Fotografía 10. Registro peso por planta