

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



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE TE DE HUMUS DE LOMBRIZ EN EL CULTIVO DE ESPINACA
(*Spinacea oleracea* L.) VARIEDAD VIROFLAY A DIFERENTE FRECUENCIA DE
APLICACION EN COTA COTA LA PAZ**

RINA LOURDEZ BAUTISTA MARCA

LA PAZ – BOLIVIA

2018

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFFECTO DE TE DE HUMUS DE LOMBRIZ EN EL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacea oleracea L.*) VARIEDAD VIROFLAY A DIFERENTE FRECUENCIA DE APLICACION EN COTA COTA LA PAZ

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

RINA LOURDEZ BAUTISTA MARCA

ASESORES

Ing.M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta

TRIBUNAL EXAMINADOR

Ing. M.Sc Eduardo Chilon Camacho

Ing. M.Sc. Paulino Ruiz Huanca

Ph. D.. David Cruz Choque

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador:

La Paz - Bolivia

2018

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado con mucho cariño a mis seres queridos: A mis amados padres Evaristo Bautista y Edelmira Marca, por su inmenso amor, dedicación, apoyo y confianza, a mi linda hija Brizeyda quien con su amor me apoyo a mis queridos hermanos Nestor, Amalia, Hilda y a mis pequeños sobrinos Sheyla, Alejandra y William, quienes con ternura alegraron los momentos difíciles, quienes con amor, cariño y paciencia me apoyaron para que culminara mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por el don de vida que me dio, por ser la luz que ilumina mi vida, mi camino

A mi querida familia por todo el cariño que me brindaron, por su apoyo incondicional para concluir el presente trabajo, en especial a mis padres, por su paciencia y tolerancia, a mis queridos hermanos

A la Universidad Mayor de San Andrés y la Facultad de Agronomía por ser parte de la formación profesional que me brindaron, a todos los docentes, por haberme transmitido sus conocimientos quienes me guiaron para concluir mis estudios

Agradezco a La Estación Experimental de Cota cota, en especial al Ing. Williams Alex Murillo Oporto por el apoyo brindado durante la etapa de campo del presente trabajo de investigación.

Mis agradecimientos a mi asesor; Ing. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta, por su apoyo, recomendaciones y consejos, atención y sugerencias para realizar el presente trabajo de estudio.

Al tribunal revisor Ing. Ing. M.Sc. Eduardo Chilon Camacho, Ing. Paulino Ruiz Huanca, Ph. D.. David Cruz Choque, por sus consejos y sus acertadas sugerencias que enriquecieron el presente trabajo.

Agradecer a mis amigos (as): Rosa, Karen, Jhannet, Kety, Delia, Melvi, Raul quienes han estado conmigo en las buenas y en las malas, en especial a Joel, quien me colaboro en mi trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CONTENIDOS	I
ÍNDICE DE CUADROS.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ABSTRACT	VI
RESUMÉN.....	VIII

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 HIPÓTESIS.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 CULTIVO DE ESPINACA.....	3
2.1.1 Generalidades.....	3
2.1.2 Centro de Origen y Dispersión del Cultivo	4
2.1.3 Características del Cultivo	4
2.1.4 Importancia del Cultivo	5
2.1.5 Producción Nacional.....	6
2.1.6 Clasificación Taxonómica	6
2.1.7 Descripción Morfológica.....	6
2.1.8 Fenología del Cultivo de la Espinaca.....	7
2.1.9 Variedades de Espinaca	8
2.1.10 Exigencias y condiciones agroecológicas.....	9
2.1.10.1 Requerimientos climáticos	9
2.1.10.2 Requerimientos edafológicos.....	10
2.1.11 Características de manejo agronómico del cultivo de la espinaca	11
2.2 ABONOS ORGÁNICOS.....	17
2.2.1 Tipos de abonos orgánicos.....	17
2.2.2 Abonos solidos.....	18
2.2.2.1 Abonos líquidos.....	18
2.2.2.2 Abono verde.....	18
2.2.3 Abonos foliares orgánico	18
2.2.3.1 Beneficios de los abonos orgánicos foliares	19
2.2.3.2 Factores que afectan la absorción foliar.....	19
2.2.3.3 Aspectos a tomar en cuenta en la aplicación fertilización química	19
2.2.3.4 Aspectos a tomar en cuenta en la aplicación foliar	20
2.2.3.5 Absorción de nutrientes mediante las hojas	20
2.2.3.6 Rutas de absorción de nutrientes por vía foliar.....	21
2.2.4 Humus de lombriz.....	23
2.2.4.1 Composición del humus de lombriz.....	23
2.2.4.2 Características del humus de lombriz.....	24

2.2.4.3	Te de humus de lombriz	24
2.2.4.4	Acción del Té de humus de lombriz como abono foliar	25
2.2.4.5	Probables Características del té de humus de lombriz	26
2.2.4.6	Propiedades Te de humus de lombriz	27
2.2.4.7	Propiedades físicas	27
2.2.4.8	Propiedades químicas	27
2.2.4.9	Propiedades biológicas.....	28
2.2.4.10	Propiedades nutricionales.....	28
2.3	ACCIÓN DEL TÉ DE HUMUS COMO ABONO FOLIAR	28
2.4	NUTRIENTE	29
2.4.1	Nutrición Mineral	30
2.4.2	Fertilidad de Suelos	30
2.4.3	Fertilización y fertilizantes.....	31
2.5	AMBIENTES ATEMPERADOS.....	32
2.5.1	Características Generales	33
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1	LOCALIZACIÓN	34
3.1.1	Ubicación Geográfica.....	34
3.1.2	Características Edafo- Climáticas de la Zona	35
3.1.3	Descripción del Ambiente Atemperado.....	36
3.2	MATERIALES DE ESTUDIO	36
3.2.1	Material Biológico.....	36
3.2.1.1	Características de la Variedad Viroflay.....	37
3.2.2	Insumos	37
3.2.3	Materiales de Campo y Herramientas.....	38
3.2.4	Materiales de Laboratorio	38
3.3	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	38
3.3.1	Procedimiento Experimental	38
3.3.1.1	Habilitación de parcelas.....	38
3.3.1.2	Preparación del suelo	39
3.3.1.3	Siembra de la semilla.	40
3.3.1.4	Preparación de los materiales para la toma de datos.	41
3.3.1.5	Labores culturales	41
3.3.1.6	Preparación del té de humus	42
3.3.1.7	Aplicación del té de humus	42
3.3.2	Método experimental	43
3.3.2.1	Análisis Estadístico.....	44
3.3.2.2	Método lineal aditivo.....	44
3.3.2.3	Descripción de los tratamientos. A continuación en el cuadro N° se describen las interacciones de los tratamientos.....	44
3.3.2.4	Características del área experimental.....	44
3.3.2.5	Croquis Experimental	45
3.3.2.6	Variables de respuesta.....	46
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	50
4.1	DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN	50
4.1.1	Descripción de las Temperaturas Registradas durante el Ciclo del Cultivo.....	50

4.2	VARIABLES AGRONÓMICAS	52
4.2.1	Variable largo de peciolo	52
4.2.2	Variable largo de hoja	54
4.2.3	Variable número de hojas	56
4.2.4	Variable peso fresco por planta completa.....	59
4.2.5	Variable peso seco por planta completa	62
4.2.6	Variable rendimiento en peso fresco por superficie	65
4.3	ANÁLISIS ECONÓMICO	67
4.3.1	Rendimiento ajustado	67
4.3.2	Beneficio Bruto.....	69
4.3.3	Costos variables	70
4.3.4	Costos fijos	71
4.3.5	Costos totales	73
4.3.6	Beneficio Neto.....	74
4.3.7	Relación Beneficio / Costo (Bs/campaña).....	75
5.	CONCLUSIONES.....	77
6.	RECOMENDACIONES.....	79
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	80

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Características del cultivo.....	4
Cuadro 2. Composición Nutritiva de la Espinaca (por 100 g de producto comestible).....	5
Cuadro 3. Variedades de Espinaca empleadas en el experimento.....	37
Cuadro 4. Insumos.....	37
Cuadro 5. Datos de los parámetros Químicos de los análisis de suelos realizados, Laboratorio de calidad ambiental.....	39
Cuadro 6. Datos de los parámetros físicos de los análisis de suelos realizados, Laboratorio de calidad ambiental “L.C.A.” (2016)	40
Cuadro 7. Descripción de los tratamientos.....	44
Cuadro 8. Síntesis de registros mensuales durante el desarrollo del cultivo.....	51
Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable largo de peciolo.....	53
Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable largo de hoja.....	55
Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable número de hojas.....	57
Cuadro 12. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor “Frecuencias de Aplicación de fertilizante foliar” de la variable número de hojas.....	58
Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable largo de hoja.....	60
Cuadro 14. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor “Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar” de la variable peso fresco total.....	61
Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable peso fresco total.....	63
Cuadro 16. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor “Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar” de la variable número de hoja.....	64
Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable rendimiento.....	65
Cuadro 18. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor “Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar” de la variable peso rendimiento.....	66
Cuadro 19. Rendimiento ajustado por una campaña.....	68
Cuadro 20. Beneficio bruto	70
Cuadro 21. Costos variables por tratamientos Bs/campaña.....	71
Cuadro 22. Costos fijos por tratamientos.....	73
Cuadro 23. Costos totales por tratamientos.....	74
Cuadro 24. Beneficios netos.....	75
Cuadro 25. Beneficio /costo anual.....	76

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica del experimento, Fuente; (2017).....	34
Figura 2. Vista superior del experimento	45
Figura 3. Fluctuación térmica registrada durante el desarrollo del cultivo.....	50
Figura 4. Promedio de los tratamientos del largo de hoja	54
Figura 5. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor “Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar” de la variable número de hojas.....	54
Figura 6. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor “Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar” de la variable peso fresco total.....	62
Figura 7. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor “Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar” de la variable peso seco total.....	64
Figura 8. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor “Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar” de la variable rendimiento de peso fresco por superficie.....	67
Figura 9. Rendimiento ajustado por una campaña.....	69
Figura 10. Beneficio bruto por campaña.....	70
Figura 11. Costos variables por tratamientos Bs/año.....	72
Figura 12. Costos fijos por tratamientos.....	73
Figura 13. Costos totales por tratamientos.....	74
Figura 14. Beneficios netos.....	75
Figura 15. Beneficio /costo anual.....	76

ABSTRACT

The present research entitled: Effect of worm humus tea on spinach cultivation (*Spinacea oleracea*) viroflay variety at different frequency of application in Cota Cota La Paz, was developed in the premises Centro Experimental de Cota Cota ;, the objectives were: To evaluate the agronomic behavior of the spinach (*Spinacea oleracea*) cultivation under the effect of humus tea, Define the effect of the humus tea on two frequencies of the application in the yield spinach cultivation, Compare the partial costs of production of spinach culture with the application of humus tea. The mentioned research was done in the solar tent to availability in the experimental center, the surface used was of 34.1 m². The biological material manipulated was the Viroflay variety of the spinach cultivar two months of vegetative cycle. The treatments were distributed in a random block design in three blocks treated throughout the environment, where each treatment was conformed by the application of humus tea at different application frequencies. The technique of sowing used was by tapping, in rows. The average of the variable Weight of fresh matter per plant is the average superior of 98.66 grams belonging to the treatment 3 Frequency of application every 14 days, considered the best average. The variable Percentage of dry matter presents the superior average of 8.23 grams belonging to the treatment 3 Frequency of application every 14 days considered the one with the highest content of dry matter, In the variable Yield in fresh weight of the averages is the upper average of 850.79 grams and 752.54 grams per treatment 3 Frequency of application every 14 days and 2 Frequency of application every 7 days, In the analysis of partial costs it can be evidenced that the treatment with the highest total cost is T2 (with application of worm humus tea every 7 days) with a total cost of production of Bs542.0, followed by treatment T 3 (With application of worm humus tea every 14 days) with a total cost of production of Bs502.9, finally the lowest cost of production of treatment T1 (Without application of worm humus tea) with a total cost of Bs379.6 , which shows that the average cost of production is the T 1 treatment which did not have application of worm humus tea we were able to show that gross benefits total costs of the production of treatments, treatment with higher index of relationship is the T 3 (With application of worm humus tea every 14 days) with a value of 0.25, from which we can determine that none generates benefits and therefore none is profitable, in turn he treatment that generates greater loss is the treatment T 2, being that for each Bolivian invested in the treatment, Bs0.79 is lost.

Resumen

La presente investigación titulada: Efecto de té de humus de lombriz en el cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea*) variedad viroflay a diferente frecuencia de aplicación en Cota Cota La Paz, fue desarrollado en el predios Centro Experimental de Cota Cota,; se planteó los objetivos: Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de espinaca (*Spinacea olerácea*) bajo el efecto del té de humus, Definir el efecto del te de humus en dos frecuencias de la aplicación en el rendimiento cultivo de espinaca, Comparar los costos parciales de producción del cultivo de espinaca con la aplicación del té de humus. La mencionada investigación se lo realizó en la carpa solar a disponibilidad en el centro experimental, la superficie empleada fue de 34,1 m². El material biológico manipulado fue la variedad Viroflay del cultivar de espinaca dos meses de ciclo vegetativo. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de Bloques al azar en tres bloques tratados a lo largo del ambiente, donde cada tratamiento estaba conformado por la aplicación de té de humus en diferentes frecuencias de aplicación. La técnica de siembra empleada fue por golpe, en hileras. Los promedios de la variable Peso de materia fresca por planta se encuentra el promedio superior de 98,66 gramos perteneciente al tratamiento 3 Frecuencia de aplicación cada 14 días , considerado como el mejor promedio. La variable Porcentaje de materia seca se presenta el promedio superior de 8,42 gramos perteneciente al tratamiento 3 Frecuencia de aplicación cada 14 días considerado el de mayor contenido de materia seca, En la variable Rendimiento en peso fresco de los promedios se encuentra el promedio superior de 850,79 gramos y 752,54 gramos perteneciente al tratamiento 3 Frecuencia de aplicación cada 14 días y 2 Frecuencia de aplicación cada 7 días En el análisis de costos parciales se puede evidenciar que el tratamiento con mayor costo total es el T2 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 7 días) con un costo total de producción de Bs542,0, seguida por el tratamiento T 3 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 14 días) con un costo total de producción de Bs 502,9, finalmente el de menor costo de producción del tratamiento T1 (Sin aplicación de té de humus de lombriz) con costo total de Bs 379,6. Para la variable económica beneficio bruto se obtiene el mejor resultado con el tratamieto 3 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 14 días) con un valor de 0,25, de los cuales podemos determinar que ninguno genera beneficios y por tanto ninguno es rentable , a su vez el tratamiento que genera mayor pérdida es el tratamiento T 2, siendo que por cada Boliviano invertido en el tratamiento se pierde Bs 0,79.

1. INTRODUCCIÓN

La horticultura en la actualidad se constituye como la actividad productiva más importante bajo carpa solar o ambientes atemperados, donde están controladas tanto la humedad como la temperatura y se logra producir de forma intensiva; por otra parte el mercado es cada vez más competitivo y exigente lo cual incrementa la necesidad de obtener hortalizas de bajo costo y de alto rendimiento, entre las cuales una de sobresalientes es la espinaca por sus propiedades nutritivas.

La espinaca es muy apetecida por sus cualidades dietéticas y por poseer un sabor característico. Presenta un alto contenido de vitaminas como la A, C y E, todas ellas de acción antioxidante. Asimismo, es muy buena fuente de vitaminas del grupo B, rica en calcio, hierro, magnesio, potasio, sodio y además presenta también buenas cantidades de fósforo y yodo (Eroski, 2001).

En la actualidad es necesario buscar nuevos productos y desarrollar otras técnicas de aplicación de nutrientes, a fin de mejorar la productividad, una de las técnicas más difundidas en la nutrición de cultivos es la “fertilización foliar”. La aplicación de fertilizantes foliares ha demostrado ser muy útiles para la corrección de deficiencias de micronutrientes, los cuales son requeridos en pequeñas cantidades para los requerimientos de los cultivos (Aguilar, 2016).

La aplicación de té humus de lombriz de forma líquida inicia entre los años 1998 y 2000, por una necesidad de cambiar el modo de aplicación, se empezó a ver que se podía sacar más provecho haciéndolo líquido. Luego de muchas pruebas se comenzó con frutillas, y viendo los resultados se lo traslado a la alfalfa y la soja, y se observó que superaba más del 10 % en las oleaginosas y casi un 20 % en pasturas. (Bioagrotecsa, 2011).

En presencia de humus la planta absorbe mayor cantidad de nutrientes, presentes en el fertilizante así como aumenta la permeabilidad de los iones. Con la aplicación de humus

líquido en bajas concentraciones hay una aceleración del crecimiento, que resulta de la estimulación de diferentes procesos. (Bioagrotecsa, 2011).

La aplicación del té de humus de lombriz al suelo o a la planta actúa como racionalizante de la fertilización, hace asimilables en todo su espectro a los macro y micronutrientes. Crea además un medio ideal para la proliferación organismos benéficos, bacterias, hongos, etc., que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo en el desarrollo de enfermedades. Además, estimula la humificación propia del suelo ya que incorpora y descompone los residuos vegetales presentes en el suelo. (Casco, 2005).

Por estas razones en este trabajo se estudió el efecto de la aplicación del fertilizante líquido te de humus de lombriz aplicado sobre el cultivo de la espinaca, con la finalidad de ver los resultados sobre las variables planteadas. Por lo cual se planteó los siguientes objetivos:

1.1 Objetivo General

Determinar el efecto de té de humus de lombriz en el cultivo de espinaca (*Spinacea olerácea L.*) variedad Viroflay a diferente frecuencia de aplicación en Cota Cota La Paz.

1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de espinaca (*Spinacea oleráceaL.*) bajo el efecto del té de humus.
- Definir el efecto del te de humus en dos frecuencias de la aplicación en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacea olerácea L.*).
- Comparar los costos parciales de producción del cultivo de espinaca (*Spinacea olerácea L.*).con la aplicación del té de humus.

1.3 Hipótesis

Ho : No existe diferencias significativas entre tratamientos en el comportamiento agronómico del cultivo de espinaca por efecto de la aplicación del té de humus

Ho : No existe diferencias significativas entre tratamientos en el rendimiento del cultivo de espinaca por efecto de la aplicación del té de humus

Ho : No existe diferencias significativas entre tratamientos en los costos parciales por efecto de la aplicación del té de humus

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultivo de Espinaca

La espinaca (*Spinacea oleracea* L.) es uno de los cultivos que en los últimos años ha 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).

2.1.1 Generalidades

La espinaca es una planta hortícola herbácea, de hojas comestibles, que se destaca sobre todo por presentar un alto contenido de vitaminas como la A, C y E, todas ellas de acción antioxidante. Así mismo, es muy buena fuente de vitaminas del grupo B (Eroski, 2001).

La espinaca es una excelente fuente de hierro que forma parte del grupo emoglem que forma parte de la hemoglobina y la mioglobina estas son proteínas que transportan y almacenan oxígeno en nuestro organismo, la hemoglobina proteína de la sangre trasporta el oxígeno desde los pulmones hacia el resto del organismo, la mioglobina juega un papel fundamental en el transporte y almacenamiento de oxígeno en las células musculares regulando el oxígeno de acuerdo a la demanda de los músculos cuando entran en acción aumenta la fuerza muscular (Wanamey, 2003).

Los nitratos presentes en la espinaca son los responsables de aumentar la fuerza en los músculos, ayuda a bajar de peso, es ideal para ser incluida en un plan de comidas para reducir de peso debido a su bajo contenido calórico y su gran aporte nutricional, favorece el tránsito intestinal, la fibra que contiene promueve el buen tránsito intestinal, y a la vez causa sensación de saciedad ideal para adelgazar (Wanamey, 2003).

2.1.2 Centro de Origen y Dispersión del Cultivo

La espinaca fue introducida en Europa alrededor del año 1000 procedente de regiones asiáticas, probablemente de Persia, pero únicamente a partir del siglo XVIII comenzó a difundirse por Europa y se establecieron cultivos para su explotación, principalmente en Holanda, Inglaterra y Francia; se cultivó después en otros países y más tarde pasó a América (Infoagro, 2005).

2.1.3 Características del Cultivo

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

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

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

Cuadro 1. Características del cultivo

Días de germinación	7 - 12 días
Distancias entre plantas	25 - 30 cm
Duración de la primera cosecha	45 – 50 días
Ciclo de vida	3 - 5 meses
Número de cosecha	4 - 6 cosechas
Rendimiento por surco de 30,5 m	18,4 kg

Fuente: López (1994)

Según Borrego (1995), tiene las siguientes características:

Forma: existen cultivares erectos, semi postrados o postrados.

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

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

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

2.1.4 Importancia del Cultivo

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 Ca, P, K, Cl, Na y Mg. Son ricas también en ácido oxálico un estimulante del páncreas, (Unterladstatter, 2000).

Usadas en ensaladas cuando las hojas son frescas, como verduras apenas cocidas, en sopas y relleno de pastas y otras especialidades como lasañas, ravioles, suflés, etc. Es muy recomendada en personas anémicas o de vida sedentaria ya que ayuda en la evacuación del intestino. Purifica la sangre, así que se la recomienda en las personas con altos índices de artero esclerosis y artritis. Según algunos autores especializados la espinaca es muy buena para las personas que necesitan fortalecer sus nervios y cerebro, (Unterladstatter, 2000).

Cuadro 2. Composición Nutritiva de la Espinaca (por 100 g de producto comestible).

ELEMENTO	CANTIDAD	ELEMENTO	CANTIDAD
Prótidos	3.77 g	Vitamina C	59 mg
Lípidos	0.65 g	Ca	81 mg
Glúcidos	3.59 g	P	55 mg
Vitamina A	9.420 ui	Fe	3.0 mg
Vitamina B1	110 mcg	Valor energético	26 cal
Vitamina B2	200 mcg		

Fuente: López (1994)

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

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

2.1.5 Producción Nacional

Mamani (2016) menciona a Serrano (1980), menciona al respecto que el rendimiento en el cultivo de espinaca en carpas solares es de 15.000 a 20.000 kg/ha que equivale de 1,5 a 2 kg/m².

2.1.6 Clasificación Taxonómica

Según Borrego (1995) y SANTA FE AGRO (2011), describen y verifican taxonómicamente a la espinaca de la siguiente manera:

- Familia: Chenopodiaceae
- Género: Spinaceae
- Especie: Oleracea
- Nombre Científico: *Spinacea olerácea* L.
- Nombre vulgar: Espinaca

2.1.7 Descripción Morfológica

Según Borrego, (1995) las características morfológicas son:

a) Raíz: pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial.

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

c) Hojas: forma en primer lugar una roseta de hojas pecioladas con un limbo que puede ser más o menos sagitado, triangular-ovalado o triangular acuminado, de márgenes enteros o sinuosos y de aspecto blando, rizado, liso o abollado. En esta fase de roseta la planta puede alcanzar una altura de 15 a 25 cm. de altura.

d) Flor: forma un escapo floral que puede alcanzar un porte superior a los 80 cm.

Las flores son verdosas y es importante señalar que se trata de una especie dioica, es decir que existen plantas de espinaca con flores masculinas y plantas con flores femeninas. Las flores masculinas aparecen en espigas terminales o axilares en grupos de 6- 13. Las flores femeninas se agrupan en grumérulos axilares.

e) Semillas: de forma lenticular, lisa en unas variedades y espinosa en otras. Como término medio tienen una capacidad germinativa de 4 años, en 1 gr. Puede contenerse unas 115 semillas.

La espinaca es una planta anual, dioica y monoica. De acuerdo con el sexo de la espinaca, según Thompson (1959) citado por Valadez (1993), se presentan cuatro tipos de plantas:

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

2.1.8 Fenología del Cultivo de la Espinaca

Los cultivos hortícolas de hoja en su producción resultan cuatro etapas o fases, iniciación, medida y terminante (Gorini ,2000)

El cultivo de la espinaca en una primera fase forma una roseta de hojas de duración variable según condiciones climáticas y posteriormente emite el tallo. De las axilas de las hojas o directamente del cuello surgen tallitos laterales que dan lugar a ramificaciones secundarias, en las que pueden desarrollarse flores. Existen plantas masculinas, femeninas e incluso hermafroditas, que se diferencian fácilmente, ya que las femeninas poseen mayor número de hojas basales, tardan más en desarrollar la semilla y por ello son más productivas (INFOJARDIN, 2006).

Desde un punto de vista agronómico, el cultivo de la espinaca tiene las siguientes fases: Formación de roseta, formación de un cogollo más o menos compacto y reproducción o de emisión de un tallo floral (Maroto, 1995).

PIDR (2014), describe las fases fenológica del cultivo de la espinaca en intervalos de semanas; de la primera semana a la segunda se presenta la germinación, desde la segunda semana hasta séptima semana se desarrolla vegetativa formado la roseta, entre la octava y novena semana alcanza la madures de consumo o cosecha, al presentarse el medio propicio en la onceava semana se presenta la floración e inicia de la formación y maduración de la semilla, en catorceava semana se culinaria el ciclo con las semillas maduras.

2.1.9 Variedades de Espinaca

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

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

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

Hojas lisas. (Nordic, Bolero) de muy buen rendimiento, color verde claro y utilizado para mercado en fresco y en la agroindustria.

Hojas crespas. (Olympia, Baker, Royalty, Quinto) se desarrollan entre 40 y 50 días, consideradas muy productivas; de uso en fresco y agroindustrial, de colores verde oscuros.

Hojas semi-crespas. (Shasta, Condesa, Viroflay) Son las variedades más empleadas, de color verde intenso, con hojas redondeadas y semi-erectas, aunque con ciclos más largos especialmente porque tiene una larga duración en pos cosecha.

2.1.10 Exigencias y condiciones agroecológicas

2.1.10.1 Requerimientos climáticos

Temperatura. Según Valadez (1996), menciona que soporta temperaturas bajo 0 °C, aunque si persisten, además de originar lesiones foliares, producen una detención total del crecimiento, por lo que el cultivo no rinde lo suficiente.

La temperatura mínima mensual de crecimiento es de aproximadamente 5 °C. Las espinacas que se desarrollan a temperaturas muy bajas (5-15 °C de media mensual), en días muy cortos, típicos de los meses invernales, florecen más rápidamente y en un porcentaje mayor que las desarrolladas también en foto periodos cortos, pero con temperaturas más elevadas de 15-26 °C, La adaptabilidad a las temperaturas bajas es de gran importancia práctica, dado que la mayor demanda de esta verdura coincide con el período otoñal-primaveral (INFOAGRO, 2005).

Precipitación. SANTA FE AGRO (2001), manifiesta que los niveles de precipitación adecuados para el cultivo de espinaca, se ubican en un rango que van de los 300 mm por ciclo y 1200 mm por año, no tolera encharcamientos.

Mencionado también por el anterior autor, las lluvias irregulares son perjudiciales para la buena producción de espinacas y la sequía provoca una rápida elevación, especialmente si se acompaña de temperaturas elevadas y de días largos.

La mayoría de las plantas se desarrollan en un medio ambiente adecuado de humedad relativa que oscila entre 30 a 70 %, en lo cual con una baja humedad las plantas se marchitan, un exceso provoca la proliferación de plagas y enfermedades (Flores, 1996)

Luminosidad. Las condiciones de iluminación y temperatura influyen decisivamente sobre la duración del estado de roseta. Al alargarse los días (más de 14 horas de luz diurna) y al superar los 15 °C, las plantas pasan de la fase vegetativa roseta a la de "elevación" y producción de tallo y flores (INFOJARDÍN, 2002).

2.1.10.2 Requerimientos edafológicos

Suelo. Según Maroto (1995) citado por Pérez (2005), indica que el suelo en que se cultivan las espinacas debe ser excelente desde todos los puntos de vista, fértil, rico en humus, de consistencia media, arcilloso, profundo, de reacción neutra, fresco y bien drenado.

La espinaca es una especie bastante exigente en cuanto a suelo y prefiere terrenos fértiles, de buena estructura física y de reacción química equilibrada. Por 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. No debe secarse fácilmente, ni permitir el estancamiento de agua (Sánchez, 2004).

Acides y/o Basicidad. En suelos ácidos con pH inferior a 6,5 se desarrolla mal, a pH ligeramente alcalino se produce el enrojecimiento del pecíolo y a pH muy elevado es muy susceptible a clorosis (Sánchez, 2004).

Al cultivo de espinaca no le convienen valores del pH inferior a 6, Los suelos excesivamente alcalinos pueden provocar problemas de clorosis férrica. Los suelos ácidos originan un cierto enrojecimiento peciolar, resistente a la salinidad (Borrego, 1995).

Bellapart (1996) indica que, el pH ligeramente alcalino produce el enrojecimiento del pecíolo y a pH muy elevado es muy susceptible a la clorosis.

Nutrición. La espinaca es un cultivo muy extractivo, debido a que por ser de ciclo corto, ejerce una alta demanda de nutrientes en un breve periodo de tiempo, y deben encontrarse disponibles para una inmediata asimilación por la planta (Bradley *et al.*, 1975), Requerimiento nutricional del cultivo de la espinaca para un rendimiento de 15 t/ha, son recopilación de diferentes autores en el Cuadro Tres del Anexo.

En un estudio realizado por Zink (1965), se analizó el desarrollo, composición mineral y absorción de nutrientes en esta especie, encontrando como resultados que en cinco ensayos de plantas de espinaca cultivadas en primavera, absorbían en promedio 161 kg N, 20 kg P y 258 kg K por hectárea.

Pihan y Guerrero (1989), señalan que se ha determinado que la extracción para un cultivo de espinaca con un rendimiento de 20 t/ha oscila entre 60 a 100 kg de N; 13 a 18 kg de P y 83 a 150 kg de K por hectárea.

Altitud. Para la producción óptima del cultivo de la espinaca se conoce que requiere altitudes promedio desde los 2200 hasta 3400 msnm (Gorini, 1999).

2.1.11 Características de manejo agronómico del cultivo de la espinaca

Preparación del suelo. El terreno debe labrarse profundamente y ahuecarse superficialmente mediante un cuidadoso tratamiento de grada. No es conveniente como precedentes ni la remolacha de mesa, ni la acelga (Zavala y Ojeda, 1980).

Uno de los aspectos más importantes para la obtención de buenos resultados en estos cultivos es la preparación del suelo, con lo que se garantiza la efectividad del uso de herbicidas, mayor efectividad en el riego, mayor eliminación de la vegetación espontánea. La cama de siembra es una operación importante en la producción de espinaca, ya que depende de este trabajo el rendimiento (Zavala y Ojeda, 1980).

Siembra. La siembra realizada al terminar el verano permite llevar a cabo la recolección a principios de invierno. En localidades de clima riguroso la recolección no tendrá lugar hasta la primavera. A fines de invierno puede sembrarse nuevamente. Con el fin de obtener una producción escalonada, se aconseja realizar siembras periódicas cada 20 días.

Vigliola (1992) indica que, cuando la siembra se hace con el fin de recolectar escalonadamente las hojas, la cantidad de semilla que se emplea es de 40 kg/ha, aproximadamente 1 g/m que se siembra.

Al respecto Sánchez (2004), indica que la siembra realizada al terminar el verano permite llevar a cabo la recolección a principios de invierno. En localidades de clima riguroso la recolección no tendrá lugar hasta la primavera. A fines de invierno puede sembrarse nuevamente. Con el fin de obtener una producción escalonada, se aconseja realizar siembra periódica cada 20 días, La semilla se coloca a 1-2 cm de profundidad para que las semillas se abracen al terreno.

El mismo autor menciona que la germinación tiene lugar a las tres semanas de la siembra si durante este periodo se mantiene una temperatura en torno a 4-6°C, ya que a medida que se incrementa la temperatura se inhibe la germinación. Si la temperatura es mayor de 26°C se produce la inhibición total de la germinación.

Densidad de siembra. Vigliola (1992), indica que, que cuando se cultiva con la finalidad de recolectar escalonadamente las hojas, la cantidad de semilla que se debe emplear es de 40 Kg /ha, aproximadamente de 1g/m que se siembra

Porco (2008) indica, en la siembra del cultivo de espinaca cuando se realiza la producción en camellones se emplea la siguiente distancia de siembra 25 X 35 cm.

Aclareo o raleo. Se lleva a cabo en cultivos densos, distanciando sucesivamente las plantas, para facilitar un crecimiento adecuado y evitar el desarrollo de patógenos. Suelen efectuarse cuando las plantas tienen 4-5 hojas. En cultivos intensivos suelen hacerse dos raleos, el primero separando las plantas 5-7 cm y el segundo unos diez días más tarde, dejando entre plantas una distancia de 12-15 cm.

Control de malezas. El control de malas hierbas es fundamental sobre todo en el cultivo destinado a la comercialización de manera intensiva, con una frecuencia promedio de desmalezado de 20 o 30 días según la presencia de malezas. La eliminación de malas hierbas puede realizarse manualmente, con las herramientas apropiadas o mediante desmalezado químico.

El control de malezas se puede hacer por medio de carpidas o herbicidas, normalmente se usa una combinación de los dos métodos, se realiza de 2 a 3 carpidas según se haya aplicado herbicidas, los cuales deben ser superficiales para no dañar las raíces de la espinaca (Vigliola, 1992).

Aporque. Las actividades de aporque se deben llevar a cabo en intervalos dependientes del ciclo de producción y el tiempo de laboreo, en suelos arcillosos se recomienda aporques periódicos para evitar la formación de láminas superficiales de suelo o quebradura de los agregados (Porco, 2008)

Requerimientos de fertilización química. Las extracciones de nutrientes de la espinaca varían mucho en función del ciclo de cultivo, variedad, marco de siembra, etc. Aunque de forma general la fertilización química deberá realizarse de acuerdo a la siguiente proporción: N-P-K 3-1-3. El suministro de fertilizantes debe ser muy rico y abundante, aunque habrá que tener en cuenta la fertilidad del suelo. Para una producción óptima de 12 t/ha.

Según Resh (2005), se requiere una variable cantidad de nutrientes los cuales son descritas en el cuadro N° uno del anexo.

Ruiz (1993), citado por Quelali (2000) indica que, las plantas que más exigen nutrientes son: coles, alcachofas, patatas, berenjenas, apio, espinaca y las cucurbitáceas.

Riego. El riego es necesario para que el suelo tenga apropiado contenido de humedad, si se riega en exceso hace que los nutrientes del suelo se vayan al fondo y queden fuera del alcance de las raíces. Además mucha agua hace más fácil el desarrollo de enfermedades. Si se riega menos las raíces crecen sólo en la superficie y no pueden aprovechar bien los nutrientes del suelo, entonces las plantas quedarán pequeñas y tendrán poco rendimiento (FAO, 1990).

Valadez (1993) indica que, se le pueden aplicar en general de 14 a 16 riegos, dependiendo de la textura del suelo, época del año y cultivar, habiendo en cada riego

un intervalo promedio de 5 días.

La espinaca se beneficia mucho de la frescura del terreno, especialmente cuando se inicia el calor. Regando el cultivo con frecuencia se pueden obtener buenos rendimientos y plantas ricas en hojas carnosas, siendo especialmente importante en los cultivos que se recolectan tardíamente en primavera. Los periodos de sequía e irrigación alternantes favorecen la eclosión del tallo. El riego por aspersión es el más conveniente y extendido, recomendándose los riegos cortos y frecuentes, especialmente en las últimas fases del cultivo.

Plagas, Ticona (2016), describe que entre las principales plagas de la espinaca en Bolivia se tiene:

- A la pulga saltona, (*Epitrix cucumeris*),
- Diabroticas, (*Diabrotica sp*) y al pulgón del tallo y las hojas, (*Brevicorine brassicae*) y los minadores de la hoja (Unterladstatter, 2000).
- La mosca de la espinaca (*Pegomeja betae curtis*), produce galerías entre las dos epidermis de la hoja.
- Pulgones (*Aphisfabae Scop* y *Myzuspersicae Sulz*) , producen abarquillamiento, amarillamiento, etc.
- Gusanos grises; lepidópteros del género *Agrotis*, suelen atacar en otoño y primavera, devorando el cuello de la raíz de las plantas y provocando su marchitamiento.
- Caracoles y babosas (Borrego, 1995).
- Nematodo de la espinaca (*Heterodera schachtii* Smith) Se observan nudosidades que llevan consigo el marchitamiento de las plantas

Enfermedades. Ticona (2016) Las enfermedades que producen mayor daño al follaje, en el cultivo de la espinaca, están la Cercospora, Peronospora, Alternaria, Botrytis, Albugo y la Antracnosis

Entre las principales enfermedades del cultivo de espinaca tenemos:

- Mildiu de la espinaca (*Peronospora spinaciae* Laub), provoca la aparición de manchas amarillentas en el haz y un afeiltrado grisáceo en el envés.
- Cercosporosis (*Cercospora beticola* Sacc.), provoca la aparición en las hojas de manchas redondeadas, rodeadas de un halo rojizo. *Botrytis cinerea* Pers, provoca una podredumbre algodonosa en hojas.
- Phytium de *Baryanum* Hesse, produce el colapsamiento de la roseta de hojas y la raíz principal se necrosa casi en su totalidad (Borrego, 1995).

Fisiopatías. Capdevilla (1981) recopilado por Cadena (2014), indica que las fisiopatías que perjudican al cultivo son:

-Daño por congelamiento. Este se inicia a -0.8°C . El daño por congelamiento resulta en tejido con una apariencia de embebido en agua, típicamente seguido por una rápida pudrición causada por bacterias de pudrición blanda.

-Amarillamiento. La espinaca es altamente sensible a etileno presente en el ambiente (efectos del etileno).

-Daño mecánico. La cosecha y el manejo posterior, deben ser manejados con cuidado para prevenir daño a los pecíolos y hojas. Las gomas para amarrar los manojos no deben estar muy apretadas para evitar romper o quebrar los pecíolos, lo cual conducirá a una rápida pudrición.

Cosecha. La recolección se inicia en las variedades precoces a los 40-50 días tras la siembra y a los 60 días después de la siembra con raíz incluida; oscilando las producciones óptimas entre 10 y 15 Tm/ha.

La recolección no se realizará después de una lluvia o riego, ya que las hojas se ponen turgentes y son más susceptibles de romperse o quebrarse (Montes, 2004).

Puede efectuarse de dos formas principalmente: manual o mecanizada. La recolección manual consiste en cortar las hojas más desarrolladas de la espinaca, dando aproximadamente 5 o 6 pasadas a un cultivo. Si se pretende comercializar plantas enteras, se corta cada planta por debajo de la roseta de hojas a 1 cm bajo tierra, en este caso se dará solo una pasada.

Post cosecha. Relacionada con la calidad de las espinacas, tanto en manojo como en hojas, deben estar uniformemente verdes, totalmente túrgidas, limpias y sin serios daños. En las espinacas en manojos, las raíces deben ser eliminadas y los pecíolos deben ser más cortos que la lámina de la hoja, se considera la temperatura óptima: 0°C; y una Humedad Relativa de 95-98%.

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

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

El rendimiento promedio de espinaca bajo producción intensiva (carpa solar o ambiente atemperado) en el departamento de La Paz, en el municipio de Palca, a 15 km de la ciudad de La Paz es de 1,1 kg/m² (Cadena, 2014), mientras en la localidad de Chicani muestra un promedio de 1,4 kg/m² (Rocha, 2014).

El rendimiento de Espinaca en ambientes atemperados en un área determinado es de 1 a 2 kg/m² (Hartmann, 1990). Como se muestra en el cuadro N° dos del anexo.

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.

2.2 Abonos Orgánicos

Viglióla (1992), sostiene que la fuente más importante en las huertas es el estiércol, que por su aporte de materia orgánica posee una acción física pues favorece la agregación, una acción biológica por el aporte de microorganismos que elaboran sustancias cementantes y aglutinantes, y también una acción química, ya que la descomposición de materia orgánica libera ácidos que solubilizan nutrientes de compuestos orgánicos insolubles, como el fosfato tricálcico.

Guerrero (1993), por su parte dice que son sustancias que están constituidos por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas.

Lampkin (1998), define a la materia orgánica activa como; la materia orgánica que contiene una cantidad considerable de restos de plantas todavía en descomposición activa, en proceso de convertirse en material microbiano y sustancias húmicas.

Labrador (1996), materia orgánica son los restos de plantas y animales, en diferentes estados de descomposición, bajo la acción de factores edáficos, climáticos y biológicos, son sometidos a un constante proceso de transformación.

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

2.2.1 Tipos de abonos orgánicos

Existen varios tipos de abonos orgánicos, los cuales se diferencian por su forma de preparación, materiales empleados, tiempo de elaboración y forma de aplicación. Estos pueden ser agrupados en tres grupos (Infoagro, 2004)

Guerrero (1993), clasifica los abonos líquidos de la siguiente manera:

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

2.2.2 Abonos solidos

Estiércol, Compost, humus de lombriz o lombricompost, bocashi.

2.2.2.1 Abonos líquidos

- De producción aeróbica (AO.L.A.)
- De producción anaeróbica (biol)

2.2.2.2 Abono verde

Plantas (forrajeras, leguminosas, etc)

2.2.3 Abonos foliares orgánico

Los abonos líquidos orgánicos, son abonos obtenidos en base a la fermentación de residuos orgánicos que generalmente se aplican foliar mente (Gomero, 1999).

Rodríguez (1989), citado por Tambillo (2002), señala que la aplicación foliar de fertilizantes, se realiza con aspersiones aéreas por medio de pulverizadores específicos. Estas aspersiones se pueden combinar con prácticas terapéuticas del cultivo tales como el uso de insecticidas y fungicidas. La aplicación foliar es tanto una forma de corrección complementaria de fertilización como una forma única de suministro de algunos elementos principalmente los micronutrientes.

2.2.3.1 Beneficios de los abonos orgánicos foliares

SIAT (1999), señala que los beneficios del abono líquido son: aumentar la producción de los cultivos, dar resistencia a las plantas al ataque de plagas y enfermedades, permitir que soporte mejor las condiciones climáticas drásticas de sequía y helada

2.2.3.2 Factores que afectan la absorción foliar.

Para Rodríguez (1989), citado por Tambillo (2002), los factores que afectan la absorción foliar son los siguientes:

Temperatura. A medida que aumenta la temperatura, por ejemplo, entre 20°C y 26 °C, la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción nutritiva aplicada. Después de los 28 °C comienza a producirse un secado superficial, disminuyendo la absorción de la solución.

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.

Edad de la hoja Las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las viejas.

Luz. Este factor es importante para una óptima fotosíntesis, en consecuencia, habrá una energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

2.2.3.3 Aspectos a tomar en cuenta en la aplicación fertilización química

Tamaño de gota Estudios sobre la aplicación foliar consideran que las gotas pequeñas cubren un área más grande y aumentan la eficiencia de las aplicaciones foliares, tomando en cuenta que son absorbidas con mayor facilidad. Sin embargo, cuando las gotas son demasiado pequeñas (menos de 100 micrones, podría ocurrir una desviación por acción del viento y por ende poca absorción de elementos presentes en el fertilizante a aplicarse (Tambillo ,2002)

2.2.3.4 Aspectos a tomar en cuenta en la aplicación foliar

Rodríguez (1989), citado por Tambillo (2002), hace mención a diferentes aspectos que deben ser considerados para la aplicación foliar, señalando lo siguiente:

Momento de aplicación. Si la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos en los cultivos es foliar los mejores horarios para hacer esta tarea son las primeras horas de la mañana hasta más o menos las 10 de la mañana, después de las 4, para aprovechar que hay una mayor apertura de las estomas (donde hay difusión de elementos vía foliar). Se recomienda que su aplicación sea realizada preferentemente de la parte de abajo de las hojas hacia arriba. (Restrepo, 2002). El mejor momento para la aplicación foliar es temprano en la mañana o al atardecer, de 6:00 am a 10:00 am o de 16:00 pm a 19:00 pm, porque es en estos periodos donde existe mayor acción estomática y los estomas están abiertos, por lo tanto, la absorción de elementos es mayor. Cabe considerar que la fertilización foliar no es recomendable cuando la temperatura supera los 27 °C.

Volumen de la solución. El volumen aplicado de la solución tiene un efecto significativo sobre la eficacia de absorción de nutrientes. El volumen de la solución debe ser tal, que sea suficiente para cubrir completamente el follaje de la planta, pero no demasiado alto para que se escurra de las hojas (Tambillo ,2002)

2.2.3.5 Absorción de nutrientes mediante las hojas.

Murillo (2013), describe que esta absorción en la hoja se desarrolla mayoritariamente a través de la epidermis, por difusión, debido al gradiente de concentración del nutriente que se establece entre la superficie de la hoja y en el interior de la epidermis. Una vez que el nutriente ha ingresado al citoplasma de las células epidermales, la movilización de este ocurre en forma relativamente expedita. La principal barrera que el nutriente debe atravesar es la cutícula, la cual está compuesta de ceras. Las características físico-químicas del nutriente, tales como tamaño y polaridad controlan la tasa de absorción.

La absorción foliar de nutrientes a través de la hoja se puede visualizar como un proceso compuesto de tres etapas:

Etapa 1: Retención del producto en la hoja. En esta etapa, el nutriente es aplicado por aspersión sobre la superficie de la hoja; es recomendable que el nutriente se mantenga en contacto con la hoja el mayor tiempo posible, preferiblemente de 3 a 4 horas, lo que aumenta la probabilidad de ser absorbido por esta (Fageria, Barbosa, Moreira y Guimaraes, 2009). Generalmente, condiciones de alta humedad relativa favorecen la permeabilidad de la cutícula; la temperatura media (20°C) y el uso de agentes tensoactivos ayuda a que la gota que contiene los nutrientes se mantenga por más tiempo en contacto con la superficie foliar (Stevens, Baker y Anderson, 1988; Tarango, 1992).

Etapa 2: Transporte del nutriente a las células. En esta fase el nutriente es transportado a través de las diferentes capas de la hoja, donde supera una serie de barreras naturales, hasta llegar a las células epidermales.

Etapa 3: Movimiento del nutriente hasta los órganos. En este paso los nutrientes son transportados desde las células epidermales hasta los órganos donde la planta los requiera, para lo cual atraviesan espacios intercelulares (apoplasto) o células de diferentes tejidos (simplasto). Una vez que los nutrientes llegan al tejido vascular (xilema y especialmente floema), se acelera dramáticamente su movilidad hasta los tejidos destino.

2.2.3.6 Rutas de absorción de nutrientes por vía foliar

Murillo (2013) menciona que 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, subproducto de la fotosíntesis, así como la salida de vapor de agua en los procesos de transpiración. Contrario a la creencia popular, la

absorción de nutrientes a través de los estomas es poco probable, se le atribuye la mayoría de la absorción a la cutícula. Se considera que la absorción por estomas es difícil porque el contacto gota-estoma es mínimo, debido a que las gotas son más grandes que la apertura estomática, y porque el agua tiene alta tensión superficial (Schönherr, 1972). Adicionalmente, la difusión del soluto tendría que ocurrir mayoritariamente de una fase líquida a una gaseosa, lo que es poco probable, La cutícula, por su mayor capacidad de intercepción de las gotas, su elevada superficie de contacto y su composición química, es considerada la ruta predominante en el proceso de absorción foliar (Trejo *et al.*, 2007a).

Cuando los solutos se mueven a través de las distintas capas de la hoja, interactúan con las ceras epicuticulares, la cutícula, las capas de pectina, la pared celular y la membrana celular. Los solutos se difunden a través de las capas de la hoja, debido a un gradiente de concentración que se establece entre la disolución aplicada sobre la superficie de la hoja y la concentración de soluto en las células.

(Radosevich *et al.*, 1997) Se han propuesto dos posibles rutas de absorción de nutrientes, La primera ruta se denomina *acuosa* y en ella intervienen la cutina y la pectina, en tanto la segunda es considerada *lipídica* e involucra a las porciones no polares de la cutícula.

De acuerdo con Radosevich y colaboradores (1997) en la ruta acuosa, luego de atravesar la capa epicuticular en la superficie de la hoja, el nutriente se mueve por las secciones donde se encuentran los componentes polares. Por el contrario, en la ruta *lipídica* los solutos no polares atraviesan la barrera cuticular por difusión molecular a través de los componentes lipofílicos; se cree que la difusión de las sustancias ocurre a través de las ceras que se encuentran en estado amorfo (Hess *et al.*, 2000).

En el pasado se ha sugerido que los ectodesmos, canales perpendiculares a la cutícula, constituyen también posibles zonas de absorción de nutrientes. Tales estructuras son zonas ubicadas entre la cutícula y la membrana celular de las células epidérmicas

donde la deposición de ceras, cutina, pectina, celulosa, etc., ha sido limitada, lo que forma una especie de canal conector entre la superficie de la cutícula y la célula, por donde se facilita el flujo de solutos (Trejo-Téllez *et al.*, 2007a; Trinidad y Aguilar, 1999).

Sin embargo, la importancia de los ectodesmos en el proceso de absorción foliar no ha sido confirmada. Recientemente, se han descubierto poros acuosos que se forman producto de la hidratación de dipolos permanentes de grupos funcionales iónicos que se encuentran en la base de tricomas y en las paredes anticlinales de la epidermis. Estos poros acuosos, aparentemente, tienen la capacidad de facilitar la absorción de solutos a través de la cutícula y el movimiento del soluto hasta la pared celular de las células epidermales (Schönherr, 2006).

2.2.4 Humus de lombriz

Pérez (2008), indican que el humus de lombriz es una fuente de abono utilizada en la producción de cultivos. Resulta de la recolección de deposiciones de lombrices, las cuales son mantenidas en criaderos, es un sustrato estabilizado de gran uniformidad, contenido nutrimental y con una excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de humedad.

2.2.4.1 Composición del humus de lombriz

El abono producido por las lombrices no tiene restricciones para su uso y contribuye a lograr resultados positivos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Es un material natural que no es tóxico para los humanos, los animales, las plantas o el ambiente a diferencia de los fertilizantes químicos, este puede ser utilizado puro, sin riesgo de afectar a las plantas, además de mejorar la producción de ellas, también conserva e incrementa la fertilidad de los suelos, mejora su estructura, retiene de manera óptima el agua y el aire, reduce la contaminación y tiene sustancias activas que favorecen las condiciones del suelo y de las plantas que crecen sobre él (Capistrán *et al.*, 2004).

Sin embargo, se puede mencionar que esta contiene altas tasas de microorganismos como bacterias, actinomicetos, y hongos (Corlay *et al.*, 1999). También contiene niveles medios de fitohormonas como citoquininas, giberelinas, y auxinas. Así mismo se ha consignado que tiene un alto nivel de actividad enzimática de los grupos deshidrogenasa, fosfatasa y ureasa.

2.2.4.2 Características del humus de lombriz

Villalba (s/f), hace una comparación entre el humus de lombriz y otros abonos orgánicos en la cual resalta las siguientes características.

- Es muy concentrado (1 tonelada de humus de lombriz equivale a 10 toneladas de estiércol).
- No se pierde el nitrógeno por la descomposición.
- El fósforo es asimilable; en los estiércoles.
- Tiene un alto contenido de microorganismos y enzimas que ayudan en la desintegración de la materia orgánica (la carga bacteriana es un billón por gramo).
- Tiene un alto contenido de auxinas y hormonas vegetales que influyen de manera positiva en el crecimiento de las plantas.
- Tiene un pH estable entre 7 y 7.5.

2.2.4.3 Té de humus de lombriz

El té de humus es una difusión líquida de una rica composta siendo un abono muy potente para la alimentación de cualquier tipo de planta, con el proceso de “extraer” los minerales y microorganismos que están en el humus de la composta se produce un líquido de manera 100% natural, orgánico y además rico en minerales y así se hacen disponibles para las plantas (Capistrán *et al.*, 2004).

Sánchez (2003), menciona que el uso de los abonos orgánicos líquidos es relativamente nuevo, sin embargo, cada vez más los productores están sustituyendo los insumos químicos porque son más baratos y el mercado los prefiere. El Té de humus

de lombriz es una preparación que convierte el humus sólido en un abono líquido, en el proceso de hacerse té, el humus suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas.

Canelas (2002) citado por Ortuño (s/f), indica que el humus líquido (parte soluble en medio alcalino del humus de lombriz) contiene los elementos solubles más importantes presentes en el humus sólido, entre ellos las huminas, los ácidos húmicos, fúlvicos, y úlmicos. El humus líquido aplicado al suelo o a la planta ayuda a asimilar macro y micro nutrientes, evitando la concentración de sales.

El anterior autor también menciona que aplicado al suelo o a la planta actúa como racionalizante de fertilización, ya que hace asimilables en todo su espectro los macro y micronutrientes, evitando la concentración de sales. Crea un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos como las bacterias, hongos, etc. Que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo de enfermedades. Además, estimula al suelo a desarrollar su propio humus, ya que incorpora y descompone los residuos vegetales en el suelo.

Las ventajas de usar abonos líquidos orgánicos como el té de humus, son que no se daña el medio ambiente y ayuda a sostener la explotación sostenible del ambiente; puede ser aplicado al suelo en concentraciones dependientes de la necesidad del cultivo. Este té se puede aplicar foliarmente donde estimula el crecimiento y se mejora la calidad de los productos; al nivel edáfico donde favorece el desarrollo radicular (Cartagena, 2002).

2.2.4.4 Acción del Té de humus de lombriz como abono foliar

Escariata (2013), indica “Como se sabe, los nutrientes se absorben directamente a través de las hojas de la planta ellos se abren camino por las raíces, pero también estimulan la actividad en las hojas, que a su vez estimula el desarrollo de raíces, ya que la planta comienza a exigir más agua.”

Almaguer et al. (2012), Menciona que el humus de lombriz sólido puede ser tratado con agua y obtener soluciones acuosas que contienen la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el mismo a lo que se denomina comúnmente como “humus líquido” que al ser aplicado foliarmente actúa como estimulador del crecimiento, además de proveer al cultivo de algunos de los principales nutrientes solubles en el mismo.

El Grupo Técnico de Biofábricas y Plátano (2004), recomienda el método de decantación para obtener dichas soluciones, sin embargo, pueden existir otros métodos que sean más efectivos que este.

2.2.4.5 Probables Características del té de humus de lombriz

Canelas (2002) citado por Ortuño (s/f), Describe las características observadas en su experimento

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fulvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- Es un abono bio-orgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- Alta carga microbiana, que restaura la actividad biológica del suelo.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis, sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del té de humus es equilibrada que nos permite colocar una semilla directamente sin ningún riesgo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura. Tiene la capacidad de liberar nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Repelente natural contra ácaros, mosca blanca y pulgones, actúa como fungicida natural en el suelo y en las superficies de la planta.
- Incrementa el tamaño de los tallos y las hojas de la planta

2.2.4.6 Propiedades Te de humus de lombriz

Hernani (2013), indica que las propiedades del humus de lombriz, se puede clasificar en:

2.2.4.7 Propiedades físicas

Balance de y corrige el pH en suelos ácidos (lo nivela 7,5 o 7,8)

Equilibra el desarrollo de hongos

Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados, mejora la porosidad del suelo.

- Mejora la permeabilidad y ventilación.
- Reduce la erosión del suelo. Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calórica.
- Favorecen un buen desarrollo de las raíces de las plantas.

2.2.4.8 Propiedades químicas

- Incrementa la disponibilidad de nitrógeno como fosforo y azufre, fundamentalmente nitrógeno.
- Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampolnactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Incrementa la eficiencia de fertilización particularmente nitrógeno.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

2.2.4.9 Propiedades biológicas

- El humus es una fuente de energía la cual incentiva a la actividad microbiana.
- Al existir condiciones óptimas de aeración, permeabilidad, pH y otros se incrementa y diversifica la flora microbiana.
- Contiene altas poblaciones de microorganismos que colaboran en los procesos de formación del suelo, solubilizan nutrientes para ponerlos a disposición de las plantas.
- Previenen el desarrollo de otros microorganismos causantes de enfermedades en las plantas.

2.2.4.10 Propiedades nutricionales

Además de los macro nutrientes como nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio, pequeñas cantidades de micronutrientes como boro, zinc, hierro, manganeso y cobre. Significa que proporciona una dieta completa a las plantas

2.3 Acción del té de humus como abono foliar

Según Casco (2005), considera que el desarrollo de bioproductos promisorios (te de humus de lombriz), es una estrategia novedosa, considerada dentro de las tecnologías limpias, que permitiría a mediano plazo reducir el uso de agroquímicos rutinariamente utilizados, proporcionándole a la planta una respuesta inmediata a la ausencia de determinados elementos químicos de manera más asimilable por la planta además de ser de fácil manipulación por el agricultor.

Escarriata (2013), indica “Como se sabe, los nutrientes se absorben directamente a través de las hojas de la planta ellos se abren camino por las raíces, pero también estimulan la actividad en las hojas, que a su vez estimula el desarrollo de las raíces, ya que las plantas comienzan a exigir más agua”.

El humus de lombriz es considerado el abono orgánico con mejor potencial de la utilización, ya que se produce fácilmente en bajos costos.

Almaguer *et al.* (2012), Mencionan que el humus de lombriz puede ser tratado con agua y obtener soluciones acuosas que contienen la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el mismo al que se le denomina comúnmente como “humus líquido” que al ser aplicado foliar mente actúa como estimulador del crecimiento, además de proveer al cultivo de principales nutrientes solubles del mismo.

Gonzales (2003), informa que la utilización de abonos orgánicos como humus de lombriz, tiene signos muy favorables en la producción de hortalizas, frutales y forraje.

Así mismo Nicola (2002), llegó a la conclusión que se puede utilizar como fuente nutricional en los cultivos hortícolas

2.4 Nutriente

Es aquel que es requerido para el ciclo de vida normal de un organismo y cuyas funciones no pueden ser sustituidas por otros compuestos químicos. Además tiene que demostrarse que el elemento o nutriente está directamente involucrado en la nutrición, ya sea formando parte de un metabolito esencial o como activador de un sistema esencial de enzimas (Chilon, 2012).

Los criterios de esencialidad de un nutriente, en relación a la fisiología vegetal, son: Aparece en todos los vegetales, No puede ser sustituido por otro nutriente. Su deficiencia o carencia provoca alteraciones en el metabolismo, fisiopatías o la muerte de la planta (García *et al.* ,2010).

Se comprobó que la divisiones de los nutrientes de las plantas en macro y micro nutrientes es arbitraria, ya que muchas veces en la planta los contenidos de los macro y micro nutrientes son iguales y a veces los últimos se encuentran en mayor proporción,

por ejemplo el contenido de Hierro y Manganeso en los tejidos vegetales son tan casi tan altos como los contenidos de Azufre y Magnesio (Chilon, 2012).

Por ello más que clasificar los nutrientes de las plantas por su contenido en los tejidos vegetales es más apropiado clasificarlos por el rol que desempeñan, es decir de acuerdo a su comportamiento bioquímico, funciones fisiológicas y formas de absorción, por tal manera agrupamos los nutrientes en el cuadro N° tres del Anexo;

El potasio reduce la concentración de ácido oxálico, contribuye a dar carnosidad a las hojas y a mantenerlas túrgidas durante un largo periodo. El fósforo actúa reduciendo también la concentración de ácido oxálico, pero favorece la rapidez de la elevación. El nitrógeno aumenta la concentración de la vitamina C. El fósforo y el potasio se distribuyen durante la preparación del terreno, mientras que el nitrógeno se adiciona antes de la siembra en una proporción del 30 %. En cobertura el nitrógeno se aportará con una frecuencia de 15-20 días. También es conveniente emplear el potasio en abonado de cobertera (INFOJARDIN, 2005).

2.4.1 Nutrición Mineral

Capacidad de células vivas, de absorber sustancias químicas nutritivas del medio ambiente y utilizarlas en la síntesis de sus propios componentes celulares o como fuente de energía, los nutrientes esenciales requeridos para las plantas son exclusivamente de naturaleza inorgánicas (Chilon,2012).

Agrupación de los nutrientes según su comportamiento bioquímico, función fisiológica y forma de absorción descrito por Chilon (2012), se aprecia en el Cuadro Cinco del Anexo.

2.4.2 Fertilidad de Suelos

La fertilidad del suelo se entiende como su capacidad para suministrar todos y cada uno de los nutrientes que necesitan las plantas en cada momento, en la cantidad necesaria y en forma asimilable (García *et al.* ,2010).

La asimilabilidad de los elementos nutritivos presentes en el suelo no depende sólo de la forma química en que se encuentren, sino que es también función del clima, de la genética de la planta, de su estado de desarrollo, de las propiedades físicas y químicas del suelo y de las prácticas culturales (García *et. al.* ,2010).

La fertilidad de los suelos y la nutrición de las plantas, constituyen un importante apoyo científico y tecnológico para garantizar buenas cosechas sin afectar las bases productivas del suelo, por el contrario restituyen los nutrientes que son extraídos por las plantas (Chilón, 1997).

2.4.3 Fertilización y fertilizantes

Los fertilizantes que se emplean para preparar soluciones nutritivas no son 100% puros ya que contienen materias inertes como partículas de arena arcilla y limo: para formular una solución nutritiva se debe tener en cuenta el grado de pureza de los fertilizantes (Chilon, 2012).

Los fertilizantes permiten restituir a los suelos los elementos nutritivos que las plantas extraen, o que los suelo pierden por lavado, retrogradación y erosión, poniendo en disposición de los cultivos los nutrientes que precisan en cada momento, dicho de otro modo el agricultor con los fertilizantes mantiene llena la despensa de nutrientes, que en parte es el suelo (García *et. al.* ,2010).

Las hortalizas necesitan gran cantidad de nutrientes debido a su rápido desarrollo y a su corto periodo vegetativo. Por lo tanto, la explotación intensiva en horticultura se requiere aplicaciones abundantes y frecuentes de fertilizantes (Van Haeff, 1992).

La riqueza de los fertilizantes que aportan fósforo, potasio, calcio y magnesio no están expresada directamente como elemento (P, K, Ca, Mg) sino como compuestos (P_2O_5 , K_2O , CaO , MgO), de tal forma que se debe usar un factor de conversión para conocer la cantidad del elemento que contiene el fertilizante. (Chilon, 2008).

- **Fertilizantes naturales o abonos orgánicos.** Actúan sobre todo mejorando las propiedades físicas y químicas de los suelos y su actividad biológica y adicionalmente incorporan cantidades de nutrientes variables según el origen. (Chilon, 2008).

- **Fertilizantes químicos o minerales.** Aportan la mayor parte de los nutrientes que la planta precisa. Los abonos minerales permiten producir plantas sanas y vigorosas, que en parte después se incorporan al suelo, manteniendo e incluso elevando su contenido en humus (García et. al. ,2010).

Son sales solubles, con variables riquezas (Ley) de minerales, las cuales no se deben colocar junto las semillas por que estas se deshidratan, se incrementa la conductividad eléctrica del suelo, aumenta la presión osmótica y ocurre la plasmólisis de las células vegetales (Chilon, 2012).

2.5 Ambientes atemperados

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

Los ambientes atemperados o invernaderos son ambientes que crean microclimas aptos para el desarrollo de los cultivos, que de otra manera no se desarrolla a la intemperie (Porco y Terrazas, 2009).

El anterior autor también menciona que si bien tenemos una carpa de la dimensión que veamos conveniente, el espacio utilizado para cultivos debería ser por lo menos del 70% o aproximarse a este porcentaje, si el área utilizada fuera de 60%, o menor se estuviese perdiendo espacio y efectividad en la producción, por tal razón no sería rentable.

Los ambientes atemperados es una construcción más sofisticada para la producción de cultivos más delicados. Que la construcción por lo general es sencillo, se utilizan

adobes para los muros, maderas o fierros de construcción para el armazón del techo y agro film o calamina plástica para la cubierta (Hartmann, 1990).

Desde el punto de vista técnico productiva ayudan a prolongar la época de producción agrícola durante el año y combaten a la dureza climática. Posibilita el cultivo de especies agrícolas en una estación no adecuada para la zona (Hartmann, 1990).

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 contruidos de media agua (Hartmann, 1990)

2.5.1 Características Generales

Los ambientes atemperados presentan algunas características generales que son:

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

Hartman (1990) comenta que, la lámina de protección o techo de un ambiente atemperado, en el hemisferio sur debe orientarse hacia el norte, con el objeto de captar la mayor cantidad de radiación solar, de esta manera, el eje longitudinal está orientado de este a oeste.

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

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

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

3.1.1 Ubicación Geográfica

El presente estudio se realizó en los predios del Centro Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Mayor de San Andrés, el cual se localiza en el municipio de nuestra señora de La Paz, que se encuentra ubicada en la provincia Murillo del departamento de La Paz, registrada a unos 15 km de la ciudad de La Paz. Geométricamente situado a $16^{\circ}32'04''$ de latitud Sur y $68^{\circ}03'44''$ de longitud Oeste a una altitud de 3445 msnm (I.G.M., 2006).

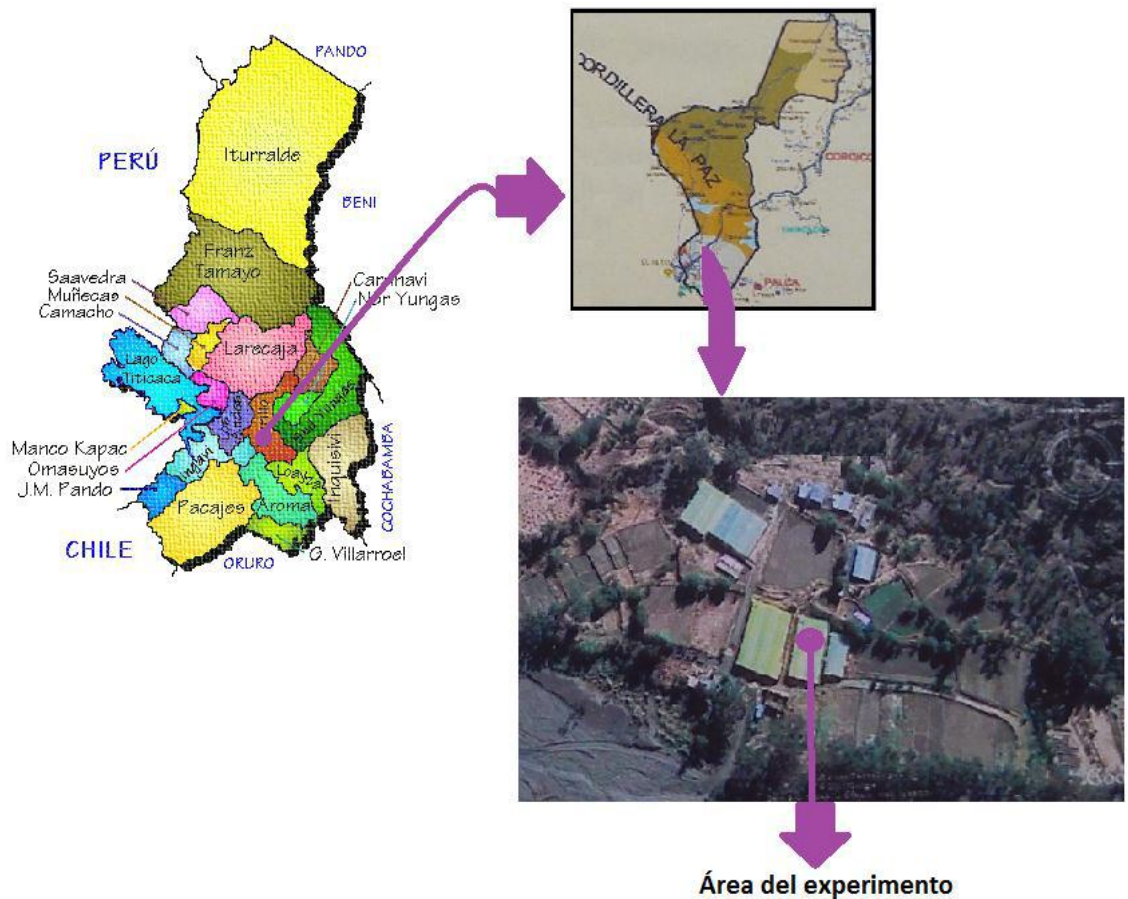


Figura 1. Localización geográfica del experimento, Fuente; (2017).

3.1.2 Características Edafo- Climáticas de la Zona

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

- **Suelo.** La zona presenta suelos superficiales, de formación coluvial sedimentaria con problemas de drenaje interna de textura franco arcillo limoso, limitados por el contacto lítico, con muy poco desarrollo genético. Es de textura arcillosa. Presenta grava, grava pequeña y regular materia orgánica. Los suelos de la planicie son más profundos (0.20 - 0.40 m) aptos para agricultura intensiva. Existe menor proporción de terrazas naturales formadas a niveles anteriores a la planicie; y generalmente son destinadas a la explotación agrícola.

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

- **Flora y fauna.** Está comprendida por especies cercanas al predio experimental como; arboles como ser Eucaliptos, Pinos, Ciprés. Arbustos: Acacia, Retama y Chilca entre

otros. El centro experimental se dedica a la producción agrícola, pecuaria (ganado menor) y apícola.

La producción agrícola se realiza a campo abierto mediante la rotación de cultivos y comprende: Maíz, Papa, Haba, Arveja, Cebolla, Betarraga entre otros. En ambiente protegido (carpas solares) la producción es hortofrutícola: Frutilla, Pepinillo, Tomate, Lechuga y otros de acuerdo a los trabajos de investigación que se desarrollen.

La producción pecuaria comprende la crianza y manejo de aves (Gallinas Ponedoras, Pollos de Engorde y Codornices), Porcinos, Cuyes, Conejos (Rivera, 2015).

3.1.3 Descripción del Ambiente Atemperado

La presente investigación se realizó en un ambiente atemperado, perteneciente al Centro Experimental de Cota Cota, con el objetivo de controlar las características ambientales del lugar con el propósito de satisfacer de alguna manera las necesidades que requiere este cultivo. Este ambiente es de tipo túnel, con un armazón metálica y de madera, cubierta con agro film incluyendo las paredes laterales y frontales, presenta dos ventanas laterales de 31,2 m de largo y una ventana trasera de 24,5 m por 1,10 m de alto que se encuentran a 1,5 m de distancia del suelo, Donde se registraron temperaturas máximas en promedio por encima de los 45,6 °C ,Como también temperaturas mínimas en promedio por debajo de los 1,1 °C, además de una humedad relativa máxima de 98% y una mínima de 31%.

3.2 Materiales de Estudio

Para el eficaz desarrollo de la presente investigación se empleó una serie de materiales las cuales se describen a continuación.

3.2.1 Material Biológico

Recolección del material biológico

Los materiales biológicos utilizados en campo fueron:

Semilla Se utilizó semillas de la especie *Spinacea oleracea*, variedad viroflay, la misma que se obtuvo de la semillera "Espiga", en la ciudad de La Paz.

Abono foliar se utilizó humus de lombriz recolectada de la Estación Experimental de Cota cota de la ciudad de La Paz, con el fin de realizar el té de humus de lombriz.

El material biológico empleado en el presente trabajo es descrito a continuación en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Variedades de Espinaca empleadas en el experimento.

Variedad	Porcentaje de pureza	Porcentaje de germinación	Origen	Cantidad en gramos	Cantidad en kg/ha
Viroflay	98.8%	85%	Oregon (USA)	14.3 g	

3.2.1.1 Características de la Variedad Viroflay.

De los cultivares clasificados como de invierno, originaria Oregón Estados Unidos de América, el más difundido es el cultivar Viroflay, cuenta con un poder germinativo (85%) y una alta pureza de semilla (98.8%), precocidad promedio de 50 días, Las hojas de la variedad Viroflay son muy grandes, aflechadas, lisas, algo redondeadas en su base, color verde intenso y pecíolos largos. Muy productiva y de gran aptitud para siembras de otoño (OREGON STATE UNIVERSITY OSU, 2003).

3.2.2 Insumos

Los insumos empleados fueron humus de lombriz y agua en las siguientes cantidades:

Cuadro 4. Insumos.

insumo	Cantidad del experimento	Cantidad por ha	Origen
Humus de lombriz	8 Kg	3226 Kg	Centro Experimental Cota Cota
Agua	40 l	16129 l	Agua potable

3.2.3 Materiales de Campo y Herramientas

Los materiales de campo utilizadas en la investigación son:

- Pala, Picota, Rastrillo y Chontilla.
- Una Regadera.
- Estacas (unidades),
- Un flexo metro.
- Malla semis sombra (31 m).
- Un Cuaderno de campo.

3.2.4 Materiales de Laboratorio

Los materiales de Laboratorio utilizadas en la investigación son:

- Una Balanza analítica de capacidad de un kilo
- Análisis de suelo de la platabanda
- Cámara fotográfica

3.3 Metodología Empleada

3.3.1 Procedimiento Experimental

El presente trabajo se realizó en uno de los invernaderos de la Estación Experimental Cota-Cota.

3.3.1.1 Habilitación de parcelas

De manera inicial la parcela se hallaba en descanso lo cual se preparó para el posterior uso en el experimento.

Para la habilitación del área de estudio, se procedió al delimitar el espacio para el emplazamiento de las unidades experimentales con una cinta métrica y estacas.

3.3.1.2 Preparación del suelo

Previamente a la preparación del suelo se realizó el respectivo análisis de suelo correspondiente a ciclo de producción y tomando en cuenta las diferentes características del suelo, como se describe a continuación:

Se procedió a realizar un muestreo del suelo, el mismo que se obtuvo tomando pequeñas muestras de toda el área de estudio en forma de zigzag, mezclándolas repetidas veces, seguidamente se procedió a cernir el suelo para evitar la presencia de grava en la muestra, posteriormente cuarteándolas para así obtener una muestra completa y homogénea del suelo.

Este muestreo se obtuvo llegando a una profundidad de 0,30 m, debido a que el cultivo en estudio presenta un sistema radicular superficial, obteniendo 1 kg de suelo.

Cuadro 5. Datos de los parámetros Químicos de los análisis de suelos realizados,
Laboratorio de calidad ambiental

Parámetros químicos	Unidades	SF-00
pH	-	6,0
Conductividad eléctrica	Mmhos/cm	1,026
Nitrógeno total	%	0,28
Fosforo disponible	ppm	58
Potasio intercambiable	meq-g/100g S ⁰	0,24
Sodio intercambiable	meq-g/100g S ⁰	0,27
Calcio intercambiable	meq-g/100g S ⁰	12
Magnesio intercambiable	meq-g/100g S ⁰	4,5
Acidez intercambiable	meq-g/100g S ⁰	Menor a 0,050
Capacidad de intercambio catiónico	meq-g/100g S ⁰	17,06
Saturación de bases	%	99,71

Fuente. "L.C.A." (2017)

Cuadro 6. Datos de los parámetros físicos de los análisis de suelos realizados, Laboratorio de calidad ambiental “L.C.A.” (2016)

Parámetros físicos	Unidades	SF-00
Densidad aparente	g/cm ³	1,2
Arena	%	31
Limo	%	43
Arcilla	%	26
Clase Textural		Franco

Fuente. “L.C.A.” (2017)

A continuación se preparó el suelo y removió en fecha 31 de noviembre del 2016 durante un jornal de laboreo, el cual se realizó con el uso del motocultor y herramientas manuales, realizando una limpieza de restos vegetales, y la remoción del suelo hasta una profundidad de 0,30 m de manera que se obtenga un suelo suelto y mullido que favorezca las labores de siembra y asegurar la germinación de las semillas.

3.3.1.3 Siembra de la semilla.

Posteriormente a la preparación del suelo y previo a la siembra, fue necesario efectuar un riego, 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 la siembra en fecha 01 de diciembre del 2016, siendo que el sistema de producción es intensivo, se procedió a sembrar en tres bolillos, con una densidad de siembra requerida por cultivo de la espinaca, de 25 cm entre plantas por 35 cm entre hileras, teniendo 7 plantas de espinaca por metro cuadrado en el ensayo. Para una seguridad de germinación se colocó tres semillas de espinaca, distribuyéndolos con los respectivos tratamientos y repeticiones, en la cual se empleó una onza de semilla.

3.3.1.4 Preparación de los materiales para la toma de datos.

En centros de comercio cercanos, los cuales se consiguieron con mucha facilidad tales como una cinta métrica, regla, flexo metro y un cuaderno de campo, etc.

Exceptuando las balanzas analíticas, las cuales fueron empleadas del Centro Experimental Cota Cota.

3.3.1.5 Labores culturales

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

- **Raleo.** Una vez emergidas las plantas se procedió a realizar el raleo; para esto se escogió la mejor planta para su estudio y el resto se los desecho.
- **Deshierbe.** Durante el desarrollo el cultivo se presentaron algunas malezas en el contorno de las platabanda y del pasillo, las cuales fueron controladas manualmente mediante deshierbes permanentes, con una frecuencia de una vez por cada 20 días teniendo cuidado de no maltratar las plantas, evitando el efecto de competencia entre plantas.
- **Riego.** Las aplicaciones de riego fueron en una frecuencia continua de un día por medio a partir de los 12 días, El sistema de riego que se aplicó fue por goteo con el objeto de mantener el suelo con un nivel de humedad que represente una mayor producción. Se basa esta aplicación de agua en forma localizada, gota a gota, cerca de la zona radical del cultivo, por el cual se logran eficiencias más elevadas en el uso del riego por goteo en un 95 %.
- **Cosecha.** La cosecha se realizó manualmente, quitando las hojas desde la base cuidadosamente, las hojas mejor desarrolladas. La cosecha se realizó el jueves 26 de enero del año 2017

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

3.3.1.6 Preparación del té de humus

El preparado del té de humus de lombriz, se realizó con la finalidad de extraer los minerales y microorganismos que están en el humus de lombriz se usó una proporción de 1:1 por cada kg de humus de lombriz se usó 1 l de agua la cual se puso a disponibilidad de uso al cabo de tres días, considerándolo como un proceso de elaboración anaeróbico. Posteriormente, 1 litro de té de humus se diluyo en 4 litros de agua para su aplicación foliar. (Cadena, 2014.)

3.3.1.7 Aplicación del té de humus

La aplicación del té de humus de lombriz fueron efectuadas a partir de los 22 días después de la siembra, cuando presentaban hojas verdaderas, se aplicaron de la siguiente manera:

Frecuencia 1. sin aplicación de té de humus de lombriz, testigo

Frecuencia 2. con aplicación de té de humus de lombriz con una frecuencia de 7 días (una vez por semana), las cuales durante el ciclo productivo fueron 5 aplicaciones

Frecuencia 3. con aplicación de té de humus de lombriz con una frecuencia de 14 días (una vez por cada dos semanas), las cuales durante el ciclo productivo fueron 3 aplicaciones

- **Etapa de toma de datos y cosechas.** En esta etapa posterior a la siembra se procedió a la toma de datos basado en las variables de respuesta propuestas, se tomaran datos del desarrollo de la planta durante el ciclo de la misma, se registraron

aproximada mente a los 56 días, para la toma de datos fenológicos, agronómicos a la cosecha.

- **Registro de temperaturas.** Se efectuó con una frecuencia de tres días en promedio, el registro de la temperatura mínima y máxima en el ambiente atemperado, con la ayuda de un termómetro ambiental localizado en el centro de la carpa solar, en horas posteriores a las 16:00, con la finalidad analizar los datos con los promedios semanales y mensuales, y observar la influencia en el desarrollo del cultivo.

- **Toma de datos a la cosecha.** Enmarcado a las variables agronómicas, se pudo determinar a la cosecha las siguientes: largo de peciolo (cm), largo de hoja (cm), número de hojas (Nº hojas), peso fresco de las hojas (gramos/planta) y rendimiento (Kg/m²)

- **Toma de datos posterior a la cosecha.** Posterior a la cosecha se procedió a la toma de datos de las variables: peso seco (gramos/planta).

- **Evaluación de costos de producción.** Después se prosiguió al análisis de los costos de producción de los tratamientos, con el rendimiento que se obtuvieron durante el ensayo experimental.

3.3.2 Método experimental

El método experimental utilizado en el presente trabajo de investigación, fue el de bloques al azar, según la metodología planteada por Ochoa (2009), la cual toma en cuenta como tratamiento la frecuencia de aplicación de fertilizante foliar “Te de humus de lombriz” .

Calzada (1982). Menciona un método estadístico utilizado para determinar la contribución de varios factores en un simple evento o resultado, con un total de tres tratamientos por bloque y de tres bloques en total, siendo que la pendiente a bloquear será el gradiente término.

3.3.2.1 Análisis Estadístico.

Para demostrar las diferencias entre los tratamientos, se utilizó el análisis de varianza (ANVA) y las pruebas de significancia de medias mediante las pruebas de Duncan, procesados por el paquete estadístico S.A.S. versión 6.2.

3.3.2.2 Método lineal aditivo.

Se realizara bajo el siguiente modelo estadístico (Calzada, 1982).

$$Y_{ik} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik}$$

Donde:

Y_{ik} = Una observacion

μ = Media poblacional del experimento

β_k = Efecto del k – esima bloque

ε_{ijk} = Error de la parcela pequeña o de la parcela menor

3.3.2.3 Descripción de los tratamientos. A continuación en el cuadro N° se describen las interacciones de los tratamientos

Cuadro 7. Descripción de los tratamientos

Frecuencias de aplicación	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Tratamiento
F1 sin aplicación	F1	F1	F1	T 1
F2 con aplicación (7 días)	F2	F2	F2	T 2
F3 con aplicación (14 días)	F3	F3	F3	T 3

3.3.2.4 Características del área experimental.

La distribución de las unidades experimentales se realizó en todo el ambiente atemperado, teniendo las siguientes dimensiones:

- Largo de la carpa solar: 33 m
- Ancho total de la carpa: 26 m

- Superficie total de la carpa : 858 m²
- Número de platabandas totales: 21
- Número de platabandas usadas: 1
- Largo de la platabanda: 31 m
- Ancho de la platabanda : 0,8 m
- Área de una platabanda : 24,8 m²
- Área total del ensayo : 34,1m²
- Distancia entre plantas : 0,25 m
- Distancia entre hileras : 0.35 m
- Número de hileras x platabanda :2
- Número de plantas x platabanda : 284

3.3.2.5 Croquis Experimental

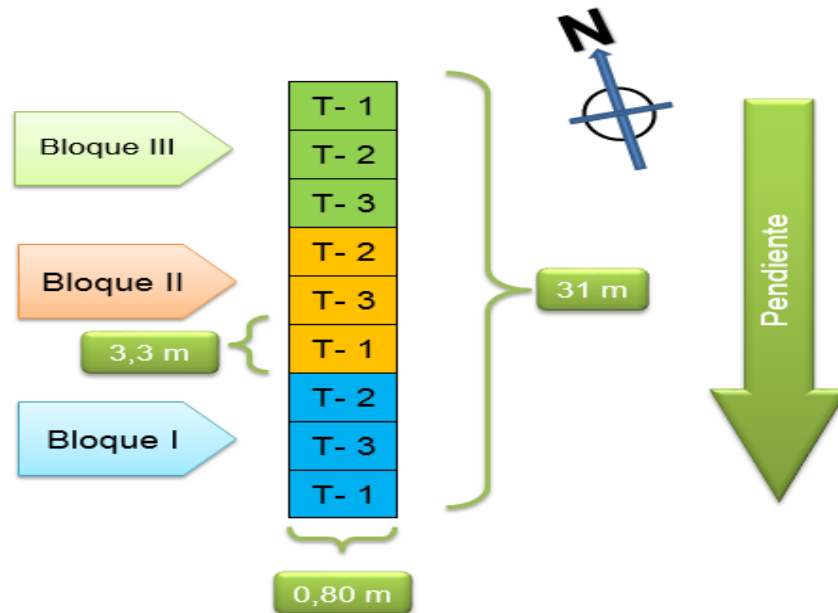


Figura 2. Vista superior del experimento

3.3.2.6 Variables de respuesta.

La información recopilada del evento estadísticamente, de las variables dependientes o las variables respuestas, fueron organizadas y estudiadas, siendo que para el presente trabajo se muestran las siguientes variables de estudio:

a) Variables agronómicas.

- **Largo de pecíolo.** Para la toma de datos de esta variable se utilizó una regla, midiendo de extremo a extremo del pecíolo, es decir desde la base del pecíolo hasta la base de la hoja, se lo realizó a los 56 días después de la siembra.

- **Largo de hoja.** En esta variable los datos se tomaron de igual manera, se midieron en centímetros el largo de la hoja con marbete, con la ayuda de una regla de 50 centímetros, midiendo desde la base de la hoja hasta el ápice de la hoja, sin considerar el pecíolo.

- **Numero de hojas por planta.** Para evaluar esta variable (Hojas /Planta) se contaron el número de hojas por planta en la cosecha, después de los 56 días a la siembra, tomando para esto como referencia las características comerciales de las plantas muestreadas (marbeteadas).

Al ser esta variable de datos discontinuos o discretos, fue necesario para el análisis estadístico transformar los datos discontinuos a datos continuos, se hace una transformación de raíz cuadrada, para tener una precisión en los resultados (Little, 1976).

Normalmente esta transformación determina que las variaciones de los grupos sean más iguales, también es aplicable a las distribuciones sesgadas puesto que acorta la cola larga, si X es el número observado, para el análisis estadístico y la prueba de significación utilizaremos la \sqrt{X} , cuando los números observados son pequeños (de 2 a 10), se prefiere la transformación $\sqrt{(X + 1)}$ o $\sqrt{(X + 0,5)}$, en especial cuando algunos de los números observados son cero (Ochoa, 2008).

b) Variables de rendimiento

Rendimiento en peso fresco. Para la evaluación del rendimiento se realizó el pesaje de las plantas muestreadas en la cosecha empleando una balanza, tomando en cuenta todas las hojas con características comerciales, también las basales dañadas o deterioradas. Los datos obtenidos se expresaron en gramos por planta, la cual luego fue expresados a kilo gramo por metro cuadrado (la más importante para una producción intensiva, como es la presente investigación) y toneladas por hectárea, tomando en cuenta para cada tratamiento, el número de plantas por metro cuadrado en función a la densidad planteada en el experimento, posteriormente estos datos se tabularon para sacar el promedio del rendimiento en peso fresco por cada tratamiento.

- **Peso de materia fresca.** En la evaluación de la variable peso de materia verde fresco, se pesaron las muestras de cada tratamiento utilizando la balanza analítica, Los valores obtenidos de cada planta se expresaron en (g/planta) después de la cosecha, para luego pesar el total de las plantas por platabanda. Considerando el número de plantas por cada platabanda.

- **Peso de materia seca.** Para la determinación del peso de materia seca, se realizó a partir del muestreo de las plantas con marbetes, cinco hojas fueron tomadas ala zar de cada planta, las cuales fueron pesadas, posteriormente fueron llevadas a la mufla por 48 horas, y nuevamente fueron pesadas, con los pesos obtenidos finalmente se determinó el peso seco de cada hoja y de cada planta en promedio.

c) Variables económicas.

- **Análisis económico preliminar.** El análisis económico preliminar y de rentabilidad de la presente investigación y por ende de los diferentes tratamientos, se realizó según la metodología de evaluación económica propuesto por el CYMMYT (1998), donde recomienda y propone una metodología de análisis sobre el presupuesto parcial y un análisis marginal, para determinar los costos y beneficios de los tratamientos

Este análisis fue interpuesto para identificar los tratamientos con mayor beneficio económico, todos los costos de producción se calcularon para la superficie empleada en la presente investigación, se trabajó de la siguiente forma:

- **Ingreso bruto.** Es llamado también beneficio bruto, es el rendimiento ajustado, multiplicado por el precio del producto (CIMMYT, 1988).

El ingreso bruto se calculó para cada tratamiento, se calculó multiplicando el rendimiento ajustado por el precio de venta del producto que fue de Bs 4 la bolsa de 200 g de espinaca, se determinó de la siguiente manera:

$$IB = R * P \text{ (Ecu. 1)}$$

$$IB = \text{Ingreso Bruto (Bs)}$$

$$R = \text{Rendimiento (Kg)}$$

$$P = \text{Precio (Bs/Kg)}$$

- **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)

- **Costos variables.** Es la suma que varía de una alternativa a otra, relacionados con los insumos, mano de obra, maquinaria utilizados en cada tratamiento, fertilizantes, insecticidas, uso de maquinaria, jornales y transporte (CIMMYT, 1988).

- **Costos fijos.** Los costos fijos son aquellos costos que se mantienen para cada campaña de producción y que no están relacionados con la producción final. El costo fijo no se aumenta o disminuye la producción.

- **Costos totales.** Es la suma del costo total variable más el costo total fijo. Se suman estos dos costos para conocer cuánto de dinero se utilizó en total en un ciclo de producción del cultivo de la espinaca.

- **Ingreso neto.** El ingreso neto o también de nominado beneficio neto, se determinó restando a los ingresos brutos el total de los costos de producción del ingreso bruto.

$$IN = IB - CP \text{ (Ecu.2)}$$

$$IN = \text{Ingreso Neto (Bs)}$$

$$IB = \text{Ingreso Bruto (Bs)}$$

$$CP = \text{Costos de Produccion (Bs)}$$

- **Relación beneficio- costo.** La relación de beneficio/costo, es la comparación sistemática entre el beneficio o resultado de una actividad y el costo de realizar esa actividad.

Se calculó con la relación entre los ingresos brutos percibidos con los costos de producción, para una evaluación económica final.

$$B/C = IB/CTP \text{ (Ecu.3)}$$

$$\frac{B}{C} = \text{relacion beneficio costo}$$

$$IB = \text{Ingreso Bruto (Bs)}$$

$$CTP = \text{Costos Totales de Produccion (Bs)}$$

4. 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:

4.1 Descripción de los Parámetros de Producción

4.1.1 Descripción de las Temperaturas Registradas durante el Ciclo del Cultivo

Los valores registrados de temperatura durante todo el ciclo de producción del cultivo de la espinaca, las cuales fueron tomadas con un termómetro ambiental automática, 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 en una frecuencia de cuatro días en horarios de posteriores a las 04:00 pm, los datos fueron registrados a partir de la siembra hasta la cosecha, dada las descripciones anteriores a continuación se muestra la gráfica de variación de la temperatura a lo largo del trabajo de investigación.

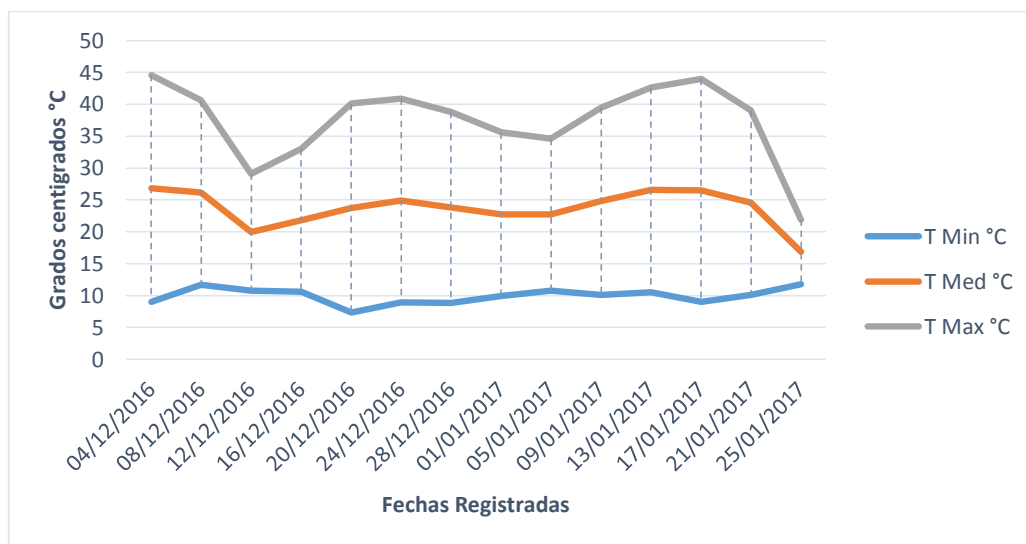


Figura 3. Fluctuación térmica registrada durante el desarrollo del cultivo

Los datos de temperatura fueron registradas a partir de la siembra que se realizó 01 de Diciembre del 2016 hasta la cosecha que se realizó el 26 de enero del 2017, durante

estos 57 días se observó las variaciones térmicas al interior del ambiente atemperado, por lo cual se realizó un síntesis descrito a continuación en el cuadro N° 8.

Cuadro 8. Síntesis de registros mensuales durante el desarrollo del cultivo

Meses	Mínima mensual	Máxima mensual	Media mensual
Diciembre	9,6	23,9	38,2
Enero	10,3	23,5	36,7

Fuente: Elaboración propia

De la Figura N° 3 y del Cuadro N° 8, muestra un disminución en la temperatura de manera gradual en la investigación, se observa .temperaturas máximas altas en el mes de diciembre logrando alcanzar los 38,2°C posterior al mes una disminución en la temperatura promedio del mes de enero 36,7°C.

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.

En relación Serrano (1980), señala que la espinaca es una planta de clima templado que soporta temperaturas bajas, de hasta 5°C bajo cero y temperaturas óptimas para un buen desarrollo de hasta 15 a 18°C, fuera de estos parámetros tiende al entallamiento y floración.

Leñano (1973), indica que la espinaca puede soportar fríos inferiores a los 0°C; y únicamente al descender la temperatura a 5° C o 7° C bajo 0° C, las hojas empiezan a dañarse.

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.

Además corresponde enfatizar que las temperaturas máximas como mínimas no mostraron cambios bruscos, pudiendo decir que estas fueron relativamente estables,

que su incremento fue gradual.

Al respecto Galván (1994), explica que como sucede en todos los vegetales, el ritmo de crecimiento al estar regulado por reacciones metabólicas y a su vez ellas, catalizadas por diferentes enzimas, la temperatura juega un rol fundamental en determinar la velocidad, la tasa de incremento de materia fresca o seca, o cualquier otro parámetro que cuantifique el crecimiento.

La temperatura es un factor notable dentro de la producción hortícola intensiva, siendo que actúa de manera proporcional en la actividad fisiológica, de manera directa en la tasa fotosintética de las especies vegetales, por lo ello se señala que dicho factor térmico favoreció en ciertas variables de respuesta y se menosprecio en otras variables de respuesta.

Por lo tanto, las temperaturas que se presentaron en el ensayo estuvieron de acuerdo a las exigencias del cultivo.

4.2 Variables agronómicas

4.2.1 Variable largo de peciolo

De la variable largo de peciolo (cm promedio /hoja), tomada en cm. de crecimiento de la extensión desde el cuello de la corona de la planta hasta la base de la hoja, de la cual se desplegó su respectivo análisis de varianza, la cual se describe y muestra las diferentes fuentes de variación observadas, que se presentan a continuación en el cuadro N° 9.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable largo de peciolo

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Pr > F	Significancia
Bloque	2	2,37	0,30	NS
Tratamiento (Frecuencias)	2	5,25	0,12	NS
Error	4	1,42	-	
Total	8	-	-	

Coefficiente de variabilidad (CV)	11,04%
--	---------------

Fuente. Elaboración propia (2017)

Del cuadro N° 9 en el cual se observa el ANVA de la variable Largo de peciolo del cultivo de espinaca, se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 11,04 %, lo cual nos indica una confiabilidad en la toma de datos e interpretación.

Del mismo cuadro, se pudo evidenciar que de la fuente de variabilidad Bloques, no se llegó a obtener significancia, demostrando que a lo largo del emplazamiento del experimento no se encuentra variación entre los promedio de los bloques, lo que nos indica que, no existió incidencia diferenciada en la gradiente "Térmica".

Continuando con la descripción del cuadro se logró observar que de la fuente de variabilidad Tratamientos "Frecuencia de aplicación de fertilizante foliar", no se obtuvo significancia en los promedios obtenidos por los tratamientos, por lo tanto las medias observadas no se diferencian estadísticamente.

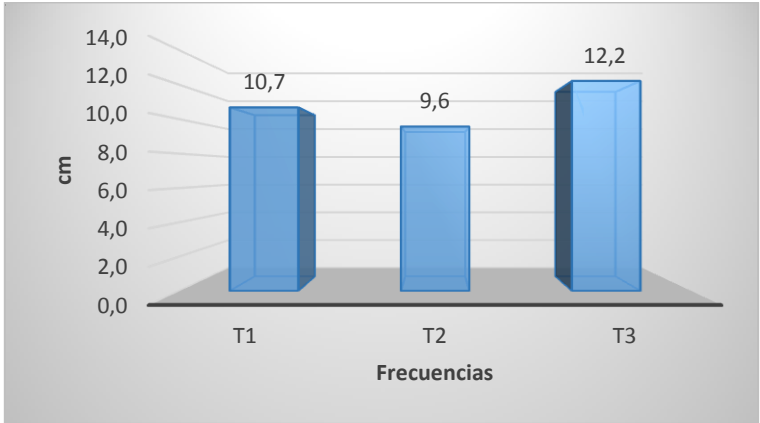


Figura 4. Promedio de los tratamientos del largo de hoja

De la anterior figura N° 4 se muestra los promedios obtenidos de la variable estudiada en la cual se observa que el promedio es homogéneo y no diferenciado estadísticamente, resalta la superioridad del tratamiento 3, el cual obtuvo un promedio de 12,2 cm de largo.

Al respecto, Ramírez (2010), indica que la nutrición foliar es una efectiva herramienta de manejo, ya que favorece e influencia los estados de crecimiento pre-reproductivos, compensando el estrés inducido por el ambiente; como: condiciones adversas de crecimiento y/o una pobre disponibilidad de nutrientes.

Miranda (1998), señala que de alguna forma debe haber tejidos y elementos que mantengan erecto el organismo mediante los elementos de sostén, células especializadas, relacionadas con el sistema conductor de la planta, con paredes constituidas por lignina.

Según Fahn (1985), menciona que es una planta debe tener un sistema conductor que comunique todas sus células. Consiste en un xilema (o leño) que conduce el agua y los nutrientes generales, y un floema (o líber) que distribuye las sustancias generadas por toda la planta.

Al respecto Pacheco (2007), menciona que el humus de lombriz es un proveedor de fitohormonas tales como las auxinas, giberelinas y citoquinas cada una de las cuales tiene una función diferente, la auxina, provocan el alargamiento de las células de los brotes lo que provoca, presentando el lixiviado de humus de lombriz estas fitohormonas a lo que se debería el crecimiento del pecíolo.

4.2.2 Variable largo de hoja

La variable larga de hoja (cm promedio/ hoja), la cual se obtuvo por la medición del largo alcanzado por las hojas de las muestras, las cuales se obtuvieron desde la base de la hoja hasta el ápice de la misma, de la cual se apreció el análisis de varianza, la cual se presenta en el cuadro N° 10

.Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable largo de hoja

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Pr > F	significancia
Bloque	2	0,65	0,74	NS
Tratamiento (Frecuencias)	2	6,28	0,15	NS
Error	4	2,00	-	

Total	8	-	-	
Coefficiente de variabilidad (CV)		11,99%		

Fuente. Elaboración propia (2017)

En el cuadro N° 10 se observa el ANVA de la variable Largo de Hoja del cultivo de espinaca, se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 11,99 %, lo cual nos indica una confiabilidad en la toma de datos e interpretación.

Del cuadro N° 10, de la fuente de variabilidad Bloques se observó que no se halló diferencias significativas entre los promedios encontrados de los bloques distribuidos a lo largo del ambiente, indicando una homogeneidad en cuanto a la gradiente térmica, conllevando así los bloques con promedios cercanos estadísticamente.

Continuamente la fuente de variabilidad Tratamientos "Frecuencia de aplicación de fertilizante foliar" el cual fue desarrollado en el ANVA, mostro no significancia en los promedios alcanzados por la variable, lo que describe es una similitud en cuanto a los promedios de tratamientos.

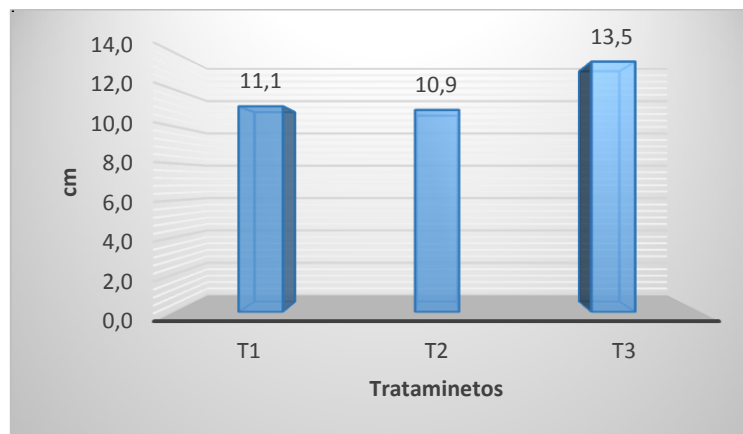


Figura 4. Promedio de los tratamientos del largo de hoja

De la figura N° 4 se observa los promedios alcanzados por el variable largo de hoja, donde nos indica que no se presentó diferencias estadísticas en el alcance de sus promedios de investigación, donde se muestra con un mayor promedio de largo de hoja el tratamiento N ° 3, con un largo de 13,5 cm.

En cuanto Guapaz (2013), indica que el largo de hoja obtenido por la aplicación foliar biofertilizantes, tuvo un alcance máximo de 18,37 cm de largo de hoja, diferenciando de su menor alcanzado por 22% enmarcado en su investigación, respecto a lo anterior en la presente experimento se lograron resultados relativamente similares.

Según Huiza (2015), observo que las alturas obtenidas en su cultivo se agrupan y diferencian entre las aplicadas con te de humus de lombriz y las sin aplicación, siendo que los mayores promedios se encuentran, en las aplicadas con el té de humus con un porcentaje de 10% nivel medio

Al respecto Cobiella (1995) citado por Fernández (1999), señala que aplicando humus foliar a diferentes concentraciones en variedades de tomate y pimiento bajo, apreciaron un efecto estimulante y positivo en la altura y ancho del follaje

A su vez Casco (2004) citado por Ortuño (s/f), señala que el fertilizante interviene en la variable altura de planta, como pudo experimentar en la producción de cultivos diversos bajo abonamiento foliar.

También Yakota (1995) citado por Fernández (1999), manifiesta que, este aumento de la altura de la planta se debe a que el lixiviado de humus de lombriz aumenta notablemente el porte de las plantas en comparación con otros ejemplares de la misma edad, lo que prueba que este fertilizante interviene de manera positiva sobre el crecimiento del cultivo.

Al respecto Escobar (2013), indica entre las características del Lixiviado de humus de lombriz es asimilado sin ningún problema tanto por la raíz y los estomas.

4.2.3 Variable número de hojas

En cuanto al variable número de hojas (Numero de hojas / por planta muestreada) del cultivo de espinaca, se desarrolló los procesos respectivos estadísticos los cuales se describen a continuación en el cuadro N° 11.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable número de hojas

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Pr > F	significancia
Bloque	2	0,04	0,08	NS
Tratamiento (Frecuencias)	2	0,11	0,01	*
Error	4	0,01	-	
Total	8	-	-	
Coefficiente de variabilidad (CV)		2,71%		

Fuente. Elaboración propia (2017)

Del ANVA de la variable Número de Hojas del cultivo de espinaca, resulto un coeficiente de variabilidad de 2,71 %, del cual se logra concluir que la toma de datos y el manipuleo de los datos son confiables.

En el cuadro N° 11, de la variable ya mencionado se observó la fuente de variabilidad Bloques, en el cual no se presentó diferencias significativas entre los promedios de los bloques, los cuales estaban distribuidos a lo extenso del ambiente, lo cual nos indica que los bloques son parecidos estadísticamente, donde la gradiente "Térmico" no tuvo efecto de diferenciación.

De la fuente de variabilidad Tratamientos "Frecuencia de aplicación de fertilizante foliar" de la variable número de hojas, muestra significancia entre los promedios de los tratamientos, distinguiéndose entre ellos estadísticamente, por lo cual se desarrolló una prueba de rangos múltiples Duncan a los promedios de la variable mencionada.

Cuadro 12. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor "Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar" de la variable número de hojas

Factores de variación	Promedio (hojas)	Agrupamiento Duncan
Frecuencia 3	10,2	A
Frecuencia 1	8,4	B
Frecuencia 2	7,8	B

Fuente. Elaboración propia (2017)

Del cuadro anterior, prueba de rangos múltiples Duncan para la variable número de hojas, describe y distribuye los promedios en dos grupos, el primer grupo "A", donde se encuentra el promedio superior de 10,2 hojas perteneciente al tratamiento 3 Frecuencia de aplicación cada 14 días, de manera contraria donde se encontraban los promedios inferiores, eran los promedios 8,4 hojas y 7,8 hojas pertenecientes a los tratamientos 1 "Sin aplicación" y 2 "Frecuencia de aplicación cada 7 días " respectivamente.

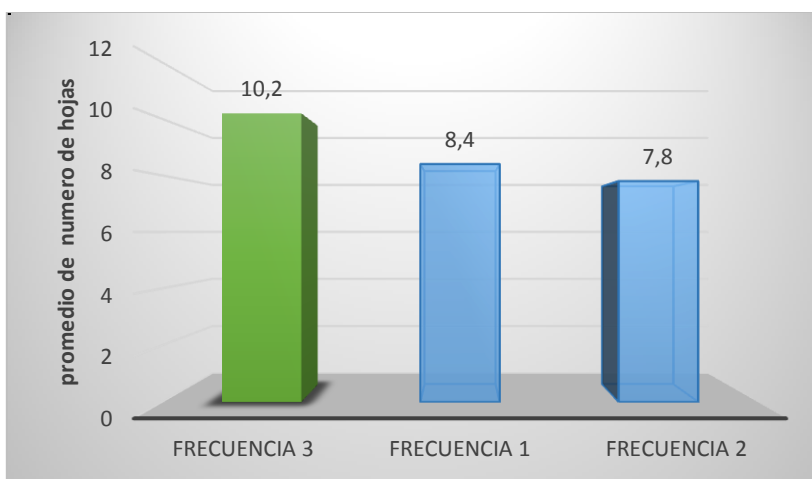


Figura 5. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor "Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar" de la variable número de hojas

De la figura anterior podemos observar las agrupaciones de los promedios alcanzados por la variable número de hojas, mostrando así que el mayor promedio oscila por los 10,2 hojas por planta evaluada.

Según Salinas (2004) menciona 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.

Estrada (2003) menciona, con la aplicación fraccionada de N, con un nivel de 175kg/ha obtuvo 17,73 hojas, esto demuestra que el cultivo de espinaca requiere mayor cantidad de N para un mayor desarrollo en cuanto a número de hojas.

Neumann (1997) citado por Hoyos (2009), menciona que la tasa de crecimiento de las hojas depende de la continua e irreversible expansión de células jóvenes, las cuales son producidas por la división celular en los tejidos meristemáticos. De este modo, el suministro subóptimo de nutrientes podría afectar la tasa de crecimiento de las hojas por la inhibición de la tasa de producción y expansión de nuevas hojas.

Escobar (2013), menciona que es conocido que el alto contenido de ácidos fúlvicos y húmicos aumenta la reabsorción de los minerales

Al respecto Pérez (1994), indica que el vástago y sobre todo las hojas son capaces de absorber diversas sustancias aportadas por el polvo o la lluvia sobre todo en epifitas (plantas que viven sobre las partes aéreas de otras plantas), pero también en plantas arraigadas en el suelo.

4.2.4 Variable peso fresco por planta completa

De la variable peso fresco total (promedio de gramos/ planta muestreada), de la cual se desarrolló su respectivo análisis de varianza, la cual se describe a continuación en el cuadro N° 13.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable largo de hoja

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Pr > F	significancia
Bloque	2	210,61	0,10	NS
Tratamiento (Frecuencias)	2	509,10	0,02	*
Error	4	47,65	-	
Total	8	-	-	

Coefficiente de variabilidad (CV)	8,12%	
--	-------	--

Fuente. Elaboración propia (2017)

Del cuadro N° 13 en el cual se observa el ANVA de la variable Largo de peciolo del cultivo de espinaca, se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 8,12 %, lo cual nos indica una confiabilidad en la toma de datos e interpretación.

Del mismo cuadro, se pudo evidenciar que de la fuente de variabilidad Bloques, no se llegó a obtener significancia, demostrando que a lo largo del emplazamiento del experimento no se encuentra variación entre los promedio de los bloques, lo que nos indica que, no existió incidencia diferenciada en la gradiente "Térmica".

Continuando con la descripción del cuadro se logró observar que de la fuente de variabilidad Tratamientos "Frecuencia de aplicación de fertilizante foliar", se obtuvo significancia en los promedios obtenidos por los tratamientos, por lo tanto las medias observadas presentan diferencias estadísticamente determinadas.

Por lo consiguiente se procedió a realizar la prueba de rangos múltiples Duncan para la presente variable, descrita a continuación

Cuadro 14. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor "Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar" de la variable peso fresco total

Factores de variación	Promedio (gramos)	Agrupamiento Duncan
Frecuencia 3	98,66	A
Frecuencia 1	83,53	B
Frecuencia 2	72,73	B

Fuente. Elaboración propia (2017)

De la prueba de rangos múltiples Duncan para la variable peso fresco total, refiere y asigna los promedios en dos grupos, el primer grupo "A", donde se encuentra el promedio superior de 98,66 gramos perteneciente al tratamiento 3 "Frecuencia de aplicación cada 14 días", de manera contraria donde se encontraban los promedios inferiores, eran los promedios 83,53 gramos y 72,73 gramos pertenecientes a los tratamientos 1 "Sin aplicación" y 2 "Frecuencia de aplicación cada 7 días" respectivamente.

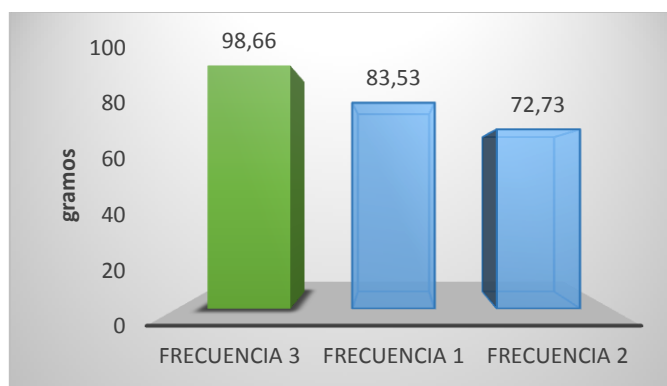


Figura 6. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor "Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar" de la variable peso fresco total

De la figura anterior obtenida del cuadro Duncan de la presente variable podemos observar las agrupaciones de los promedios alcanzados por la variable peso fresco total, mostrando así que el mayor promedio alcanzado fue de 98,66 gramos por planta evaluada.

Según Guapas (2013), el rendimiento promedio alcanzados por gramos por planta fue de 60,76 gramos por planta, atribuido la fertilización foliar, en comparación de los resultados obtenidos por el experimento resalta la superioridad de los datos hallados.

Al respecto, Gómez (2004), dice que la nutrición foliar es una técnica de nutrición instantánea que aporta elementos esenciales debido a la eficacia y rapidez de la absorción, pues los nutrientes aplicados a las hojas están disponibles inmediatamente para la planta.

Según Venegas (2011), la fertilización foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer los requerimientos de los micronutrientes, permitiendo su rápida utilización y ayudando a mantener la actividad fotosintética de las hojas.

Escobar (2013), menciona que es conocido que el alto contenido de ácidos fúlvicos y húmicos aumenta la reabsorción de los minerales que se encuentran en el suelo, como los son fósforo, nitrógeno, potasio, hierro, magnesio, molibdeno, entre otros. Siendo este producto entonces, muy apropiado para cualquier tipo de cultivos, sean extensivos o intensivos, conteniendo el lixiviado de humus de lombriz estos ácidos.

4.2.5 Variable peso seco por planta completa

La variable peso seco total (promedio gramos/ planta muestreada), de la cual se apreció el análisis de varianza, la cual se presenta en el cuadro N° 15.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable peso fresco total

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Pr > F	significancia
Bloque	2	3,44	0,0665	NS
Tratamiento (Frecuencias)	2	7,38	0,0194	*
Error	4	0,60	-	
Total	8	-	-	
Coefficiente de variabilidad (CV)			11,37%	

Fuente. Elaboración propia (2017)

En el cuadro N° 15 se observa el ANVA de la variable peso fresco total del cultivo de espinaca, se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 11,37%, lo cual nos indica una confiabilidad en la toma de datos e interpretación.

Del cuadro N° 15 de la fuente de variabilidad Bloques se observó que no se halló diferencias significativas entre los promedios encontrados de los bloques distribuidos a lo largo del ambiente, indicando una homogeneidad en cuanto a la gradiente térmica, conllevando así los bloques con promedios cercanos estadísticamente.

Continuamente la fuente de variabilidad Tratamientos "Frecuencia de aplicación de fertilizante foliar el cual fue desarrollado en el ANVA, mostro significancia en los promedios alcanzados por la variable, lo que describe es una diferencia estadística entre los promedios de los tratamientos, por lo cual se desarrolló el respectivo análisis de rangos múltiples Duncan.

Cuadro 16. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor "Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar" de la variable número de hojas

Factores de variación	Promedio (g)	Agrupamiento Duncan
Frecuencia 3	8,42	A
Frecuencia 1	6,67	B
Frecuencia 2	5,29	B

Fuente. Elaboración propia (2017)

De la prueba de rangos múltiples Duncan para la variable peso fresco total, refiere y asigna los promedios en dos grupos, el primer grupo "A", donde se encuentra el promedio superior de 8,42 gramos perteneciente al tratamiento 3 "Frecuencia de aplicación cada 14 días, de manera contraria donde se encontraban los promedios inferiores, eran los promedios 6,67 gramos y 5,29 gramos pertenecientes a los tratamientos 1 Sin aplicación y 2 "Frecuencia de aplicación cada 7 días respectivamente.

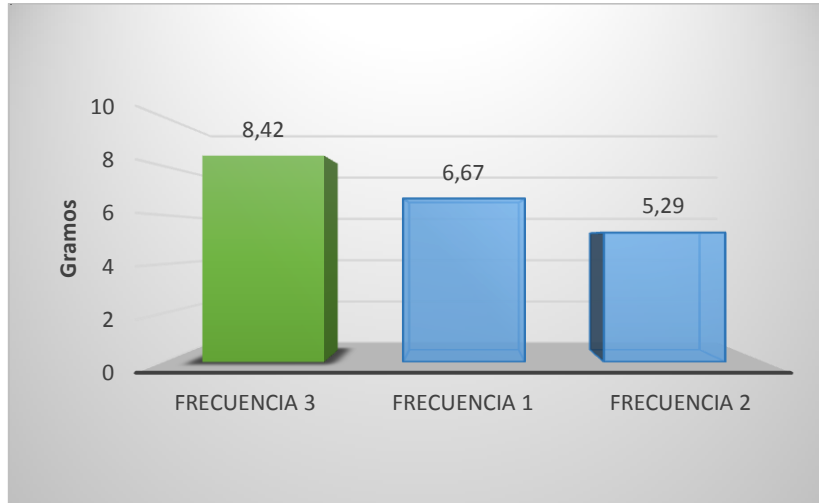


Figura 7. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor “Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar” de la variable peso seco total

Con relaciona esto Aliagna (2009), afirma que la obtención de lixiviado propicia una vía segura y estable de nutrientes esenciales disponibles para las plantas; además, estimula los procesos metabólicos y con ello el crecimiento vegetal.

Por otra parte Vigliola (1993), señala que este método de aplicación de nutrientes solo se emplea como un complemento de la fertilización básica del suelo, y no puede utilizarse como reemplazante del método convencional ya que las unidades de nutrientes aplicadas en cada pulverización debe ser bajas por los riesgos de provocar quemaduras en el borde foliar en el caso de usar soluciones muy concentradas.

Casco (2005), menciona que la aplicación de lixiviado de humus de lombriz al suelo o a la planta actúa como racionalizante de la fertilización, hace asimilables en todo su espectro a los macro y micronutrientes

Perez (1994), indica que el vástago y sobre todo las hojas son capaces de absorber diversas sustancias aportadas por el polvo o la lluvia sobre todo en epifitas, pero también en plantas arraigadas en el suelo. Esta capacidad permite que las plantas

absorban diversas sustancias que aplicadas sobre la parte área del cultivo actuarán como fertilizantes, herbicidas, etc.

4.2.6 Variable rendimiento en peso fresco por superficie

En cuanto a la variable rendimiento en peso fresco (gramos/ m²) del cultivo de espinaca se describe a continuación en el cuadro N°

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable rendimiento

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Pr > F	significancia
Bloque	2	5023,38	0,23	NS
Tratamiento (Frecuencias)	2	42160,55	0,01	*
Error	4	3017,94	-	
Total	8	-	-	
Coeficiente de variabilidad (CV)		7,43%		

Fuente. Elaboración propia (2017)

Del ANVA de la variable Rendimiento en peso fresco del cultivo de espinaca, resulto un coeficiente de variabilidad de 7,43 %, del cual se logra concluir que la toma de datos y el manipuleo de los datos son confiables.

En el cuadro N° 17, de la variable ya mencionado se observó la fuente de variabilidad Bloques, en el cual no se presentó diferencias significativas entre los promedios de los bloques, los cuales estaban distribuidos a lo extenso del ambiente, lo cual nos indica que los bloques son parecidos estadísticamente, donde la gradiente "Térmico" no tuvo efecto de diferenciación.

De la fuente de variabilidad Tratamientos "Frecuencia de aplicación de fertilizante foliar" de la variable Rendimiento en peso fresco, muestra Significancia entre los promedios de los tratamientos, distinguiéndose entre ellos estadísticamente, por lo cual se desarrolló una prueba de rangos múltiples Duncan a los promedios de la variable mencionada.

Cuadro 18. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor “Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar” de la variable peso rendimiento

Factores de variación	Promedio (gr)	Agrupamiento Duncan
Frecuencia 3	850,79	A
Frecuencia 2	752,54	A
Frecuencia 1	614,80	B

Fuente. Elaboración propia (2017)

Del cuadro anterior, prueba de rangos múltiples Duncan para la variable Rendimiento en peso fresco, describe y distribuye los promedios en dos grupos, el primer grupo “A”, donde se encuentra el promedio superior de 850,79 gramos y 752,54 gramos perteneciente al tratamiento 3 “Frecuencia de aplicación cada 14 días y 2 “Frecuencia de aplicación cada 7 días respectivamente, de manera contraria donde se encontraban el promedio inferiores es en el grupo B con 614,80 gramos perteneciente al tratamiento 1 “Sin aplicación”

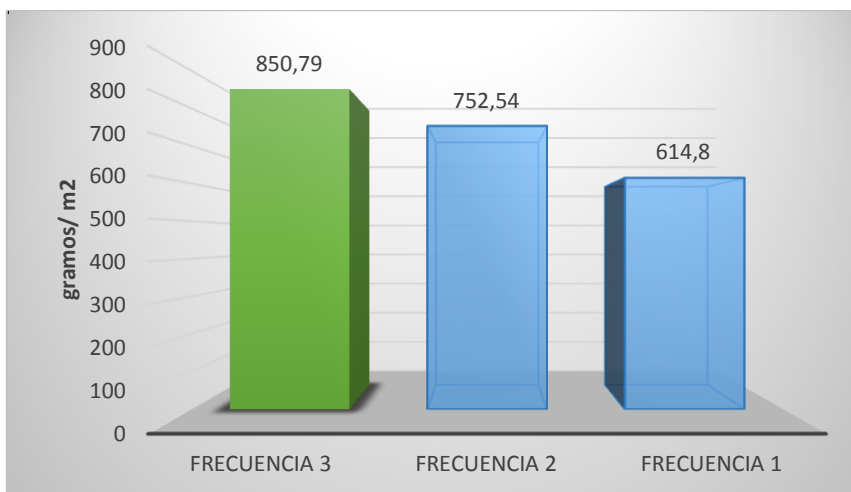


Figura 8. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor “Frecuencias de aplicación de fertilizante foliar” de la variable rendimiento de peso fresco por superficie

Según Estrada (2003), A mayor cantidad de fertilización de N aplicado se obtuvo mayores rendimientos, esto nos indica que a mayor nivel de estiércol aplicado también se obtuvo mayor rendimiento.

Serrano (1980), menciona al respecto que el rendimiento en el cultivo de espinaca en carpas solares es de 15 a 20 mil kg/ha que equivale de 1.5 a 2kg/m², de los resultados que se lograron en la investigación son relativos a los resultados obtenidos por Serrano, esto a causa principalmente a que se realizó una sola cosecha en la investigación.

Al respecto Escobar (2013), menciona que algunas facultades del extracto acuoso del humus de lombriz roja es que aumenta significativamente la fabricación de clorofila en las diferentes plantas e incrementa notablemente la producción en los cultivos.

4.3 Análisis económico

En el presente análisis económico describimos a los parámetros relevantes para determinar la rentabilidad o no rentabilidad de la producción del cultivo de espinaca bajo la aplicación de té de humus de lombriz, siendo que empleara un sistema de producción tecnificado

Se considera los parámetros priorizan té para la extensión agrícola y posible recomendación a los productores agrícolas, Por lo cual se desarrollan a continuación:

4.3.1 Rendimiento ajustado

El rendimiento ajustado para cada tratamiento bajo la aplicación de te de humus de lombriz, utilizado para la presente investigación, es el rendimiento en peso fresco del cultivo sustraído el 10% del total, con el fin de reflejar la diferencia entre la ventaja experimental entre la aplicación y la no aplicación del te de humus de lombriz en el cultivo de espinaca, en una producción comercial.

Cuadro 19. Rendimiento ajustado por una campaña

	T-1	T-2	T-3
Rendimiento (Kg/m²)	0,615	0,753	0,851
Rendimiento ajustado (-10%)	0,553	0,677	0,766

Fuente. Elaboración propia (2017)

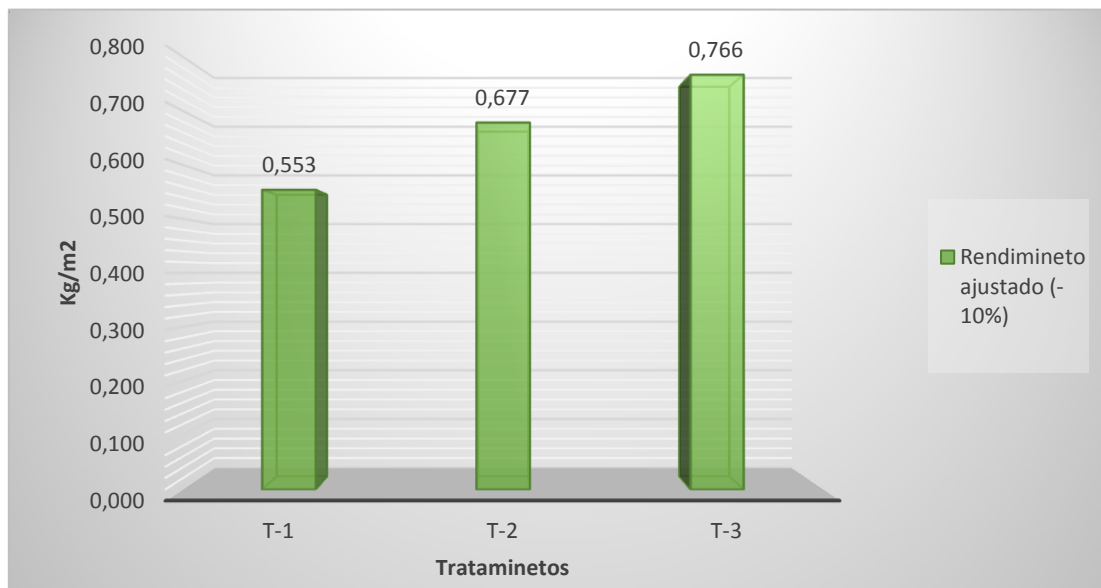


Figura 9. Rendimiento ajustado por una campaña.

En este caso se tomó la recomendación del manual metodológico de evaluación económica del centro internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT),

Donde se establece una diferencia de 10% del rendimiento entre condiciones experimentales y de producción comercial normal. Este descuento se justifica desde el punto de vista que durante la realización del experimento se tuvo una especial atención

y cuidado con las unidades experimentales, lo que no ocurre normalmente en una producción a gran escala.

En el cuadro N° 19, muestra el rendimiento promedio obtenido para cada tratamiento en kilogramos por metro cuadrado, donde se puede apreciar que existe mayor rendimiento promedio del T3 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 14 días) con 0,766 kg/m², seguido por el T2 (Con aplicación de te de humus de lombriz cada 7 días) con 0,677 kg/m²; el rendimiento más bajo que presentó en el T1 (Sin aplicación de té de humus de lombriz) con 0,553 kg/m².

4.3.2 Beneficio Bruto

El beneficio bruto se determinó por la multiplicando el rendimiento ajustado de una campaña por el precio promedio de kilogramo de la espinaca, como una referencia se tomó que se comercializa bolsas 300 gramos de espinaca fresca por Bs 6 (Según información de la tienda del Biomarket de la facultad).

Cuadro 20. Beneficio bruto

	T-1	T-2	T-3
Rendimiento (Kg/m²)	0,615	0,753	0,851
Rendimiento ajustado (-10%)	0,553	0,677	0,766
*Precio (Bs/Kg)	20	20	20
Beneficio bruto (m²)	11,1	13,5	15,3
Beneficio bruto (8,3 m²)	91,9	112,4	127,1

Fuente. Elaboración propia (2017)

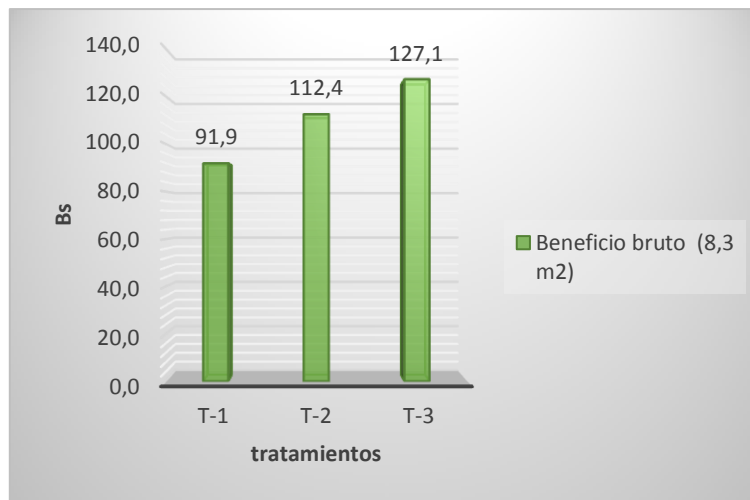


Figura 10. Beneficio bruto por campaña

De la figura N°10 y el cuadro N°20, se logra evidenciar los beneficios brutos por cada tratamiento, siendo que el tratamiento con mayor beneficio es el T 3 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 14 días) con un aporte de Bs127,1, a continuando se presentaba el T2 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 7 días) con un beneficio de Bs112,4 , y finalmente el tratamiento con menor beneficio fue T1 (Sin aplicación de té de humus de lombriz) con valor de Bs91,9, lo cual nos indica que la aplicación de té de humus de lombriz con una frecuencia de aplicación de 14 días es la más beneficioso de todo los tratamientos.

4.3.3 Costos variables

Los costos variables son los costos relacionados con los insumos comprados, la mano de obra utilizada para las actividades productivas que varían entre los tratamientos.

Cuadro 21. Costos variables por tratamientos Bs/campaña

	T-1	T-2	T-3
Insumos	5,7	75,75	47,751
mano de obra	105	132,5	125

Costo variable por campaña (Bs)	110,7	208,3	172,8
--	-------	-------	-------

Fuente. Elaboración propia (2017)

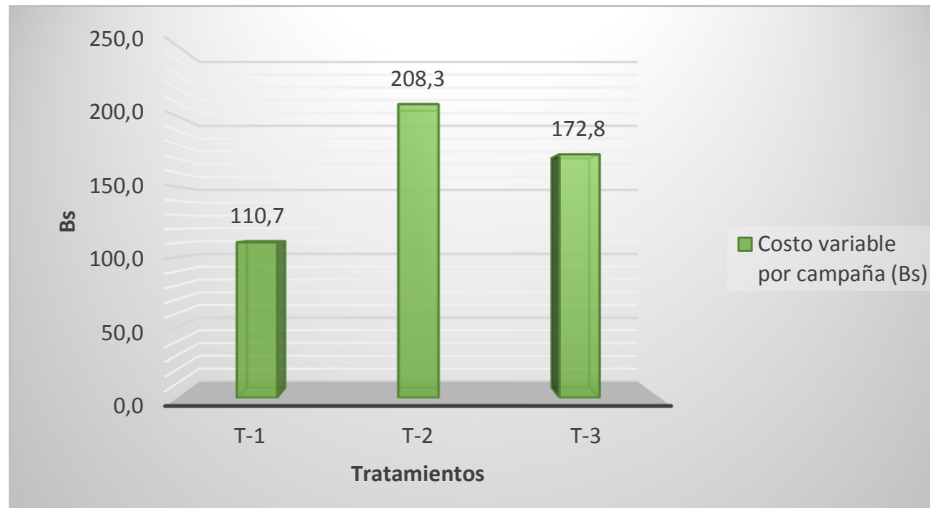


Figura 11. Costos variables por tratamientos Bs/año

De la figura N° 11 y el cuadro N° 21 , se logra evidenciar los costos variables de los tratamientos, de los cuales el tratamiento con mayor costo variable es el T2 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 7 días) con un costo variable de Bs208,3, seguido por el tratamiento T 3 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 14 días) con un costo variable de Bs172,8, de manera contraria el de menor costo es el tratamiento T1 (Sin aplicación de té de humus de lombriz) con costo de Bs110,7, lo cual muestra q el que genera menos gastos para su producción es el tratamiento T 1 el cual no tuvo aplicación de té de humus de lombriz

4.3.4 Costos fijos

Los costos fijos tienen una vida útil mayor a un año, son aquellos que se mantienen para cada campaña de producción y que no están relacionados con la producción final. Para este trabajo se han tomado en cuenta los costos de material de trabajo, investigación, herramientas y otros gastos.

Cuadro 22. Costos fijos por tratamientos

	T-1	T-2	T-3
Material de trabajo	124,5	124,5	124,5
Material de investigación	110,0	160,0	160,0
Costo fijo por campaña	234,5	284,5	284,5

Fuente. Elaboración propia (2017)

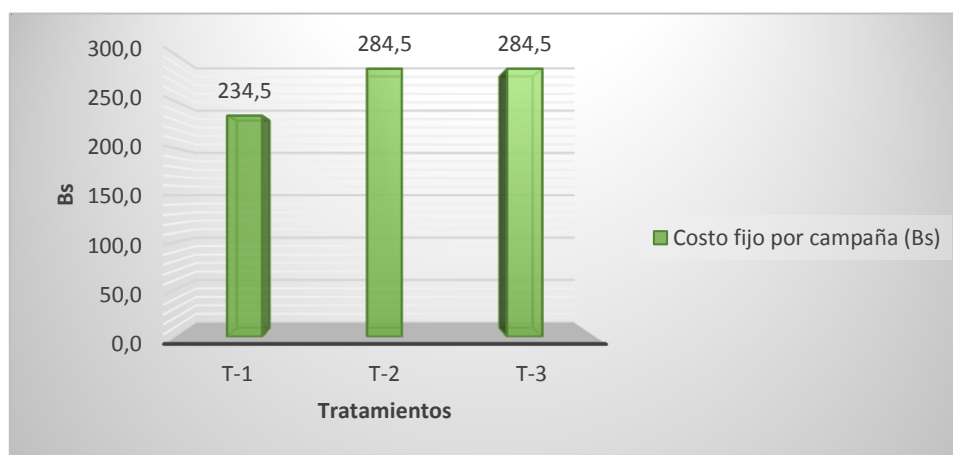


Figura 12. Costos fijos por tratamientos

Como se puede evidenciar de la figura N° 12 y el cuadro N° 22, el tratamiento con menor costo fijo fue el T1 (Sin aplicación de té de humus de lombriz) con costo de Bs234,5, al cual se atribuye el ser el menos costoso, de manera contraría los T 2 y T 3 son considerados como los tratamientos con mayor costo fijo con un valor de Bs 284,5.

4.3.5 Costos totales

Los costos totales consideran la suma de los costos variables, los costos fijos y la adición de los imprevistos (+ 10%), dando así el total de gasto realizado como se muestra en el cuadro N°23.

Cuadro 23. Costos totales por tratamientos

	T-1	T-2	T-3
Costo variable por campaña	110,7	208,3	172,8
Costo fijo por campaña	234,47	284,47	284,47
Imprevistos (+10%)	34,5132	49,2721	45,7221
Costo total por campaña	379,6	542,0	502,9

Fuente. Elaboración propia (2017)

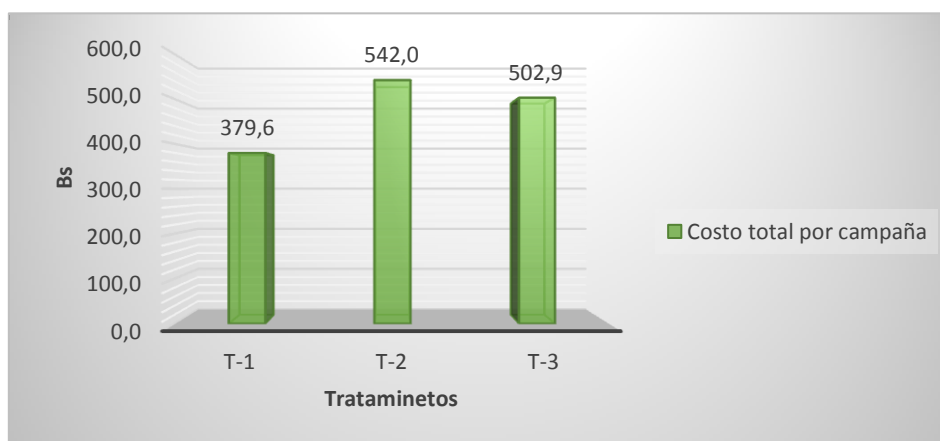


Figura 13. Costos totales por tratamientos

Tras observar el cuadro N°23 y la figura N°13, podemos evidenciar que el tratamiento con mayor costo total es el T2 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 7 días)

con un costo total de producción de Bs542,0, seguida por el tratamiento T 3 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 14 días) con un costo total de producción de Bs502,9, finalmente el de menor costo de producción del tratamiento T1 (Sin aplicación de té de humus de lombriz) con costo total de Bs379,6, lo cual muestra q el que genera menso gastos para su producción es el tratamiento T 1 el cual no tuvo aplicación de té de humus de lombriz

4.3.6 Beneficio Neto

Los beneficios netos nos reflejan ingresos obtenidos luego de restar los costos totales de la producción, como se aprecia a continuación.

Cuadro 24. Beneficios netos

	T-1	T-2	T-3
Beneficio bruto (8,3 m2)	91,9	112,4	127,1
Costo total por campaña	379,6	542,0	502,9
Beneficio Neto por campaña	-287,8	-429,6	-375,8

Fuente. Elaboración propia (2017)

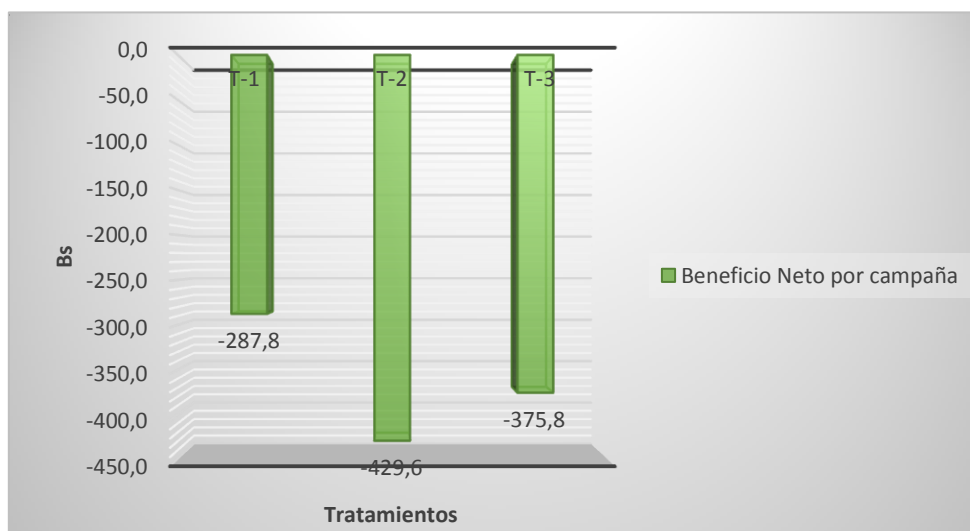


Figura 14. Beneficios netos

Realizando un análisis entre los tratamientos y observando los resultados de los mismos muestran que no se logró tener beneficios de esta actividad productiva, mostrando que el de mayor pérdida es el tratamiento T2 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 7 días) perdiendo Bs429,6.

4.3.7 Relación Beneficio / Costo (Bs/campaña)

Es la relación que existe entre los beneficios brutos sobre los costos totales de la producción, en el cuadro N° 25 se detallan la relación beneficio/costo por una campaña.

Cuadro 25. Beneficio /costo anual

	T-1	T-2	T-3
Beneficio bruto (8,3 m2)	91,9	112,4	127,1
Costo total por campaña	379,6	542,0	502,9
Relación Beneficio / Costo	0,24	0,21	0,25

Fuente. Elaboración propia (2017)

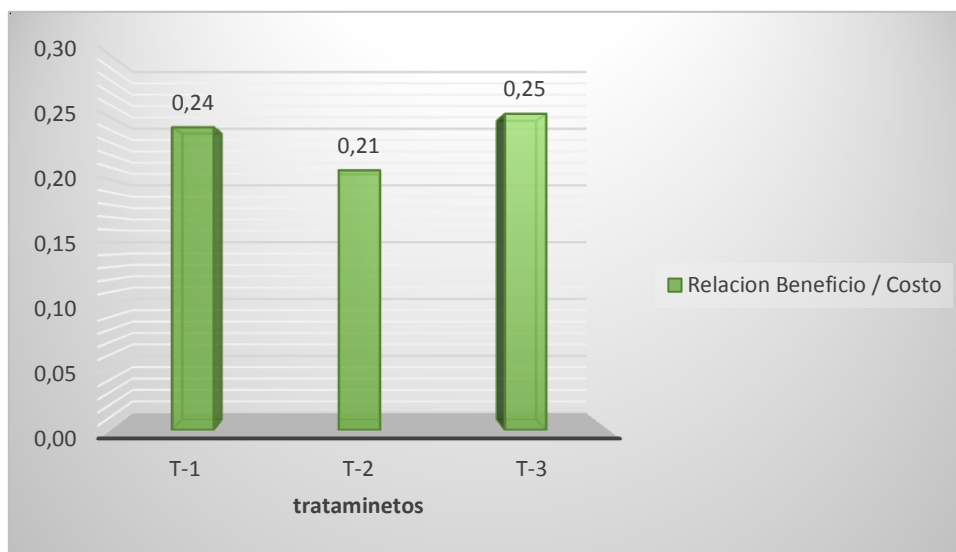


Figura 15. Beneficio /costo anual

De la figura N° 15 y el cuadro N° 25 , se logra evidenciar los la relación beneficio bruto costos totales de la producción de los tratamientos, de los cuales el tratamiento con mayor índice de relación es el T 3 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 14 días) con un valor de 0,25, seguido por tratamiento T1 (Sin aplicación de té de humus de lombriz) con un valor de 0,24, finalmente el tratamiento con menor valor es el tratamiento T2 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 7 días) con un valor mínimo de 0,21, de los cuales podemos determinar que ninguno genera beneficios y por tanto ninguno es rentable , a su vez el tratamiento que genera mayor pérdida es el tratamiento T 2, siendo que por cada Boliviano invertido en el tratamiento se pierde Bs0,79.

Se considera que no se obtuvo beneficios monetarios en el experimento debido a que se realizó una inversión elevada, siendo que el incremento a la producción con la aplicación de extracto de té de humus y los respectivos análisis de laboratorios correspondientes a la investigación.

Además se realizó una sola cosecha del cultivo siendo que era lo planteado y esperando en el mismo proceso durara un costo menor en tiempo,

Todos los materiales empleados en el proceso de producción, generaron un gasto que debe ser tomado en cuenta, además de tomar en cuenta la mano de obra empleada adicional requerido por los tratamientos.

5. CONCLUSIONES

En el interior del ambiente atemperado, durante el desarrollo del cultivo (estación de transición de primavera a verano) registraron temperaturas promedio oscilantes entre los 9,6 °C como mínima en el mes de diciembre y 38,2 °C como máxima en el mes de diciembre también, el incremento y la fluctuación de las temperaturas tuvieron efecto en el crecimiento y calidad del cultivo.

En correlación de los objetivos de la presente investigación, el cual fue desglosado en los objetivos específicos los que fueron respondidos por las variables de respuesta, los cuales generaron las siguientes conclusiones:

Para las variables agronómicas: En cuanto a la primera variable "largo de peciolo", no existió incidencia diferenciada en la gradiente "Térmica", se logró observar en la "Frecuencia de aplicación de fertilizante foliar", no se obtuvo significancia en los promedios obtenidos por los tratamientos. De la Variable "Largo de hojas" en el análisis de la "Frecuencia de aplicación de fertilizante foliar" mostro no significancia en los promedios alcanzados por la variable, lo que describe es una similitud en cuanto a los promedios de tratamientos. En la variable "Numero de hojas" se concluyó que el promedio superior es de 10,2 hojas perteneciente al tratamiento 3 "Frecuencia de aplicación cada 14 días, de manera. lo cual resalta las características de la aplicación de té de humus de lombriz.

Para las variables de rendimiento: para los promedios de la variable "Peso de materia fresca por planta se encuentra el promedio superior de 98,66 gramos perteneciente al tratamiento 3 "Frecuencia de aplicación cada 14 días, considerado como el mejor promedio. La variable "Porcentaje de materia seca" se presenta el promedio superior de 8,42 gramos perteneciente al tratamiento 3 "Frecuencia de aplicación cada 14 días considerado el de mayor contenido de materia seca. En la variable "Rendimiento en peso fresco" de los promedios se encuentra el promedio superior de 850,79 gramos y

752,54 gramos perteneciente al tratamiento 3 "Frecuencia de aplicación cada 14 días " y 2 "Frecuencia de aplicación cada 7 días

Para las variables económicas: En el análisis de costos parciales se puede evidenciar que el tratamiento con mayor costo total es el T2 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 7 días) con un costo total de producción de Bs542,0, seguida por el tratamiento T 3 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 14 días) con un costo total de producción de Bs502,9, finalmente el de menor costo de producción del tratamiento T1 (Sin aplicación de té de humus de lombriz) con costo total de Bs379,6, lo cual muestra q el que genera menos gastos para su producción es el tratamiento T 1 el cual no tuvo aplicación de té de humus de lombriz .logramos evidenciar que de las relaciones beneficios brutos costos totales de la producción de los tratamientos, de los cuales el tratamiento con mayor índice de relación es el T 3 (Con aplicación de té de humus de lombriz cada 14 días) con un valor de 0,25, de los cuales podemos determinar que ninguno genera beneficios y por tanto ninguno es rentable , a su vez el tratamiento que genera mayor pérdida es el tratamiento T 2, siendo que por cada Boliviano invertido en el tratamiento se pierde Bs0,79.

6. RECOMENDACIONES

De la presente investigación se recomienda lo siguiente:

- La fertilización foliar es una herramienta suplementaria de disponibilidad de nutrientes inmediata para planta o cultivo.
- Se exhorta a realizar mayores investigaciones sobre la temática de abonos foliares ,por lo cual se recomienda el empleo de la frecuencia de aplicación de te de humus de lombriz cada 14 días, dad a las bondades y beneficios atribuidos en las características agronómicas del cultivo.
- Se resalta la experiencia de aplicación y formulación del te de humus de lombriz, con la relación 1:1 disuelto en 4 litros de agua, a su vez evaluar la producción del cultivo de espinaca bajo la aplicación de abonos foliares en diferentes proporciones y frecuencia, tomando en cuenta el ciclo vegetativo
- De las alturas obtenidas se diferencian entre las aplicadas y las no aplicadas siendo que los mayores promedios se encuentran con la aplicación del te de humus en un porcentaje de 10 % medio
- La aplicación del suplemento de té de humus de lombriz atribuye características contraproducentes por el incremento de humedad

7. BIBLIOGRAFÍA

AGROALIMENTACIÓN., 2009. El cultivo de la espinaca. Disponible en: <http://www.abcagro.com/hortalizas/espinaca2.asp>

AGUILAR, A. 2016. Efecto de té de humus y biol como fertilizante foliar en el cultivo de col de bruselas (*brassica oleracea* var. *gemmifera*) en ambiente controlado en el centro experimental de cota cota Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. p. 91.

ALMAGUER L. Juan, REYES L. Vladimir, REYES H. Alfredo, VILLA P. Oniel, 2012. "Evaluación del efecto del humus líquido obtenido por tres métodos, en condiciones de maceta y de campo, utilizando maíz (*zea mays*.l.) y remolacha azucarera (*beta vulgaris*, l) respectivamente" revista científica DELOS. Desarrollo Local Sostenible Vol 5, Nº 15 Universidad de Sancti Spiritus. p. 35.

ALIAGNA, A. 2009. Influencia de dosis creciente de lixiviado de abonos mixtos microbianos y lixiviado humus de lombriz sobre algunas variables morfoagronómicas en el cultivo del tomate (*lycopersicum esculentum* mill). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Cuba. 16p.

BIOAGROTECSA, 2011. Insumos organicos, humus, lombricultura del agro ecuatoriano (en linea). Consultado 25 de septiembre 2012. Disponible en <http://www.bioagrotecsa.com.ec>.

BORREGO, M. 1995. Horticultura Herbácea Especial. Segunda Edición. Mundi Prensa. Madrid España. Pp. 255-258.

BELLAPART, C. 1996. Nueva Agricultura Biológica en Equilibrio con la Agricultura Química. Editorial Mundi Prensa. España. 298 p.

BRADLEY, G.A.; SISTRUNK, W.A. Y BAKER, E.C., 1975. Effect of plant spacing, nitrogen and cultivar on spinach (*Spinacia oleracea* L.) yield and quality. Journal of the American Society for Horticultural Science. 100 (1): 45-48.

CARTAGENA, Y. 2002. Abonos líquidos caseros para mejoramiento de rendimientos de plantas hortícolas. Argentina – Buenos Aires. 21 p.

CASCO, C. - Iglesias, M. 2005. Producción de biofertilizantes líquidos a base de lombricomposto consultado en 19 de junio de 2010 disponible en: ariaiglesias@ciudad.com.ar/microfca@universia.com.ar

CAPDEVILLA, J. 1981. Frutales y hortalizas. Erradicación de elementos hostiles. Biblioteca AEDOS. Barcelona. 213 – 215 pp.

CADENA, M. 2014. Efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de lixiviado de humus de lombriz y dos formas de aplicación en el cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L), bajo ambiente protegido. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. p. 75.

CHILON, E. 1997. Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAC. La Paz-Bolivia. Pp.170 a 185.

CORLAY Ch., Ferrera, C.R.;Etchevers, J.; Echegaray, A.A; Santizo, R. J. A.1999. Cinética de grupos microbianos en el proceso de producción de compostas y Vermicompostas, Agro ciencia p.33 - 375-380.

CAPISTRÁN, F., Aranda, D., Romero, J.C. 2004. Manual de Reciclaje, Compostaje, y Lombricompostaje. Instituto de ecología, A.C. Xalapa., Ver. México. p.155.

CALZADA, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Milagros S.A. Lima, Perú. p.645.

CYMMYT ,1998. Un manual metodológico de evaluación económica, Mexica D.F. p 79.

Canelas, L; Olivares, L; Osorio Kavay A.L; Faganja A.R. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation and lateral root emergence and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize root. Rio de Janeiro, BR. p.130.

DÁVILA, S. 2010. Efectos del Biol sobre dos cultivares de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) bajo manejo orgánico (en línea), Consultado el 6 de feb 2014 disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/investigacion/programa/hortalizas/Tesis/espinacanic.htm>

EROSKI. 2001. Espinaca, Guía de Hortalizas y verduras. (en línea), Consultado 6 de feb. de 2015, Disponible en: <http://www.consumer.es>

ESTRADA, J. 2003. Aplicación fraccionada de nitrógeno y análisis de crecimiento en dos variedades de espinaca. Tesis de Grado. UMSA Facultad de Agronomía. 82 p.

ESCOBAR, C. 2013. Usos potenciales del humus (abono organico lixiviado y solido) en la empresa fertilombriz Consultado el 8 de agosto de 2013. Disponible en <http://www.usospotencialesdelhumus.com> 37 p.

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

FLORES, J. 1999. Carpas solares, técnicas de construcción. Editorial Huellas. La Paz Bolivia. Pp.10-28.

FAHN, A. 1985. Anatomía Vegetal. Ed. Pirámide 28p.

FAO. 1990. Primer Seminario Nacional sobre Fertilidad de suelos y uso de fertilizantes en Bolivia. CIAT – IBTA. Santa Cruz – Bolivia. P. 35 – 38.

GALVAN, G. V. 1994. Unidad de Horticultura. Cultivos de hoja lechuga. Argentina. 26 pp.

GÓMEZ, H. 2004. Fertilización foliar. La tecnología agrícola del siglo XXI. Consultado el 6 feb 2013. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/44859107/Fertilizacion-Foliar-Febrero-2010-Libro>. p. 100

GONZÁLEZ, 2003, Forraje Verde Hidropónico. Fundación Produce Jalisco AC México, 25p.

GIACONI, V y ESCAFF, M. 1998. Cultivo de Hortalizas. 15a ed. Santiago. Editorial Universitaria. p. 336.

GOMERO, L. 1999. Manejo ecológico del suelo. Primera edición. Editorial Stefang SRL. Lima – Perú. P. 182-196

GONZALEZ, M.; DEL POZO, A.; COTRONEO, D. Y PERTIERRA, R. 2003. Días a floración en espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en diversas épocas de siembra: respuesta a la temperatura y al fotoperíodo. Agricultura Técnica (Chile). pp 331-337.

GARCÍA, P; LUCENA, J.; RUANO, S Y NOGALES, M. 2010. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos de España, Parte 1. p C1. 19-22; C5 37-39; C14 103-108.

GUZMAN, M. 1993. Construcción y manejo de invernaderos, Memorias. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. Pp. 3-7.

GUERRERO, A. 1993. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ed. Mundi Prensa, Madrid – España. Pp. 1-44.

GORINI, F. 1999. El cultivo de la espinaca. Zaragoza, ES. Acríbia. pp. 12 -14; 41-42; 51-53

GÓMEZ, H. 2004. Fertilización foliar. La tecnología agrícola del siglo XXI. Consultado el 6 feb 2013. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/44859107/Fertilizacion-Foliar-Febrero-2010-Libro>. p. 100

GUAPAS, M. 2013. Respuesta de la espinaca (*Spinacea oleracea*) a la fertilización foliar complementaria con tres biofermentos. Puembo, Pichincha. Quito, Ecuador. P.104

HARTMAM, F. 1990. Invernaderos y ambientes atemperados. FADES. La Paz – Bolivia. Pp. 9,38-90.

HERNANI, N.2013. Comportamiento agronómico de dos variedades de frutilla (*fragaria* sp.) con la aplicación de dos niveles de humus de lombríz y el bio-fertilizante (zumia-15) en ambiente protegido - cota cota - la paz. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. p. 109.

HUIZA, M.2015. evaluación de la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*hordeum vulgare*) y avena (*avena sativa*) bajo tres niveles de abonamiento con té de humus de lombriz. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. p. 85.

INFOAGRO. 2005. El cultivo de la espinaca. Consultado 26 de feb 2015. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/espinaca.htm>

INFOJARDÍN. 2002. Espinaca. Consultado el 6 de feb 2013. Disponible en <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/espinaca-espinacas-espinafre.htm>

INFOJARDIN. 2005. Beneficios de la Espinaca. Revisado el 04 de mar. 2014. Disponible en: [www.infojardin.com/espinaca.\(2006\)](http://www.infojardin.com/espinaca.(2006))

IGM, 2006. Atlas Digital de Bolivia – La Paz, (en línea). Consultado el 30 de noviembre de 2012. Disponible en: www.igmlapaz.com.

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

Labrador, J. 1996. La materia orgánica en los agro sistemas. Ediciones Mundi Prensa Madrid – España. P. 93 – 103.

Lampkin, N. 1998. Agricultura ecológica, una agricultura con futuro. Ediciones Mundi Prensa. Madrid – España. P. 5 – 7, 109 – 117, 233.

INIA-INDAP. Documento Interno. Estación Experimental Carillanca. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Temuco, Chile. N° 8. p 38.

LÓPEZ, M. 1994. Horticultura. Ediciones Trillar. México. Pp.118-128.

MONTES, M. 2004. Evaluación agronómica de cinco Cultivares de Lechuga (*Lactuca sativa*) en condiciones de invernadero. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés La Paz, Bolivia. p 49.

MAMANI, J. 2016. Evaluación del efecto de la fertirrigación en el rendimiento de tres variedades de espinaca (*spinacea oleracea* l.) en ambiente atemperado en el centro experimental cota cota Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. p. 116.

MAROTO, J. V. 1990. Elementos de Horticultura General. 1ra. Edición Editorial Mundi Prensa. Madrid, España. 568 p.

MAROTO, J.V. 1995. Horticultura Herbácea Especial. Cuarta edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. pp 216-224.

MIRANDA, S. 1998. Organización de cormófitos. Histología vegetal. Raíz. Tallo. Hoja. Criptógamas vasculares. Esperrmatofitos. Gimnospermas. División magnoliophyta. Salamanca. (en línea). Consultado el 28 de noviembre de 2012 disponible en: http://html.rincondelvago.com/botánica_2.html

MURRILLO, R.; Piedra, G.; León R. 2013. Absorción de nutrientes a través de la hoja. Costa Rica. Vol. 27. pp 236 – 244 www.revistas.una.ac.cr/uniciencia.

NICOLA, MC., 2002. Cultivo hidropónico da alface utilizando soluções nutritivas Orgánicas Pelotas: Universidad de Pelotas / Facultad de Agronomía Eliseu Maciel, p. 62 Brasil.

OCHOA, R., 2009. Diseños experimentales. La Paz, Bolivia: Vázquez. pp. 155-176.

OREGON STATE UNIVERSITY (OSU). 2003. Spinach, Spinacia oleracea. (On Line). <<http://osu.orst.edu/Dept/NWREC/spinach.html>> (10 ene. 2004).

ORTUÑO, N. (s/f). Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (*Lactuca sativa* var. Crespa) en hidroponía. Cochabamba, Bolivia. 12 pp.

PIHAN, R. Y GUERRERO, J. 1989. Curso de hortalizas. Tercera parte. Convenio

PORCO, F. Y TERRAZAS, J. 2009. Horticultura aplicaciones prácticas. Hortalizas de hoja. La Paz, Bolivia. pp. 79-81.

PIDR (PROGRAMA INTEGRAL DE DESARROLLO RURAL). 2014. Componente de Agricultura Familiar Periurbana y de Traspatio. Carta tecnológica. Chapingo, Mexico. pp. 1-2

PACHECO, G. A. 2007. Mejorador de suelos y complemento de la fertilización México 2pp.

PÉREZ, G. F. Y MARTINEZ – LABORDE, J.B. 1994. Introducción a la fisiología vegetal, ediciones mundi-prensa, Madrid. 181pp.

PÉREZ, C. G. 2005. Evaluación del almácigo y trasplante de espinaca japonesa en cepellón de tierra con distintas dosis de estiércol en invernadero. Tesis de Grado. UMSA Facultad de Agronomía. 11 – 17 pp.

PERRIN, 1979. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Folleto informático; Nro 27 CIMMYT. México. P 54.

PORCO, F. Y TERRAZAS, J. 2009. Horticultura aplicaciones prácticas. Hortalizas de hoja. La Paz, Bolivia. pp. 79-81.

Quelali, M.A. 2000. Respuesta a 4 variedades de Gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) a la fertilidad química en la provincia Camacho del Departamento de La Paz. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. P. 41 – 43

ROCHA, J. 2014. Evaluación agronómica de dos variedades de espinaca (*Spinacea olerácea* L.) con dos abonos orgánicos en carpa solar, en Chicani - La Paz. Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. pp. 8-12.

RIVERA, N. 2015. Evaluación de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas con la técnica hidropónica de flujo laminar de nutrientes (NFT) en el centro experimental de Cota Cota - La Paz. Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. pp. 29; 36.

RESH, H. M., 2005. Cultivos hidropónicos. 5ta Edición. Editorial Mundi — Prensa. Madrid —España.

RODRIGUEZ, F., 1989. Fertilizantes-Nutrición vegetal. De AGT Editor, S:A:, México D.F., pp 123-125.

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

Ruiz, T. 1993. Manual de horticultura. Facultad de agronomía. UMSA. La Paz Bolivia. pp. 12-41.

RAMIRÉZ, F. 2010. Fertilización Foliar. Consultado 6 feb. 2013. Disponible en: http://www.agrobanco.com.pe/FERTILIZACION_FOLIAR.pdf

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

SANTAFEAGRO. 2011., Perfil del mercado de la espinaca. Visito 12 feb. 2014, Disponible en: <http://www.santafeagro.net>.

SANTAFEAGRO. 2001. Perfil del mercado de la espinaca. Consultado 6 feb 2013. Disponible en: <http://www.santafeagro.net>

SÁNCHEZ, C.R. 2004. Hidroponía Paso a Paso- Cultivo sin tierra. Ed. Ripalme. Lima. PE. p.

SÁNCHEZ, C. 2003. Abonos orgánicos y lombricultura. Ediciones Ripalme. 135 p

SENAMHI, 2015. Boletín Climatología, La Paz – Bolivia

TAMBILLO, N. 2002. Estudio Comparativo de Diferentes Niveles de Fertilizantes Foliare en el Cultivo de de la Cebada Forrajera (*Hordeum vulgare*) en el Altiplano Central. La Paz, Bolivia. 81 p.

TICONA, R. 2016. Evaluación de dos variedades de espinaca (*spinacea oleracea* l.) a diferentes densidades de trasplante en sistema hidroponico (nft), en el centro experimental de cota cota. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. p. 113.

TORRES, M. 1994. Horticultura. Trillas. México. P. 20 – 98.

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. 310 p.

VALADEZ, A. 1993. Producción de Hortalizas Editorial Limusa. S. A. p.127.

VALADEZ, A. 1996. Producción de Hortalizas. Editorial Limosa. S. A. Venezuela, Pp.127

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

VALADEZ, A. 1993. Producción de Hortalizas Editorial Limusa. S. A. 127 p.

VAN HAEFF, 1992. Horticultura. Manual para Educación Agropecuaria. Tercera reimpresión, Editorial Trillas México. pp 39-43.

VIGLIOLA, M. (1993). Manual de horticultura. Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina. 223 p.

VILLALBA, J. C. (s/f). Lombricultura estudiante de agronomía de la cede de Universidad Nacional de Caaguazu - Facultad Ciencias de producción disponible en: <http://www.monografias.com/trabajo83/lalombriculturahtml>.

VENEGAS, V. 2011. Fertilización Foliar Complementaria para nutrición y sanidad en producción de papas. Consultado el 6 feb 2013. Disponible en: <http://www.conpapa.org.mx/portal/pdf/EVENTO/Modulo%203%20Nutricion/Fertilizacion.pdf>

WANAMEY, L., 2003. Plantas medicinales, propiedades, usos medicinales. Consultado el 6 de feb. 2015. Disponible en <http://www.wanamey.org/plantas-medicinales-2/propiedadesplantas-medicinales-usos.htm>

ZINK, F. 1965. Growth and nutrient absorption in spring spinach. Proceedings American Society For Horticultural Science. pp 87: 381-386.

ZABALA, L. Y OJEDA, L. 1988 y1980. Fitotecnia Especial, Tomo II. Pueblo y Educación la Habana. p.58.

ANEXOS

CUADROS DEL ANEXO

Cuadro 1. Composición nutricional de la espinaca (contenido de nutrientes por 100 g de producto). López (1994)

Elementos	Cantidad	Elementos	Cantidad
Proteína	3,77 g	Vitamina C	59 mg
Lípidos	0,65 g	Ca	81 mg
Glúcidos	3,59 g	P	55 mg
Vitamina A	9,42 ui	Fe	3,1 mg
Vitamina B1	110 mcg	Valor Energético	26 cal
Vitamina B2	200 mcg		

Cuadro 2. Requerimiento nutricional del cultivo de la espinaca para un rendimiento de 15 t/ha, Recopilación diferentes autores

Nutriente	Según INFOJARDIN (2005)	Según Marulanda (2003)	Según Serrano (1976)	Según Chilon (1996)	Según Domínguez (1996)
Kg/ha de N	70-100	250	75	95	180
Kg/ha de P ₂ O ₅	40-60	50	30	35	90
Kg/ha de K ₂ O	100-150	200	100	100	150

Cuadro 3. Rendimiento y densidad de siembra del cultivo de la espinaca, Serrano (1976).

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

Cuadro 4. Datos de temperaturas máximas y mínimas durante el experimento

Meses	Mínima mensual	Máxima mensual	Media mensual
Diciembre	9,6	23,9	38,2
Enero	10,3	23,5	36,7

Cuadro 5. Datos de las variables de respuesta

Cuadro 5.1 Datos de la variable número de hojas

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
T1 Frecuencia 0	8,4	6,7	9,4
T2 Frecuencia 7días	8,1	8,1	9,9
T3 Frecuencia 15 días	8,8	8,6	11,2
Promedio	8,4	7,8	10,2

Cuadro 5.2 Datos de la variable largo de peciolo

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
T1 Frecuencia 0	9,4	10,4	12,2
T2 Frecuencia 7días	8,9	11,3	8,5
T3 Frecuencia 15 días	11,1	12,7	12,8
Promedio	10,7	10,7	10,7

Cuadro 5.3 Datos de la variable largo de hoja

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
T1 Frecuencia 0	11,9	12,3	9
T2 Frecuencia 7días	10,6	11,2	10,8
T3 Frecuencia 15 días	12,3	13,5	14,6
Promedio	11,6	12,3	11,5

Cuadro 5.4 Datos de la variable peso fresca planta completa

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
T1 Frecuencia 0	88,90	96,10	85,60
T2 Frecuencia 7días	69,00	74,50	74,70
T3 Frecuencia 15 días	75,60	112,00	98,40
Promedio	77,83	94,20	86,23

Cuadro 5.5 Datos de la variable peso seca planta completa

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
T1 Frecuencia 0	5,87	7,98	6,16
T2 Frecuencia 7días	5,66	5,81	4,41
T3 Frecuencia 15 días	7,18	10,30	7,79
Promedio	6,67	6,67	6,67

Cuadro 5.6 Datos de la variable rendimiento

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
T1 Frecuencia 0	640,83	600,51	603,05
T2 Frecuencia 7días	674,77	820,59	762,25
T3 Frecuencia 15 días	799,75	932,96	819,67
Promedio	705,12	784,69	728,32

Cuadro 6. Costos de producción de tratamientos sin aplicación

TRATAMIENTOS CON APLICACIÓN sin aplicación					
A	COSTOS FIJOS				
I	Insumos	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	semilla de espinaca (Variedad Viroflay)	onza	0,330	15	5,0
2	humus de lombriz	Kilogramos	0,000	10	0,0
3	agua	m3	0,400	1,78	0,7
4	análisis del te	unidad	0,000	50	0,0
5	análisis de suelo	unidad	1,000	50	50,0
6	análisis de agua	unidad	1,000	25	25,0
	subtotal				80,7
II	Material de trabajo				
1	herramientas agrícolas	unidad	1,5	10	15,0
2	cinta de agua	m	60	0,1	6,0
	malla semi sombra	m	14	2,625	36,8
7	empleo de la carpa	m2	8,3	8,4	69,7
III	subtotal				127,5
1	Material de gabinete				
2	tablero de campo	unidad	1	3	8,0
3	impresiones	hojas	50	0,3	15,0
4	hojas bond	paquete	1	15	15,0
	subtotal				38,0
IV	Mano de obra				
1	siembra	jornal	0,5	20	10,0
3	labores culturales	jornal	6	15	90,0
4	cosecha	jornal	1	20	20,0
5	actividades de invernadero	jornal	1	20	20,0
	subtotal				140,0
V	Actividades de investigación				
1	preparación del te	jornal	0	25	0,0
2	aplicación del te	jornal	0	15	0,0
3	toma de datos	jornal	1	10	10,0
	subtotal				10,0
VI	gastos imprevistos 10%		396,1	435,7452	
	subtotal				
				Total	435,7

Cuadro 7. Costos de producción de tratamientos con frecuencia de aplicación de 7 días

TRATAMIENTOS CON APLICACIÓN de t con frecuencia de 7 días					
A COSTOS FIJOS					
I	Insumos	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	semilla de espinaca (Variedad Viroflay)	onza	0,330	15	5,0
2	humus de lombriz	Kilogramos	10,000	10	100,0
3	agua	m3	0,450	1,78	0,8
4	analisis del te	unidad	1,000	50	50,0
5	analisis de suelo	unidad	1,000	50	50,0
6	analisis de agua	unidad	1,000	25	25,0
	subtotal				230,8
II Material de trabajo					
1	herramientas agricolas	unidad	1,5	10	15,0
2	cinta de agua	m	60	0,1	6,0
	mallas semisombra	m	14	2,625	36,8
7	empleo de la carpa	m2	8,3	8,4	69,7
	subtotal				127,5
III Material de gabinete					
1	tablero de campo	unidad	1	3	8,0
3	impresiones	hojas	50	0,3	15,0
4	hojas bond	paquete	1	15	15,0
	subtotal				38,0
IV Mano de obra					
1	siembra	jornal	0,5	20	10,0
3	labores culturales	jornal	6	15	90,0
4	cosecha	jornal	1	20	20,0
5	actividades de invernadero	jornal	1	20	20,0
	subtotal				140,0
V Actividades de investigacion					
1	preparacion del te	jornal	0,5	25	12,5
2	aplicación del te	jornal	1	15	15,0
3	toma de datos	jornal	1	10	10,0
	subtotal				37,5
VI gastos imprevistos 10%					
	subtotal		573,7	631,0931	
				Total	631,1


Cuadro 8. Costos de producción de tratamientos con frecuencia de aplicación de 14 días

TRATAMIENTOS CON APLICACIÓN de t con frecuencia de 14 días					
A COSTOS FIJOS					
I	Insumos	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	semilla de espinaca (Variedad Viroflay)	onza	0,330	15	5,0
2	humus de lombriz	Kilogramos	6,000	10	60,0
3	agua	m3	0,450	1,78	0,8
4	analisis del te	unidad	1,000	50	50,0
5	analisis de suelo	unidad	1,000	50	50,0
6	analisis de agua	unidad	1,000	25	25,0
	subtotal				190,8
II	Material de trabajo				
1	herramientas agricolas	unidad	1,5	10	15,0
2	cinta de agua	m	60	0,1	6,0
	mallla semisombra	m	14	2,625	36,8
7	empleo de la carpa	m2	8,3	8,4	69,7
III	subtotal				127,5
1	Material de gabinete				
2	tablero de campo	unidad	1	3	8,0
3	impresiones	hojas	50	0,3	15,0
4	hojas bond	paquete	1	15	15,0
	subtotal				38,0
IV	Mano de obra				
1	siembra	jornal	0,5	20	10,0
3	labores culturales	jornal	6	15	90,0
4	cosecha	jornal	1	20	20,0
5	actividades de invernadero	jornal	1	20	20,0
	subtotal				140,0
V	Actividades de invetigacion				
1	preparacion del te	jornal	0,5	25	12,5
2	aplicación del te	jornal	0,5	15	7,5
3	toma de datos	jornal	1	10	10,0
	subtotal				30,0
VI	gastos imprevistos 10%		526,2	578,8431	
	subtotal				
				Total	578,8

FIGURAS DEL ANEXO

Figura 1. Análisis de Suelo

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S03/16

Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYO EN SUELOS S 03/16

Cliente: Solicitante: Dirección del cliente: Procedencia de la muestra:	FACULTAD DE AGRONOMÍA Univ. Joel Moises Mamani Huanca C/30 de Cota Cota - Campus universitario La Paz Provincia: Murillo Departamento: La Paz Carpas agrícolas - Cota Cota
Punto de muestreo: Responsable del muestreo: Fecha de muestreo: Hora de muestreo: Fecha de recepción de la muestra: Fecha de ejecución del ensayo: Caracterización de la muestra: Tipo de muestra: Envase: Código LCA: Código original de muestra:	Univ. Joel Moises Mamani Huanca 10 de febrero de 2016 10:30 10 de febrero de 2016 Del 10 al 22 de febrero, 2016 Suelo Simple Bolsa plástica 3 - 1 M1 -CECC-00

Resultado de Análisis


Parámetro	Método	Unidad	Limite de determinación	M1 -CECC-00 3 - 1
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,0
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	1026
Acidez intercambiable	ISRIC 11	cmolc/kg	0,050	< 0,050
Sodio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,00083	0,27
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,24
Calcio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,016	12
Magnesio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,00083	4,5
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	58
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,28
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	31
Limo	DIN 18 123	%	1,1	43
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	26
Clase textural	DIN 18 123			Franco

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

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

La Paz, marzo 21 de 2016

CC: Archivo
JChfca



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

Figura 2. Análisis de Agua previo al experimento

Universidad Mayor de San Andrés
 Facultad de Ciencias Puras y Naturales
 Instituto de Ecología
 Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: A 75/15

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS A75/15

Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA
Solicitante:	Sr. Rivera Arredondo Nano Martin
Dirección del cliente:	Calle 16 de julio # 214, Zona Kupini
Procedencia de la muestra:	Centro Experimental de Cota Cota
	Provincia: Murillo
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Grifo de Carpa de Horticultura - Fac. Agronomía
Responsable del muestreo:	Sr. Rivera Arredondo Nano Martin
Fecha de muestreo:	10 de junio de 2015
Hora de muestreo:	10:15
Fecha de recepción de la muestra:	10 de junio de 2015
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 10 al 26 de junio, 2015
Caracterización de la muestra:	agua de grifo
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Btella Pett
Código LCA:	75 -1
Código original :	A -1

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	A -1 75 -1
pH	EPA 150.1		1 - 14	8,3
Conductividad eléctrica	EPA 120.1	µS/cm	1,0	88
Cloruros	SM-4500-Cl-B	mg Cl/l	0,020	1,1
Sulfatos	SM 4500-SO4=E	mg/l	1,0	16
Sodio	EPA 273.1	mg/l	0,019	2,7
Potasio	EPA 258.1	mg/l	0,21	0,65
Calcio	EPA 215.1	mg/l	0,32	11
Magnesio	EPA 242.1	mg/l	0,18	2,5
Dureza total	SM 2340 - B	mg CaCO ₃ /l	2,0	38
Fósforo total	EPA 365.2	P-PO ₄ [~] mg/l	0,010	< 0,010
Nitrógeno total	EPA 351.1	mg/l	0,30	< 0,30

SM = Standard Methods (For the Examination of Water and Wastewater)
 EPA= Environmental Protection Agency (Sampling and Analysis Methods)

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

La Paz, julio 14 de 2015



Jaime Chincheros Paniagua
 Ing. Jaime Chincheros Paniagua
 Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



c.c.: Arch:
 JCH/LCA

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

Figura 6. Análisis físico químico del te de humus de lombriz



IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FÍSICO-QUIMICO DE ABONOS

INTERESADO : *ROXANA MAMANI ALLAGA*

PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia MURILLO. COTA COTA
ESTACION EXPERIMENTAL COTA COTA

N° SOLICITUD: *127B / 2014*

FECHA DE RECEPCION : *25 / Abril / 2014*

FECHA DE ENTREGA : *28 / Mayo / 2014*

N° Factura : *7446 / 14*

PRODUCTO : *HUMUS DE LOMBRIZ*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
224-01 /2014	Nitrógeno	2,22	% N	Kjeldahl
224-02 /2014	Fósforo	0,40	% P	Espectrofotometria UV-Visible
224-03 /2014	Potasio	0,59	% K	Emisión atómica
224-04 /2014	Carbono orgánico	8,97	%	Walkley Black
224-05 /2014	pH (1 : 10)	7,92	-	Potenciometria
224-06 /2014	Coductividad eléctrica	1,32	mS / cm	Potenciometria
224-07 /2014	Materia orgánica	17,94	%	Walkley Black
224-08 /2014	Humedad	38,59	%	Gravimetria
224-09 /2014	Materia seca	61,41	%	Gravimetria

OBSERVACIONES.- *Resultados en base seca.*





RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905 , Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - Bolivia Casilla 4821 , Telf.-2800095 CIN-Viacha , E-mail: ibten@entelnet.bo * Página Web: www.ibten.gob.bo

Figura 6. Fotografías del anexo

