

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



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE TE 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**

ANA MARIA AGUILAR SUXO

LA PAZ - BOLIVIA

2016

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFFECTO DE TE 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 de grado
Presentado como requisito
para optar el título de
Ingeniero Agrónomo*

ANA MARIA AGUILAR SUXO

Asesor (es):

Ing. Agr. Freddy Carlos Mena Herrera

Ing. Agr. Marcelo Tarqui Delgado

Ing. Agr. Juan Cesar CallisayaCatari

Tribunal Examinador

Ing. Agr. Freddy Porco Chiri

Ing. Agr. Willams Alex Murillo Oporto

Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador:

LA PAZ - BOLIVIA

2016

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo cariño y gratitud a los seres que más quiero en esta vida; a mis padres Edwin Aguilar e Irma Suxo, a mi querida hermanita Edith Carolina, porque gracias a su cariño, guía, fortaleza y apoyo constante, he podido finalizar una de las metas propuestas en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida por el cuidado que me brinda día a día

Agradecer a la prestigiosa Universidad Mayor de San Andrés por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Agradecer también al Centro Experimental de Cota cota por hacer posible se lleve a cabo el presente trabajo. De la misma forma al Ing. Willams Murillo por su guía y amistad incondicional.

A los asesores; Ing. Marcelo Tarqui Delgado, Ing. Freddy Carlos Mena, Ing. Juan Cesar Calisaya Catarí, un sincero agradecimiento por su orientación, seguimiento y colaboración en el desarrollo del trabajo de investigación.

A mis papas Edwin Aguilar e Irma Suxo por el inmenso cariño y apoyo, haciendo posible la realización de mi formación profesional.

A mi hermana Carolina Aguilar por sus palabras de aliento, a mis auelos, tíos y primos por su confianza depositada en mi persona.

Un agradecimiento especial a mi amigo y querido compañero Danilo Villanueva por su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento y la fortaleza para seguir adelante.

Mis agradecimientos a mis compañeros y amigos que Dios me dio la dicha de conocer por los momentos compartidos y su apoyo.

Ana María Aguilar Suxo

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2. OBJETIVO ESPECIFICO	2
3. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
3.1. AMBIENTE CONTROLADO.....	3
3.1.1. <i>Importancia del ambiente controlado</i>	3
3.1.2. <i>Longitud de la carpa solar</i>	4
3.1.3. <i>Temperatura de carpa solar</i>	4
3.1.4. <i>Humedad relativa</i>	4
3.1.5. <i>Ventilación</i>	4
3.1.6. <i>Riego por goteo</i>	5
3.2. COL DE BRUSELAS	5
3.2.1. <i>Origen de importancia</i>	5
3.2.2. <i>Clasificación taxonómica</i>	6
3.2.3. <i>Descripción botánica</i>	6
3.2.3.1. Tallo	7
3.2.3.2. Hoja.....	7
3.2.3.3. Yemas axilares	7
3.2.3.4. Pellas o cogollos	7
3.2.3.5. Flor.....	8
3.2.3.6. Fruto	8
3.2.3.7. Semilla.....	8
3.2.4. <i>Condiciones y requerimientos</i>	9
3.2.4.1. Suelo.....	9
3.2.4.2. pH del suelo	9
3.2.4.3. Fertilización	9
3.2.4.3.1. Nitrógeno	9
3.2.4.3.2. Fosforo	10
3.2.4.3.3. Potasio	10
3.2.4.4. Clima y temperatura	10
3.2.4.5. Riego	10
3.2.5. <i>Labores culturales</i>	11
3.2.5.1. Preparación del suelo	11
3.2.5.2. Siembra	11
3.2.5.3. Trasplante y densidad.....	11

3.2.5.4. Escarda	12
3.2.5.5. Poda de hojas	12
3.2.5.6. Cosecha	13
3.2.5.7. Rendimiento.....	13
3.2.5.7.1.Rendimiento a campo abierto	13
3.2.5.7.2.Rendimiento en ambiente controlado	13
3.2.6. <i>Valor nutritivo de la Col de Bruselas</i>	13
3.2.7. <i>Beneficios nutritivos de la col de Bruselas</i>	14
3.3. FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS	15
3.3.1. <i>Beneficios de los abonos líquidos</i>	16
3.3.2. <i>Parámetros de calidad de un biofertilizante</i>	16
3.3.2.1. Olor	16
3.3.2.2. Color	16
3.3.3. <i>Factores que afectan la absorción foliar.</i>	16
3.3.3.1. Temperatura.....	16
3.3.3.2. Humedad relativa	17
3.3.3.3. Edad de la hoja	17
3.3.3.4. Luz	17
3.3.4. <i>Aspectos a tomar en cuenta en la aplicación foliar</i>	17
3.3.4.1. Momento de aplicación.....	17
3.3.4.2. Tamaño de gota	18
3.3.4.3. 3.2.4.5. Volumen de la solución	18
3.3.5. <i>Absorción de nutrientes mediante las hojas</i>	18
3.4. EL BIOL	19
3.4.1. <i>Uso del biol</i>	20
3.4.2. <i>Formación del Biol</i>	20
3.4.3. <i>Proceso de fermentación del Biol</i>	20
3.4.4. <i>Concentraciones del biol</i>	22
3.4.5. <i>Aplicaciones foliares con Biol</i>	22
3.5. TE DE HUMUS DE LOMBRIZ.....	23
3.5.1. <i>Características del té de humus de lombriz</i>	24
3.5.2. <i>Propiedades del humus de lombriz</i>	24
3.5.2.1. Propiedades físicas.....	24
3.5.2.2. Propiedades químicas	25
3.5.2.3. Propiedades biológicas	25
3.5.2.4. Propiedades nutricionales.....	26
3.5.3. <i>Acción del té de humus como abono foliar</i>	26
4. MATERIALES Y METODOS	27
4.1. LOCALIZACION	27
4.1.1. <i>Ubicación geográfica</i>	27

4.1.2.	<i>Características climáticas</i>	28
4.1.3.	<i>Características de la carpa solar</i>	29
4.1.4.	<i>Suelo de la carpa solar</i>	29
4.1.5.	<i>Vegetación y pecuaria</i>	29
4.2.	MATERIALES	30
4.2.1.	<i>Material vegetal</i>	30
4.2.2.	<i>Abonos orgánicos foliares</i>	30
4.2.3.	<i>Material de campo</i>	30
4.2.4.	<i>Material de gabinete</i>	31
4.3.	METODOLOGIA	31
4.3.1.	<i>Diseño experimental</i>	31
4.3.1.1.	Descripción de los factores.....	31
4.3.1.2.	Descripción de los tratamientos	32
4.3.2.	<i>Modelo lineal aditivo</i>	33
4.3.3.	<i>Croquis experimental</i>	34
4.3.4.	<i>Características del área experimental</i>	35
4.3.5.	<i>Metodología de campo</i>	36
4.3.5.1.	Abonos orgánicos foliares	36
4.3.5.1.1.	Te de humus de lombriz	36
4.3.5.1.2.	Biol	37
4.3.5.2.	Preparación del terreno	37
4.3.5.3.	Demarcación de las unidades experimentales	37
4.3.5.4.	Instalación de las cintas de riego	37
4.3.5.5.	Siembra	37
4.3.5.6.	Refalle.....	38
4.3.5.7.	Aplicación de fertilizantes foliares.....	38
4.3.5.8.	Riego	38
4.3.5.9.	Aporque y control de malezas	38
4.3.5.10.	Control fitosanitario	39
4.3.5.11.	Deshojado	39
4.3.5.12.	Cosecha.....	39
4.3.6.	<i>Variables de respuesta</i>	39
4.3.6.1.	Características físico-químicas de los abonos foliares	39
a.	Características del té humus.....	39
b.	Características del biol	40
4.3.6.2.	Variables del comportamiento agronómico.....	40
a.	Porcentaje de germinación	40
b.	Altura de planta	40
c.	Diámetro de tallo	40
d.	Numero de cogollos por planta.....	40
e.	Diámetro de cogollos	40

4.3.6.3. Variables para rendimiento	41
a. Peso de cogollos por planta.....	41
b. Peso del total de cogollos por m ²	41
4.3.6.4. Análisis económico.....	41
a. Ingreso bruto (IB):	41
b. Ingreso Neto (IN):	41
c. Relación beneficio costo (RBC):.....	41
d. Rentabilidad a la Inversión (RI):.....	42
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	42
5.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS ABONOS FOLIARES	42
5.1.1. <i>Características del té humus</i>	42
5.1.2. <i>Características del biol</i>	43
5.2. VARIABLES AGRONÓMICAS.....	43
5.2.1. <i>Porcentaje de germinación</i>	43
5.2.2. <i>Altura de planta</i>	44
5.2.3. <i>Diámetro de tallo</i>	47
5.2.4. <i>Diámetro de cogollos</i>	50
5.3. VARIABLES DE RENDIMIENTO	53
5.3.1. <i>Peso por planta</i>	53
5.3.2. <i>Rendimiento</i>	55
5.4. ANÁLISIS ECONÓMICO	58
6. CONCLUSIONES	58
7. RECOMENDACIONES.....	60
8. BIBLIOGRAFIA.....	61
9. ANEXOS.....	68

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Relación de rendimientos y nutrientes absorbidos por hortalizas.	10
Cuadro 2.Composición química de la parte comestible (100 g).....	14
Cuadro 3.Descripción de tratamientos.....	32
Cuadro 4.Composición del té de humus.....	42
Cuadro 5.Composición del biol.....	43
Cuadro 6. Análisis de varianza para Altura de planta	45
Cuadro 7. Prueba Duncan de dosis de aplicación.	45
Cuadro 8. Análisis de varianza del diámetro tallo	47
Cuadro 9. Prueba DUNCAN para dosis de aplicación.....	48
Cuadro 10. Análisis de varianza diámetro de cogollos.....	50
Cuadro 11. Prueba de medias DUNCAN para dosis de aplicación.	51
Cuadro 12. Análisis de varianza del peso por planta.....	52
Cuadro 13. Prueba de medias DUNCAN dosis de aplicación.....	53
Cuadro 14. Análisis de varianza rendimiento	55
Cuadro 15. Prueba de medias Duncan para el rendimiento	55
Cuadro 16. Analisis economico	57
Cuadro 17. Composición mineral de la parte comestible (mg).	67
Cuadro 18. Poder alimenticio en comparación a otras hortalizas	67
Cuadro 19.Cantidad utilizada de té de humus	68
Cuadro 20. Primera aplicación de Biol.	69
Cuadro 21. Segunda aplicación de Biol.	69
Cuadro 22. Tercera aplicación de Biol.....	69
Cuadro 23. Cuarta aplicación de Biol.	69
Cuadro 24. Quinta aplicación de Biol.	69
Cuadro 25. Sexta aplicación de Biol.....	70
Cuadro 26. Frecuencia de aplicación.	70

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica	27
Figura 2. Temperatura dentro la carpa solar durante el ciclo del cultivo..	28
Figura 3. Croquis experimental.....	34
Figura 4. Porcentaje de germinación.....	44
Figura 5. Altura de planta	46
Figura 6. Diámetro de tallo dosis de aplicación	48
Figura 7. Tipo de fertilizante.....	49
Figura 8. Diámetro de cogollos.....	51
Figura 9. Peso por planta.....	53
Figura 10. Rendimiento de peso por tratamiento	56
Figura 11. Rendimiento.....	57
Figura 12. Costo total.....	57
Figura 13. Ingreso bruto	57
Figura 14. Beneficio neto.....	57
Figura 15. Beneficio costo.....	57
Figura 16. Rentabilidad de inversión.....	57

RESUMEN

Las hortalizas, constituyen uno de los alimentos de mayor importancia para el consumo del ser humano, debido a su valor nutritivo. Las coles de Bruselas (*Brassica oleracea var. gemmifera*), se diferencian de otras especies por presentar pequeños repollitos que se forman a lo largo del tronco de la planta, esta hortaliza es poco difundida en el mercado nacional.

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 a demostrado ser muy útiles para la corrección de deficiencias de micronutrientes, los cuales son requeridos en pequeñas cantidades para los requerimientos de los cultivos.

En la presente investigación se busca obtener una concentración adecuada de Biol y te de humus de lombriz, en la producción de Col de Bruselas, con el objetivo de mejorar la calidad y el rendimiento del producto. Además, como una alternativa que ayude a minimizar el uso de fertilizantes químicos y optar por un producto accesible y de bajo costo, dando así la propuesta de adquirir productos naturales y orgánicos.

Por ello se propone en el trabajo para el desarrollo productivo agrícola el cultivo que tiene muy baja producción, de manera organica con la fertilización foliar de manera organica, ya que estos fertilizantes seleccionados cumplen un rol importante por su contenido de nutrientes, un costo bajo en su uso y la capacidad de controlar factores biológicos. El objetivo del trabajo es evaluar el 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.

Para ver los efectos de los fertilizantes sobre el cultivo se evaluaron los siguientes parámetros: altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de cogollos, peso de cogollos por planta, peso de cogollos por m², y el análisis económico.

La investigación fue realizada sobre el cultivo de col de Bruselas, al cual se le aplicaron cuatro concentraciones de aplicación que fueron al 0%, 25%, 50% y al 75% con dos fertilizantes foliares que fueron el té de humus y el biol. La primera aplicación fue realizada cuando la mayor parte de las plantas se encontraban a una altura de 15 cm con una frecuencia de aplicación de 20 días, en 6 aplicaciones durante todo el ciclo del cultivo, cortando esta aplicación faltando un mes para la cosecha.

Una vez evaluados los datos y el análisis económico se determinaron que la mejor aplicación fue el tratamiento 2 y 6 con aplicación de té de humus y biol al 25% de concentración, presentaron los valores más altos de rendimiento que fueron de 792 g y 722 g en promedio. Pero para el desarrollo de órganos de la planta tuvo un mejor comportamiento la dosis 4 a una concentración del 75% en ambos fertilizantes foliares.

Por último, se recomienda la aplicación la aplicación de té de humus a una concentración del 25% ya que presento mayor rendimiento en cuanto al cultivo, la calidad del producto y el bajo costo que tiene su producción. En el beneficio costo del cultivo según el análisis estadístico la producción dl cultivo de col de Bruselas es rentable.

1. INTRODUCCION

En la actualidad la agricultura orgánica viene adquiriendo gran importancia a nivel mundial, por el bienestar de la población y el medio ambiente. Así una agricultura intensiva exige maximizar la producción, esto por la creciente demanda del consumidor.

Las hortalizas, constituyen uno de los alimentos de mayor importancia para el consumo del ser humano, debido a su valor nutritivo. Las coles de Bruselas (*Brassica oleracea var. gemmifera*), se diferencian de otras especies por presentar pequeños repollitos que se forman a lo largo del tronco de la planta, esta hortaliza es poco difundida en el mercado nacional.

La col de Bruselas desde un punto de vista nutricional se caracteriza por su elevado aporte de minerales (hierro, calcio, fosforo, potasio y magnesio) vitaminas (B1, B2, A y C), ya que afirman que esta hortaliza previene úlceras y artritis, diabetes, ayuda a disminuir el colesterol. Además de ser un cultivo de invierno, la cual sería una alternativa de producción, ya que como se sabe la mayoría de los cultivos se ve afectado por el invierno y por ende se evita tener algún cultivo en esta época del año.

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.

La aplicación de fertilizantes foliares y abonos orgánicos han reportado una buena producción agrícola y una mejora en las propiedades físicas del suelo, en estudios realizados se pudo ver que tanto el biol como el té de humus aceleran el y crecimiento y producción de hortalizas y frutas. A su vez realiza un control fitosanitario en las plantas.

El uso desmedido de agroquímicos sin control alguno, en la agricultura extensiva e intensiva en las regiones de nuestro país, está causando graves problemas de fertilidad a los suelos, como ser la erosión de los suelos, la aparición de plagas en los cultivos, pérdida de vegetación y pérdida de la fauna silvestre en zonas productoras, y más grave aún la contaminación toxica de los mismos alimentos que se produce, causando a mediano y largo plazo graves problemas de salud a los consumidores.

Una de las posibilidades para el desarrollo agrícola productivo, es el uso de fertilizantes foliares orgánicos como el biol y te de humus de lombriz, que actúan como bioestimulantes, mejorando el crecimiento y desarrollo de las plantas, estos abonos tienen la facilidad de ser preparados en forma natural y económica, lo cual es de gran beneficio para el productor.

En la presente investigación se busca obtener una concentración adecuada de Biol y te de humus de lombriz, en la producción de Col de Bruselas, con el objetivo de mejorar la calidad y el rendimiento del producto. Además, como una alternativa que ayude a minimizar el uso de fertilizantes químicos y optar por un producto accesible y de bajo costo, dando así la propuesta de adquirir productos naturales y orgánicos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el 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.

2.2. Objetivo específico

- Determinar la dosis óptima en la aplicación de abonamiento foliar te de humus y biol en el cultivo col de Bruselas.
- Evaluar el rendimiento del cultivo col de Bruselas en g/m².

- Evaluar las variables agronómicas del cultivo, con respecto al efecto de la fertilización foliar.
- Determinar el análisis económico del cultivo col de Bruselas con la aplicación de los fertilizantes foliares te de humus y biol.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. Ambiente controlado

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

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

En la carpa solar todos los nutrientes y el agua son aprovechados al máximo o de mejor manera (Serrano, 1985).

3.1.1. Importancia del ambiente controlado

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

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

Desde el punto de vista técnico productivo ayuda a prolongar la época de producción agrícola durante el año y combate las inclemencias climáticas (Hartmann, 1990).

3.1.2. Longitud de la carpa solar

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

3.1.3. Temperatura de carpa solar

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

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

3.1.4. Humedad relativa

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

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

3.1.5. Ventilación

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

- Para el abastecimiento de CO₂

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

3.1.6. Riego por goteo

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

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

3.2. Col de Bruselas

3.2.1. Origen e importancia

La col de Bruselas, también conocida como repollito es una variedad que se puede calificar como moderna de la *Brassica oleracea*; descripciones fiables de la misma solo aparecen a comienzos del siglo XIX. Aunque algunos autores ubican su origen en Italia parece ser que el cultivo de estos repollitos comenzó hace más de un siglo en el norte de Francia en Bélgica, cerca de Bruselas lo que explicaría su nombre vulgar. En la actualidad se cultivan en distintos países europeos, de forma particular en Holanda, Francia, Inglaterra fuera de Europa su cultivo se limita a extensiones pequeñas (Maldonado, 2009).

Maroto (1995), se trata de una planta procedente de Bélgica. Su utilización principal es en fresco, aunque también se industrializa. Estas derivan de la col de Milán la cual, al ser cortada la cabeza verdadera, desarrolla pequeñas pellas en las axilas de las hojas.

Ospina (1995), afirma que esta planta se cultiva en todos los climas, pero es más preferible sembrarlo en los valles. En el altiplano se lo puede realizar en condiciones artificiales (invernaderos). Puede aprovecharse esta planta como una alternativa económica, fomentando su cultivo y su consumo en la dieta diaria. Además de su aprovechamiento en la agroindustria.

3.2.2. Clasificación taxonómica

Según Rojas (2001), Col de Bruselas tiene la siguiente clasificación:

Sub división	Angiospermas
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Dilleniidae
Orden	Capparales
Familia	Brassicaceae
Genero	Brassica
Especie	Brassica oleraceae L.
Variedad	Gemmifera
Nombres comunes	Col de Bruselas Repollitos de Bruselas

3.2.3. Descripción botánica

Ospina (1995), La col de Bruselas (*Brassica oleracea L. var gemmifera*) es una hortaliza rustica bienal con una altura de planta promedio de 70 cm.

Maroto, et. Al. (1995), es una planta herbácea que desarrolla un tallo que puede medir entre 0,5 m a 1 m, con dos fases fenológicas bien diferenciados, la primera es la que se forma las pellas y la otra en la que se forma la flor hasta producir la semilla.

Sobrino (1994), citado por Maldonado (2009), indica que las hojas principales se desarrollan mientras la planta es joven, llegan a desprenderse después de haber formado los repollitos. Es una hortaliza que tiene bastante resistencia al frío.

3.2.3.1. Tallo

Menciona Ospina (1995), la col de Bruselas tiene el tallo erecto y vigoroso y grande sin ramificaciones laterales, que puede llegar a medir de 95 cm a 100 cm, sustentado por Gudiel (1997), quien afirma que es una planta de tallo erguido que alcanza alturas según la variedad entre 60 cm a 90 cm.

3.2.3.2. Hoja

Maroto (1995), afirma lo siguiente las primeras hojas tienen forma de escudo redondeados con uno o dos lóbulos redondos en la base. La planta adulta desarrolla un tallo largo que termina en un penacho de hojas en forma de rosetas. Las hojas laterales del tallo crecen mientras la planta es joven y desarrolla una forma peciolada más o menos redondeada y de superficie abombada y rugosa.

Al respecto Japón (1986), señala que el tallo de la col de Bruselas termina en una roseta de grandes hojas de color verde más o menos oscuro, dando la sensación de una pella o cogollo a medio formar.

3.2.3.3. Yemas axilares

Las yemas axilares, se presentan a lo largo del tallo, en la incisión de hojas con el tallo los que van a formar pequeños repollitos, que constituyen la parte más comestible de la planta. Ospina (1995).

3.2.3.4. Pellas o cogollos

Maroto (1995) menciona que las pellas son yemas foliáceas que a lo largo del ciclo vegetativo se hipertrofian formando unos cogollos o pellas laterales de tamaño pequeño, muy apretadas que constituye los órganos de aprovechamiento de esta hortaliza.

Campos (2004), indica que sobre el tallo de las axilas de las hojas nacen pequeñas diminutas y redondeadas pellas o cogollos denominados repollitos de Bruselas.

Mateo (1968), citado por Maldonado (2009), señala que la col de Bruselas ha desarrollado el tallo y de esta nacen pequeñas “pellas y cogollos” sobre las hojas de las axilas laterales. Estos cogollos semejan pequeños repollos más o menos esféricos.

3.2.3.5. Flor

Pérez (1980), indica que la col de Bruselas pertenece a la familia Crucíferas, presenta flores hermafroditas en forma de racimo presentan cuatro sépalos en forma de cruz de color blanco amarillento, con seis estambres, el estigma es ovario supero bicarpelar, produce de 20 a 30 semillas.

3.2.3.6. Fruto

Ospina (1995), describe al fruto de la col de Bruselas como largo en forma de círculo y dehiscente con dos valvas, corroborado por Maroto (1995), quien indica que el fruto de col de Bruselas es una silicua.

3.2.3.7. Semilla

Loayza (1981), menciona que la semilla de col de Bruselas tiene un poder germinativo de 4 años, corroborado por Ospina (1995), indica que las semillas son pequeñas y mediana de 0,5 mm a 0,6 mm de diámetro de color marrón.

Según Mateo (1968), citado por Campos (2004), las semillas son de tamaño muy pequeño, con colores que varían entre gris castaño y el rojo oscuro, dependiendo del tiempo que tenga la semilla y el cuidado que se le dio. La forma es esférica elipsoidal, suele haber de 200 – 350 semillas por gramo, sin embargo, dependen de factores como la abundancia de agua que hayan tenido durante su cultivo, del abono, enfermedades y del clima, temperatura media de 15 °C, las semillas

germinan rápidamente y nacen las plántulas a los 6 – 8 días de sembrados. La duración del poder germinativo de 3 a 4 años.

Las características mínimas son:

Pureza..... 98%

Poder germinativo..... 80%

3.2.4. Condiciones y requerimientos

3.2.4.1. Suelo

Maroto (1995), señala que se adapta a terrenos de textura media, que no sean excesivamente ricos en nitrógeno, puesto que induce un desarrollo foliar exagerado, en detrimento de los cogollos tanto en lo referente a su número como por el hecho de que aparecerán poco compactados. Por otra parte, Loayza (1981), explica las coles prefieren suelos arcillosos, frescos y profundos, sin problemas de drenaje.

3.2.4.2. pH del suelo

Valadez (1996), en cuanto a su pH, está clasificada como ligeramente o tolerante a la acidez, manifestando un rango de 5,5 a 6,8 y siendo el óptimo 6,2 a 6,5. En lo que se refiere a textura, se desarrolla se desarrolla bien en cualquier tipo desde arenosos hasta orgánicos.

3.2.4.3. Fertilización

Maroto (1976), señala que las extracciones medias de 1 ha de coles de Bruselas son 200 kg de N, 90 kg de P_2O_5 y 280 kg de K_2O . Otros expertos consultados, recomiendan el abonado orgánico de fondo.

3.2.4.3.1. Nitrógeno

Este nutriente debe ser provisto al cultivo en varias ocasiones debido a su gran movilidad y pérdidas por lixiviación. Normalmente se realiza una fertilización inicial

o de fondo y varias aplicaciones suplementarias. En general para la mayoría de las hortalizas es suficiente una dosis de 25 a 40 kg/ha de nitrógeno elemental (Kramarovsky, 1987).

3.2.4.3.2. Fosforo

El nivel de aprovechamiento del fosforo es mucho más afectado que el de otros nutrientes por los factores climáticos, edáficos y por las características radicales de la especie fertilizada. El fosforo es muy importante en el desarrollo de flores, frutos y semillas, acelerando la maduración y acortando el periodo de crecimiento, también influye en la calidad de las hortalizas, alargando el periodo de conservación y mejorando ciertas características de mercado, como el aspecto externo y el sabor de los productos (Gudiel, 1987).

3.2.4.3.3. Potasio

La absorción de potasio por las plantas hortícolas es de mayor que la de otros nutrientes. Para el potasio se determinó una respuesta diferencial clara de los cultivos de acuerdo con la fuente potásica que se aplique (Lalatta, 1992).

En el siguiente cuadro se muestra la relación de los niveles de requerimiento, absorción de nutrientes de las coles de Bruselas.

Cuadro 1. Relación de rendimientos y nutrientes absorbidos por hortalizas.

Especie	Rendimiento T/ha	Nutrientes absorbidos (Kg/ha)					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O ₅	CaO	MgO	S
Coles	25	250	100	315	270	30	21

Fuente: Maroto, (1995).

3.2.4.4. Clima y temperatura

Gudiel (1997), menciona la adaptación a un amplio rango climático, a no ser que se trate de climas muy cálidos como tropicales, es destacable su gran resistencia al frío. En forma general se desarrollan en clima templado y frío, con temperaturas entre 15 °C y 21 °C. Resiste muy bien las heladas.

3.2.4.5. Riego

Turchi (1987), citado por Maldonado (2009), la práctica del riego requiere un estudio cuidadoso de las exigencias de las plantas de la naturaleza del terreno. Para el cultivo de hortalizas, las aguas con más de 2% de sales son perjudiciales.

3.2.5. Labores culturales

3.2.5.1. Preparación del suelo

Maroto (1995), indica realizar una labor de arado varios meses antes de realizar la plantación de col de Bruselas, en las tierras que hayan soportado pastos. También es recomendable dar labores de arado discos en ambas direcciones antes de realizar las labores finas de arado. El terreno debe de estar bien removido y con una profundidad de labor no inferior a 25 cm. Debe hacerse con un mes de anticipación al trasplante.

3.2.5.2. Siembra

Maroto (1989), señala que la siembra a campo abierto suele realizarse entre junio y agosto en semilleros, o directamente sobre el terreno del cultivo en la mayor parte la siembra se inicia en el mes de julio. Cuando se siembra en semilleros se viene a gastar entre 2 g a 3 g de semilla por m² en tableros.

Maldonado (2009), indica que la siembra en ambientes controlados se reproduce por semillas, desde marzo hasta junio, se realiza en almacigueras preparando un sustrato con tierra de lugar, humus, estiércol, arena fina, ceniza, todos estos deberán ser desinfectados previamente a la siembra, esta es realizada en surcos con una profundidad de 2 mm a 3 mm.

3.2.5.3. Trasplante y densidad

Fersini (1979), indica que los trasplantes se harán cuando las plantas hayan alcanzado la cuarta o quinta hojita y una altura de 15 cm a 20 cm. Las plantas serán colocadas a una distancia de 40 cm a 50 cm una de la otra. Una vez recubiertas se apretará la tierra alrededor de los pies de la planta y se regará en abundancia.

Loayza (1981), citado por Campos (2004), sostiene que, durante el trasplante, las plántulas deben colocarse en el suelo procurando que las raíces no estén encorvadas y se apretara la tierra con las manos. Inmediatamente después del trasplante se debe de hacer el riego y a los 5 o 7 días se realiza el reemplazo de aquellas plántulas que no prendieron en el terreno definitivo.

Mateo (1968), citado por Maldonado (2009), señala que el momento oportuno depende de la variedad de la plántula no habrán de tener menos de 3 a 4 hojas en el semillero las plantas deben de ser intensas y ser robustas pues no es conveniente utilizar plantas ahiladas y muy altas, por ser menos vigorosas en general como término medio deberán tener de 15 cm a 18 cm de altura y tallos de un grosor no mayor de 4 mm a 5 mm de diámetro y lo que se consigue con plántulas de 6 semanas a 2 meses.

3.2.5.4. Escarda

Sobrino (1994), indica que esta labor debe de realizarse periódicamente, el efecto de la invasión de especies no deseables, se refleja en la calidad de los repollitos, resultando estos de textura suave y descolorida. Los métodos para realizar esta práctica pueden variar según la especie de maleza y el nivel de infestación pudiendo aplicarse herbicidas o manualmente. Pero lo recomendable es el control manual junto con un manejo ecológico.

Ramírez (1989), citado por Maldonado (2009), indica que las plántulas empiezan a crecer y se removerá la tierra ligeramente, luego se realizara el aporque y se continuarán los riegos frecuentes y algunos días más tarde se repondrán las

plantas que no arraigaron, se debe realizar las escardas cada 15 a 20 días para destruir las malezas o aporque de la tierra a la base de la col de Bruselas para asegurar buen desarrollo.

3.2.5.5. Poda de hojas

Ogden (1990), el deshojado se realiza con el fin de promover un desarrollo de los cogollos de la planta, que empieza en la parte inferior del tallo es cuando las hojas se ponen amarillas en ese momento debe hacerse el deshojado.

Las hojas llegan a desprenderse después de haberse formado los repollitos, la forma de producción es desde la base hacia una forma escalonada, y la poda será de la misma manera de manera ascendente juntamente al desarrollo de los cogollos, (Sobrino, 1994).

3.2.5.6. Cosecha

Gudiel (1997), menciona que en la cosecha de la col de Bruselas se va cortando de abajo hacia arriba conforme alcanzan el desarrollo deseado.

Ogden (1990), explica que la recolección de cogollos se efectúa escalonadamente se empieza de la parte basal del tallo donde los brotes son los primeros en brotar estas deben de ser compactas solidas alcanzando el tamaño de una nuez. La cosecha puede iniciarse entre 120 a 150 días después del trasplante.

3.2.5.7. Rendimiento

3.2.5.7.1. Rendimiento a campo abierto

Gudiel (1990), indica que el rendimiento de la col de Bruselas a campo abierto varia de 5000 a 15000 kg/ha y una planta vigorosa puede llegar a rendir 750 g.

Maldonado (2009), menciona en el altiplano el rendimiento aproximado es de 20000 kg/ha. En sectores vallunos 30000 kg/ha en lugares alejados las variedades que se cultivan tienen que soportar el transporte duro por lo tanto debe de ser bien adaptado.

3.2.5.7.2. Rendimiento en ambiente controlado

El rendimiento en ambientes atemperados puede variar entre 0,5 kg a 1,5 kg por m² en un promedio de 1 kg/m² o 1000 g, una planta puede llegar a rendir entre 500 a 700 g, dependiendo de la variedad de col de Bruselas (Gudiel, 1990).

3.2.6. Valor nutritivo de la Col de Bruselas

Campos (2004), La col de Bruselas es una especie hortícola muy rica en nutrientes, posee alto contenido de proteínas y grasas de origen vegetal; con proporciones de carbohidratos relativamente más bajos en relación a otras hortalizas. Como se ve en el cuadro.

La composición química se detalla en:

Cuadro 2. Composición química de la parte comestible (100 g)

Componente	Cantidad (g)	
Agua	85.80	85.00
Proteínas	4.70	4.45
Grasas	0.30	0.34
Carbohidratos	6.10	3.29
Fibra	1.70	0.59
Cenizas	1.40	0.95

Fuente (Limongelli, 1979, y Watt et al., 1975).

3.2.7. Beneficios nutritivos de la col de Bruselas

Según Botanical (2015), indica son las que más calorías aportan de su género, a expensas de su mayor contenido en hidratos de carbono y proteínas (de bajo valor biológico). Constituyen la mayor fuente de vitamina C respecto de las verduras de su misma familia. Los beneficios de la col de Bruselas son:

- Tiene un buen contenido en agua por ser una hortaliza.
- Nos aporta energía en forma de calorías, nos ayudan a mantener la vitalidad.
- Contiene poca grasa, de calidad y beneficiosa para la salud.
- Tiene un contenido alto de proteínas.
- Tiene un contenido alto en carbohidratos.
- Tiene un contenido alto en fibra.
- Nos ayuda a eliminar las toxinas de nuestro cuerpo, por su contenido en potasio.
- Nos ayuda a mantener unas correctas funciones cerebrales, por su contenido en fosforo. Además, juntamente con el calcio, mantiene el equilibrio de la formación de huesos fuertes.
- Por su contenido de magnesio ayuda a la contracción y relajación de la musculatura.

3.3. Fertilizantes foliares orgánicos

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.

Navarro (2007) menciona que los fertilizantes orgánicos son seguramente los fertilizantes más utilizados en la agricultura ecológica. Existe una gran diversidad de este tipo de fertilizantes, pero los más extendidos son los estiércoles y purines de diferentes animales y el compost de residuos orgánicos.

La efectividad de la fertilización foliar depende de un gran número de medidas, de la cantidad de sustancias absorbidas a través de la superficie (siendo importante la composición de las hojas) y su traslado por los conductos floemáticos,

requiriendo un gasto de energía metabólica. Estas sustancias nutritivas deben atravesar la cutícula, las paredes y membranas plasmáticas hasta llegar al interior de la hoja. (Chilon, 1997)

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

La aplicación foliar es el método más eficiente de suministro de micro nutrientes (pero también de NPK en una situación crítica para el cultivo) que son necesarios solamente en cantidades pequeñas y suelen llegar a ser indispensables si son aplicados en el suelo (Serrano, 1979)

3.3.1. Beneficios de los abonos líquidos.

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

3.3.2. Parámetros de calidad de un biofertilizante

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

3.3.2.1. Olor

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

3.3.2.2. Color

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

3.3.3. Factores que afectan la absorción foliar.

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

3.3.3.1. 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.

3.3.3.2. 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.

3.3.3.3. Edad de la hoja

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

3.3.3.4. Luz

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

3.3.4. 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:

3.3.4.1. 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.

3.3.4.2. 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.

3.2.4.5. 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

3.3.5. Absorción de nutrientes mediante las hojas.

Según Armas et al (1988), los nutrientes se aplican a las hojas porque pueden penetrar la cutícula por difusión. Estos atraviesan la cutícula, penetrando a la hoja a través de las células de la epidermis por unas finas estructuras submicroscópicas, que se extienden desde la superficie interna de cutícula hasta la membrana citoplasmática a través de las paredes celulares de la epidermis. Una vez que el nutriente está en contacto con la membrana citoplasmática de la célula, el mecanismo de entrada es similar al que ocurre en las células de las raíces.

Son los abonos obtenidos en base a la fermentación de residuos orgánicos, que generalmente se aplican foliarmente.

3.4. El biol

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

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

Arispe et. Al. (1992), el biol es un efluente líquido que se descarga frecuentemente del biodigestor y por medio de la filtración y floculación se separa la parte líquida de la sólida, por cuanto es un biofactor que promueve el crecimiento de los vegetales, este efluente se puede aplicar al follaje, como a la semilla haciendo

imbibiciones. El biol puede emplearse en diluciones crecientes a razón de 600 L/ha. de solución y aplicarse a cualquier cultivo o vegetal, las soluciones más aplicadas son de 25% y 50% de biol se debe tomar en cuenta para la aplicación de biol el uso de un adherente a razón de 25 cc por 100 L de solución.

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

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

3.4.1. Uso del biol

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

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

3.4.2. Formación del Biol

CEIBA-JAC (2006), los microorganismos causan la fermentación del medio en que se encuentran.

Restrepo (2001); Martí, J (2008), mencionan que el abono líquido o bioabono como también lo nombran, se obtienen del biodigestor, la obtención de este reduce el uso de fertilizantes químicos y tiene un contenido mineral similar al de las excretas frescas, pero de mejor calidad nutricional para las plantas.

3.4.3. Proceso de fermentación del Biol

Según Soria et. al. (2001), el proceso de biodigestión anaeróbica a partir de polímeros naturales y en ausencia de compuestos inorgánicos, se realiza en tres etapas: Hidrólisis y fermentación, b). Acetogénesis y deshidrogenación y c). Metanogénica.

El mismo autor menciona que los microorganismos que en forma secuenciada intervienen en el proceso son: a). Bacterias hidrolíticas fermentadoras; b). Bacterias acetogénicas obligadas reductoras de protones de hidrógeno; c). Bacterias sulfato reductoras (sintróficas facultativas) consumidoras de hidrógeno; d). Bacterias homoacétogénicas; e). Bacterias metanogénicas y f). Bacterias desnitrificantes.

Para asegurar el ciclo biológico de las bacterias en el proceso de biodigestión anaeróbica es necesario que se presenten las siguientes condiciones óptimas:

Temperatura, Las bacterias mesofílicas completan su ciclo biológico en el ámbito de 15 °C a 40 °C con temperatura óptima de 35 °C. las bacterias termofílicas cumplen sus funciones en el ámbito de 35°C a 60 °C con una temperatura óptima de 55 °C.

Hermetismo, para que el proceso de digestión se lleve a cabo en forma eficiente, el tanque de fermentación debe estar herméticamente cerrado.

La Presión Subatmosférica, de 6 cm de agua dentro del digestor se considera la presión óptima.

Tiempo de Retención, es el tiempo promedio en que la materia es degradada por los microorganismos. Se ha observado que a un tiempo corto de retención se

produce mayor cantidad de biogás, pero un residuo de baja calidad fertilizante por haber sido parcialmente digerido, pero para tiempos largos de retención se obtendrá un residuo bajo en biogás, pero con un efluente (residuo) más degradados con excelentes características como fuente de nutrientes.

Relación C/N, la relación óptima es de 30:1, cuando la relación es más estrecha (10:1) hay pérdidas de nitrógeno asimilable lo cual reduce la calidad del material digerido. Si la relación es muy amplia (40:1) se inhibe el crecimiento debido a la falta de nitrógeno.

Porcentaje de sólidos, el porcentaje de sólidos óptimo para la mezcla a digerir es de 7% a 9% y se hace diluyendo el material orgánico en agua.

pH. En digestores operados con estiércol bovino los valores óptimos de operación oscilan entre 6,7 y 7,5 con límites de 6,5 a 8,0.

3.4.4. Concentraciones del biol

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

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

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

3.4.5. Aplicaciones foliares con Biol

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

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

El mismo autor menciona que en la nutrición foliar se pulveriza la solución nutritiva en la parte aérea de la planta, tratando de hacerlo en la mayor medida en la cara inferior de la hoja, pues allí es mayor el grado de absorción; en la fertilización foliar hay una rápida absorción de los nutrientes por parte de la planta

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

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

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

3.5. Té de humus de lombriz

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.

Así mismo indica 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).

3.5.1. Características del té de humus de lombriz

- 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 fertilizante 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 para 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

3.5.2. Propiedades del humus de lombriz

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

3.5.2.1. Propiedades físicas

- 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.

3.5.2.2. 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.

3.5.2.3. 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.

3.5.2.4. Propiedades nutricionales

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

3.5.3. Acción del té de humus como abono foliar

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, forraje.

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

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. LOCALIZACION

4.1.1. Ubicación geográfica

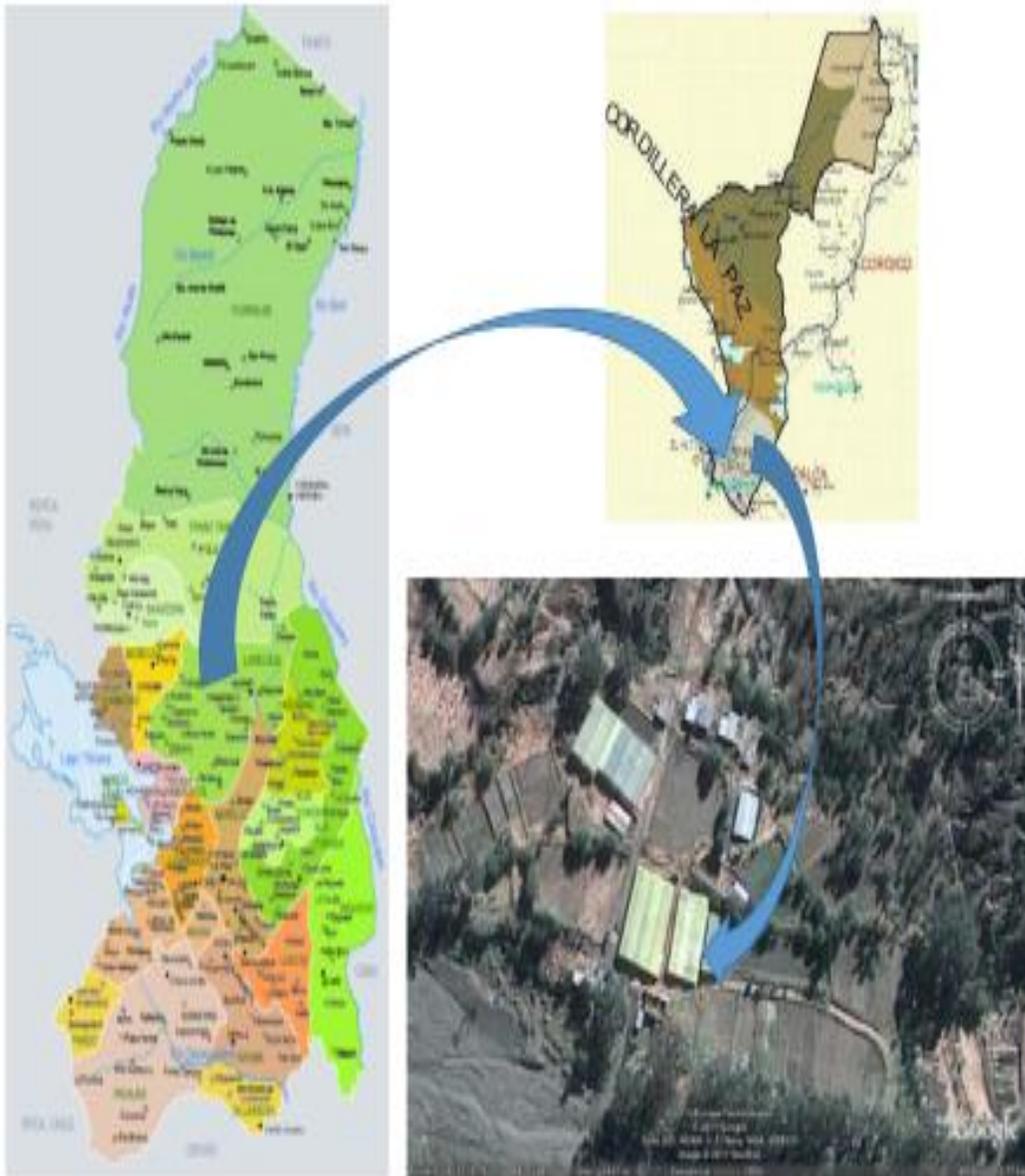
El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental de Cota cota, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la UMSA, localizado al sur de la ciudad de La Paz, a 15 Km del centro de la ciudad.

Altitud: 3445 m.s.n.m.

Latitud Sur: 16°32`04”

Longitud Oeste: 68°03`44”

Figura 1. Ubicación geográfica

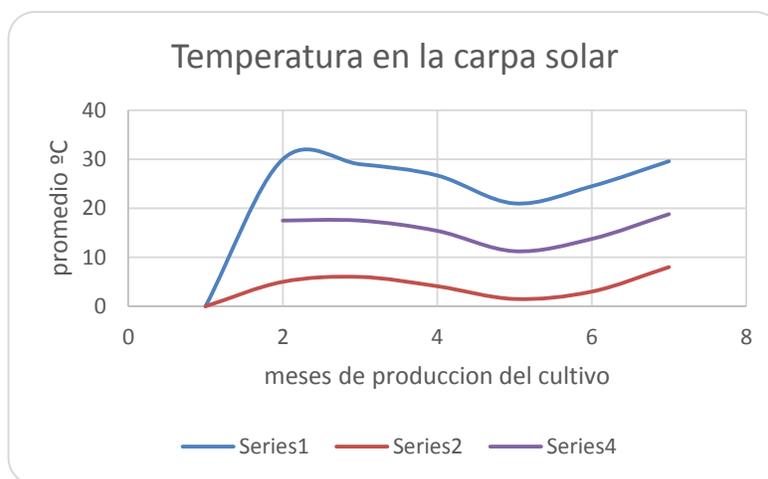


4.1.2. Características climáticas

La zona de estudio se caracteriza por ser cabecera de valle, presenta topografía accidentada, suelos aluviales debido a la sedimentación del material arrastrado por los ríos.

El centro experimental de Cota Cota presenta un clima templado, la temperatura máxima promedio es de 21,5 °C, la temperatura media oscila entre 11,5 °C, la temperatura mínima promedio de -0,6 °C. la precipitación promedio de 488,53 mm y la humedad relativa promedio de 46% en promedio.

Figura 2. Temperatura dentro de la carpa solar durante el ciclo del cultivo



4.1.3. Características de la carpa solar

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

4.1.4. Suelo de la carpa solar

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

4.1.5. Vegetación y pecuaria

La vegetación está compuesta de árboles como ser eucalipto, pinos ciprés arbustos: acacia, retama, chilcas entre otros. La Estación Experimental se dedica a la producción agrícola y pecuaria.

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 (carpa solar) la producción es hortofrutícola: frutilla, col de Bruselas, lechuga, morrón, espinaca, acelga, melón, vainita y otros de acuerdo a los trabajos de investigación que se desarrollen.

La producción pecuaria comprende la crianza y manejo de animales como:

Gallinas ponedoras, pollos de engorde, codornices, conejos, cuyes, cerdos y otros.

4.2. MATERIALES

El presente trabajo requirió los siguientes materiales durante la investigación.

4.2.1. Material vegetal

El material vegetal usado fue el siguiente:

- 3 g de semilla del cultivo de col de Bruselas híbridas Jade Cross. Se trata de una planta de ciclo temprano, vigorosa de altura semienana, muy homogéneas, hojas con limbo oscuro y peciolo alagado.

4.2.2. Abonos orgánicos foliares

- Humus de lombriz, fertilizante foliar (adquirido del Centro Experimental de Cota Cota, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés).
- Biol, fertilizante foliar (adquirido de la Estación Experimental de Choquenaira, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés).

4.2.3. Material de campo

- Carpa solar
- Motocultor
- Vernier
- Flexómetro
- Balanza electrónica
- Probeta

- Atomizadores
- Termómetro
- Cintas de goteo
- Herramientas (picotas, rastrillos, chontillas, baldes)
- Bolsas plásticas
- Cámara fotográfica

4.2.4. Material de gabinete

- Planilla de datos
- Computadora
- Calculadora
- Marbetes
- Lapiceros (bolígrafos, marcadores)
- Regla

4.3. METODOLOGIA

4.3.1. Diseño experimental

El diseño experimental aplicado para la evaluación del trabajo de investigación fue bloques al azar con arreglo factorial, conformado por ocho tratamientos y tres bloques distribuidos de forma homogénea en 24 unidades experimentales y con cuatro muestras por cada tratamiento.

4.3.1.1. Descripción de los factores

Los factores de estudio fueron los siguientes:

Factor A: fertilizantes o abonos foliares

a_1 = Te de humus de lombriz

a_2 = Biol

Factor B: Dosis de aplicación

b_1 = testigo 0%

b_2 = dosis de aplicación baja 25%

b_3 = dosis de aplicación media 50%

b_4 = dosis de aplicación alta 75%

4.3.1.2. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera:

$T_1 = a_1 \times b_1$ = Te de humus de lombriz sin dosis de aplicación 0%.

$T_2 = a_1 \times b_2$ = Te de humus de lombriz a dosis de aplicación baja 25%

$T_3 = a_1 \times b_3$ = Te de humus de lombriz a dosis de aplicación media 50%

$T_4 = a_1 \times b_4$ = Te de humus de lombriz a dosis de aplicación alta 75%

$T_5 = a_2 \times b_1$ = Testigo sin dosis de aplicación de biol 0%

$T_6 = a_2 \times b_2$ = Biol a dosis de aplicación baja 25%

$T_7 = a_2 \times b_3$ = Biol a dosis de aplicación media 50%

$T_8 = a_2 \times b_4$ = Biol a dosis de aplicación alta 75%

Cuadro 3. Descripción de tratamientos

FACTOR A: Fertilizantes foliares	FACTOR B: Nivel de aplicación	TRATAMIENTOS
TE DE HUMUS DE LONBRIZ	Nivel de aplicación 0 %	$T_1 = a_1 b_1$
	Nivel de aplicación 25 %	$T_2 = a_1 b_2$
	Nivel de aplicación 50 %	$T_3 = a_1 b_3$

	Nivel de aplicación 75 %	$T_4 = a_1b_4$
BIOL	Nivel de aplicación 0 %	$T_5 = a_2b_1$
	Nivel de aplicación 25 %	$T_6 = a_2b_2$
	Nivel de aplicación 50 %	$T_7 = a_2b_3$
	Nivel de aplicación 75 %	$T_8 = a_2b_4$

4.3.2. Modelo lineal aditivo

El modelo lineal para el diseño de bloques completamente al azar con arreglo de dos factores es:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \lambda_j + \alpha\lambda_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = una observación cualquiera

μ = media general

β_k = Efecto aleatorio del k – esimo bloque

α_i = Efecto fijo del i-esimo efecto de los fertilizantes foliares

λ_j = Efecto fijo de la j –esima dosis de aplicación

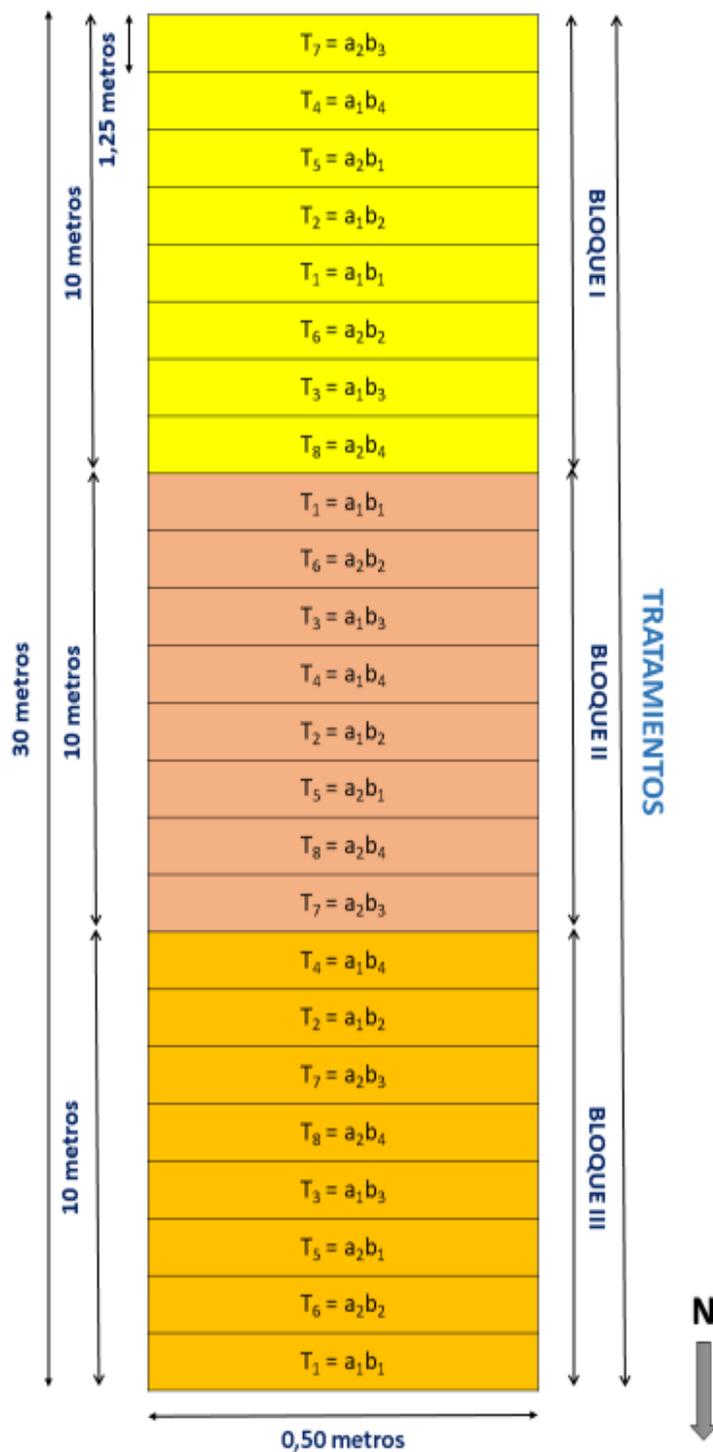
$\alpha\lambda_{ij}$ = Efecto fijo de la interacción del i-esimo nivel efecto de fertilizantes foliares y la j-esima dosis de aplicación.

ϵ_{ijk} = Error experimental

4.3.3. Croquis experimental

A continuación, se muestra la distribución de tratamientos.

Figura 3. Croquis experimental



4.3.4. Características del área experimental

❖ Largo de Unidad Experimental:	1,25 m
❖ Ancho de Unidad Experimental:	0,50 m
❖ Área de Unidad Experimental:	0,625 m ²
❖ N° de plantas por Unidad Experimental:	6
❖ N° total de plantas	144
❖ N° de hileras:	2
❖ Distancia entre hileras:	50 cm
❖ Distancia entre plantas:	40 cm
❖ N° de Tratamientos:	7
❖ N° de Bloques:	3
❖ Área total del ensayo:	15 m ²

4.3.5. Metodología de campo

4.3.5.1. Abonos orgánicos foliares

En la presente investigación se utilizaron dos tipos de abonos orgánicos líquidos:

4.3.5.1.1. Té de humus de lombriz

La obtención del té de humus, fue realizada en el Centro Experimental de Cota cota bajo el siguiente procedimiento.

Para obtener el té de humus, primero se consiguió el humus de lombriz de la misma estación, se hizo la recolección de un kilogramo del mismo y se procedió al remojo con ayuda de un saquillo. La relación que se utilizó fue:

1 kg de humus de lombriz → 1 L de agua

Obteniendo el 100% de té de humus. A partir de esta concentración se obtuvieron los siguientes niveles de abonamiento foliar:

25% de humus de lombriz + 75% de agua

50% de humus de lombriz + 50% de agua

75% de humus de lombriz + 25% de agua

4.3.5.1.2. Biol

Se utilizó biol de bovino que se obtuvo de la Estación experimental de Choquenaira, con la que se trabajó con las siguientes concentraciones, para la aplicación foliar.

25% de biol + 75% de agua

50% de biol + 50% de agua

75% de biol + 25% de agua

4.3.5.2. Preparación del terreno

Primeramente, se observó el estado en que se encontraba el área de trabajo.

Posteriormente se hizo la limpieza del terreno, quitando el cultivo anterior y las malezas, con ayuda del motocultor se procedió a realizar la remoción del suelo y mullido para romper los terrones. Seguidamente se pasó a la nivelación y formación de la platabanda que constaba de 0.50 m de ancho por 30 m de largo.

4.3.5.3. Demarcación de las unidades experimentales

Una vez formado la platabanda, se procedió a dividir el área de estudio en tres bloques cada una de 10 m de largo, a su vez subdividida en ocho tratamientos, cada unidad experimental con 1,25 m de largo, quedando un total de 24 tratamientos, cada una con seis plantas y se eligieron al azar cuatro muestras por cada unidad.

4.3.5.4. Instalación de las cintas de riego

Seguidamente se realizó la instalación de las cintas de riego por goteo, asegurando los extremos con estacas. Estas tenían un distanciamiento de 15 cm entre emisores.

4.3.5.5. Siembra

Antes de realizar la siembra se realizó un riego abundante dos días antes.

Para la siembra se utilizó 3 g de semilla de col de Bruselas híbrido Jade Cross, que es de ciclo temprano, conocida por sus plantas vigorosas, de altura semienana, homogéneas, hojas con limbo de color verde oscuro y peciolo largos, dando repollitos que miden de 3 cm a 4 cm de diámetro.

Se procedió con la siembra directa al terreno, con una densidad de 40 cm por 40 cm en tres bolillos. Con una profundidad de 0,5 cm, es decir tres veces el tamaño de la semilla.

4.3.5.6. Refalle

Pasado 15 días a partir de la siembra se procedió a reemplazar las plantas que no llegaron a germinar, por otros plantines que se tenían en un almacigo, para tener la totalidad de plantas para la investigación.

4.3.5.7. Aplicación de fertilizantes foliares

Para la aplicación de los fertilizantes foliares, se esperó a que la planta tenga una altura de 15 cm para su primera fertilización foliar. El abonamiento se realizó cada tres semanas, por 6 veces en todo el periodo del cultivo.

4.3.5.8. Riego

El riego que se usó fue por goteo, con dos cintas de riego, a una frecuencia de tres veces por semana, con una duración de 20 minutos por día.

4.3.5.9. Aporque y control de malezas

El aporque se realizó dos veces en todo el ciclo de la planta, con la ayuda de la chontilla, esto amontonando la tierra alrededor de los tallos a una altura de 5 cm, para un mejor manejo de riego con las cintas de agua.

Se hicieron cuatro desmalezados durante del ciclo de la planta, esto consistió en retirar las plantas ajenas al cultivo, esta se realizó de forma manual, con el objetivo de que no exista competencia con el cultivo.

4.3.5.10. Control fitosanitario

En el transcurso del trabajo no se realizó ningún control fitosanitario, puesto que, si se presentó poca incidencia de plagas como los pulgones, mosca blanca, pero esta se controló con la misma aplicación tanto del té de humus y del biol.

Además, el cultivo se vio favorecido por controladores biológicos como la mariquita y las ranas que se alimentaban de las plagas, evitando la incidencia de estos.

4.3.5.11. Deshojado

El deshojado se realizó de forma manual, con el fin de promover un desarrollo óptimo de los cogollos de la planta, que empieza en la parte inferior del tallo, es cuando las hojas se ponen amarillentas en ese momento se realizó el arranque de hoja, juntamente con la parte superior del tallo que presentaba una forma de repollo, esto para que las coles lleguen a formarse completamente.

4.3.5.12. Cosecha

La cosecha se la realizo manualmente, entre los 120 a 150 días, haciéndolo de forma ascendente, es decir se recolecto los cogollos de abajo hacia arriba. Cuando estas estaban totalmente compactadas y con un diámetro apto para la extracción del fruto.

4.3.6. Variables de respuesta

4.3.6.1. Características físico-químicas de los abonos foliares

a. Características del té humus

Para esta actividad se seleccionó un kilogramo de humus de lombriz por un litro de agua, esto para elaborar el té de humus de lombriz, una vez cosechado él te

espero 48 horas, para llevarlo a realizar un análisis de las propiedades y características que tiene el fertilizante.

b. Características del biol

El biol utilizado se compró de la Estación Experimental de Choquenaira, donde se nos facilitó el análisis de las propiedades y características del fertilizante foliar.

4.3.6.2. Variables del comportamiento agronómico

a. Porcentaje de germinación

Esta variable se tomó para evaluar el porcentaje germinativo y vigor de la semilla. Consistió en contar las plantas obtenidas después de dos semanas de la siembra.

b. Altura de planta

Para la toma de datos de la variable, se evaluaron cuatro muestras que se escogieron aleatoriamente por cada unidad experimental. Esta se realizó con la ayuda de un flexómetro, desde la base del tallo hasta el ápice de las hojas. Estos fueron medidos desde la primera aplicación foliar hasta la cosecha.

c. Diámetro de tallo

Para evaluar esta variable se procedió a medir cerca al ápice de las hojas con ayuda de una cinta métrica. Al igual esta variable fue tomada desde la primera aplicación foliar hasta la cosecha.

d. Numero de cogollos por planta

Esta variable fue tomada por cada planta, esta se realizó por un conteo a medida que los cogollos se iban formando en las plantas.

e. Diámetro de cogollos

El diámetro de cogollos fue medido una vez realizada la cosecha, con ayuda de un vernier, para esto se seleccionaron 10 cogollos y se fueron midiendo y registrando, para posteriormente promediarlo.

4.3.6.3. Variables para rendimiento

a. Peso de cogollos por planta

Una vez cosechado los cogollos se realizó el pesado del total de los frutos que tenía cada plantay se hizo un promedio para su evaluación.

b. Peso del total de cogollos por m²

Para la evaluación del rendimiento por m² se realizó el pesaje del total de cogollos obtenidos en un área de 1m².

4.3.6.4. Análisis económico

Para el estudio del análisis económico se evaluaron los costos de producción y análisis del beneficio/costo.

El desglose y deducción de las fórmulas para la evaluación económica es la siguiente:

a. Ingreso bruto (IB):

También llamado ingreso total (IT), resulta de multiplicar la producción total (qt) por el precio del producto unitario (pq).

$$\mathbf{IB = IT = Q * p}$$

b. Ingreso Neto (IN):

También llamado utilidades, ganancias, etc. Resulta de la diferencia existente entre el ingreso bruto (IB) y costos totales (CT) de producción:

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

c. Relación beneficio costo (RBC):

Paredes (1999), define que es el indicador de la pérdida o ganancia bruta por unidad monetaria invertida, se estima dividiendo el ingreso bruto (IB) entre el costo total (CT). Si la relación es mayor que uno se considera que existe un apropiado beneficio, si es igual a uno los beneficios son iguales a los costos de producción y la actividad no es rentable, valores menores que uno indica pérdida y la actividad no es productiva.

$$\text{RBC} = \text{IB}/\text{CT}$$

d. Rentabilidad a la Inversión (RI):

Indica la ganancia o pérdida neta por cada unidad monetaria invertida, se expresa en porcentaje, mediante la relación de los ingresos netos (in) y el costo total (CT) de producción:

$$\text{RI} = \text{IN} / \text{CT} * 100\%$$

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1.1.1. Características físico-químicas de los abonos foliares

5.1.1.1.1. Características del té humus

Para la evaluación de las características físico químias del cultivo se obtuvo un análisis en laboratorio, donde se muestra a continuación en el siguiente cuadro las composiciones del té de humus.

Cuadro 4.Composición del té de humus

Componentes	ppm	g/L	%
Carbono orgánico oxidable (humus)	12000	12	14
Nitrógeno total	60000	60	6
Nitrogeno-organico	46000	46	4,6
Fosforo (P2O5)	35000	35	3,5
Potasio (K2O)	100000	100	10
Azufre	23200	2,32	0,23
Calcio	100	0,10	0,01
Magnesio (MgO)	75	0,07	0,0075
Sodio	2000	2	0,20

5.1.1.1.2. Características del biol

Al igual que se hizo anteriormente primero se obtuvieron los análisis del biol, dando respuesta a los requerimientos del cultivo. Las características se muestran a continuación.

Cuadro 5. Composición del biol

Componente	Nitrógeno total %	Fosforo %	Potasio %	Humedad %	Materia seca %
Biol bovino	0,64	0,09	0,82	79,58	20,44

5.2. Variables agronómicas

5.2.1. Porcentaje de germinación

La planta presento un 90% de poder germinativo, teniendo un 10% para el refalle, es decir de 14 plantas del total necesario para la investigación que se requieren 144 plantas.

La germinación se dio en un tiempo de 7 días con una germinación del 50%, a los 10 días se pudo observar que el porcentaje de germinación era del 89%, ya casi alcanzando una uniformidad de cada planta con dos cotiledones.

Figura 4. Porcentaje de germinación



5.2.2. Altura de planta

En el cuadro 6. Se observa el análisis de varianza para los valores de altura de planta, donde se muestra que en los bloques y las dosis de aplicación del cultivo de col Bruselas existe una alta significancia. A diferencia de los tipos de fertilizantes y la interacción tipo de fertilizante y dosis de aplicación que no alcanzaron una diferencia significativa.

Aun cuando se aplicaron dos tipos de fertilizantes foliares no variaron en la variable altura de planta actuaron de la misma manera, pero si se observa variaciones con respecto a la altura en las dosis de aplicación de los fertilizantes foliares.

Así mismo en el cuadro, se observa que el coeficiente de variación presento un valor de 8,18% el cual indica que los valores empleados en el análisis quedan dentro del rango permitido. Lo que indica que los datos empleados son confiables según Arteaga (2013).

Cuadro 6. Análisis de varianza para Altura de planta

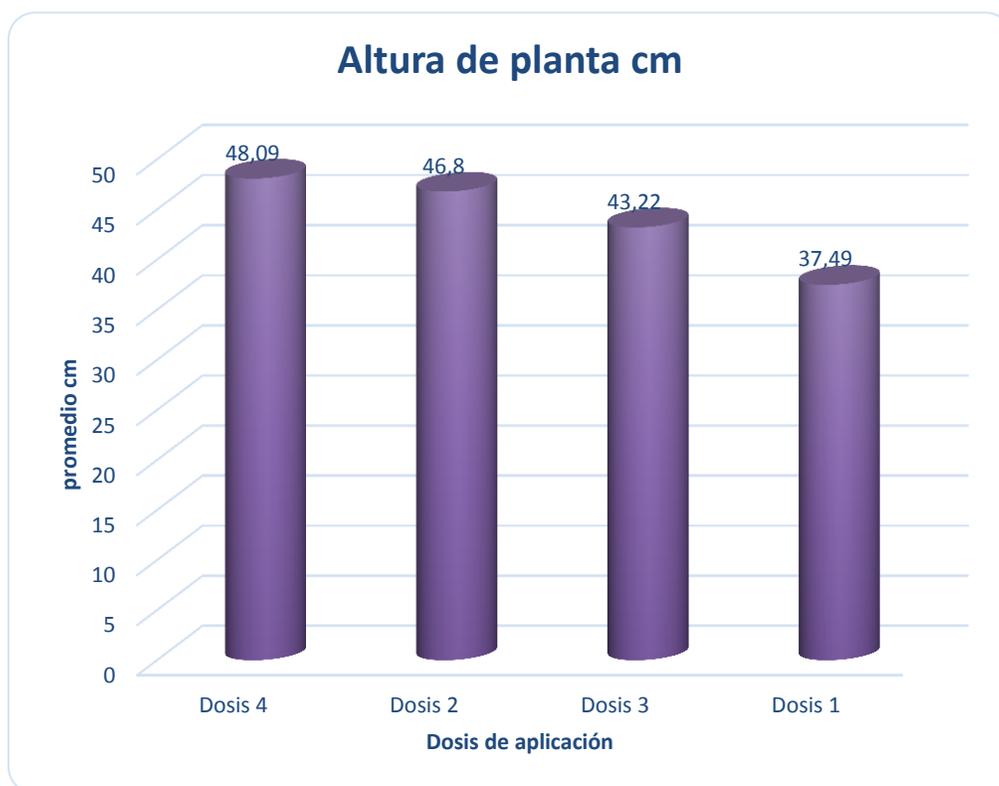
FV	GL	SC	CM	FC (0,01)	FT (1%)	FT (5%)	
BLOQUES	2	263,035	131,518	10,190	6,51	3,74	**
TIPO DE FERT.	1	30,657	30,657	2,375	8,86	4,6	NS
DOSIS	3	405,292	135,097	10,467	5,56	3,34	**
FERT * DOSIS	3	13,024	4,341	0,336	5,56	3,34	NS
ERROR	14	180,690	12,906				
TOTAL	23	892,698					
						CV	8,18%

Realizada la comparación de medias por el método DUNCAN, para la variable altura de planta, como se observa en el cuadro 5, muestra que la dosis 4 presenta la mejor altura con un valor 48,09 cm. Demostrando que es superior a comparación de las dosis 2,3 y 1 los cuales tienen valores por debajo de 46,80 cm.

Cuadro 7. Prueba Duncan de dosis de aplicación.

Dosis de Aplicación	Altura de planta (cm)	Duncan (5%)
Dosis 4	48,09	A
Dosis 2	46,80	AB
Dosis 3	43,22	B
Dosis 1	37,49	C

Figura 5. Altura de planta



Como se puede apreciar en la figura 5. Se presenta la comparación de promedio en centímetros para la altura de planta entre las dosis de aplicación de los fertilizantes foliares:

Donde la dosis alta al 75% obtuvo el mayor promedio con 48,09 cm, seguida por la dosis 2 al 25% con una altura promedio de 46,8 cm, en tercer lugar, la dosis 3 al 50% con una altura promedio de 43,22 cm y finalmente la dosis 1 sin aplicación de ningún fertilizante foliar con una altura de 37,49 cm.

López (2013), menciona que el contenido bajo de nitrógeno en las concentraciones de 25% y 50% no favorece el desarrollo de los órganos vegetativos de la planta. En cambio, con un 75% de Biol las deficiencias de la planta son compensadas por la cantidad de nitrógeno disponible, lo cual garantiza los procesos de síntesis y asimilación para el crecimiento del cultivo de arveja china.

Torrez, (2014), indica que aplico niveles de té de humus en el cultivo de albahaca, obteniendo el mayor promedio de altura con el nivel alto de té de humus, presentando un valor de 27,98 cm.

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

5.2.3. Diámetro de tallo

Como se ve en el cuadro 8 de análisis de varianza se encontró diferencia significativa en el tipo de fertilizante y una alta significancia entre la aplicación de dosis, por otra parte, no se encontró significancia en los bloques y en la interacción fertilizante dosis. Aun cuando se utilizaron diferentes fertilizantes y se aplicaron distintas dosis, los resultados variaron en las dosis.

También se muestra un coeficiente de variación de 7,83%, el cual nos indica que los datos de la investigación son confiables, ya que se encuentra por debajo del rango del manejo de un ambiente atemperado.

Cuadro 8. Análisis de varianza del diámetro tallo

FV	GL	SC	CM	FC (0,01)	FT (1%)	FT (5%)	
BLOQUES	2	2,311	1,155	2,473	6,51	3,74	NS
TIPO DE FERT.	1	2,617	2,617	5,601	8,86	4,6	*
DOSIS	3	12,949	4,316	9,238	5,56	3,34	**
FERT * DOSIS	3	3,269	1,090	2,332	5,56	3,34	NS
ERROR	14	6,541	0,467				
TOTAL	23	27,687					
						CV	7,83%

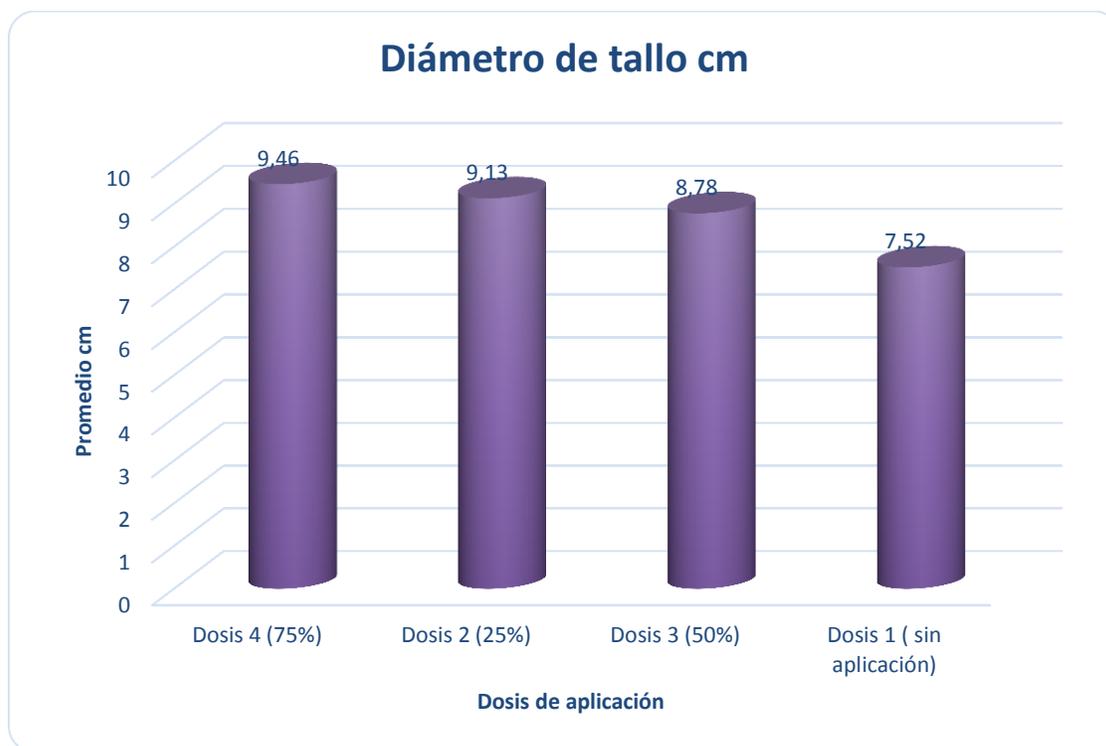
En la comparación de medias por el método DUNCAN, para la variable diámetro de tallo, se puede observar en el cuadro 9, muestra que la dosis 4 es la que mayor diámetro obtuvo con un valor de 9,47 cm a diferencia de las demás dosis que presentan valores inferiores a 9,13 cm.

Cuadro 9. Prueba DUNCAN para dosis de aplicación.

Dosis de aplicación de fertilizante foliar	Diámetro de tallo (cm)	Duncan (5%)
Dosis 4 (75%)	9,46	A
Dosis 2 (25%)	9,13	A
Dosis 3 (50%)	8,78	A
Dosis 1 (sin aplicación)	7,52	B

Como se puede observar en la figura 6, las diferencias estadísticas entre las dosis de aplicación, presentando los siguientes datos, siendo la dosis 4 al 75% la que mayor diámetro de tallo obtuvo con un valor de 9,71 cm, como segundo la dosis 2 al 25% de aplicación, en comparación a las demás dosis que presentan valores por debajo de 9,53 cm.

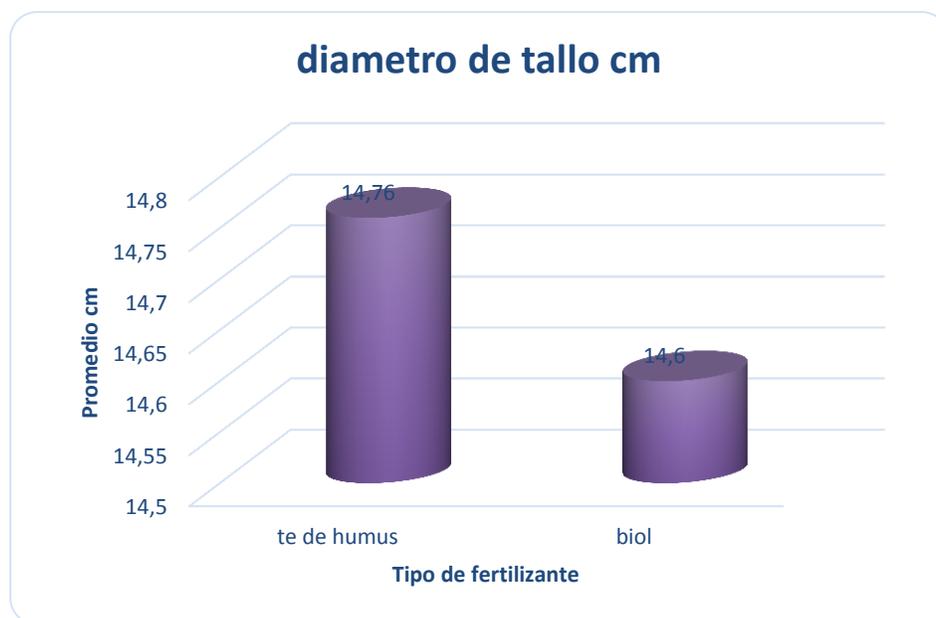
Figura 6. Diámetro de tallo dosis de aplicación



Al respecto Piñeiro (2001), indica en su investigación en col de Bruselas que al contrario que la altura de la planta el desarrollo diametral del tallo fue más lento y menos notorio, en el segundo mes de desarrollo del cultivo (diciembre, sema as 1 al 4) el cultivo se incrementó en diámetro de tallo en 0,55 cm, alcanzando un valor máximo de 1,70 cm utilizando abonos foliares.

Por su parte Maldonado (2009), trabajando con tres variedades y aplicando fertilización señala que el cultivo dejo de incrementar tallo, para dar paso al desarrollo de los repollitos, los cuales brotan de las axilas alrededor del tallo, así el desarrollo del diámetro del tallo finaliza con la aparición de estas partes morfológicas, obteniendo datos de 2,94 cm.

Figura 7. Tipo de fertilizante



Como se ve en la figura7, las diferencias estadísticas para el diámetro del tallo con los fertilizantes foliares, muestra el que mejor resultado presenta es la fertilización con te de humus presentando un promedio de 14,76 cm de diámetro de tallo y el que menor promedio presenta es la fertilización con biol presentando un valor de 14,6 cm.

5.2.4. Diámetro de cogollos

De acuerdo al análisis de varianza que muestra el cuadro 10, se observa que no existe diferencia significativa entre los bloques, tipo de fertilizantes y la interacción fertilizante dosis, pero si se puede ver que existe una diferencia altamente significativa entre las dosis de aplicación.

Aun cuando se aplicaron distintas dosis de aplicación de dos fertilizantes foliares, los resultados muestran que ambos fertilizantes actuaron de la misma manera en el diámetro de cogollos.

Cuadro 10. Análisis de varianza diámetro de cogollos.

FV	GL	SC	CM	FC (0,01)	FT (1%)	FT (5%)	
BLOQUES	2	0,916	0,458	3,332	6,51	3,74	NS
TIPO DE FERT.	1	0,010	0,010	0,076	8,86	4,6	NS
DOSIS	3	5,698	1,899	13,819	5,56	3,34	**
FERT * DOSIS	3	0,381	0,127	0,925	5,56	3,34	NS
ERROR	14	1,924	0,137				
TOTAL	23	8,930					
						CV	10,10%

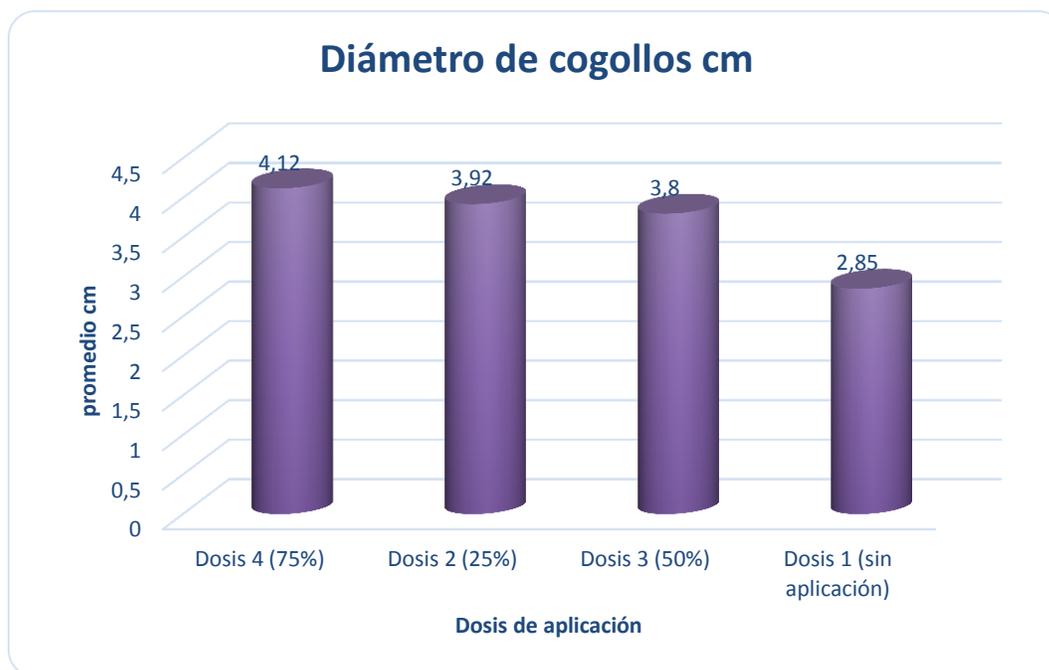
También se puede observar que el coeficiente de variabilidad presenta un valor de 10,10% lo cual indica que el valor se encuentra por debajo del rango del 12% señalando que los datos son confiables.

Cuadro 11. Prueba de medias DUNCAN para dosis de aplicación.

Dosis de Aplicación de fertilizante foliar	Diámetro de cogollos (cm)	Duncan (5%)
Dosis 4 (75%)	4,12	A
Dosis 2 (25%)	3,92	A
Dosis 3 (50%)	3,80	A
Dosis 1 (sin aplicación)	2,85	B

En el cuadro 11 se observa la comparación de medias para la variable diámetro de cogollos, muestra que la dosis 4 tuvo mayor diámetro de cogollo con un valor de 4,12 cm, en comparación a la dosis 2,3 y 1 que presentan diámetros inferiores a 3,92 cm.

Figura 8. Diámetro de cogollos.



En la figura 8 se puede apreciar que existe una diferencia entre las dosis, donde la dosis 4 al 75% fue superior en diámetro con un valor de 4,12 cm, seguido por la dosis 2 al 25% con un valor de 3,92 cm y seguida por la dosis 3 al 50% con un

valor de 3,8 cm, finalmente la dosis 1 sin aplicación de fertilizante foliar que tuvo un diámetro promedio de 2,85 cm, siendo la que menor diámetro de cogollo presento.

Al respecto Piñeiro (2001), señala que en tres cultivares de col de Bruselas con fertilización orgánica no existieron diferencias estadísticas, las diferencias que tuvo fueron mínimas como el cultivar común con (2,37 cm) y a la dosis 2 (2,33 cm).

5.3. Variables de rendimiento

5.3.1. Peso por planta

De acuerdo al análisis de varianza que muestra el cuadro 12, se observa que existe una alta significancia estadística para bloques y las dosis de aplicación, también se observa que el tipo de fertilizante y la interacción fertilizante dosis no presentó ninguna significancia estadística.

Cuadro 12. Análisis de varianza del peso por planta.

FV	GL	SC	CM	FC (0,01)	FT (1%)	FT (5%)	P (0.01)
BLOQUES	2	6324,609	3162,305	27,627	6,51	3,74	**
TIPO DE FERT.	1	0,087	0,087	0,001	8,86	4,6	NS
DOSIS	3	3751,823	1250,608	10,926	5,56	3,34	**
FERT * DOSIS	3	531,143	177,048	1,547	5,56	3,34	NS
ERROR	14	1602,504	114,465				
TOTAL	23	12210,165					
						CV	8,31%

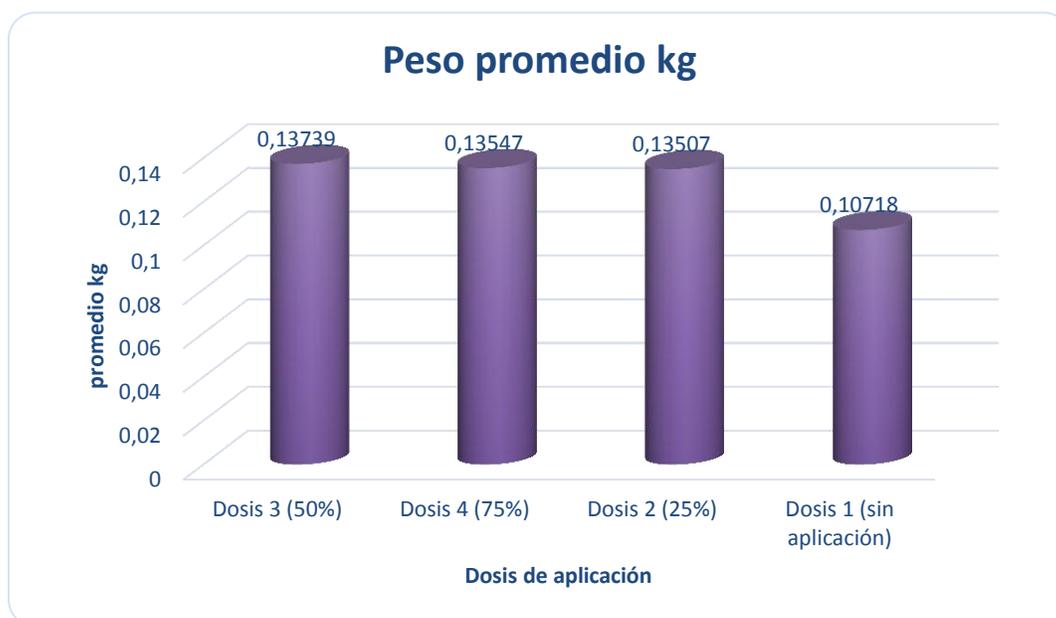
Así mismo nos muestra que el coeficiente de variabilidad presenta un valor de 8,31%, lo cual nos indica que los datos son confiables y el manejo del cultivo fue aceptable, ya que se encuentra en un rango inferior al 12%.

Cuadro 13. Prueba de medias DUNCAN dosis de aplicación

Dosis de aplicación de fertilizantes foliares	Peso promedio (kg)	Duncan (5%)
Dosis 3 (50%)	0,13739	A
Dosis 4 (75%)	0,13547	A
Dosis 2 (25%)	0,13507	A
Dosis 1 (sin aplicación)	0,10718	B

Como se muestra en el cuadro 13 la prueba de medias indica que la dosis de aplicación 3 tiene un peso mayor de 137,39 g a comparación de las otras dosis 4,2 y 1 que tienen un valor de peso inferior a los 135,07 g.

Figura 9. Peso por planta



En la figura 9 se muestra en promedio el peso de las coles por planta más alto es de 137,39 g en la dosis 3 al 50%, seguido de la dosis 4 al 75% con un valor en peso de 135,47 g y como tercer lugar la dosis 2 presentando un valor de 137,07 g y finalmente con el valor más bajo en peso de coles por planta fue la dosis 1 sin aplicación de fertilizante con un valor de 107,18 g.

Campos (2004), señala que, en la determinación del comportamiento del cultivo de col de Bruselas, muestra que el rendimiento obtenido por peso en planta es de 12,52 g de pellas.

El mismo indica que evaluando el distanciamiento entre plantas con abonamiento presento en peso de pellas grandes fue de 19,13 g donde se obtuvo desde 200 a 17,05 g de peso.

5.3.2. Rendimiento

De acuerdo al análisis de varianza que muestra el cuadro 14, se puede observar que existe alta significancia para los bloques y las dosis de aplicación y no así para el tipo de fertilizante y la interacción fertilizante dosis, que resultaron no significativas.

Cuadro 14. Análisis de varianza rendimiento

FV	GL	SC	CM	FC	FT	FT (5%)	
				(0,01)	(1%)		
BLOQUES	2	254896,083	127448,042	27,301	6,51	3,74	**
TIPO DE FERT.	1	9480,375	9480,375	2,031	8,86	4,6	NS
DOSIS	3	222662,125	74220,708	15,899	5,56	3,34	**
FERT * DOSIS	3	2684,458	894,819	0,192	5,56	3,34	NS
ERROR	14	65355,917	4668,280				

TOTAL	23	555078,958					
						CV	10,30%

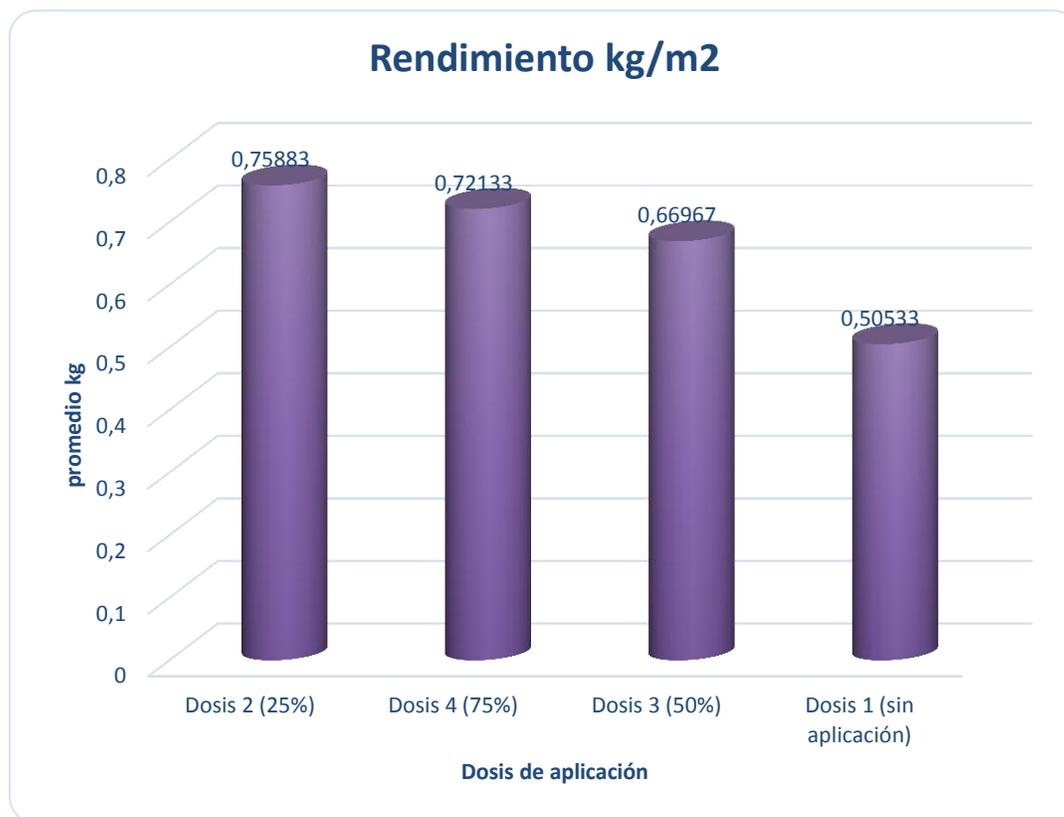
En el cuadro se puede observar también que el coeficiente de variabilidad presenta un valor de 10,30%, el cual se encuentra bajo el rango permitido de manejo de ambientes atemperados, lo que demuestra que los datos son confiables.

Cuadro 15. Prueba de medias Duncan para el rendimiento

Dosis de aplicación de fertilizante foliar	Rendimiento (kg/m ²)	Duncan (0,05)
Dosis 2 (25%)	0,75883	A
Dosis 4 (75%)	0,72133	A
Dosis 3 (50%)	0,66967	A
Dosis 1 (sin aplicación)	0,50533	B

Se puede observar en el cuadro 15 la prueba de medias DUNCAN para la variable rendimiento, donde la dosis 2 presento el mejor peso de coles por tratamiento en promedio con un valor de 758,83 g, a diferencia de las dosis 4,3 y 1 que tienen un peso inferior a este con un valor de 721,33 g.

Figura 10. Rendimiento de peso por tratamiento



La figura 10 nos muestra el rendimiento de peso en kg, siendo la dosis 2 con te de humus al 25% la que mejor rendimiento en peso tuvo con un valor de 792,00 g, seguido por la dosis 4 con te de humus al 75% con un valor de 743,67 g, en tercer lugar, la dosis 3 de té de humus al 50% con un valor de 685,67 g y finalmente el que menor peso presento fue la dosis 1 sin aplicación con un peso de 511,33 g.

Para la fertilización con Biol la dosis 2 con biol al 25% tuvo mayor rendimiento de peso con un valor de 721,67 g, seguido por la dosis 4 con un peso de 699,00 g y como tercer lugar un peso de coles de 653,67 g y finalmente un peso de 499,33 g en la dosis 1 sin ninguna aplicación de fertilizante.

Maldonado, (2009), indica que la variación de los rendimientos puede deberse a las características varietales y a través del manejo que se debe realizar en el cultivo, antes de realizar la primera cosecha, se debe efectuar la limpieza de las hojas que da lugar a la formación de los siguientes cogollos más grandes y en

mayor número, determinando mejores rendimientos parciales a la segunda cosecha, esto hasta que la planta ya no pueda formar más cogollos.

Giacconi y Escaff (1994), indican que las crucíferas la Col de Bruselas es la variedad que requiere de mayor humedad del ambiente y temperaturas moderadas entre la fase de desarrollo y formación de repollitos, ambientes muy diferentes a estos influyen directamente a la fisiología del cultivo.

Maldonado, (2009), indica en la producción de coles la fertilización juega un rol muy importante en el rendimiento y desarrollo de los repollitos, en su estudio obtuvo valores en rendimiento de 384,25 g.

5.4. Análisis económico

Para el análisis económico se tomaron en cuenta todos los gastos que se realizaron en el trabajo y el rendimiento que se obtuvo en la investigación.

Cuadro 16. Análisis económico

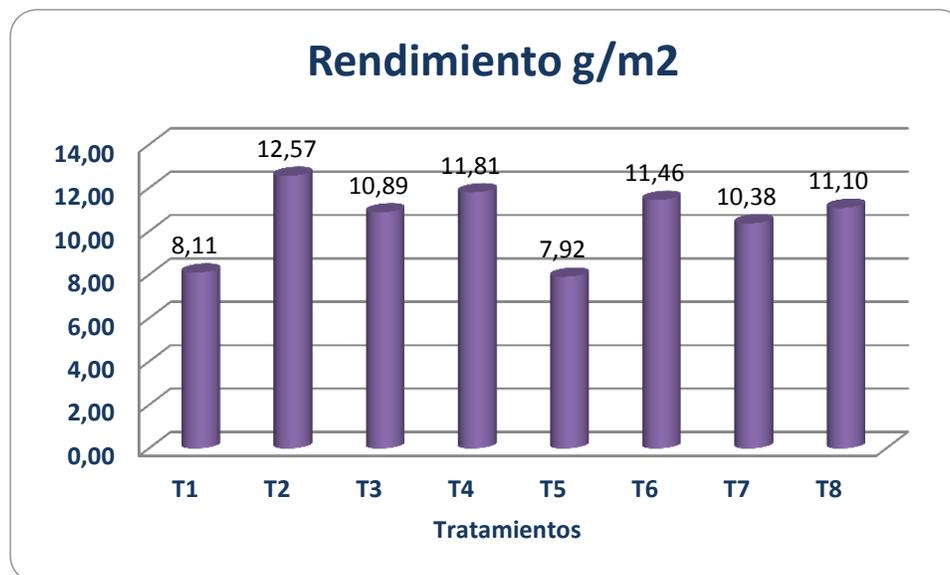
FACTOR A	FACTOR B	ANALISIS ECONOMICO					
Tipo de Fertilizante	Dosis	RENDIMIENTO	COSTO TOTAL Bs/m ²	BENEFICIO BRUTO Bs/m ²	BENEFICIO NETO Bs	B/C Bs	RENTABILIDAD Bs
TE DE HUMUS	1	8,11	13,76	81,11	67,35	5,89	4,89
	2	12,57	33,76	125,71	91,95	3,72	2,72
	3	10,89	55,76	108,89	53,12	1,95	0,95
	4	11,81	61,76	118,10	56,33	1,91	0,91
BIOL	1	7,92	13,76	79,21	65,44	5,75	4,75
	2	11,46	14,48	114,60	100,12	7,92	6,92
	3	10,38	15,90	103,81	87,91	6,53	5,53
	4	11,10	55,76	110,95	55,19	1,99	0,99

Como se puede observar en el cuadro el análisis económico de los fertilizantes y las dosis de aplicación para el análisis económico se realizó un presupuesto parcial y el cálculo se realizó considerando la producción neta y se estimó la producción en m², junto a los costos de producción.

5.4.1. Rendimiento kg/m²

Como se puede observar en la figura 11 se tiene los rendimientos por m², el cual juega un papel importante, debido que nos servirá de ayuda para estimar el beneficio bruto, tomando en cuenta que cada el precio de 10 Bs.

Figura 11. Rendimiento kg/m²

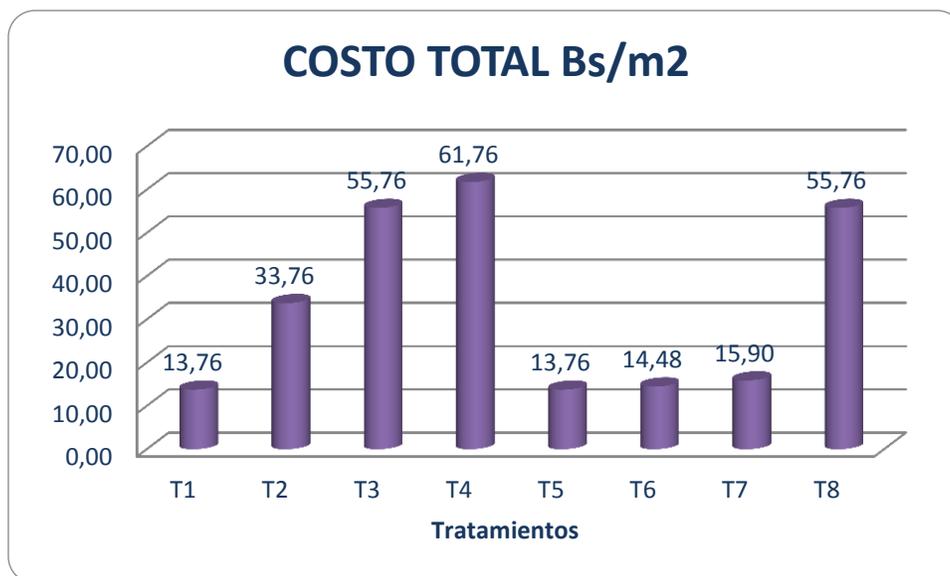


5.4.2. Costo total Bs

Los costos totales son la suma de los costos fijos y los costos variables correspondientes al proceso productivo del cultivo.

Como se puede ver en la figura 12 los costos totales para cada tratamiento, donde se puede ver que los tratamientos con fertilización de té de humus son mayores en comparación a los tratamientos con biol, esto debido a que el fertilizante de humus presenta un mayor costo que el biol.

Figura 12. Costo total Bs/m²

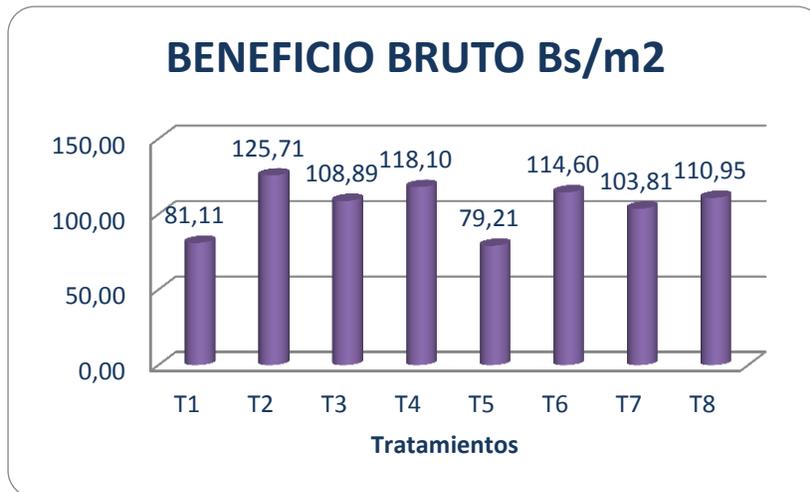


5.4.3. Beneficio bruto Bs/m²

Para el beneficio bruto se tomo en cuenta el rendimiento por m² con el precio del producto, donde se obtuvo una diferencia estadística en los tratamientos, se obtuvo un mayor beneficio bruto en el tratamiento 2 con un valor de 125,71 Bs/m² con la aplicación de té de humus al 25%.

Las aplicaciones de fertilizante con te de humus presentan un mayor beneficio bruto. En las aplicaciones a distintas concentraciones de biol la que tuvo mejor beneficio fue el tratamiento 6 con un valor de 114,60 Bs a una dosis de aplicación del 25%.

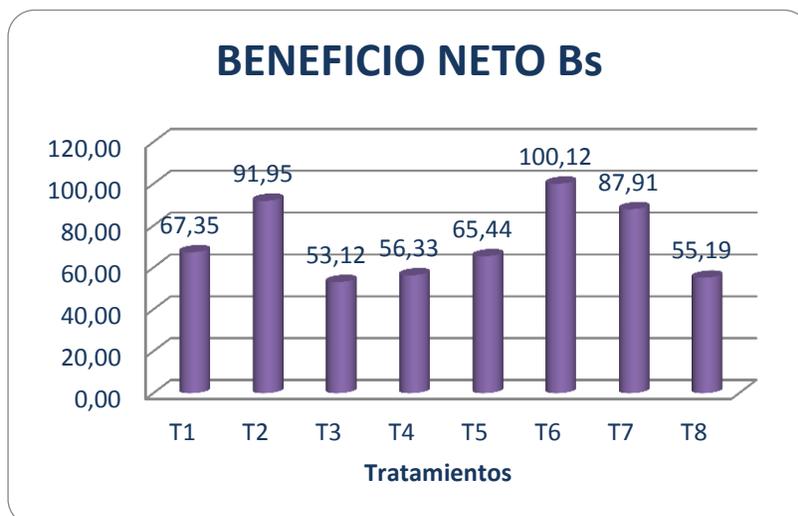
Figura 13. Beneficio bruto Bs/m²



5.4.4. Beneficio neto Bs.

En la figura 14 se observa el beneficio neto de los tratamientos, donde el tratamiento 6 con una dosis de aplicación al 25% con biol presenta un valor mayor de 100,12 Bs, seguido del tratamiento 2 con una dosis de aplicación del 25% con te de humus con un valor de 91,95 Bs, siendo estos los que mejor beneficio neto presentan.

Figura 14. Beneficio neto Bs.

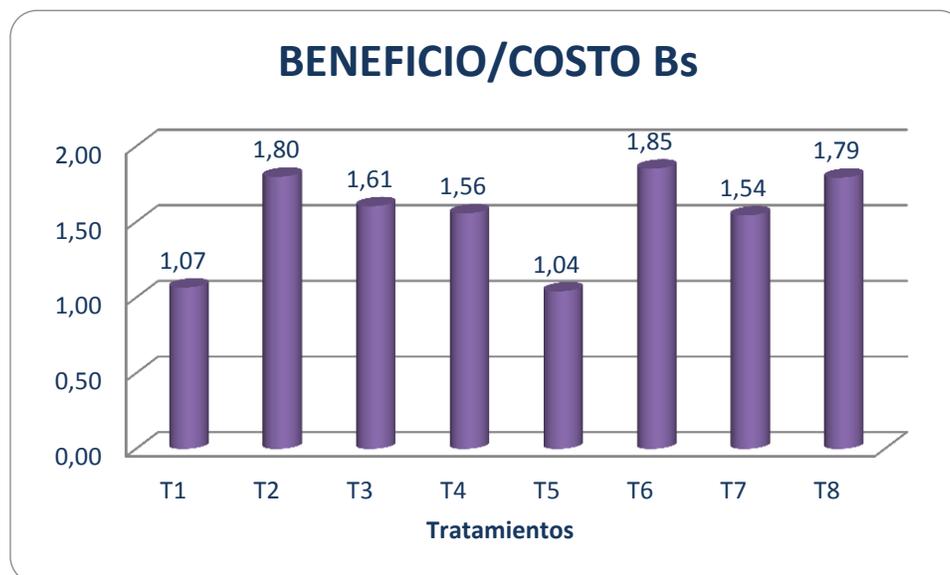


5.4.5. Beneficio/costo

Como se observa en la figura 15, los tratamientos que obtuvieron mayor ganancia fueron el tratamiento 6 con la dosis de aplicación baja al 25% con biol presentando un valor alto de 1,85 Bs, es decir que por cada 1 Bs invertido se gana 1,85 Bs. Se tiene de ganancia seguido del tratamiento 2 con aplicación de té de humus al 25% presentando un valor de 1,80 Bs, es decir que por cada Bs invertido se tiene una ganancia de 1,80 Bs.

Así mismo los demás tratamientos de igual manera presentan una ganancia mayor a los 1 Bs lo cual indica que el cultivo en condiciones controladas si es rentable para la producción.

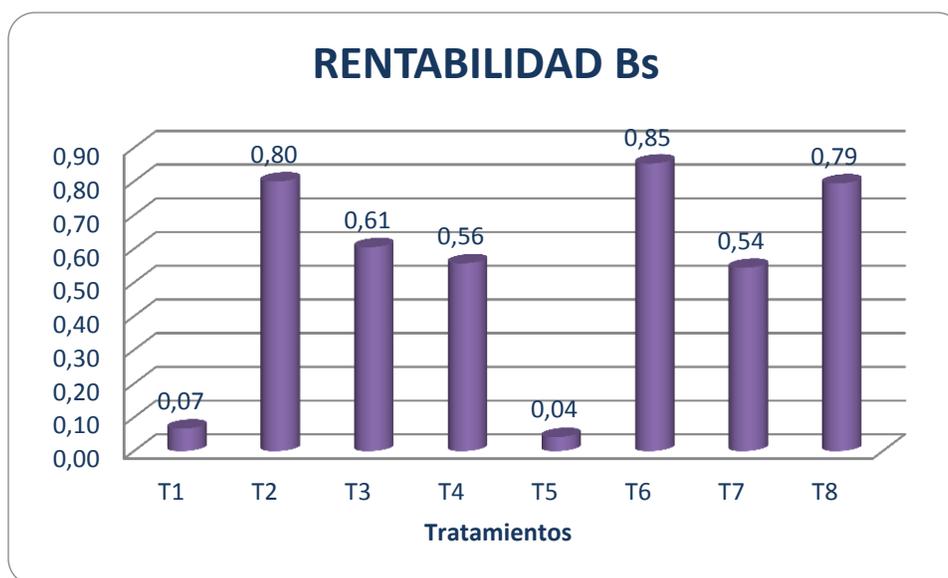
Figura 15. Beneficio/costo



5.4.6. Rentabilidad

Como se observa en la figura 16 muestra que todos los tratamientos, tanto las aplicaciones de té de humus y biol a diferentes concentraciones de fertilización, presentan una rentabilidad positiva, es decir que la fertilización foliar si tuvo efecto en el cultivo de col de Bruselas.

Figura 16. Rentabilidad



6. CONCLUSIONES

De acuerdo a las evaluaciones de campo y los resultados obtenidos en la presente investigación, se llega a las siguientes conclusiones generales:

- En la investigación se evaluaron el efecto de la fertilización foliar en el cultivo col de Bruselas, para las concentraciones, fue necesario realizar un análisis de la concentración de nutrientes en ambos fertilizantes, donde nos dieron como resultado que ambos fertilizantes presentaban casi las mismas concentraciones de nutrientes.
- La fertilización, ya sea foliar o en el suelo es un factor muy importante relacionado con el manejo del cultivo que interviene sobre el rendimiento, la calidad de los repollitos de Bruselas, según los resultados obtenidos la que mayor rendimiento y calidad en fruto presento es la dosis baja de aplicación al 25% para ambos fertilizantes foliares, es decir la concentración al 25% es la dosis óptima para la producción de la col de Bruselas.
- Para la variable altura de planta desde la primera aplicación de fertilizantes foliares hasta la cosecha, la que mejor promedio en altura presento es la dosis alta de aplicación al 75% para ambos fertilizantes con un valor de 48,09 cm a comparación de las demás dosis aplicadas.
- Para la variable diámetro de tallo se presentó un nivel de significancia para el tipo de fertilizante, aquí se muestra que el mejor fertilizante en diámetro de tallo fue el de humus. También se presenta alta significancia entre dosis de aplicación, siendo la mejor dosis 4 al 75% con un mayor diámetro en promedio con un valor de 9,46 cm.
- la variable diámetro de cogollo estuvo influida por las dosis de aplicación, donde nuevamente la dosis 4 al 75% de aplicación se muestra mayor que las dosis 2,3 y 1 con un valor de 4,12 cm.
- Con los resultados obtenidos se puede observar que en la mayoría de las variables evaluadas la dosis 4 alta a una concentración del 75% de aplicación presenta mayores valores, esta debido a su alta concentración

de nutrientes como el nitrógeno. La cual es fundamental para la formación de órganos y desarrollo del cultivo.

- Según el análisis estadístico se puede ver que para las variables agronómicas el segundo bloque fue el que mejores resultados obtuvo para las variables evaluadas, esta debido a la concentración de temperatura y humedad al centro de la carpa solar lo que facilitó el desarrollo de las plantas.
- En la variable rendimiento se evaluaron ambos fertilizantes y las concentraciones de aplicación y presentaron diferencias estadísticas, con variaciones en las dosis de aplicación, pero para los fertilizantes se notó que actuaron de la misma manera. La que mejor rendimiento obtuvo fue la dosis baja de aplicación al 25% con 758,83 g.
- Seguido por la dosis 4 que fue aplicada a una concentración del 75% que presentó un rendimiento de 721,33 g, seguido por la dosis 3 que se encontraba a una concentración del 50%.
- En comparación a la dosis 1 sin aplicación de fertilizante foliar, donde esta presentó un rendimiento de 505,33 g esto debido a que no todas las plantas que se encontraban en cada tratamiento llegaron a formar frutos.
- En cuanto al rendimiento por plantas se presentó con alta significancia los bloques, presentándose el bloque 1 en el que mayor producción se obtuvo, también existe alta significancia entre las dosis de aplicación se obtuvo el mejor rendimiento en la dosis 3 al 50% de aplicación, con un valor de 137,39 g.
- Con el análisis económico realizado se puede determinar que el cultivo es rentable, ya que en el beneficio/costo presentan valores mayores a los 1 Bs.

7. RECOMENDACIONES

Sobre la base de las conclusiones se recomienda lo siguiente.

- A.** Se recomienda continuar con la introducción del cultivo, ya que se puede aprovechar el área de producción debido a que el cultivo es tolerante a las bajas temperaturas de invierno.
- B.** Se sugiere realizar otros estudios sobre las concentraciones de aplicación de los fertilizantes foliares te de humus de lombriz y biol en diferentes cultivos.
- C.** También se recomienda realizar otros estudios sobre la siembra del cultivo de col de Bruselas en diferentes épocas del año, y el efecto que tiene sobre el comportamiento del cultivo.
- D.** Se recomienda realizar estudios sobre el cultivo de col de Bruselas a campo abierto, utilizando distancias de plantación mayores para el mejor desarrollo del cultivo.
- E.** Se sugiere mediante los resultados obtenidos en la investigación aplicar la dosis baja al 25% de aplicación del fertilizante foliar te de humus, ya que presento mayor rendimiento y un mayor beneficio/costo, ya que es necesario buscar el mayor rendimiento del cultivo y a su vez que este sea rentable

8. BIBLIOGRAFIA

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

ARMAS de R., ORTEGA, D., RODAS, R. 1988. Fisiología Vegetal. Ed. Pueblo/Educación. La Habana, Cuba, pp.118, 128, 131, 134.

BRECHELT, A. 2004. Manejo ecológico del suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). Primera Edición. Ed: Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas Para América Latina (RAP-AL). República Dominicana. p. 28

CAMPOS, V. 2004. Tesis. Evaluación del comportamiento agronómico de la col de Bruselas (*Brassica oleracea, variedad gemmifera*), bajo diferentes densidades de transplante.

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

CARVAJAL, I. 2014. Tesis. Evaluación de tres tipos de biofertilizantes líquidos foliares en dos dosis de aplicación en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la Estación Experimental de Sapecho – Alto Beni. pp 8 -12.

CASSERES, E. 1984. Producción de hortalizas. Ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San Jose, Costa Rica. pp. 180 – 183.

CAVASA. 2007. Portal en agricultura. Bioabono (en línea). Consultado el 1 de Julio del 2016. Disponible en <http://www.cavasa.com.co/html/bioabono.htm>

CEIBA-JAC. (2006). “Manejo de excretas y Biodigestores” Capacitación para el manejo integral y auto sostenible con pequeños productores de tres veredas nucleo del Departamento de Antioquia.

CHILON, C. E. (1997). Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAT. Primera reimpresión. La Paz – Bolivia. 26 – 73 pp.

- CHILON, E. 1997. Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas. CIDAT. 1ra Impresión. La Paz, Bolivia. p. 185.
- CUCHMAN, M. y RIQUELME, A. 1993. Manejo de Sistemas Orgánicos. Ed. CeadullCA-Unión Europea. Uruguay. p. 10-32.
- FERSINI, A. 1979. Horticultura práctica. Editorial Diana. 2ª Edición aumentada. Mexico. 527 p.
- FIGUEREDO, R. 2006. Efecto de Densidades de Siembra y Niveles de Abono orgánico en el Comportamiento Agronómico de la Valerianela. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. P. 2461.
- GIACONNI, V. y ESCAFF, M. 1994. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria. Buenos Aires, Argentina. pp. 258 – 263.
- GOMERO, O., 1999. Manejo Ecológico de Suelos. RAAA. Perú. p 107-123.
- GOMERO, O. 1999. Manejo Ecológico de Suelos, Conceptos y Técnicas. Ed: Gráfica Esteffany. Lima-Perú. p. 189-201.
- GUDIEL, V. 1987. Manual agrícola SUPERB. Editorial Súper b. Guatemala CA, Guatemala. pp. 170-185.
- GUDIEL, V. 1997. Manual agrícola Editorial Súper B. Guatemala. pp. 38-45.
- GUZMAN, J. 2006. Apuntes de clases de Diseños Experimentales II. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia. p. 25.
- HARTMAN, F. 1990. Invernaderos y ambientes atemperados. Ed. Offsed. Bolivia Ltda., La Paz, Bolivia. p. 9-30.
- HERNANI, N. 2013. Tesis. Comportamiento de dos variedades de frutilla (*Fragaria sp*) con la aplicación de dos niveles de dos niveles de humus de lombriz y el bio – fertilizante (zumia-15) en ambiente protegido cota cota – La Paz. Pp. 14 – 17.

IBAR L., 1987. Cultivo de tomate, pimentón, pepino y berenjenas editorial AEDOS, España, pp. 198-206.

KRAMAROVSKY, 1987. Fertilización y abonos orgánicos. Criterios para su aplicación. En Vigliola, M. Manual de Horticultura Buenos Aires – Argentina. Ediciones Hemisferio Sur. pp. 9-50.

LALATTA, F. 1980. Fertilización de árboles frutales. Ediciones CEAC. Barcelona, España. pp 9-26.

LIMONGELLI, J. 1979. El repollo y otras crucíferas de importancia en nuestra huerta comercial. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina. Pp. 29-40.

LOAYZA, H. 1981. Curso de técnicas agropecuarias cultivo de la col. Estación experimental de Chinolí. IPTA. MACA. Potosí, Bolivia. Pp. 44-45.

LOPEZ, B. 2013. Tesis. Evaluación de la aplicación de biofertilizantes a diferentes concentraciones en dos variedades de arveja china (*Pisum sativum* var.) bajo ambiente protegido en las colinas de “Agrosol”.

LORETE, M. B. 1993. Biblioteca de la agricultura. Editorial Emegs. Barcelona, España.

MALDONADO, M. 2009. Tesis. Evaluación agronómica de tres variedades de col de Bruselas (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera*) bajo invernadero. pp 10-13.

MAROTO B, J. V. 1995. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi-Prensa. 4ª Edición revisada y empleada. España. Pp. 198-204.

MAROTO B, J. V. 1989. Horticultura herbácea especial. Editorial Mundi- Prensa. Madrid, España. 563p.

MARTI, J. 2007. Diseño de Biodigestores. La Paz, Bolivia. Se. p. 35.

Martí J., 2008. Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación. Biodigestores de polietileno tubular de bajo costo para trópico, valle y altiplano. Cooperación Técnica Alemana (GTZ)-Energía. Bolivia. p. 15

MATEO, J. M. 1968. Repollos y coles de Bruselas variedades y cultivos agricultura práctica. Ed. Publicaciones de capacitación agraria. Madrid, España. Pp. 15-20.

MEDINA, J. 1998. Riego por Goteo. Edit: Mundi Prensa. Cochabamba, Bolivia. pp. 15-18.

MEDINA, A. 1992. El Biol y Biosol en la Agricultura. Ed. Programa Especial de Energía. Cochabamba, Bolivia. p. 1-47.

NAVARRO. 2007. Portal en Agricultura. Hortalizas y Verduras (en línea). Consultado el 23 de septiembre 2016. Disponible en <http://www.navarromontes.com/manual.aspxman24>.

OCHOA, R. 2016. Diseños experimentales. 2ª Edición, Ediciones Ochoa.

OGDEN, S. 1990. Cultivo natural de las hortalizas. Ed. Diana. Mexico. Pp 157-158.

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

OSPINA, J. 1995. Producción agrícola 2. Enciclopedia agropecuario terranova. Ed. Terranova. Bogota, Colombia. Pp. 311-314.

PEREZ, C. 1980. Tesis "Comportamiento de variedades de repollo, producción de semilla en los yungas de La Paz, U.M.S.A. pp 33-65.

PIÑEIRO, A. 2001, Tesis. Determinación de la dosis optima de fertilizante foliar orgánico en tres cultivares de col de Bruselas (*Brassica oleracea* var. *Gemmifera*) bajo carpa solar.

RAMIREZ, A. 1989. Cultivo de repollo. Editorial UAMM. La Paz, Bolivia. Pp. 15-57.

RESTREPO, J. 2001. Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y Biofertilizantes Foliare. IICA. San José, Costa Rica. 155 p.

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.

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

ROJAS, F. 2001. Catálogo de plantas. Botánica sistemática pp. 10-64

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

SERRANO, Z., 1979. Cultivo de Hortalizas en Invernaderos. Ed. Aedos, Barcelona-España. Pp 239-252.

SIAMAGE (Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). 2001. El Biol. (en línea) Consultado el 16 de septiembre del 2016. Disponible en [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing. %20Ruzzo organicos/biol.htm](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing.%20Ruzzo%20organicos/biol.htm)

SOBRINO, E. 1994. Tratado de horticultura herbácea. Editorial Aedos. Barcelona, España. Pp. 10-187.

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

TECN-AGRO (Tecnificación Agrícola). 1995. Subprograma de Capacitación Agropecuaria-Carpas Solares. Edit: Ministerio de Educación. Primera Edición. La Paz, Bolivia. p. 56

TORREZ, D. 2014. Evaluacion del rendimiento de dos variedades de albahaca (*Ocimum basilicum*) hasta la etapa comercial con relación a la biofertilizacion en carpa solar. pp. 60

VALDEZ, G. 1997. Producción en Invernaderos. Edit: Águila. Puno, Perú. p. 50.

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

ANEXOS

ANEXO 1. Composición mineral de col de Bruselas

Cuadro 17. Composición mineral de la parte comestible (mg).

Componente	Cantidad (mg)	
Calcio	37.00	36.00
Fosforo	86.00	80.00
Hierro	1.40	1.50
Vitamina A	430 UI	500 UI
Tiamina	0.10	0.107
Calorías	41.00	39.00

Fuente (Limongelli, 1979, y Watt et al., 1975).

ANEXO 2. Poder alimenticio de col de Bruselas

Cuadro 18. Poder alimenticio en comparación a otras hortalizas

En cada 100 gr. de la parte comestible de la col de Bruselas y brócoli.

Composición	Col Bruselas	de Brócoli	Coliflor	Repollo
Valor calorífico	54	34	37,02	26,26
Agua en gramos	85	90	92,92	92,10
Principios energéticos				
Prótidos	4	2,5	1,64	1,18
Lípidos	0,7	0,2	0,2	0,20

Glúcidos	8	5,5		6,08
Elementos minerales				
Azufre	131	137		
Fosforo	60	76	38,4	19,78
Sodio	10	10		
Potasio	375	336		
Magnesio	30	24		
Calcio	30	100	43,82	30,18
Hierro	1,3	0,8	4,82	1,10
Vitaminas en miligramos				
Ácido ascórbico ©	20-100	70	64,0	43,5
Tiamina (b)	0,06	0,06	0,08	0,05
Riboflavina (b2)	0,12	0,12	0,16	0,13

Fuente: Japón (1986).

ANEXO 3. Cantidades aplicadas de los fertilizantes foliares

Cuadro 19. Cantidad utilizada de té de humus.

Tratamientos	Cantidad ml. Te de humus	Cantidad en ml.
T ₁	Sin aplicación	Ningún abono
T ₂	3 kg humus / 12 L agua (25%)	500 ml de té de humus
T ₃	3 Kg humus / 8 L agua (50%)	aplicado a cada tratamiento
T ₄	3 Kg humus / 4 L agua (75%)	en la primera aplicación.

En los siguientes cuadros se muestran las cantidades y frecuencias de aplicación del Biol.

Cuadro 20. Primera aplicación de Biol.

Tratamientos	Cantidad ml. de biol	Cantidad total ml.
T ₅	Sin aplicación	Se aplicó 500 ml por tratamiento en la primera aplicación.
T ₆	125 ml biol / 375 ml agua (25%)	
T ₇	250 ml biol / 250 ml agua (50%)	
T ₈	375 ml biol / 125 ml agua (75%)	

Cuadro 21. Segunda aplicación de Biol.

Tratamientos	Cantidad ml. de biol	Cantidad total ml.
T ₅	Sin aplicación	Se aplicó 750 ml por tratamiento en la segunda aplicación.
T ₆	187,5 ml biol / 562,5 ml agua (25%)	
T ₇	375 ml biol / 375 ml agua (50%)	
T ₈	562,5 ml biol / 187,5 ml agua (75%)	

Cuadro 22. Tercera aplicación de Biol.

Tratamientos	Cantidad ml. de biol	Cantidad total ml.
T ₅	Sin aplicación	Sin abono
T ₆	250 ml biol / 750 ml agua (25%)	Se aplicó 1000 ml por tratamiento en la tercera aplicación.
T ₇	500 ml biol / 500 ml agua (50%)	
T ₈	750 ml biol / 250 ml agua (75%)	

Cuadro 23. Cuarta aplicación de Biol.

Tratamientos	Cantidad ml. de biol	Cantidad total ml.
T ₅	Sin aplicación	Sin abono
T ₆	500 ml biol / 1500 ml agua (25%)	Se aplicó 2000 ml por tratamiento en la cuarta aplicación.
T ₇	1000 ml biol / 1000 ml agua	
T ₈	(50%)	
	1500 ml biol / 500 ml agua (75%)	

Cuadro 24. Quinta aplicación de Biol.

Tratamientos	Cantidad ml. de biol	Cantidad total ml.
T ₅	Sin aplicación	Sin abono
T ₆	1000 ml biol / 3000 ml agua (25%)	Se aplicó 4000 ml por tratamiento en la quinta aplicación.
T ₇	2000 ml biol / 2000 ml agua (50%)	
T ₈	3000 ml biol / 1000 ml agua (75%)	

Cuadro 25. Sexta aplicación de Biol.

Tratamientos	Cantidad ml. de biol	Cantidad total ml.
T ₅	Sin aplicación	Sin abono
T ₆	1500 ml biol / 4500 ml agua (25%)	Se aplicó 6000 ml por tratamiento en la quinta aplicación.
T ₇	3000 ml biol / 3000 ml agua (50%)	
T ₈	4500 ml biol / 1500 ml agua (75%)	

ANEXO 4. Frecuencias de aplicación del biol y te de humus de lombriz.

Cuadro 26. Frecuencia de aplicación.

Fecha	Cantidad ml tratamiento	Cantidad ml. planta
30 – mayo – 2016	500 ml	83,3 ml
20 – junio – 2016	750 ml	125 ml
10 – julio – 2016	1000 ml	166,7 ml
30 – julio – 2016	2000 ml	333,3 ml
20 – agosto –2016	4000 ml	666,7 ml
10 – sept - 2016	6000 ml	1000 ml

ANEXO 5. Análisis económico

PARAMETROS	TE HUMUS				BIOL			
	0%	25%	50%	75%	0%	25%	50%	75%
Rendimiento (g/1.25M2)	511,0	792,0	686,0	744,0	499,0	722,0	654,0	699,0
Rendimiento (kg ha-1)	8111,1	12571,4	10888,9	11809,5	7920,6	11460,3	10381,0	11095,2
Precio del Col de Brucas Bs/kg.	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Beneficio bruto Bs/Kg.	81111,1	125714,3	108888,9	118095,2	79206,3	114603,2	103809,5	110952,4
Beneficio neto Bs/Kg.	67.347,18	91.950,4	53.124,96	56.331,31	65.442,4	100.124	87.912,6	55.188,5
B/C	5,89	3,72	1,95	1,91	5,75	7,92	6,53	1,99
A. COSTOS VARIABLES (Bs/ha)	10886,93	30886,9	52886,93	58886,93	10886,9	11601,93	13019,93	52886,9
1. Preparacion del terreno								
Remocion	640	640	640	640	640	640	640	640
Nivelado	320	320	320	320	320	320	320	320
2. Siembra								
Siembra	675	675	675	675	675	675	675	675
2. Mano de obra								
Aplicación de abonos Foliares	800	800	800	800	800	800	800	800
Deshierbe y deshojado	800	800	800	800	800	800	800	800
Riego	200	200	200	200	200	200	200	200
Cosecha	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Transporte_col de brucas	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
3. Insumos								
Semilla	3252	3252	3252	3252	3252	3252	3252	3252
Abono Foliar	0	20000	42000	48000	0	715	2133	42000
B. COTOS FIJOS (Bs/ha)	2877,0	2877,0	2877,0	2877,0	2877,0	2877,0	2877,0	2877,0
C. COSTO TOTAL (A+B)	13763,9	33763,9	55763,9	61763,9	13763,9	14478,9	15896,9	55763,9

ANEXO 8

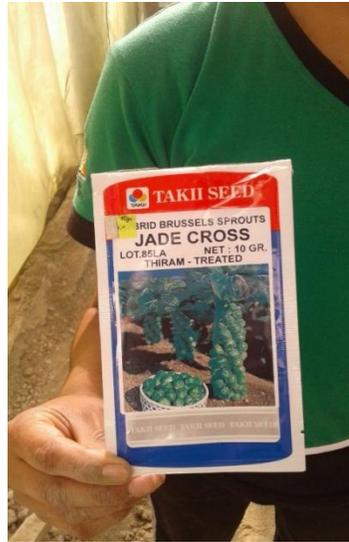
Preparación del terreno



Limpieza del terreno



Removido y nivelación del terreno



Preparación para la siembra



Siembra



Plantas en emergencia



Plagas (larva de la col)

Preparación de abonos foliares



Selección de humus de lombriz



Limpieza de humus de lombriz



Pesado y elaborado del te de humus





Obtención de te de humus y Biol

Marbeteado y toma de datos



Selección de muestras al azar



Toma de datos

Aplicación de fertilizantes foliares



Aplicación de Biol y te de humus a diferentes concentraciones

Ciclo vegetativo de la planta



Plantas con una altura de 15 cm, primera aplicación de fertilizantes



Crecimiento en altura y elongación del tallo



Inicio de los brotes de cogollos



deshojado



Maduración de repollitos



Cosecha



Evaluacion de rendimiento (pesado)



Toma de diametro de repollitos por tratamiento



Cosecha final

INFORME DE ENSAYO EN SUELOS S 35/15

Cliente: FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA
 Solicitante: Sr. Alfredo Calderon Chavez
 Dirección del cliente: Av. Ladislao Cabrera # 1490
 Procedencia de la muestra: Estación Experimental de Cota Cota
 Provincia: Murillo
 Departamento: La Paz
 Punto de muestreo: Carpa Solar
 Responsable del muestreo: Sr. Alfredo Calderon Chavez
 Fecha de muestreo: 13 de mayo de 2015
 Hora de muestreo: 16:30
 Fecha de recepción de la muestra: 15 de mayo de 2015
 Fecha de ejecución del ensayo: Del 15 al 29 de mayo, 2015
 Caracterización de la muestra: Suelo
 Tipo de muestra: Puntual - simple
 Envase: Bolsa plástica Ziplock
 Código LCA: 35 - 1
 Código original de muestra: EECC -01

Resultado de Análisis

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

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

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

La Paz, junio 15 de 2015

Ing. Jaime Chincheros Paniagua
 Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



CC: Archivo
 JCh/ta

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

INFORME DE ENSAYO EN SUELOS S 03/16

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

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite 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
 JCh/lca



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