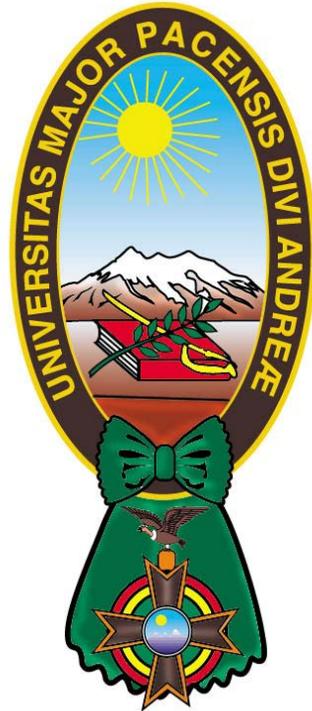


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DEL HUMUS POR VIA FOLIAR EN EL RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DEL REPOLLO (*Brassica oleracea* var. Copenhagen market)
EN AMBIENTE ATEMPERADO**

MARÍA TERESA MARTÍNEZ ZAMORA

LA PAZ – BOLIVIA

2016

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

**EFFECTO DEL HUMUS POR VIA FOLIAR EN EL RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DEL REPOLLO (*Brassica oleracea* var. Copenhagen market)
EN AMBIENTE ATEMPERADO**

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

MARÍA TERESA MARTÍNEZ ZAMORA

Asesores:

Ing. Agr. M.Sc Rubén Trigo Riveros

Ing. Agr. Juan Carlos Soria Meruvia

Ing. Agr. Jorge Manuel Martínez Zamora

Tribunal Examinador:

Ing. Agr. Ph. D. David Cruz Choque

Ing. Agr. Freddy Porco Chiri

Ing. Agr. MSc. Paulino Ruiz Huanca

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador:

DEDICATORIA:

A mis amados padres Mario y Julia por su amor, comprensión y apoyo en todas las etapas de mi vida.

A mis hermanos Katherine, Kotska, Manuel y Alejandra mi guía y mi fuerza.

A mis hijitos Jhulian y Gabriel mi alegría y mi motivo de vida.

A mis tíos, tías y mi hermosa abuelita Julia que me dan el apoyo y palabras de aliento.

Y a mi Dios que me da todos los días bendiciones y las alegrías.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios mi señor por darme todo lo bueno de mi vida, por no dejarme vencer y seguir adelante en mi sueño.

Agradecer de todo corazón a mi familia quienes me ayudaron a llegar a este punto con su apoyo, comprensión y mucha ayuda.

A la Universidad Mayor de San Andrés por darnos la comodidad y la educación adecuada para lograr los estudios superiores.

A la Facultad de Agronomía por dejarme las experiencias de estudio más fabulosas con su excelente plantel académico.

Un agradecimiento muy especial a mis asesores, Ing. Rubén Trigo, Ing. Soria por su apoyo constante y sus enseñanzas con las cuales se realizó el siguiente trabajo.

A mi hermano Ing. Agr. Manuel Martínez Zamora por ser mi asesor, apoyándome a la culminación de este trabajo.

A mi Tribunal Revisor, Ing. Agr. Ph.D. David Cruz Choque, Ing. MSc. Paulino Ruiz Huanca, Ing. Agr. Freddy Porco por las sugerencias y observaciones precisas para mejorar el presente trabajo.

Sobre todo a mis hermosos Hijos JHULIAN y NOAH GABRIEL por su apoyo, ayuda y su amor quien me da fuerza para seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Ambientes Atemperados (carpas solares)	3
2.1.1 Importancia de los ambientes protegidos	3
2.2 Humus de lombriz	4
2.2.1 Composición química del humus.....	4
2.2.2 Humus líquido	5
2.3 Absorción de nutrientes a través de la hoja	6
2.4 Fertilización foliar	7
2.5 El Repollo.....	8
2.5.1 Origen e importancia.....	8
2.5.2 Sistemática.....	9
2.5.3 Descripción morfológica del cultivo	9
2.5.4 Labores Culturales del Cultivo del Repollo.....	11
2.5.5 Cosecha y postcosecha	11
2.5.6 Plagas y Enfermedades	12
2.5.6.1 Plagas	12
2.5.6.2 Enfermedades.....	13
2.5.7 Ecología del repollo.....	13
2.5.8 Fenología del cultivo de repollo.....	14
2.5.9 Requerimientos nutricionales del cultivo	15
2.5.9.1 Importancia del Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el Cultivo de Repollo.....	16
2.5.10 Valor nutritivo del repollo.....	17
3. LOCALIZACIÓN	19
3.1 Ubicación Geográfica	19

3.2 Características en el área de estudio	20
3.3 Características ecológicas	20
3.3.1 Suelo	20
3.3.2 Erosión	21
3.3.3 Precipitación y Temperatura.....	21
3.3.4 Vegetación de cultivos	21
3.3.5 Impacto ambiental	22
4. MATERIALES Y MÉTODOS	23
4.2 Metodología.....	24
4.2.1 Diseño Experimental	25
4.2.1.1 Modelo Aditivo Lineal	25
4.2.1.2 Método Experimental	25
4.2.1.3 Croquis de la Parcela Experimental	26
4.2.2 Procedimiento Experimental.....	26
a) Etapa de campo	27
b) Etapa de gabinete	28
4.2.3 Variables de respuesta.....	29
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
5.1 Evaluación de parámetros climáticos	32
5.1.1 Características Climáticas.....	32
5.1.1.1 Precipitación Pluvial	32
5.1.1.2 Temperaturas Máximas y Mínimas	33
5.1.1.3 Humedad Relativa.....	33
5.1.1.4 Evapotranspiración.....	34
5.1.1.5 Relación entre Precipitación y Evapotranspiración	34
5.2 Niveles de aplicación de Humus líquido de lombriz en el cultivo de repollo.....	35
5.3 Resultados de las Variables de Respuesta	35
5.3.1 Variables Agronómicas	35
5.3.1.1 Altura de planta	35
5.3.1.2 Diámetro de tallo	36

5.3.1.3 Diámetro de pella	37
5.3.1.4 Altura de pella	39
5.3.1.5 Rendimiento	40
5.3.1.6 Tiempo a la cosecha	42
5.3.2 Variables Económicas	44
5.3.2.1 Análisis de costos de producción	44
5.3.2.2 Clasificación de los costos	45
5.3.2.3 Costos directos e indirectos	45
5.3.2.4 Costos fijos y variables.....	45
5.3.2.5 Ajuste de los rendimientos	45
5.3.2.6 Beneficio bruto	45
5.3.2.7 Beneficio neto.....	46
5.3.2.8 Relación Beneficio/Costo	46
6. CONCLUSIONES.....	47
7. RECOMENDACIONES	49
8. BIBLIOGRAFÍA.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1 Ubicación espacial de la Estación Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía	19
Figura. 2 Esquema de la metodología descriptiva empleada para el estado de la fertilización con humus en repollo.	24
Figura. 3 Precipitación Pluvial	32
Figura. 4 Temperaturas Máximas y Mínimas	33
Figura. 5 Humedad Relativa del periodo de estudio referido a rendimiento de repollo con humus.....	33
Figura. 6 Evapotranspiración para el periodo de enero a diciembre	34
Figura. 7 Relación entre Precipitación y Evapotranspiración en la ciudad de La Paz	34
Figura. 8 Regresión lineal para el estudio de medias de rendimiento del repollo con humus foliar.....	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables de respuesta del estudio del humus vía foliar en repollo.....	29
Cuadro 2. Datos climáticos de precipitación, temperatura, humedad y evapotranspiración de la ciudad de La Paz en el periodo de 20 años.....	31
Cuadro 3. Niveles de aplicación de humus líquido sobre el cultivo de repollo.....	34
Cuadro 4. Análisis de Varianza para altura de planta (cm).....	35
Cuadro 5. Prueba de diferencias de Duncan para la altura de planta del repollo con humus foliar.....	35
Cuadro 6. Análisis de Varianza para diámetro de tallo del repollo con humus foliar...	36
Cuadro 7. Prueba de diferencias de medias de Duncan para el diámetro de tallo del repollo con humus foliar.....	37
Cuadro 8. Prueba de diferencias de medias de Duncan para diámetro de tallo del repollo con humus foliar.....	37
Cuadro 9. Análisis de Varianza para el diámetro de pella del repollo con humus foliar...	37
Cuadro 10. Prueba de diferencia de medias de Duncan para el diámetro de pella del repollo con humus foliar.....	38
Cuadro 11. Análisis de Varianza para altura de pella (cm).....	39
Cuadro 12. Prueba de rango múltiple de Duncan para altura de pella del repollo con humus foliar.....	39
Cuadro 13. Prueba de rango múltiple de Duncan para altura de pella del repollo con humus foliar.....	39
Cuadro 14. Análisis de varianza para el rendimiento del repollo con humus foliar.....	40
Cuadro 15. Prueba del rango múltiple de Duncan para el rendimiento del repollo con humus de lombriz.....	40
Cuadro 16. Análisis de varianza para tiempo de cosecha del repollo.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. COMPOSICIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ

MOVIMIENTOS DE LOS NUTRIENTES APLICADOS DENTRO Y HACIA AFUERA DE LA HOJA

Anexo B. CULTIVO DEL REPOLLO

Anexo C. DATOS DE ALTURA DE PLANTA DEL CULTIVO DE REPOLLO

Anexo D. . DATOS DE DIÁMETRO DE TALLO DEL CULTIVO DE REPOLLO

Anexo E. DATOS DE DIÁMETRO DE PELLA DEL CULTIVO DE REPOLLO

Anexo F. DATOS DE ALTURA DE PELLA DEL CULTIVO DE REPOLLO

Anexo G. DATOS DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE REPOLLO

Anexo H. CONCENTRACIONES DE HUMUS LÍQUIDO APLICADOS AL REPOLLO

Anexo I. DATOS CLIMATICOS HISTORICOS ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA LAYKACOTA

Anexo J. RECOPIACIÓN FOTOGRÁFICA

RESUMEN

El uso de abonos orgánicos es útil porque los agricultores disminuirán el uso de químicos en los cultivos, debido a que la agricultura orgánica constituye una parte cada vez más importante del sector agrícola, por sus ventajas ambientales y económicas, lo cual nos lleva a pensar que día a día más personas se dan cuenta de lo importante que es consumir alimentos sanos libres de residuos de la agricultura convencional. Esta investigación se efectuó con el objetivo de establecer una alternativa agroecológica; se realizó en la estación experimental "Cota Cota" perteneciente a la Facultad de Agronomía, encontrada en la zona sur de la ciudad de La Paz; con el objetivo de Evaluar el rendimiento en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea*) con el método de fertilización foliar de Humus de lombriz. Se empleó el diseño de bloques al azar (DBA) con tres bloques y con tres repeticiones.

Las variables determinadas fueron la altura de la pella, diámetro de la pella y su madurez en tiempo de cosecha y su rendimiento, al momento del término de las etapas fenológicas de interés en la especie (trasplante, periodo de inicio de formación de cabeza y cosecha). Por su parte, para caracterizar la dinámica de crecimiento se midió la altura de las plantas, diámetro polar y ecuatorial.

Los resultados de mayor interés, fue el tratamiento 4 con 150 g/l, llegando a ser tratamiento que llego a obtener mayor rendimiento con 7,20 kg/m², seguido del tratamiento 3 y tratamiento 2 con rendimiento de 6,06 y 4,80 kg/m² respectivamente por último se encuentra el tratamiento 1 con un rendimiento de 3,20 kg/m².

Por lo tanto es el tratamiento recomendado para que exista un mayor rendimiento, permitiendo obtener buenas ganancias, además de ser el humus líquido una alternativa excelente, ante la falta de nutrientes en el suelo.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente nuestro país se encuentra en una lucha tenaz por lograr la nutrición adecuada, la soberanía alimentaria y la producción orgánica, en beneficio de la población, jugando un papel muy importante las hortalizas; las hortalizas constituyen vegetales de gran importancia en la dieta alimenticia humana, por el alto valor nutritivo que poseen; entre estos el repollo (*Brassica oleracea*) viene a ser como una alternativa de consumo.

En los últimos años la producción en carpas solares se ha concentrado solo en aquellas hortalizas que tienen mayor demanda en el mercado, como ser: lechuga, acelga y otras. Sin embargo, el campo hortícola es amplio, existen otras especies que ofrecen buenas ventajas y merecen ser investigadas para posteriormente producirlas como es el caso del repollo.

La importancia del repollo radica en su constante demanda durante todo el año; lo cual puede generar un consumo de mano de obra casi a la par de la demanda del producto. La producción de repollo bajo carpas solares, puede estar garantizado durante todo el año; logrando el máximo rendimiento de producción de alta calidad comercial en superficies pequeñas y sobre todo aplicando tecnología relativamente baja en costos de producción.

Un método muy utilizado por los países vecinos, es la práctica de la fertilización foliar orgánica que es un complemento para compensar el déficit entre las necesidades de las plantas y las cantidades de elementos nutritivos disponibles por las reservas del suelo; el fertilizante más usado mundialmente es el humus líquido, ya que actúa como almacén que fija los elementos minerales cuando estos abundan y evitan o dificultan su lixiviación, para luego cederlo paulatinamente a la planta.

Tomando en cuenta la importancia del cultivo más la utilización de fertilizantes foliares, en el presente estudio se planteó el uso del humus de lombriz líquido como una nueva alternativa para los productores de hortalizas en cuanto al tema de incremento de rendimiento y la obtención de mayores ingresos.

Por lo señalado, la presente investigación planteo alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Evaluar el efecto del humus líquido vía foliar sobre el rendimiento del cultivo del repollo (*Brassica oleracea*) en ambiente atemperado.

Objetivos Específicos

- Evaluar la aplicación de cuatro concentraciones líquidas de humus vía foliar en el rendimiento del cultivo del repollo.
- Determinar el efecto del humus vía foliar sobre el crecimiento en altura, diámetro y peso de la pella del cultivo del repollo.
- Identificar el efecto del humus foliar sobre el tiempo a la cosecha del cultivo de repollo.
- Analizar los indicadores económicos y costos parciales en el rendimiento del cultivo del repollo con aplicación foliar de humus.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ambientes Atemperados (carpas solares)

Bernat *et al.* (1987), recomiendan que la construcción de un ambiente atemperado se inicia como parte fundamental de una actividad económica para la producción de un determinado tipo de cultivo.

FAO (1990), indica que de acuerdo a Kohl (1990), las carpas solares surgen en el país como respuesta a la frustración de no poder encarar problemas estructurales en el Altiplano. Sin embargo, aunque los ambientes atemperados no puedan solucionar problemas de fondo, si pueden tener una función como componentes de desarrollo.

Lorente (1997), propone que la falta de condiciones ambientales junto al mayor interés del horticultor en conseguir el incremento de la cosecha y alargar las épocas de producción ha impulsado a la empresa hortícola practicar diferentes técnicas y crear instalaciones especiales para la producción de hortalizas.

2.1.1 Importancia de los Ambientes Protegidos

Robledo de Pedro y Vicente (1988), establecen que la finalidad de cultivar bajo invernadero ciertos productos hortícolas es la de conseguir cosechas en épocas fuera de estación o mayor precocidad.

Además los ambientes protegidos contribuyen de manera notoria a la obtención de cosechas de mayor calidad como consecuencia de la protección que ejerce contra ciertos agentes perjudiciales que alteran la calidad de los frutos.

Avilez (1992), concluye que por sus buenas condiciones climáticas y relativo costo de inversión el sistema de carpa solar se constituye en el más adecuado a nivel familiar.

Sobrino (1994), menciona que el propósito que se persigue con la utilización de un ambiente atemperado se resume en los siguientes puntos:

- Proteger el cultivo contra las adversidades climáticas como el viento, las heladas y el granizo.

- Cultivar cuando las condiciones climáticas al aire libre no son suficientes para complementar el desarrollo de las plantas, con ello se consigue una mayor precocidad, en la producción y la obtención de productos tempranos.
- Incrementar el volumen de producción a consecuencia de los mejores cuidados del cultivo y se consigue un mayor aprovechamiento comercial y un aumento en el rendimiento del cultivo.
- Mejorar la calidad de las cosechas para que el producto final pueda competir en el mercado.

2.2 Humus de Lombriz

El humus de lombriz es el producto resultante de la transformación digestiva en forma de excretas que ejerce este pequeño anélido sobre la materia orgánica que consume. Aunque como abono orgánico puede decirse que tiene un excelente valor en macro nutrientes, también habría que mencionar la gama de compuestos orgánicos presentes en él, su disponibilidad en el consumo por las plantas, su resistencia a la fijación y al lavado (Cansing, 2009).

Gross (1966) indica que, el humus es resultante de la descomposición de la materia orgánica que es una fuente de reserva de alimentos para la planta; por la formación de complejos fosfo húmicos, de esta manera el fósforo se encuentra asimilable para las plantas.

Para Ferruzzi (1987), el humus de lombriz debe su enorme poder, o valor, sobre todo a la flora bacteriana que contiene y debería ser llamado con más propiedad elemento corrector, en lugar de elemento fertilizante; al ser el resultado de la digestión de múltiples micro organismos y como punto final el paso por el tubo digestivo de la lombriz, el cual le aporta propiedades antibióticas.

2.2.1 Composición Química del Humus

La composición química del humus de lombriz se muestra en el cuadro 1 de anexos evaluado por Mora (2003) en una investigación del humus de lombriz de esta tabla podemos destacar que el porcentaje de humus en nitrógeno es de 1 – 2,6% el de

fosforo es de 2 – 8% y de potasio de 1 – 2,5%; valores que nos muestra un lo potencial de este producto para la fertilización.

Teniendo en cuenta que el nitrógeno es un elemento que le da vigor a las plantas y abundancia de hojas. En cuanto a la síntomas de la carencia de potasio, si es leve, se observa en las hojas viejas; pero cuando es aguda, se ve en los brotes jóvenes, siendo los más severamente afectados, y llegando a secarse. Y a la falta de Potasio existe una reducción de la floración, fructificación y desarrollo de toda la planta y se produce un menor desarrollo radicular, menor floración y cuajado de los frutos. En cambio el exceso de este elemento no parece causar daños (Rivera, 2010).

2.2.2 Humus Líquido

El humus líquido de lombriz, también llamado té de humus, es una solución acuosa preparada a partir del humus de lombriz sólido. Al igual que éste, contiene ácidos húmicos y fúlvicos, materia orgánica, nutrientes básicos y secundarios, así como gran cantidad de microorganismos benéficos. Puede utilizarse en el riego como abono foliar o aplicarse directamente al suelo, y supone un complemento excelente a la fertilización de cualquier cultivo (Acebedo, 2011).

Según Casing (2009), el humus de lombriz líquido contiene la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el humus de lombriz (sólido), entre los que se incluyen los humatos más importante como son: los ácidos húmicos, fúlvicos, úlmicos, entre otros. Aplicado al suelo o a la planta actúa como racionalizante de fertilización ya que hace asimilables en todo su espectro a los macro y micro nutrientes, evitando la concentración de sales. Crea además un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos, bacterias, hongos, etc. que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo en el desarrollo de enfermedades.

Por lo tanto podríamos decir que el humus líquido de lombriz

- Incrementa la producción de clorofila en las plantas
- Reduce la conductividad eléctrica característica de los suelos salinos.
- Aumenta la producción en los cultivos.
- Disminuye la actividad de chupadores como áfidos.
- Es asimilado por la raíz y por las estomas.

2.3 Absorción de Nutrientes a Través de la Hoja

Murillo, *et al.* (2003), mencionan que la absorción foliar de nutrientes a través de la hoja se puede visualizar como un proceso compuesto de tres etapas:

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

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

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

Para Romheld y El-Fouly (1999), la absorción comienza con el mojado de la hoja; la cual tiene la superficie exterior de las células cubierta por la cutícula y una capa epicuticular de cera con fuertes características hidrofóbicas. Para facilitar la necesaria

absorción de nutrientes se requiere utilizar aditivos (detergentes) para reducir la tensión superficial.

Seguidamente esta la entrada de los nutrientes por el apoplasto que es un importante espacio ocupado por los nutrientes antes de la absorción a través de una membrana plasmática al simplasto de un célula individual.

Los nutrientes entran en el espacio apoplástico después de la penetración de las paredes de las células epidermales exteriores, pero también llegan desde las raíces vía xilema.

La absorción de nutrientes en el simplasto a través de la membrana plasmática es dependiente de energía y está mediada por proteínas de transporte con $H^{\pm}ATP$ (adenosina trifosfato).

Y por último esta la distribución de un nutriente dentro de la hoja y su translocación hacia fuera de la hoja depende de la movilidad del nutriente en el floema y xilema como se indica en la figura 1 de anexos. Los nutrientes móviles en el floema, como el K, P, N y magnesio (Mg), se distribuyen dentro de la hoja en forma acropetálica (por el xilema) así como en forma basipetálica (por el floema).

2.4 Fertilización Foliar

La fertilización foliar es una práctica efectiva para la corrección de deficiencias nutricionales en plantas que se encuentran bajo condiciones de estrés o en suelos con baja disponibilidad de nutrientes. Consiste en aplicar disoluciones de nutrientes directamente sobre las hojas. Esta absorción en la hoja se desarrolla mayoritariamente a través de la epidermis, por difusión, debido al gradiente de concentración del nutriente que se establece entre la superficie de la hoja y en el interior de la epidermis (Murillo, 2013).

Según Weinbaum, et. al (2002) en su libro sobre aplicaciones de nutrientes resuelven que la fertilización foliar, es una técnica que consiste en aplicar disoluciones de

nutrientes directamente sobre el tejido foliar, lo cual permite corregir rápidamente las deficiencias nutricionales y ayuda a la planta a recuperar su homeostasis metabólica.

Para la fertilización foliar, los nutrientes son aplicados por aspersion sobre la superficie de las hojas. Esta técnica no substituye a la tradicional fertilización al suelo, más bien la complementa, pues permite abastecer a las plantas de nutrientes que no pueden obtener mediante la fertilización edáfica. Adicionalmente, para ciertos nutrimentos y cultivos, en ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, la aplicación foliar es más ventajosa.

La fertilización foliar es mejor que la fertilización al suelo cuando se presentan condiciones de severas deficiencias nutricionales con la presencia de agudos síntomas de deficiencia en los tejidos. Esto se debe a que se suplementa el nutriente requerido directamente a la zona de demanda en las hojas y a que la absorción es relativamente rápida (Romheld y El-Fouly, 1990).

2.5 El Repollo

El repollo es una planta comestible cuyas hojas forman una especie de cabeza y es consumida a nivel mundial. Existe una amplia variedad de repollos, surgida de variaciones de la planta silvestre. También es conocido como col o col repollo, lo habitual es que el término haga referencia a la especie (Fuentes y Pérez, 2003).

2.5.1 Origen e Importancia

Es originario específicamente de las costas del Mediterráneo y Europa Occidental, crece de manera silvestre encontrándose en lugares como Dinamarca, Inglaterra, Francia y Grecia ver figura 2 de anexos, aunque siempre en zonas litorales y costeras, pero se desarrolla mejor en zonas de clima fresco. Fue cultivado al parecer por los egipcios 2500 años a. C. y posteriormente por los griegos, en la antigüedad era considerada una planta digestiva y eliminadora de la embriaguez (Fuentes y Pérez, 2003).

Sarita (1993), menciona que Vavilov (1951), indica que esta hortaliza es originaria del Mediterráneo y de Europa. Es la más antigua de las crucíferas remontándose su origen

a los años 2000 a.C. También afirma que, la importancia radica en su constante demanda durante todo el año así como por la mano de obra que genera y por la cantidad de áreas sembradas que ocupa su cultivo.

Para Fuentes (2003), la importancia del cultivo es para aprovechar de las hojas que conforman la cabeza, que pueden consumirse en estado fresco, conocidas de diferentes formas y encurtidas. Este cultivo es alto en vitamina C, en hierro, el contenido de glucosinatos ha sido probado como efectivo para la lucha contra el cáncer, principalmente el pulmonar. De igual forma se atribuyen efectos en la reducción del colesterol sanguíneo (Fuentes y Pérez, 2003).

Murayama (1982) afirma que, el repollo es uno de los alimentos más importantes que puede ser consumido de diferentes maneras. Es más rico en vitamina C que el tomate o la naranja, también contiene vitamina B1, B2, además de hierro y calcio.

Huerres (1991) menciona que, la col de repollo es particularmente rica en carbohidratos y vitaminas. El contenido de vitamina C está entre 35 – 60 mg, según la experiencia de algunos investigadores las hojas exteriores son más ricas en este elemento que las interiores, es importante el contenido de azufre que posee de 0,03 – 0,04 %.

3.5.2 Sistemática del Repollo

El repollo, cuyo nombre científico es *Brassica oleracea* perteneciente a la familia Brassicaceae, del Orden Capparales y cuenta con variedades como Corazón de buey Copenhagen Market y Glory de Enkhuizen (Maroto, 1995).

2.5.3 Descripción Morfológica del Cultivo

El repollo es una planta perenne, cultivada como anual. El tallo es corto y generalmente no sobrepasa los 30 cm debido a que el crecimiento en longitud se detiene en un estado temprano. La raíz pivotante es profunda, gruesa, pero no es dominante; con el tiempo se forma un sistema radical ramificado y superficial, encontrándose el 80% de las raíces entre los 5 y 30 cm de profundidad (Sobrino, 1994).

Limongelli (1979), describe que las primeras hojas se despliegan normalmente y pueden llegar a tener una longitud de 30 cm. Después de un tiempo, las hojas producidas se cubren parcialmente abrazándose unas a otras formando la “cabeza” compacta, que constituye la parte comestible, indica además que las hojas sésiles o cortamente pecioladas pueden ser de color verde claro y lisas en el repollo blanco, rojizas o de color púrpura y lisas en el repollo colorado, y verde oscuras y “abolladas” en el crespo.

Una descripción más exacta sobre esta especie es la que propone Fuentes (2003) mencionando que el tallo durante el primer ciclo vegetativo de la planta forma un tallo herbácea, relativamente grueso, corto, jugoso, erecto y sin ramificaciones; con la parte exterior leñosa y entrenudos cortos, no presenta ramificaciones y no alcanza más de 30 cm, debido que el crecimiento en longitud se detiene en estados iniciales del desarrollo. La cabeza del repollo corresponde a un tallo que sostiene gran número de hojas no desplegadas, descansando una sobre otra y que forma un conjunto más o menos apretado, que encierra la yema terminal y las hojas más jóvenes. Las semillas son pequeñas, redondas y de color café, pardo rojizo o negro; en una onza se encuentran 8900 (300 semillas/g). Su raíz cilíndrica, pivotante y posee raíces secundarias que absorben los nutrientes y el agua. Al igual que las otras variedades botánicas de la especie, presenta un sistema radical reducido y superficial, entre 40 y 45 cm, que limita la capacidad exploratoria del suelo. Las flores son centenas de flores en racimos; la corola es amarillenta de pétalos ovalados miden aproximadamente 1 cm, cuando se encuentran abiertas. De Naturaleza hermafroditas pero de polinización cruzada, realizándose esta por medio de insectos o del viento. La planta es auto estéril por su incompatibilidad de polen propio, por lo que presenta polinización entomófila. Una vez polinizadas y fecundadas, las flores dan origen a silicuas gruesas, rectas o curvas, de 10 cm de largo por 5 mm de ancho. El fruto es una silicua alargada, terminada en un cuernecillo cilíndrico, con numerosas semillas dehiscentes cuando seco (Figura 3 de anexos).

2.5.4 Labores Culturales del Cultivo del Repollo

Fuentes y Pérez (2003), indica que una vez sembradas las semillas empiezan la etapa de germinación y crecimiento de las plantas, durante la cual hay que hacer las labores culturales de trasplante, raleo, deshierbe y riego.

Vigliola (1992), menciona que el trasplante consiste en el traslado de plántulas germinadas en una almaciguera al lugar definitivo del crecimiento, ya sea en un ambiente atemperado o en un huerto descubiertos al aire libre. El proceso de trasplante es muy delicado ya que de él depende el crecimiento de las plantas hasta la cosecha, se aconseja realizar carpidas superficiales luego del trasplante, posteriormente cuando las plantas se acercan a los 30 cm de altura realizar un aporque.

El riego debe realizarse en horas de la tarde y de un buen nivel hídrico preferiblemente día por medio aplicando bastante agua para que llegue al área de crecimiento de raíces. El repollo requiere de un buen nivel hídrico para lograr una producción máxima, pero su rusticidad le permite adaptarse a condiciones de escasez de agua. Cuanto más favorable sean las condiciones de crecimiento, tales como temperatura, luz, abonado, etc., mayor será el efecto del riego (Gudiel, 1987).

2.5.5 Cosecha y Postcosecha

Las cabezas deben ser cosechadas cuando más del 40% de las plantas ha alcanzado su tamaño y consistencia, antes que alcancen su punto de madurez, cuando están compactas, pero sin reventarse, de acuerdo con las características de cada variedad. Después de la cosecha las raíces y tallo deben ser cortados justamente cerca de la base de la cabeza y dejar al menos una capa de hojas externas para protegerlas del manipuleo y almacenaje (Fuentes y Pérez, 2003).

Después de la cosecha según el mismo autor se deben almacenar únicamente las cabezas de gran consistencia, carentes de hojas amarillas y de daños mecánicos. Antes de ser almacenadas deben dejarse únicamente de tres a seis hojas sueltas, porque interfieren con la ventilación entre cabezas y la ventilación es esencial para un almacenamiento exitoso.

El repollo se marchita rápidamente en condiciones de sequedad, de modo que la humedad debe ser alta para conservar las hojas verdes y turgentes.

2.5.6 Plagas y Enfermedades

Las plagas y enfermedades más conocidas del cultivo de repollo, Segura y Landizábal (2008); Fuentes y Pérez (2003) y Sarita (1993); coinciden en la descripción de los daños, en la forma de prevención y ataque.

2.5.6.1 Plagas

- **Gusanos cortadores *Agrotis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae)** : Para prevenir el ataque de estos cortadores, es recomendable una preparación oportuna del terreno y la eliminación de las malezas varias semanas antes de sembrar o trasplantar, para destruir los sitios de oviposición y las plántulas que sirven de alimento a algunas larvas pequeñas.
- **Jobotos *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae)**: Las larvas se alimentan de las raíces de las plantas, las cuales generalmente mueren. La prevención y combate es igual que la de los cortadores.
- **Polilla o pica del repollo *Plutellaxy lostella* (Lepidoptera: Plutellidae)**: Este es, quizá el insecto de mayor importancia en el cultivo de las brasicas. Las larvas son pequeñas, verdes azuladas y alcanzan hasta 12 mm de longitud; en los primeros estadios se alimenta en el envés de las hojas y producen pequeñas raspaduras aunque la epidermis superior queda intacta
- **Gusano del repollo *Ascia monuste* L, (Lepidoptera: Pieridae) *Leptophabiaripa* Boisd) (Lepidoptera: Noctuidae) *Trichoplusianii* (Hubn) (Lepidoptera: Noctuidae)**: Son larvas verdosas, aterciopeladas, con rayitas claras muy destructivas que atacan todo el follaje del repollo. Se combaten con los mismos productos utilizados contra plutela.
- **Áfidos *Brevicoryne brassicae*(L) (Hemiptera: Aphididae) *Hyadaphis crysimi* (Hemiptera: Aphididae)**: Una alta infestación de áfidos ocasiona la distorsión de los brotes y de las hojas y amarillamiento; puede causar hasta la muerte de las plantas.

2.5.6.2 Enfermedades

- **Mancha de anillo *Mycosphaerella brassicicola* (Fr. Ex Duby) Lindau:** El hongo ocasiona manchas circulares con anillos concéntricos que aparecen primero en el haz y luego en el envés de las hojas. Pueden atacar cualquier zona de la parte aérea. En las lesiones se ven las fructificaciones del hongo. El hongo puede sobrevivir en el suelo de una estación a otra en residuos de cosecha y también en el suelo.
- **Manchas negras *Alternaria* sp.:** Produce manchas en las hojas y los tallos, el borde es irregular y contienen anillos concéntricos.
- **Pierna negra *Phomalingam*:** Ataca las plantas en cualquier estado de desarrollo, tanto en el follaje como en los tallos y las flores.
- **Mildiu veloso *Peronospora parasítica*:** Ataca cuando la humedad ambiental es alta y persiste una condición lluviosa. Causa manchas amarillas en la parte superior de la hoja y en la parte inferior crece un micelio blanco.
- **Mildiu polvoso *Erysiphe* sp.:** Es una enfermedad común en la época de verano. Las hojas presentan manchas necróticas con un micelio blanco en el haz.
- **Bacteriosis *Xanthomonas compestris*:** El síntoma es un amarillamiento de las hojas y el oscurecimiento de las nervaduras. La lesión se inicia en el borde de las hojas y avanza hacia el interior en forma de V. Además se recomienda tratar la semilla con agua caliente (50°C) por cinco minutos, antes de la siembra.
- **Pudrición suave *Erwinia corotovora*:** Por lo general se presenta asociada a la bacteriosis u otro patógeno.
- **Fusarium *Fusarium oxisporium*:** Aparece por lo general dos semanas después del trasplante.

2.5.7 Ecología del Repollo

Maroto (1995), indica que son plantas de gran adaptabilidad climática. En términos generales se adapta bien en terrenos ricos de textura media y arcillosa que retengan bien la humedad, pero sin presentar problemas de encharcamiento.

Hartman (1990), afirma que el requerimiento de la luz varía entre cultivos. Algunas plantas necesitan luminosidad directa para tener un mejor desarrollo y fructificación, mientras que otras se desarrollan mejor bajo luz difusa de baja intensidad, entre éstas tenemos a las hortalizas de hoja como es el caso del repollo.

Valadez (1993), manifiesta que los repollos se desarrollan y producen mejor en climas templados y frescos. De todas las crucíferas esta hortaliza es la muestra mayor tolerancia a las bajas temperaturas (heladas de hasta $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$); y la temperatura mínima para su germinación es de $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la máxima de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, siendo la óptima de $29,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Vigliola (1992), indica que la temperatura, el periodo de inducción y el tamaño de la planta influyen en la formación de las flores. Para obtener un desarrollo adecuado y calidad de productos.

2.5.8 Fenología del Cultivo de Repollo

Fuentes y Pérez (2003), indica que las plantas de repollo son bienales, en clima templado, tardan un año para crecer y otro para producir flores y semillas. En clima tropical la planta tiene un ciclo de tres a cuatro meses, por lo general no florece. El primer ciclo de su vida pertenece a la fase vegetativa, representado por el desarrollo de las raíces, hojas y tallos y termina con la producción de un tallo ancho y corto que actúa como órgano de reserva. Las hojas nuevas forman una masa compacta que se desarrolla desde el interior y no contiene clorofila. Estas hojas son suculentas y en ellas se encuentran grandes cantidades de almidón y azúcares.

a) Fase vegetativa. El primer ciclo de la vida del repollo o fase de crecimiento vegetativa, es el más importante para los productores y es útil para planificar las prácticas de manejo del cultivo.

- **Primera etapa:** se realiza entre los ocho a diez días, inicia con la germinación de la semilla y termina cuando la plántula tiene cuatro y cinco hojas verdaderas; corresponde al momento apropiado para el trasplante. Durante esta etapa desarrollan su sistema radical y las primeras hojas verdaderas.

- **Segunda etapa:** inicia desde el establecimiento de la planta al trasplante hasta que esta tiene de seis a ocho hojas. Luego de recuperarse del estrés del trasplante, las plantas entran en una fase de rápido aumento de biomasa. El área foliar se incrementa al igual que el sistema radical y el tallo de la planta.
- **Tercera etapa:** llamada de preformación de cabeza, la planta continua produciendo hojas de pecioloos alargados y limbos extendidos, finaliza cuando la planta tiene aproximadamente doce hojas. Las hojas originadas hasta ese momento, no formaran parte de la cabeza y solo algunas de las producidas durante la última etapa se doblaran ligeramente para formar una capa protectora.
- **Cuarta etapa:** Se caracteriza por la producción de hojas sin peciolo, que se superpone formando una bola (pella), estas crecen rápidamente, permitiendo el desarrollo de más hojas suculentas, hasta que la bola o cabeza alcanza el tamaño propicio de cada cultivar. Al final de esta etapa, las hojas han formado una bola compacta que al tacto se siente firme y dura; en algunos casos, las hojas interiores pueden producir mucha presión sobre las externas provocando rajaduras en la cabeza.

b) Fase reproductiva. Requiere el estímulo de bajas temperaturas, las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción de uno o más tallos florales en los que se origina la inflorescencia.

2.5.9 Requerimientos Nutricionales del Cultivo

Se cultiva en zonas con alturas que oscilan desde los 400 hasta los 1800 m.s.n.m. Con temperaturas que varían de los 15 y 28 °C. En los últimos años se ha introducido híbridos que se adaptan a climas cálidos, es decir se adaptan a temperaturas entre 22 y 35 °C y alturas entre 100 y 500 m.s.n.m. (Morales, 2012).

Los abonos orgánicos son materia orgánica de origen animal o vegetal que pueden ser enterradas en el suelo, esta evoluciona en dos sentidos: mineralización de los elementos que tienen forma orgánica y humificación que conduce a la formación de humus (Laguarigue, 1968).

Vigliola (1992) considera que, las hortalizas de mayor requerimiento de nitrógeno pertenecen a la familia de las brassicaceas con exigencias que varían de 150 a 250 Kg/ha, por otro lado menciona que los requerimientos son similares a los de brócoli y coliflor.

2.5.9.1 Importancia del nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de repollo

- **Nitrógeno.** Al haber experimentado Huerres (1991) con dos variedades de repollo una tardía y otra temprana, encontró que los rendimientos aumentaban a medida que iban en aumento las dosis de nitrógeno hasta 390 kg/ha.

Coincidiendo con esa teoría Limongelli (1979) y Vigliola (1992) afirman que al ser la cabeza la parte comestible del repollo y estar formada por hojas de crecimiento vigoroso, hacen que este cultivo sea un gran consumidor de nutrientes principalmente de nitrógeno y potasio.

- **Fósforo.** El fósforo es un elemento que influye sobre las siguientes funciones: división celular y crecimiento, formación de albumina, floración y fructificación, formación de semillas, maduración de las cosechas moderando así los efectos de aplicación excesiva de nitrógeno, desarrollo de raíces, calidad de cosecha, resistentes a enfermedades, etc. (Rodríguez, 1991).

Sarita (1993) indica que, con la excepción del nitrógeno, ningún otro elemento es tan decisivo para el crecimiento de las plantas en campo como el fósforo. Una carencia de este elemento es doblemente seria, puesto que evita que las plantas aprovechen otros nutrientes.

- **Potasio.** El poder de asimilación de las hojas y la síntesis de los glúcidos, además de tener influencia sobre la economía del agua y la concentración de los jugos celulares, su acumulación en la raíz crea un potencial osmótico que permite el

movimiento del agua en la planta, operando de igual manera en las hojas. Por otra parte, es un elemento específico como regulador del movimiento de apertura y cierre de los estomas (Rodríguez, 1991).

2.5.10 Valor Nutritivo del Repollo

El contenido de los elementos químicos por cada 100 g de comestible cruda y cocida se presentan en los cuadros 2 y 3 respectivamente ver en anexos.

Como podemos observar los repollos son hortalizas compuestas en su mayoría de agua, y muy nutritivas por su riqueza de vitaminas y minerales (Pamplona, 2012).

Este alto contenido acuoso hace que sean alimentos con un bajo aporte calórico. Tras el agua, los hidratos de carbono y la fibra son los componentes más abundantes, seguidos de una menor proporción de proteínas y grasas (Morales, 2012).

Su contenido mineral, son ricos en potasio, además de presentar cantidades apreciables de calcio y magnesio, este último con mayor presencia en la col blanca. El calcio de las coles es de peor aprovechamiento que el que procede de los lácteos u otros alimentos que son fuente importante de este mineral. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, además de colaborar en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos. Además forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante. En cuanto a las vitaminas, las coles se pueden considerar una buena fuente de provitamina A (sobre todo en la col rizada), folatos y vitamina C.

Esta última está presente en cantidades considerables en las coles crudas, mientras que si se consumen cocidas su concentración disminuye de forma notable. De hecho, se puede perder hasta un 50%. Las vitaminas E y B3 o niacina también están presentes en estas hortalizas, pero en menor cantidad. El beta-caroteno es un pigmento natural que confiere el color amarillo-anaranjado-rojizo a los vegetales y que el organismo transforma en vitamina A conforme la

necesita. En el caso de las coles, el beta-caroteno está enmascarado por la clorofila, pigmento de color verde. La vitamina A es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico, además de tener propiedades antioxidantes. La lombarda, característica por su color morado, presenta esta tonalidad gracias a la presencia de antocianinas, pigmentos naturales que también poseen acción antioxidante. Los folatos intervienen en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis de material genético y en la formación de anticuerpos del sistema inmunológico. La vitamina C tiene acción antioxidante, interviene en la formación de colágeno, huesos, dientes y glóbulos rojos, además de favorecer la absorción del hierro de los alimentos y mejorar las defensas frente a las infecciones.

La vitamina E, al igual que la C, tiene acción antioxidante, mientras que la vitamina B3 o niacina actúa en el funcionamiento de los sistemas digestivo y nervioso, el buen estado de la piel y en la conversión de los alimentos en energía (Pamplona, 2012).

3. LOCALIZACIÓN

3.1 Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en una de las carpas de la Estación Experimental de Cota Cota (figura 1) dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, a una distancia aproximada de 20 km al Sur del centro de la ciudad de La Paz; comprende una superficie total de 7.850 m² cerca del río Jillusaya.

Geográficamente se ubica a 16°32'04" de latitud Sur y 68°03'44" de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a una altitud de 3445 msnm.

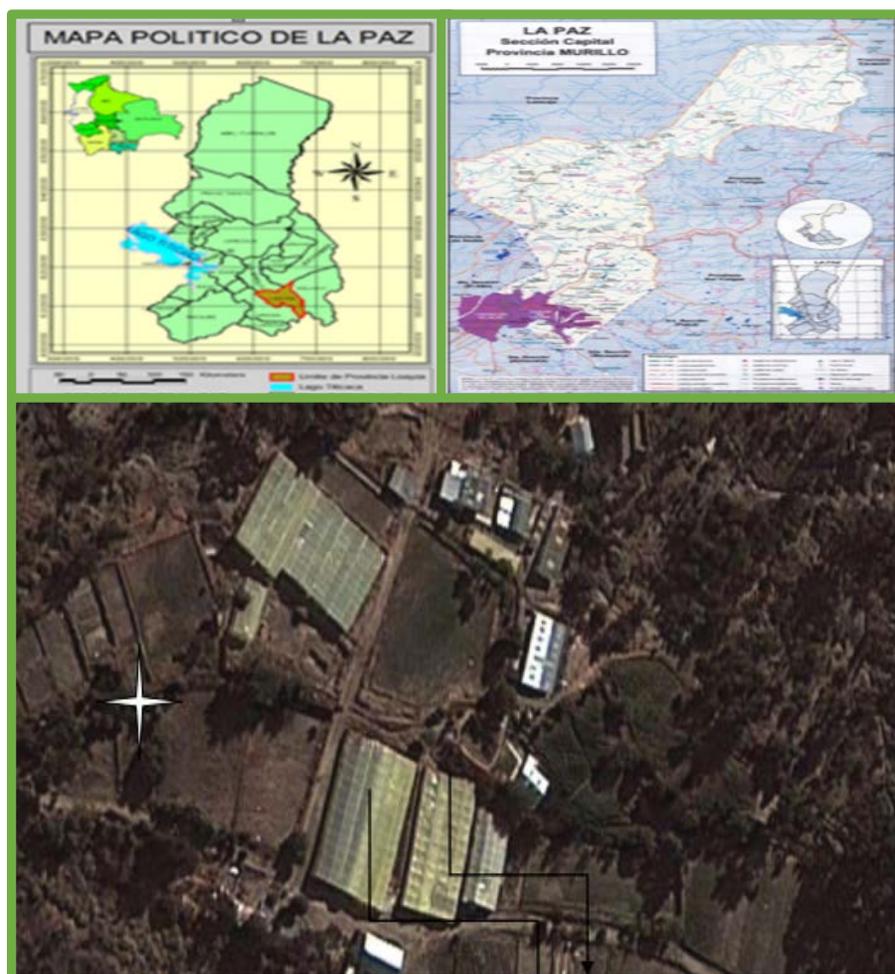


Figura. 1 Ubicación espacial de la Estación Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía

3.2 Características en el Área de Estudio

El diseño de la carpa solar en la que se realizó el estudio fue una carpa de dos aguas, armazón de madera, paredes de ladrillo, ventanas en la parte frontal y trasera que regulan la temperatura y humedad dentro de la carpa, está cubierto con agrofilm de color amarillo.

La superficie aprovechable es de 698 m² tiene un ancho de 21,10 m y un largo de 33,10 m. En la carpa se puede observar la producción de hortalizas como ser: tomate, frutilla, pepinillo, pimentón, acelga y otros. Presenta un clima promedio anual como mínima 5,6 °C, máxima de 37,5°C y una humedad relativa de 76%.

3.3 Características Ecológicas

El territorio del Municipio de acuerdo al mapa de eco regiones de Bolivia corresponde a la zona de vida llamada región de tierras altas (cordillera, praderas alto andinas, cabeceras de valle) entre 2400 y 4500 m.s.n.m.

De acuerdo al análisis de las variables agro climáticas de la región se identifica la existencia de tres pisos ecológicos que definen la forma de vida de la población, estos pisos son el piso alto andino, valle interandino y valle.

El primero se caracteriza por ser de difícil acceso y con cultivos que no prosperan con facilidad reduciendo su territorio a la existencia solo de producción de papa, papaliza, oca pastizales destinados a la crianza de ganado Vacuno, Ovino, porcinos, aves y otros.

Los pisos de valle interandino y valle son los más utilizados en labores agropecuarios.

3.3.1 Suelo

El suelo de tipo coluvial, con una textura que va desde arcilloso, franco, franco arcilloso y arcillo limoso, con bastante grava en algunos sectores, presentando un pH de 7.

3.3.2 Erosión

La erosión se presenta en la mayoría de los terrenos que se encuentran en las laderas, a cada lado del río, causando pérdida de suelos en época de lluvias, por las riadas o por causa de la crecida del río principal.

Estos procesos erosivos son de grado amplio; de ligeros a severo, y de tipos laminar y en cárcavas en estos mismos se presentan colinas los que presentan una ligera a moderada erosión laminar y en cárcavas.

El grado de erosión de acuerdo al mapa preliminar de erosión de suelos que el Municipio pertenece a la unidad de mapeo de altura aluvial, que comprende serranía a muy suavemente ondulada, con problemas de erosión que nos indica que la calificación de la erosión es un área de deposición con suelos aluviales, y el otro comprende valle de pie de monte con erosión moderada; prevalece la erosión eólica e hídrica del tipo tres (moderada) con una tasa de erosión entre $11 - 30 \text{ t ha}^{-1}\text{año}^{-1}$. Esta región comprende a ambas zonas (alto andino y valle).

3.3.3 Precipitación y Temperatura

La precipitación y temperatura que indica SENAMHI (2010), presenta un clima frío y semi- seco con una temperatura máxima de $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y una mínima de $0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y un promedio de $11 \text{ }^{\circ}\text{C}$, las frecuencias de heladas se registran con mayor intensidad los meses de mayo a agosto.

La precipitación anual es de 626 mm / año , la velocidad del viento fluctúa entre 2 a 5 nudos, con una humedad aproximada de 46% , con más humedad en los meses de diciembre a mayo, por los meses de invierno se presenta vientos del suroeste en la época de verano, suele presentarse lluvia, granizo y pocas veces nieve.

3.3.4 Vegetación de Cultivos

En la zona podemos encontrar especies herbáceas, arbustivas, arbóreas y vegetación nativa siendo las principales especies como: papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosum*), quinua (*Chenopodium quinoa*), haba (*Vicia fabae*), etc.

Especies nativas como: paja brava (*Festuca orhophyla*), totorilla (*Muhlenbergia foetida*), reloj reloj (*Erodium cicutarium*), mostaza (*Brassica alba*), pastito de invierno (*Poa annua*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*); manzanilla (*Chamomilla recutita*); (Cecile, 1984).

Especies arbóreas como los eucaliptos (*Eucalyptus globulus*), acacias (*Acacia floribunda*), álamo (*Populus balsamifera*), cipreses (*Cupressus macrocarpa*).

3.3.5 Impacto Ambiental

La zona presenta indicadores ambientales negativos por la contaminación ambiental por la cercanía a la ciudad y las industrias existentes en ella. En época de lluvias los ríos como el Choqueyapu generan derrumbes y desbordes en los centros poblados.

En la zona existe un mal manejo de los productos químicos sin protección en el momento de manipuleo, también los envases de estos productos son abandonados en cualquier parte de sus parcelas afectando el medio ambiente, pero lo cual puede ser subsanado realizando talleres de concientización sobre temas medio ambientales.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales de Campo y de Gabinete

4.1.1 Material Vegetal

Para el presente trabajo se utilizaron semillas de repollo de la variedad 'Copenhagen market' media onza, obtenidas en semilleras de la ciudad de La Paz, esta variedad es muy comercial y reconocida en el Departamento de La Paz.

4.1.2 Insumo

Para el presente trabajo se utilizó el fertilizante en solido de humus de lombriz obtenido de las semilleras de la ciudad de La Paz.

4.1.3 Material de Campo

- Almaciguera plástica de 70x40 cm con 200 celdas
- Regadera de 2 L
- Picotas
- Palas
- Chontas
- Carretillas
- Flexo metro
- Rastrillo
- Demarcador de densidades
- Letreros indicadores
- Libreta de anotaciones

4.1.4 Material de Escritorio

- Escritorio
- Computadora
- Termómetro (°C)
- Cámara fotográfica
- Registros y Tableros
- Balanza de precisión (5,00 kg.)

4.2 Metodología

En la presente investigación se empleó el método “descriptivo”, descrita por (Zorrilla, 1986), que consiste en **recoger, organizar, resumir, presentar, analizar, generalizar, los resultados de las observaciones**. Este método implica la recopilación y presentación sistemática de datos para dar una idea clara de una determinada situación.

Es así que la metodología empleada básicamente comprende los siguientes componentes:



Figura. 2 Esquema de la metodología descriptiva empleada para el estado de la fertilización con humus en repollo.

4.2.1 Diseño Experimental

El diseño estadístico del ensayo fue de bloques al azar, con tres bloques y cuatro tratamientos con un total de 12 unidades experimentales, teniendo como único factor de estudio los niveles de humus líquido de lombriz.

4.2.1.1 Modelo Aditivo Lineal. El modelo estadístico para este diseño es:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij} \quad (1).$$

y_{ij} = Una observacion cualquiera

μ = Media general

τ_i = Efecto del *i* – ésimo tratamiento

β_j = Efecto del *j* – ésimo bloque

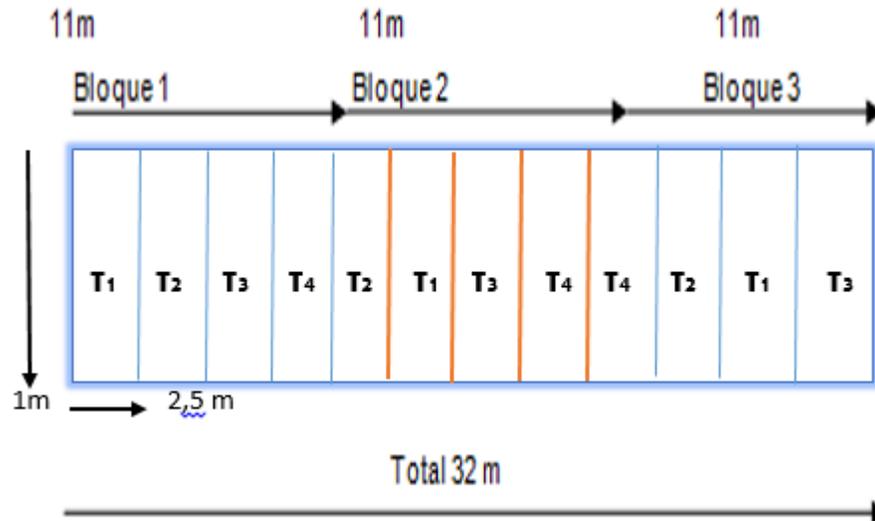
E_{ij} = Error experimental en la unidad *j* del tratamiento *i*

4.2.1.2 Método Experimental.

Se realizó un ensayo donde fue evaluado el efecto del humus líquido de lombriz vía foliar sobre el rendimiento del cultivo de repollo en bandejas de 200 celdas de dimensiones de 70 x 40 cm de plástico para enraizar hortalizas, trasplantes de plantas germinadas de 10 a 15 cm de altura, la siembra es de 40 x 40 cm. Aplicación foliar cada 15 días haciendo un total de 5 aplicaciones antes de la cosecha.

La preparación del humus fue de preparar por concentraciones 0,5 L m⁻² utilizando humus sólido remojado en agua como indica la concentración por 24 horas exprimido con tela blanca para poder sacar todo lo sólido y aplicar con una regadora de 4 L sobre cada planta.

4.2.1.3 Croquis de la parcela experimental. La parcela experimental respondió al siguiente croquis de campo.



Largo del campo experimental	32 m
Numero de bloques	3
Largo de la bloques	11 m
Ancho de la parcela grande	1 m

Para conocer el efecto de distintos niveles de humus líquido en la calidad y producción de *Brassica oleracea*, se aplicó los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1 con aplicaciones de 50 g/L

Tratamiento 2 con aplicaciones de 70 g/L

Tratamiento 3 con aplicaciones de 90 g/L

Tratamiento 4 con aplicaciones de 150 g/L

4.2.2 Procedimiento Experimental

El presente estudio se realizó en dos etapas: etapa de campo y etapa de gabinete.

Previo a la etapa de campo se realizó la elaboración de la metodología de investigación.

a) Etapa de campo

- **Almacigado.** El sustrato para el almacigo fue preparado con arena, tierra del lugar y abono orgánico en una proporción de 1:1:0,5 sustrato desinfectado con agua hervida para eliminar la mayor parte de microorganismos y asegurar una buena germinación.
La siembra fue de 2 semillas por celdas de la variedad Copenhagen Market con un 85% de pureza y un 98% de poder germinativo según las indicaciones de la etiqueta de las semillas, una vez sembradas fueron recubiertas con el sustrato y regadas. Las actividades post siembra constituyeron en riegos diarios y raleo a los 15 a 20 días.
- **Preparación del terreno.** Las condiciones que debe reunir un terreno para que las plantas tengan un buen desarrollo son cinco: suelo suelto, profundidad adecuada, uniformidad, fertilidad y ausencia de plagas.
- **Siembra.** El repollo se reproduce por semilla. La producción de plántulas en bandejas ha venido a innovar el cultivo de hortalizas haciéndolo eficiente, ya que se tiene uniformidad de plantas, sanas, con mejor enraizamiento y conservan todas sus raíces al momento del trasplante, además la cosecha se acelera aumentando los ingresos del productor. En la bandeja cada planta se desarrolla individualmente, sin entrar en competencia con las otras, estas quedan mejor distribuidas y crecen vigorosas. Las bandejas se pueden colocar en invernaderos y dar a las plantas un periodo de desarrollo sin problemas y que su sistema radical tenga una formación apropiada que contribuirá a disminuir las pérdidas de plantas en el trasplante y un mejor desarrollo en el campo. (http://www.natureduca.com/agro_hort_col.php).
- **Trasplante.** Las plantas están listas para el trasplante cuando poseen cuatro a cinco hojas y miden de 10 a 12 cm de altura, se recomienda seleccionar plántulas uniformes, vigorosas y sanas. Previo la extracción de las plántulas del almacigo, para evitar que estas se deshidraten se puede pulverizar el follaje con una solución a base de dos cucharadas de azúcar en un litro de

agua. El trasplante se debe realizar en días nublados, horas de la tarde y suelo húmedo. (Suquilanda, 1996).

La densidad de siembra fue de 40 x 40 cm entre plantas e hileras a razón de 20 plantas por unidad experimental, utilizando en total de 240 plantas de cada celda las cuales resultaron vigorosas y con un prendimiento excelente.

- **Escarda o rascadillo.** Consiste en practicar una remoción superficial del suelo a fin de erradicar malezas y exponer a la acción de los agentes bióticos y abióticos tanto a los insectos plagas como a los patógenos que pueden hacer daño más tarde a los cultivos. Esta tarea se realiza frecuentemente y con regularidad y es suficiente para mantener a la tierra suelta y libre de malezas. (Suquilanda, 1996).
- **Deshierbes y aporques.** El cultivo requiere labores de deshierbe en sus primeros estados a nivel de campo, a fin de evitar la competencia de luz agua y nutrientes, se utiliza herramientas manuales de labranza, con pequeños prototipos mecánicos o con cultivadoras apropiadas. Simultáneamente con el primer control de malezas entre los 40 a 60 días, requieren una labor de aporque para fijar de mejor manera las plantas al suelo, para evitar encharcamientos en suelos poco permeables en caso de prolongada pluviosidad, el aporcado se hace acumulando un poco de tierra al pie de las plantas ya sea en forma manual o mecanizada. (Suquilanda, 1996).
- **Riego.** Según Mayberry (2005), el riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo este sin excesiva humedad, pero si en estado de capacidad de campo.

b) Preparación del humus liquido

Para la aplicación del humus liquido se utilizó el humus de forma sólida comprando de las semillerías de la ciudad de La Paz, preparando en cuatro diferentes contenedores para cada tratamiento colocando la cantidad requerido 48 horas antes de cada aplicación pasadas las 48 horas, se paso a exprimir la solución primero con una

espumadera de 5mm de tamizado y luego con un trapo blanco de algodón para evitar que se taponee la regadora (ver anexo)

c) Análisis de suelo experimental

De acuerdo al análisis realizado el 8 de febrero del 2013 muestra tomada durante la preparación del suelo en la carpa del centro experimental de cota cota, los resultados en cuanto a los nutrientes fueron:

Nitrógeno con un 0,43% en cuanto a los niveles de fosforo y de potasio fue de 26,3 ppm y de 0,71 meq/100g respectivamente, con estos datos podemos ver que es un suelo que tiene la disponibilidad de nutrientes mediano según Rivera (2001) que muestra en su guía de análisis de suelo (ver anexo).

d) Etapa de gabinete

- Tabulación y sistematización de los datos registrados en campo.
- Análisis e interpretación de la información
- Redacción de la información.

4.2.3 Variables de respuesta

Cuadro 1. Variables de respuesta del estudio del humus vía foliar en repollo

Variables Agronómicas	Descripción
Altura de planta	Se realizó cada 15 días, esta variable fue realizada mediante la medición de la longitud (cm) del tallo principal desde el nudo vital hasta el ápice de la planta.
Diámetro de tallo	Se realizó 10 mediciones del cuello del tallo de la planta (cm).
Diámetro de pella	Se realizó 10 mediciones del diámetro ecuatorial del repollo (cm).
Altura de pella	Para la altura de la pella se realizó 10 mediciones (cm) después de las aplicaciones del humus líquido.

Rendimiento	El rendimiento se evaluó al concluir el ciclo vegetativo, se estableció cosechando cabezas de repollo a la madurez fisiológica correspondientes al hilo central de cada tratamiento por unidad experimental. Una vez obtenidos las cabezas de repollo en la cosecha, los resultados finales fueron expresados en toneladas por hectárea.
Tiempo a la cosecha	Periodos de cosecha como respuesta de los niveles de humus líquido aplicados al cultivo de repollo
Variables económicas	Descripción
Costos de producción	El análisis de costos parciales de producción, del ensayo se estableció sobre la base de evaluación económica de la producción. El análisis económico se realizó con el propósito de identificar los tratamientos que más beneficios pueden otorgar a los agricultores de esta región en términos económicos. Todos los datos de costos de producción (mano de obra, siembra, labores, etc.), fueron calculados para la superficie de una hectarea, con los rendimientos obtenidos por cada uno de los rendimientos.
Ingreso bruto	El ingreso bruto es el resultado del rendimiento del cultivo de repollo por el precio del mismo en el mercado, por unidad de superficie. $IB = R * P \quad (2).$ Dónde: $IB = Ingreso Bruto$ $R = Rendimiento del repollo$ $P = Precio en el mercado$
Ingreso neto	El ingreso neto es el resultado del ingreso bruto menos los costos de producción: $IN = IB - CP \quad (3).$ Dónde: $IN = Ingreso Neto$ $CP = Costos de Produccion$

Relación beneficio/costo	<p>Beneficio/costo es una relación de los ingresos brutos sobre los costos de producción, el cual indica la rentabilidad de una actividad.</p> $B/C = \frac{IB}{CP} \quad (4).$ <p>Dónde:</p> <p><i>B/C = Relacion Beneficio Costo</i></p> <p><i>IB = Ingreso Bruto</i></p> <p><i>CP = Costos de Producción</i></p>
--------------------------	---

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Evaluación de Parámetros Climáticos

5.1.1 Características Climáticas

A continuación se muestra en el Cuadro 2, los datos climáticos registrados por la Estación Climatológica de Laykacota, ocurridas durante un periodo de 20 años, para los doce meses del año.

Cuadro 2. Datos climáticos de precipitación, temperatura, humedad y evapotranspiración de la ciudad de La Paz en el periodo de 20 años

PARÁMETROS CLIMÁTICOS	Ene	Feb	Marz	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Precipitación pluvial (mm)	124,5	80,0	62,1	26,2	8,0	8,7	6,9	11,4	20,0	37,2	44,1	82,0
Temperatura Máxima (°C)	18,8	19,1	19,3	19,7	19,4	18,2	17,7	18,7	19,5	20,2	20,9	20,4
Temperatura Mínima (°C)	7,5	7,5	7,3	6,3	4,6	3,4	2,9	3,6	4,8	6,3	7,1	7,6
Humedad Relativa (%)	64,5	64,0	62,0	54,7	39,3	37,1	39,4	42,3	46,3	48,6	49,4	56,0
Evapotranspiración (mm)	105,4	77,3	94,7	94,9	110,6	97,6	104,9	122,0	129,7	115,1	132,2	117,9

5.1.1.1 Precipitación Pluvial De acuerdo a los datos obtenidos de la estación climatológica de Laykacota, la máxima precipitación registrada ocurrió en el mes de enero con 124,5 mm/mes y la mínima precipitación se dio en el mes de julio con 6,9 mm/mes.

La figura 3, presenta la precipitación pluvial ocurrida en un periodo de 20 años.

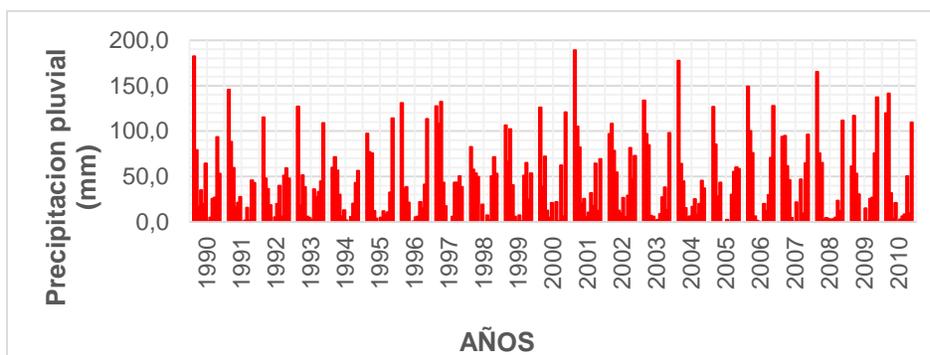


Figura. 3 Precipitación Pluvial (SENAMHI, 2010)

5.1.1.2 Temperaturas máximas y mínimas. De acuerdo a los datos de temperatura obtenidos de la estación climatológica de Laykacota, las máximas temperaturas registradas ocurrieron en los meses de noviembre y diciembre con 20,09 y 20,04 °C respectivamente y las mínimas temperaturas ocurrieron en los meses de junio y julio con 3,4 y 2,9 °C respectivamente. La figura 4, presenta el comportamiento de la temperatura máxima, mínima durante la gestión en estudio.

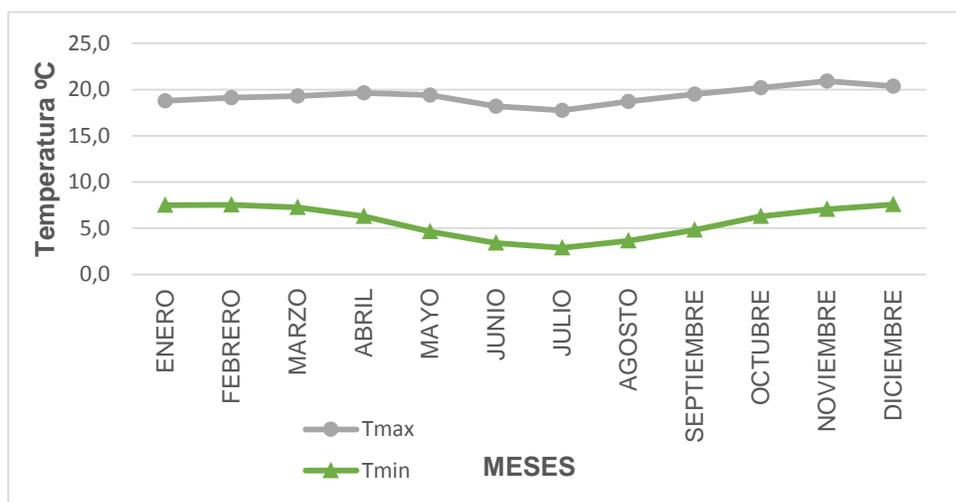


Figura. 4 Temperaturas Máximas y Mínimas (SENAMHI, 2013)

5.1.1.3 Humedad Relativa. De acuerdo a los datos obtenidos de la Estación Climatológica de Laykacota, se tiene mayor humedad relativa en los meses de enero y febrero llegando hasta un 64,5 y 64,0 % respectivamente y la mínima humedad relativa ocurrida en el mes de junio con 37,1 % (Figura 5).

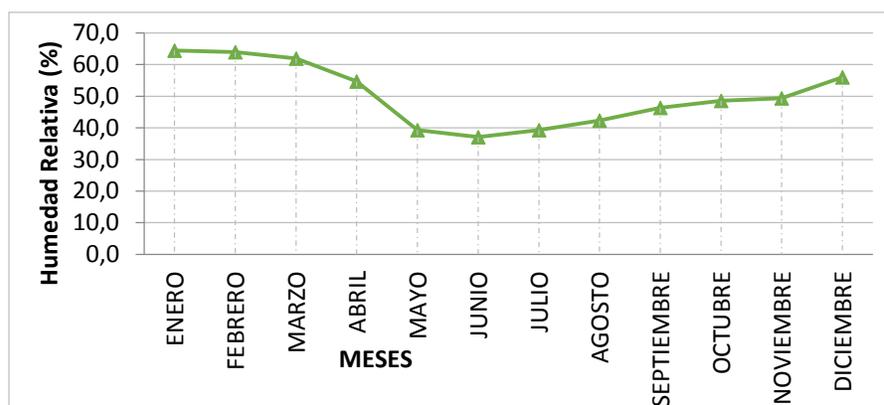


Figura. 5 Humedad Relativa del periodo de estudio referido a rendimiento de repollo con humus (SENAMHI, 2013)

5.1.1.4 Evapotranspiración. De acuerdo a los obtenidos de la Estación Climatológica de Laykacota, la mayor pérdida de agua por ET ocurrió en el mes de noviembre debido a la alta velocidad del viento y elevada radiación solar, teniendo una pérdida de lámina de agua de 132,2 mm/mes (Figura 6).

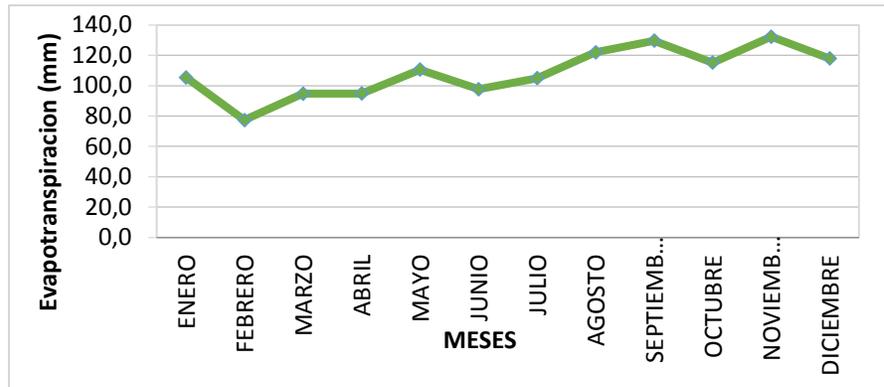


Figura. 6 Evapotranspiración para el periodo de enero a diciembre (SENAMHI, 2013)

5.1.1.5 Relación entre precipitación y evapotranspiración. La precipitación y la Evapotranspiración son dos parámetros independientes que nos ayudan a analizar la reserva o falta de agua en el lugar durante un año específico con datos meteorológicos históricos. Como se puede observar en la Figura 7, no existe ningún mes en donde se satisfice la necesidad de agua por medio de las lluvias, a excepción del mes de enero y parte de febrero, más bien se necesita adicionar agua a los cultivos (riego) para su desarrollo, teniendo un déficit de agua en los meses posteriores.

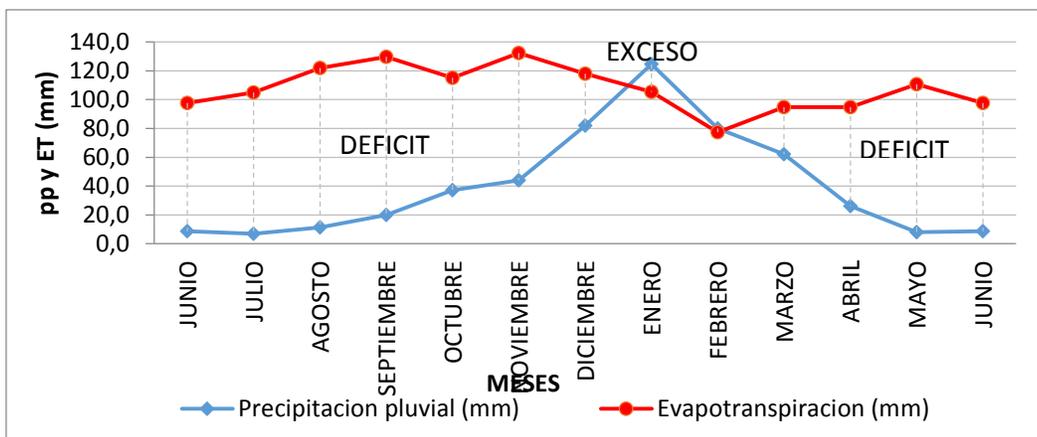


Figura. 7 Relación entre Precipitación y Evapotranspiración en la ciudad de La Paz (SENAMHI, 2013)

5.2 Niveles de aplicación de Humus Líquido de Lombriz en el cultivo de Repollo

La aplicación de humus líquido al cultivo de repollo se la realizó en cinco oportunidades aplicadas manualmente con la ayuda de una regadera de un volumen de 4 litros.

Cuadro 3. Niveles de aplicación de humus líquido sobre el cultivo de repollo

Tratamiento	Cantidad	Cantidad por ue	Nº de aplicaciones	Total de aplicaciones g/ue ¹
T1	50	100	5	500
T2	70	140	5	700
T3	90	180	5	900
T4	150	300	5	1500

ue¹: Unidad Experimental de 2,5 m²

El cuadro anterior muestra las cantidades de humus líquido aplicada al cultivo de repollo, dentro de cada tratamiento fue de 250 g/l en T1, 350 g/l en T2, 450 g/l T3 y 750 g/l en T4.

Con un total de 5,5 kg de humus sólido utilizado y 120 litros de agua, en toda la investigación, también adjuntando una cucharilla de detergente en polvo para ayudar a la absorción de las hojas.

5.3 Resultados de las Variables de Respuesta

A continuación se presentan los resultados de las variables de respuesta tomadas en cuenta para el presente estudio.

5.3.1 Variables Agronómicas

5.3.1.1 Altura de planta.

En el análisis de varianza para altura de planta, indica que existe diferencia significativa para los diferentes tratamientos, entonces con 95% de confianza concluimos que al menos un tratamiento es diferente en la aplicación de humus líquido de lombriz.

La prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5%, indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos T3 y el resto de los tratamientos en estudio este

tratamiento supero a los demás tratamientos, alcanzando una altura de planta de 28,52 cm.

Cuadro 4. Análisis de Varianza para altura de planta (cm)

FV	GL	SC	CM	Fc	P(0,05)	Significancia
Bloques	2	0,345	0,173	2,678	0,147	ns
Tratamientos	3	38,733	12,911	200,330	0,000	*
Error	6	0,387	0,064			
total	11	39,464				

Elaboración. Martínez, T. 2015

ns : no significativo

* : significativo

** : altamente significativo

Cuadro 5. Prueba de diferencias de Duncan para la altura de planta del repollo con humus foliar

Tratamiento	Medias (cm)	Duncan (0,05)
T1	23,64	a
T2	26,00	b
T3	28,52	c
T4	27,20	d

Elaboración. Martínez, T. 2015

Como se puede observar en el tratamiento que llego a obtener mayor altura de planta es el tratamiento 3 con 28,52 cm, seguido del tratamiento 4 y tratamiento 2 con una altura de planta de 27,20 y 26,00 cm respectivamente por último se encuentra el tratamiento 1 con una altura de planta de 23,64 cm. Podemos mencionar que el tratamiento 3 con aplicaciones de 90 g/l de humus líquido de lombriz tuvo el mayor efecto ya que este fue el tratamiento que obtuvo mayor altura de planta.

El coeficiente de variación para la altura de planta indica un valor de 0,96 % indica que los datos obtenidos son confiables.

Suquilanda (1996), menciona que el crecimiento y desarrollo normal de los vegetales está determinado por la disponibilidad de ciertos elementos químicos esenciales para el metabolismo de las plantas.

5.3.1.2 Diámetro de tallo.

En el análisis de varianza para diámetro de tallo, indica que existe diferencia significativa para los diferentes tratamientos y bloques, entonces con 95% de confianza concluimos que al menos un tratamiento y un bloque es diferente.

La prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5%, indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos T3 y el resto de los tratamientos en estudio a excepción de T4 que presenta una media casi igual, estos tratamientos superaron a los demás tratamientos, alcanzando un diámetro de tallo de 1,41 cm y 1,40 cm; respectivamente.

Cuadro 6. Análisis de Varianza para diámetro de tallo del repollo con humus foliar

FV	GL	SC	CM	Fc	P(0,05)	Significancia
Bloques	2	0,023	0,012	16,440	0,004	*
Tratamientos	3	0,345	0,115	162,467	0,000	*
Error	6	0,004	0,001			
total	11	0,373				

ns : no significativo

* : Significativo al nivel de 0,05

Cuadro 7. Prueba de diferencias de medias de Duncan para el diámetro de tallo del repollo con humus foliar

Tratamiento	Medias (cm)	Duncan (0,05)
T1	1,00	a
T2	1,17	b
T3	1,41	c
T4	1,40	c

Cuadro 8. Prueba de diferencias de medias de Duncan para diámetro de tallo del repollo con humus foliar

Bloques	Medias (cm)	Duncan (0,05)
B1	1,21	A
B2	1,22	A
B3	1,31	B

Como se puede observar en el Cuadro 8, el tratamiento que llego a obtener mayor diámetro de tallo es el tratamiento 3 con 1,41 cm, seguido del tratamiento 4 y tratamiento 2 con un diámetro de tallo de 1,40 y 1,17 cm respectivamente por último se encuentra el tratamiento 1 con un diámetro de tallo de 1,00 cm. Podemos mencionar que el tratamiento 3 con aplicaciones de 90 g/l de humus líquido de lombriz tuvo el mayor efecto ya que este fue el tratamiento que obtuvo mayor diámetro de tallo.

El coeficiente de variación para el diámetro de tallo indica un valor de 1,25 % indica que los datos obtenidos son confiables.

Maroto (1995), describe al repollo como una planta bianual de crecimiento relativamente lento, distinguiendo tres periodos en el ciclo biológico de esta hortaliza: fase de crecimiento de la planta, fase de iniciación de los primordios florales, fase de crecimiento y alargamiento de los talamos florales; donde el crecimiento en altura y diámetro de tallo finaliza en la primera fase.

5.3.1.3 Diámetro de pella.

En el análisis de varianza para diámetro de pella, indica que existe diferencia significativa para los diferentes tratamientos, entonces con 95% de confianza concluimos que al menos un tratamiento es diferente a los demás.

Cuadro 9. Análisis de Varianza para el diámetro de pella del repollo con humus foliar

FV	GL	SC	CM	Fc	P(0,05)	Significancia
Bloques	2	21,860	10,930	2,514	0,161	ns
Tratamientos	3	167,992	55,997	12,879	0,005	*
Error	6	26,088	4,348			
Total	11	215,940				

ns : no significativo

* : significativo al nivel de 0,05

La prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5%, indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos T4 y el resto de los tratamientos en estudio a

excepción de T3 que presenta una media casi igual, estos tratamientos superaron a los demás tratamientos, alcanzando un diámetro de pella de 40,60 y 40,50 cm respectivamente.

Cuadro 10. Prueba de diferencia de medias de Duncan para el diámetro de pella del repollo con humus foliar

Tratamiento	Medias (cm)	Duncan (0,05)
T1	31,54	a
T2	37,97	b
T3	40,50	c
T4	40,60	c

Como se puede observar en el Cuadro 10, el tratamiento que llegó a obtener mayor diámetro de pella es el tratamiento 4 con 40,60 cm, seguido del tratamiento 3 y tratamiento 2 con un diámetro de pella de 40,50 cm y 37,97 cm, respectivamente por último se encuentra el tratamiento 1 con un diámetro de pella de 31,54 cm. Podemos mencionar que el tratamiento 4 con aplicaciones de 150 g/L de humus líquido de lombriz tuvo el mayor efecto ya que este fue el tratamiento que obtuvo mayor diámetro de pella. El coeficiente de variación para el diámetro de pella indica un valor de 6,60 % indica que los datos obtenidos son confiables.

5.3.1.4 Altura de Pella.

En el análisis de varianza para altura de pella, indica que existe diferencia significativa para los diferentes tratamientos y bloques, entonces con 95% de confianza concluimos que al menos un tratamiento y un bloque es diferente.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para altura de pella (cm)

FV	GL	SC	CM	Fc	P(0,05)	Significancia
Bloques	2	1,812	0,906	11,605	0,009	*
Tratamientos	3	3,169	1,056	13,534	0,004	*
Error	6	0,468	0,078			
total	11	5,449				

ns : no significativo

* : significativo

La prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5%, indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos T1 y el resto de los tratamientos en estudio a excepción de T2 que presenta una media igual, estos tratamientos fueron menores a los demás tratamientos, alcanzando una altura de pella de 13,17 y 13,50 cm, respectivamente.

Cuadro 12. Prueba de rango múltiple de Duncan para altura de pella del repollo con humus foliar

Tratamiento	Medias (cm)	Duncan (0,05)
T1	13,17	a
T2	13,50	ab
T3	14,53	c
T4	13,97	b

Cuadro 13. Prueba de rango múltiple de Duncan para altura de pella del repollo con humus foliar

Bloques	Medias (cm)	Duncan (0,05)
B1	14,25	a
B2	13,83	a
B3	13,30	b

Como se puede observar en el Cuadro 12, el tratamiento que llegó a obtener mayor altura de pella es el tratamiento 3 con 14,53 cm, seguido del tratamiento 4 y tratamiento 2 con una altura de pella de 13,97 y 13,50 cm respectivamente por último se encuentra el tratamiento 1 con una altura de pella de 13,17 cm. Podemos mencionar que el tratamiento 3 con aplicaciones de 90 g/l de humus líquido de lombriz tuvo el mayor efecto ya que este fue el tratamiento que obtuvo mayor altura de pella.

El coeficiente de variación para la altura de pella indica un valor de 2,02 % indica que los datos obtenidos son confiables.

Alvarez (2001), estudio el rendimiento del cultivo de repollo con la fertilización en suelo de humus obtuvo una altura de 18 a 17,7 cm y en comparación con otras variedades se confirma que es característica genética.

5.3.1.5 Rendimiento.

En el análisis de varianza para los rendimientos, indican que existe diferencia significativa para los diferentes tratamientos, entonces con 95% de confianza concluimos que al menos un tratamiento es diferente a los demás.

La prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5%, indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos T4 y el resto de los tratamientos en estudio a excepción de T3 que presenta una media casi igual, estos tratamientos superaron a los demás tratamientos, alcanzando un rendimiento de 1,20 y 1,01 kg/unidad respectivamente.

Cuadro 14. Análisis de varianza para el rendimiento del repollo con humus foliar

FV	GL	SC	CM	Fc	P(0,05)	Significancia
Bloques	2	0,018	0,009	0,803	0,491	ns
Tratamientos	3	0,767	0,256	23,225	0,001	*
Error	6	0,066	0,011			
total	11	0,850				

ns : no significativo

* : significativo

Cuadro 15. Prueba del rango múltiple de Duncan para el rendimiento del repollo con humus de lombriz

Tratamiento	Medias (kg/m ²)	Duncan (0,05)
T1	3,20	a
T2	4,80	b
T3	6,06	c
T4	7,20	c

Como se puede observar en el Cuadro 15, el tratamiento que llego a obtener mayor rendimiento es el tratamiento 4 con 7,20 kg/m², seguido del tratamiento 3 y tratamiento 2 con rendimiento de 6,06 y 4,80 kg/m² respectivamente por último se encuentra el tratamiento 1 con un rendimiento de 3,20 kg/m². Podemos mencionar que el tratamiento 4 con aplicaciones de 750 g/l de humus líquido de lombriz en las cinco

aplicaciones tuvo el mayor efecto ya que este fue el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento.

El coeficiente de variación para el rendimiento del cultivo indica un valor de 1,97 % indica que los datos obtenidos son confiables.

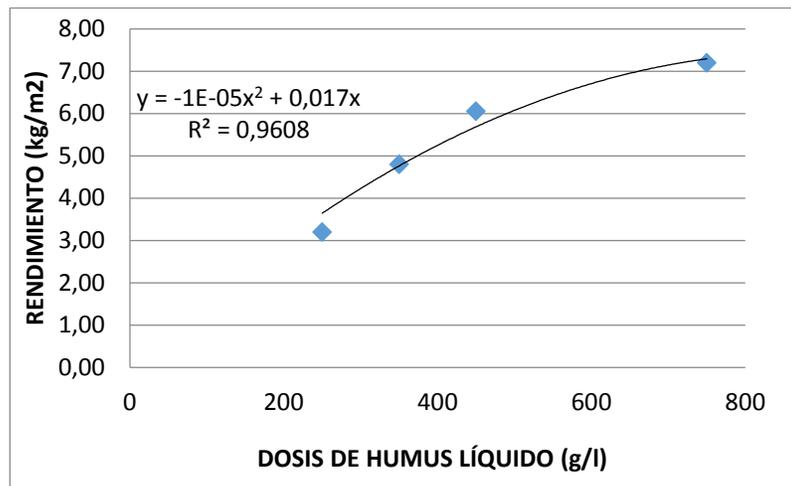


Figura. 8 Regresión lineal para el estudio de medias de rendimiento del repollo con humus foliar

Es pertinente realizar un mayor estudio de las medias de tratamientos con una gráfica de regresión (factor cuantitativo) en este estudio el efecto del humus líquido sobre el rendimiento es una función cuadrática de la forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1X + \beta_2X^2$$

El rendimiento aumenta linealmente a razón de 0,017 kg/m² por cada kilogramo de humus líquido, sin embargo dosis mayores a 400 kilogramos de humus líquido no producen mayor rendimiento de repollo.

Benzing (2001), indica que el rendimiento de los abonos orgánicos en repollo llegan a un total de 40 – 70 t/ha, de los rendimientos obtenidos con abonos minerales 50 t/ha, aplicando una cantidad de 240 kg/ha de N, ya que en comparación con abonos minerales, la disponibilidad de N en abonos orgánicos suele ser muy inferior, la de P y

K similar o incluso superior y el efecto residual es superior. Lo que no concuerda con la presente investigación, esto puede deberse a lo mencionado por Thompson (1998), quien dice que en general, el repollo responde al abono orgánico, posiblemente por que utiliza lentamente el nitrógeno provisto durante el crecimiento, además, pueden perderse grandes dosis de N inorgánico en plantaciones por la lixiviación.

Maroto (2006), señala que con 300 kg de N, se obtiene 50 t/ha de repollo, rendimiento que coincide con la investigación realizada

5.3.1.6 Tiempo a la cosecha

a) Primera cosecha 10 de mayo

En el análisis de varianza para el tiempo a la cosecha en fecha 10 de mayo, indican que existe diferencia significativa para los diferentes tratamientos, entonces con 95% de confianza concluimos que al menos un tratamiento es diferente a los demás.

La prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5%, indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos T3 y el resto de los tratamientos en estudio a excepción de T4 que presenta una media similar, estos tratamientos superaron a los demás tratamientos, alcanzando unidades de cosecha de 6 y 5 unidad de repollo respectivamente.

Cuadro 16. Análisis de varianza para tiempo de cosecha del repollo

FV	GL	SC	CM	Fc	P(0,05)	Significancia
Bloques	2	0,000	0,000	0,000	1,000	ns
Tratamientos	3	11,583	3,861	4,964	0,046	*
Error	6	4,667	0,778			
total	11	16,250				

ns : no significativo

* : significativo

Cuadro 17. Prueba de rango múltiple de Duncan para el tiempo de cosecha del repollo con humus foliar

Tratamiento	Medias (unidades)	Duncan (0,05)
T1	4,00	a
T2	4,00	a
T3	6,00	b
T4	5,00	ab

Como se puede observar en el Cuadro 17 en la primera cosecha realizada en fecha 10 de mayo del presente año, el tratamiento 3 es en el que se obtuvo mayores cantidades de unidades de repollo, cosechando los otros tratamientos en menores cantidades.

Por lo tanto podemos indicar que niveles de humus líquido aplicado en concentraciones de 90 gr/l influyen en el tiempo de cosecha en el cultivo de repollo.

Suquilanda (2008), que un cultivar que presenta mayor precocidad es menos susceptible al ataque de plagas y enfermedades por permanecer menos tiempo en el campo, y a su vez se reducen costos de producción y se incrementa el número de ciclos productivos a través del tiempo en la misma unidad de terreno.

a) segunda cosecha 14 de mayo

En el análisis de varianza para el tiempo a la cosecha en fecha 14 de mayo, indican que existe diferencia significativa para los diferentes tratamientos, entonces con 95% de confianza concluimos que al menos un tratamiento es diferente a los demás.

Cuadro 18. Análisis de varianza para el tiempo de cosecha de repollo con humus foliar

FV	GL	SC	CM	Fc	P(0,05)	Significancia
Bloques	2	0,000	0,000	0,000	1,000	ns
Tratamientos	3	11,583	3,861	4,964	0,046	*
Error	6	4,667	0,778			
total	11	16,250				

ns : no significativo

* : significativo al nivel de 0,05

La prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5%, indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos T1 y el resto de los tratamientos en estudio a excepción de T2 que presenta una media casi igual, estos tratamientos superaron a los demás tratamientos, alcanzando unidades de cosecha de 6 unidades de repollo.

Cuadro 19. Prueba de Duncan al 5% para el tiempo de cosecha

Tratamiento	Medias (unidades)	Duncan (0,05)
T1	6,00	a
T2	6,00	a
T3	4,00	b
T4	5,00	ab

Como se puede observar en el Cuadro 19 en la segunda cosecha realizada en fecha 14 de mayo del presente año, todas las unidades de repollo alcanzaron su madurez fisiológica lista para ser cosechados y comercializados.

5.3.2 Variables Económicas

5.3.2.1 Análisis de costos de producción. Generalmente los trabajos de investigación están dirigidos a dar alternativas al agricultor en la producción de determinados cultivos, donde pueda obtener mayores rendimientos y por ende mayores ingresos económicos

Es por esta razón que el análisis económico daría las pautas para poder clasificar los tratamientos adecuados tanto en rendimiento como en la obtención de beneficios para poder ser utilizada luego por los agricultores.

5.3.2.2 Clasificación de los costos. Para el análisis de los costos de una empresa o de los costos necesarios para la producción de un artículo determinado, es importante clasificar los costos en directos, indirectos, fijos y variables (Ten, 1996 y Paredes, 1994).

5.3.2.3 Costos directos e indirectos

Ten (1996), menciona que la producción agropecuaria existen costos relacionados directamente con la producción de un artículo determinado. Estos costos se llaman costos directos. Por ejemplo, los costos de la semilla y fertilizante.

Los costos indirectos, como su nombre lo indica, no tienen una relación directa con la producción de un artículo determinado. Por ejemplo, los costos de un taller de maquinaria.

5.3.2.4 Costos fijos y variables

Ten (1996), manifiesta que los costos fijos son aquellos que no varían en relación con el volumen de producción. Por ejemplo, los costos de construcciones, instalaciones, maquinaria y equipo.

Los costos variables están directamente relacionados con el volumen de producción. Cuando más se produzca, los costos variables serán mayores. Por ejemplo, los costos de alimentación se relacionan con la producción de ganado.

5.3.2.5 Ajuste de los rendimientos

De acuerdo con Perrin (1988), es reducir los rendimientos de un 5% a un 30%, para que se aproximen a lo que un agricultor podría lograr con la tecnología en una parcela grande. Para el presente trabajo se tomó el 15% de pérdidas, ya que el experimento se llevó a cabo en las mismas condiciones que el agricultor. En el cuadro 23, se presentan los rendimientos ajustados.

5.3.2.6 Beneficio bruto

El cuadro 23, muestra el análisis realizado para todos los tratamientos en función a los rendimientos obtenidos y su precio en el mercado para cada uno, se tiene mayores beneficios brutos en los tratamientos T2, T3 y T4 que superan los 150000 Bs/ha esto se debe a los rendimientos obtenidos por los mismos.

El menor ingreso bruto obtenido es para el tratamiento T1 esto ha sido influenciado directamente por los rendimientos obtenidos.

5.3.2.7 Beneficio neto

La estimación de los beneficios netos se ven en el cuadro 23, en el cual se observa que los tratamientos T3 y T4 obtuvieron un mayor beneficio neto, ambos tratamientos son los que recibieron aplicaciones de 90 y 150 g/l de humus liquido de lombriz.

5.3.2.8 Relación Beneficio/Costo

En cuanto a la relación B/C, en el cuadro 19, se observa que el tratamiento T3, es más rentable económicamente con un valor de 4,48 bs o sea por cada Boliviano invertido, se recupera ese Boliviano y se tiene una ganancia de 3,48 bs; pero también podemos observar que el tratamiento más rentable en este caso es el tratamiento T2 con un B/C de 3,96 bs y T4 con un B/C de 3,68 bs. Del mismo modo el tratamiento T1 es de igual forma rentable ya que su relación beneficio costo es mayor a uno.

Cuadro 20. Análisis de beneficio costo de la producción

Indicadores económicos	Tratamiento 1	Tratamiento2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Rendimiento Ton/ha	31,20	48,00	60,60	72,00
Rendimiento Ajustado Ton/ha	26,52	40,80	51,51	61,20
Rendimiento @/ha	2306,09	3547,83	4479,13	5321,74
Precio por @	30,00	35,00	38,00	40,00
Costos de producción	24777,50	31377,50	37977,50	57777,5
Beneficios brutos Bs/ha	69182,61	124173,91	170206,96	212869,57
Beneficios netos Bs/ha	44405,11	92796,41	132229,46	155092,07
Beneficio/costo	2,79	3,96	4,48	3,68

Elaboración. Martínez, T. 2015

6. CONCLUSIONES

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

- Según los resultados obtenidos en la presente investigación encontramos que el humus líquido de lombriz en niveles de 50, 70, 90 y 150 g/L, obtuvo alturas de 23,6 cm; 26 cm; 28,52 cm; y 27,20 cm respectivamente, lo que indica que las plantas asimilaron más rápidamente los nutrientes presentes en el humus líquido a niveles de 90 gr/l.
- Los mejores diámetros se presentaron en los niveles de T4 y T3 superando a los tratamientos T2 y T1. Al realizar el análisis comparativo con la presente investigación se obtuvieron valores de 40,60 cm para la aplicación de 150 gr/l de humus líquido; 40,50 cm para la aplicación de 90 g/L de humus líquido; 37,97 cm para la aplicación de 70 gr/l de humus líquido y 31,54 cm para la aplicación de 50 gr/l de humus líquido.
- De acuerdo a los datos obtenidos en campo la cantidad de unidades de repollo en tiempo a la cosecha fueron los siguientes: el tratamiento T3 con niveles de 90 gr/l de humus líquido, fue del que se obtuvo mayor unidades de repollo en el menor tiempo en el ciclo del cultivo, los cuales llegaron de manera anticipada a su madurez fisiológica.
- De acuerdo a la investigación realizada los mayores rendimientos se consiguieron con la aplicación de humus líquido de lombriz en niveles de 150 g/l, que con la fertilización foliar de 5 aplicaciones en todo el ciclo de cultivo sumo un total de 750 g/L con la obtención de 7,2 kg/m² de repollo, los menores rendimientos se registraron con aplicaciones de humus de lombriz con niveles de 50 g/L, que vía fertilización foliar mediante cinco aplicaciones en todo el ciclo del cultivo llega a ser de 250 g/L con la obtención de 3,2 kg/m² de repollo.

- El análisis de costos de producción indica que los tratamientos con mayores beneficios/costos son: Tratamiento T3 (90 gr/l de humus liquido), T2 (70 gr/l de humus liquido), T4 (150 gr/l de humus liquido) con 4,48; 3,96 y 3,68 bs respectivamente y el menor beneficio costo se obtuvo en el tratamiento T1 (50 gr/l de humus liquido) con 2,79 bs.

7. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos se sugiere utilizar un método de fertilización tecnificado para que el efecto sea más notorio.
- Se sugiere realizar el estudio de aplicaciones de humus líquido controlado en periodos críticos de las fases fenológicas en el cultivo del repollo.
- Se sugiere seguir haciendo estudios similares a este, pero trabajando con niveles de humus líquido extremos mayores y menores a los utilizados de acuerdo a sus requerimientos nutricionales del cultivo.
- Para mejorar el rendimiento del cultivo del repollo, se sugiere el manejo adecuado y oportuno del cultivo, tanto en las labores culturales como en los controles fitosanitarios ya que de estos factores depende el éxito o fracaso del cultivo.
- Se recomienda hacer un uso de gran magnitud sobre estos fertilizantes orgánicos hacia las plantas y no así de los fertilizantes químicos ya que los costos de los fertilizantes orgánicos son mucho más económicos que de los químicos y además no van en contra de la naturaleza volviendo al productor sostenible a largo plazo llevando alimentos sanos hacia las familias.

8. BIBLIOGRAFÍA

Acebedo, F. 2011. Manejo del humus de lombriz. Caracas – Venezuela. Consultado septiembre 2013. Disponible en: <http://www.verminatur.com/lombricultura/humus-l%C3%ADquido/>

Álvarez, M. 2001. Efecto de la fertilidad orgánica en el rendimiento de tres variedades de repollo (*Brassica oleracea*) bajo condiciones de carpa solar. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. UMSA. La Paz – Bolivia.

Aviles, D. 1992. Evaluación Microclimática para la producción de hortaliza en la Provincia Pacajes. La Paz – Bolivia pp 158

Bernat, C., Andres, J., Martínez, J. 1987. Invernaderos, Aedos. Barcelona – España. Pp 5- 6

Cabrera, P 2010. Evaluación de la eficacia de tres fertilizantes orgánicos con tres diferentes dosis en el rendimiento y rentabilidad en el cultivo de col. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Riobamba, Ecuador. 93 p

Cansing, T. 2009. Humus de lombriz Californiana. Disponible en: <http://haciendalospincipes.blogspot.com/2009/09/ventajas-y-beneficios-del-humus-liquido.html> Consultado Noviembre 2012.

Cecile, M. 1984. Manual de Ecología. Edición Instituto de Ecología de la UMSA. La Paz, Bolivia. 323p.

FAO .1990. Primer Seminario sobre Fertilidad de Suelos y Uso de Fertilizantes en Bolivia. CIAT. IBTA. Santa Cruz de la Sierra – Bolivia. Pp 315 - 330

Ferruzi. 1987. Manual de Lombricultura. Mundi Prensa. Madrid – España. Pp 138

Fuentes, F. y Perez, J. 2003. Cultivo del repollo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). La libertad, El Salvador. 36 pp.

Gross, G. 1966. El Humus base de la Fertilidad de los suelos y sostén de la vida microbiana. Boletín de la corporación Nacional de los Fertilizantes. Mundi Prensa. Madrid – España. Pp 36 - 46

Gudiel, A. 1993. Fertilización química, orgánica, densidad de siembra y variedades en repollo (*Brassica Oleracea var. Capitata L.*) Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Simón. UMSS. Cochabamba – Bolivia. Pp 40 - 74

Hartman, F. 1990. Invernaderos y ambientes atemperados. Editorial Offsed Boliviana Ltda. La Paz – Bolivia.

Huerres, P. C. 1991. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. Pp. 193

Laguarigue, J. 1968. Las bases científicas de la Agricultura sus consecuencias Practicas. Academia León. España. Pp 202 - 214

Limongelli, C. 1979. El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial. Ed. Hemisferio sur S.A. Buenos Aires – Argentina. Pp 8, 12 – 23

Lorente, J. 1997. Cultivo en Invernaderos. Biblioteca de la Agricultura. Editorial IDEA BOOCKS S.A. Barcelona – España.

Maroto, J. 1995. Horticultura herbácea especial. 4ta ed. Madrid, España. Ediciones Mundi Prensa. 173-180p.

Mayberry, V. 2005. Factores que influyen en la absorción de nutrientes por la raíz. http://www.fisicanet.com.ar/fisiologia/absorcion_de_minerales.php

Mora, J. 2003. “Producción de Frutillas en Santa Cruz” Proyecto-Progreso Consultado el 7 de abril del 2001 disponible en:<http://www.inta.gov.ar/santacruz/info/documentos/agri/Carpeta%20Frutilla.PDF>

Morales, I. 2012. Manejo agronómico de Cultivos. El Salvador.

Murrillo, R.; Piedra, G.; León R. 2013. Absorción de nutrientes a través de la hoja. Costa Rica. Vol. 17. pp 236 – 240 www.revistas.una.ac.cr/uniciencia.

Muyarama, S. 1982. Horticultura II. Instituto Campineiro Ensino Agrícola. Campinas – Brasil. Pp 56

- Pamplona. 2012.** Importancia de Cultivos Hortícolas. Editorial
- Paredes, R. 1994.** Elementos de Elaboración y evaluación de proyectos. Tercera Edición. Impresiones Sanjinés. La Paz Bolivia. Pág. 284,287.
- Perrin, R. 1988.** La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual de metodología de evaluación agronómica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. CIMMYT. 3^{ra} ed. México D. F. 90 p.
- Rivera, L. 2001.** Abonamiento. Artículo de conjunto tecnológico para la la producción de repollo. Puerto rico.
- Robledo De P. y V. 1988.** Aplicación de los plásticos en la agricultura. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, ES. p. 255 – 333.
- Romheld, V. y El-Fouly, M. 1999.** Aplicación foliar de nutrientes: Retos y Límites en la Producción Agrícola. Sociedad de Fertilidad de Tailandia. Bangkok – Tailandia.
- Rodriguez, R.W. 1988.** Métodos de Investigación. Trillas. México. Pp 25
- Segura, R. y Landizabal, R. 2008.** Manual de producción de Repollo. USAID – RED. La Lima, Cortés – Honduras.
- SENAMHI. 2010.** Boletín Meteorológico. La Paz – Bolivia.
- Sobrin, I., Sobrin, V. 1994.** Tratado de Horticultura Herbácea. Aedos – Barcelona – España.
- Suquilanda, M. 2008.** Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Quito, Ecuador. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. 457, 458, 469 474 p.
- Ten, H. 1996.** Administración de Empresas Agropecuarias. Manuales para la Educación Agropecuaria. TRILLAS. Cuarta Reimpresión. México, D. F. pag. 9-107.
- Trinidad, A. y Aguilar, D. 1999.** Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos.
- Sarita, V. 1993.** Cultivo de Repollo. Fundación de Desarrollo Agropecuaria. Boletín Técnico N°18. Santo Domingo – República Dominicana. Noviembre.

Vigliola, M. 1992. Manual de Horticultura. Editorial Hemisferio Sur. S.A. Buenos Aires – Argentina.

Weinbaum, S., Brown, P. y Johnson, R. 2002. Application of selected macronutrients (N, K) in deciduous orchards: physiological and agro technical perspectives [Aplicación de macronutrientes seleccionados (N, K) en huertos caducifolios: perspectivas fisiológicas y agro técnicas].

Wien, H. 1997. The physiology of vegetable crops. Wallingford, CAB International. 622 pp.

Zorrilla, S. 1997. Introducción a la metodología de la investigación. Ed. León y Cal. México. p. 25

Manejo de cultivos. Disponible en :http://www.natureduca.com/agro_hort_col.php)

ANEXOS

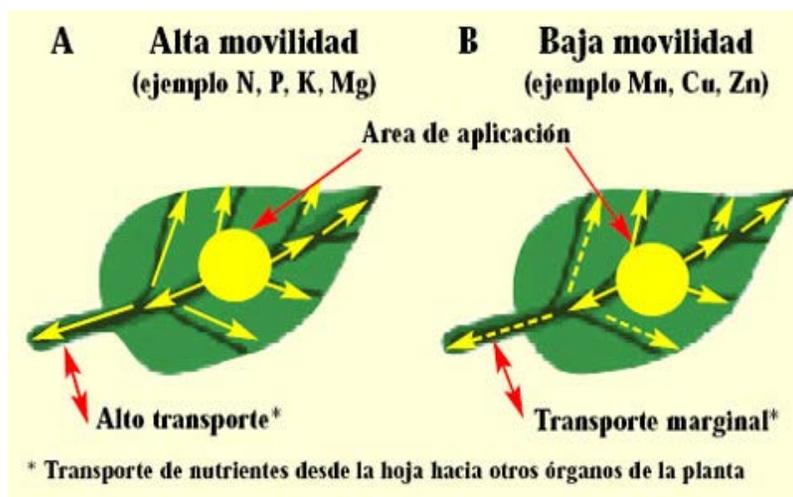
Anexo A.

COMPOSICIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ

Elemento	Concentración
Nitrógeno	1-2,6%
pH	6,8 - 7,2
M/O	30 - 70%
Fósforo	2 - 8%
Potasio	1 - 2,5%
Calcio	2 - 8%
Magnesio	1 - 1,25%
Carbono orgánico	14 - 30%
Ácidos Fúlvicos	14 - 30%
Ácidos Húmicos	2,8 - 5,8%
Hierro	0,02%
Sodio	0,02%
Cobre	0,05%
Manganeso	0,006%
Humedad	30 - 60%

Fuente: Mora, 2006. <http://dishumus.es/producto.htm>

MOVIMIENTOS DE LOS NUTRIENTES APLICADOS DENTRO Y HACIA AFUERA DE LA HOJA

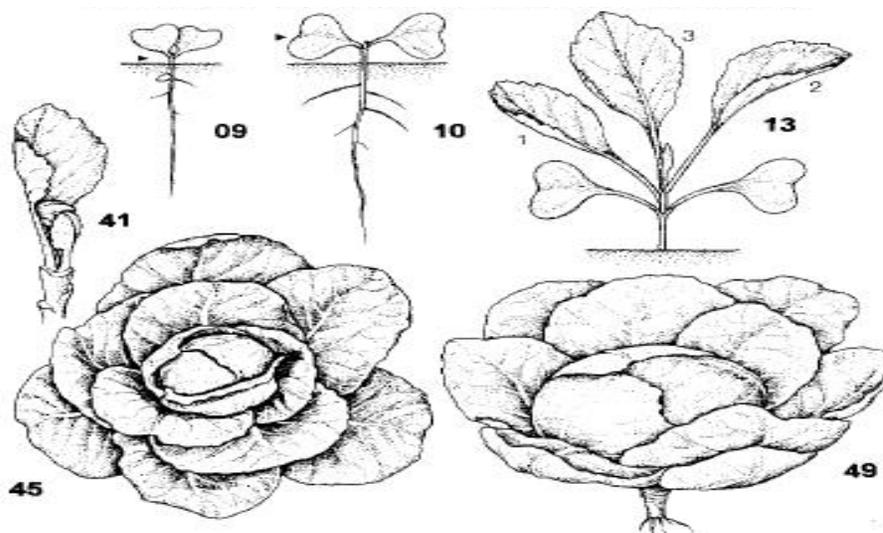


Fuente: Romheld and El-Fouly, 1999.

Anexo B.

ETAPAS FENOLÓGICAS DEL REPOLLO

09: emergencia, 10: cotiledones completamente desplegados, 13: tercer par de hojas verdaderas desplegadas, 41: cabeza comenzando a formarse, las dos hojas jóvenes no están completamente desplegadas, 45: 50% del tamaño de la cabeza esperado, 49: tamaño típico, cabeza formada y firme)



Fuente: Adaptado de WIEN (1997)

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE 100 G DE PORCIÓN COMESTIBLE DE REPOLLO COCIDO

Sustancia	Unidad	Cantidad
Calorías	%	20.0
Proteínas	%	1.10
Grasas	%	0.20
Hidratos de Carbono	%	4.30
Vitamina A	µg	130.0
Vitamina C	mg	33.0
Calcio	mg	44.0
Fósforo	mg	20.0
Hierro	mg	0.30

Fuente: Pamplona, (2012)

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL REPOLLO CRUDO EN 100 G DE PORCIÓN COMESTIBLE

Sustancia	Unidad	Cantidad
Agua	%	92.4
Energía	Kcal	25.0
Proteínas	g	1.44
Fibra	g	2.30
Vitamina A	µg	13.0
Vitamina B1	mg	0.050
Vitamina B2	mg	0.040
Vitamina B6	mg	0.096
Vitamina B12	mg	--
Niacina	mg	0.550
Folatos	µg	43.0
Vitamina C	mg	32.2
Vitamina E	mg	0.105
Calcio	mg	47.0
Magnesio	mg	15.0
Fósforo	mg	23.0
Hierro	mg	0.590
Potasio	mg	246
Cinc	mg	0.180
Grasa total	G	0.270
Grasa saturada	G	0.033
Colesterol	-	-
Sodio	mg	18.0

Fuente: Pamplona, (2012)

Anexo C.

DATOS DE ALTURA DE PLANTA DEL CULTIVO DE REPOLLO

APLICACION	BLOQUE 1				BLOQUE 2				BLOQUE 3			
	trat1	trat2	trat3	trat4	trat1	trat2	trat3	trat4	trat1	trat2	trat3	trat4
inicial	12,48	12,52	12,5	12,36	12,1	12,32	12,06	12	12,09	12,69	12,62	12,06
1°apli	15,61	16,48	18,51	16,52	16,11	16,5	18,45	17,59	16,58	17,3	18,01	17,82
2°apli	21,65	26,92	29,4	27,89	21,7	26,9	29,33	27,52	20,46	25,88	28,81	26,71
3°apli	26,22	30,66	35,81	33,26	26,61	30,43	34,88	33,83	26,7	30,77	34,07	32,5
4°apli	32,55	34,02	37,5	35,9	30,12	32,34	37,45	34,54	29,67	33,6	36,5	35,6
5°apli	36	36,76	38,1	37,32	35,34	35,99	40,22	38,2	33,45	36	39,1	38
PROMEDIO	24,09	26,23	28,64	27,21	23,66	25,75	28,73	27,28	23,16	26,04	28,19	27,12

ANALISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	0,34523657	2	0,17261829	2,6784 1532	0,14746 274	5,14325285
Columnas	38,7325361	3	12,9108454	200,32 991	2,1049E -06	4,75706266
Error	0,3866875	6	0,06444792			
Total	39,4644602	11				

Anexo D.

DATOS DE DIAMETRO DE TALLO DEL CULTIVO DE REPOLLO

APLICACION	BLOQUE 1				BLOQUE 2				BLOQUE 3			
	trat1	trat2	trat3	trat4	trat1	trat2	trat3	trat4	trat1	trat2	trat3	trat4
inicial	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,12
1°apli	0,34	0,45	0,54	0,57	0,38	0,39	0,52	0,5	0,4	0,36	0,6	0,54
2°apli	0,65	0,84	0,92	0,9	0,7	0,82	0,89	0,94	0,73	0,89	0,97	0,92
3°apli	0,92	1,03	1,4	1,4	0,9	1,04	1,14	1,45	0,94	1,14	1,3	1,4
4°apli	1,7	2	2,4	2	1,45	1,56	2	2,1	1,87	2,05	2,81	2,23
5°apli	2	2,5	2,9	3,1	2,4	2,9	3,4	3,21	2,3	2,69	3,22	3,51
PROMEDIO	0,96	1,16	1,38	1,35	0,99	1,14	1,35	1,39	1,06	1,21	1,50	1,45

ANALISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	0,02327963	2	0,01163981	16,439 8431	0,00367 524	5,14325285
Columnas	0,34509144	3	0,11503048	162,46 6761	3,9157E -06	4,75706266
Error	0,00424815	6	0,00070802			
Total	0,37261921	11				

Anexo E.

DATOS DE DIAMETRO DE PELLA DEL CULTIVO DE REPOLLO

N°	Bloque I				Bloque II				Bloque III			
	TRAT	Trat 1	Trat 2	Trat 3	Trat 4	Trat 1	Trat2	Trat 3	Trat 4	Trat 1	Trat 2	Trat 3
1	35	43,5	43	42	30	40	51,3	43,9	36,1	53	52	46,2
2	22,5	43	40	40	47,3	47,6	50	43	35,2	45,6	50,8	46,5
3	20	33	42,0	45,0	46,6	45,5	53	47,7	32,7	51,1	51,2	48,9
4	25,7	28,5	38,6	44	32	43,3	49,1	50	30	49,5	50,1	50
5	43,3	42	43	45,0	28	33,2	49,9	50	35,1	46,6	51,4	47,7
6	20,5	46,6	40	41	27,2	42	50,2	46,2	36,5	50	50	50,1
7	35,8	40,3	42	48	41,1	48,2	51,8	44,2	25	42,2	45	46,8
8	38,2	45	44	40,0	41	46	47	45	22,7	31	45	49,2
9	36	31	43	42	44,9	47,8	49,2	52,3	42,2	35	43,8	50
10	39,4	44	43	43	37,5	47,8	50,4	51	34,4	37,5	49,4	49,4
MEDIA	31,6	39,7	41,9	43,0	32,6	35,8	39,6	37,5	30,42	32,40	40,00	41,3

ANALISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	21,8600667	2	10,9300333	2,5137 8784	0,16106 961	5,14325285
Columnas	167,9921	3	55,9973667	12,878 7804	0,00503 751	4,75706266
Error	26,0882	6	4,34803333			
Total	215,940367	11				

Anexo F.

DATOS DE ALTURA DE PELLA DEL CULTIVO DE REPOLLO

N°	Bloque I				Bloque II				Bloque III			
	TRAT	Trat1	Trat2	Trat3	Trat4	Trat1	Trat2	Trat3	Trat4	Trat1	Trat2	Trat3
1	15	17,0	17	13	10	12,0	17	14	12	17,0	16	10
2	10	17	17	15	10	17	17	15	9	17	16	9
3	10	16	16,0	16,0	11	16	16,0	16,0	9	16	16,0	16,0
4	12	8	15	16	12	10	15	16	11	8	14	16
5	17	12	13	16,0	15	12	13	16,0	12	12	12	16,0
6	12	11	12	15	12	11	16	15	13	11	10	15
7	16	15	14	13	16	15	12	13	16	12	12	13
8	16	15	14	12,0	16	15	12	11,0	16	11	14	12,0
9	17	14	14	14	14	14	16	11	17	12	17	14
10	13	15	15	15	13	15	15	11	13	12	13	15
MEDIA	13,8	14	14,7	14,50	12,9	13,70	14,90	13,8	12,8	12,80	4,00	13,6

ANALISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	1,81166667	2	0,90583333	11,604 9822	0,00866 684	5,14325285
Columnas	3,16916667	3	1,05638889	13,533 8078	0,00443 723	4,75706266
Error	0,46833333	6	0,07805556			
Total	5,44916667	11				

Anexo G.

DATOS DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE REPOLLO

Nº	Bloque I				Bloque II				Bloque III			
	Trat 1	Trat 2	Trat 3	Trat 4	Trat 1	Trat 2	Trat 3	Trat 4	Trat 1	Trat 2	Trat 3	Trat 4
1	0,55	0,8	1,2	0,95	0,45	0,55	1,1	0,7	0,45	1,75	2	1
2	0,35	0,95	1,25	1,3	0,8	0,95	1,1	0,85	0,6	0,9	1,5	0,85
3	0,35	0,85	1,1	1,3	0,85	0,75	1,25	0,9	0,5	1,4	1,1	1,25
4	0,45	0,45	1,75	1,3	0,4	0,75	1,2	1,1	0,5	1,2	1,35	0,7
5	0,7	0,9	1,6	0,65	0,35	0,4	1,55	1,1	0,55	0,9	1,2	1,15
6	0,35	0,8	1,3	0,65	0,3	0,55	0,85	0,95	0,6	1,25	1,1	1,3
7	0,4	0,55	1,3	0,8	0,6	0,65	1,3	0,85	0,35	0,65	0,85	0,95
8	0,6	0,7	0,85	1,1	0,65	0,65	1,1	0,75	0,35	0,6	0,8	1,15
9	0,6	0,55	2	0,9	0,65	0,72	0,85	1,3	0,7	0,6	0,7	0,95
10	0,55	0,85	0,95	1,1	0,55	0,75	0,95	1,3	0,6	0,6	0,95	1,2
MEDIA	0,49	0,74	1,33	1,01	0,56	0,67	1,13	0,98	0,52	0,99	1,16	1,05

ANALISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	0,01767817	2	0,00883908	0,8032143	0,4908077	5,14325285
Columnas	0,76673267	3	0,25557756	23,224529	0,0010574 1	4,75706266
Error	0,06602783	6	0,01100464			
Total	0,85043867	11				

Anexo H.

CONCENTRACIONES DE HUMUS LÍQUIDO APLICADOS AL REPOLLO

TRATTO	CANTIDAD	Nº DE APLICACIONES	TOTAL DE APLICACIONES
T1	50	5	250 gr/l
T2	70	5	350 gr/l
T3	90	5	450 gr/l
T4	150	5	750 gr/l

Anexo I.

DATOS CLIMATICOS HISTORICOS ESTACION CLIMATOLOGICA LAYKACOTA

PRECIPITACION PLUVIAL

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1990	182,5	79,1	17,3	35,1	20,1	64,6	0,8	5,0	25,4	27,0	93,4	53,4
1991	145,7	88,1	59,7	16,1	21,5	27,7	0,5	1,7	15,7	1,9	46,0	43,2
1992	115,2	48,0	36,6	18,6	0,0	5,1	19,8	39,8	5,8	51,1	59,1	48,0
1993	127,0	18,3	51,5	38,6	5,8	4,4	2,6	36,1	27,6	33,3	45,0	108,8
1994	59,9	71,4	56,6	30,2	6,3	12,8	1,8	0,0	5,5	20,3	43,2	56,4
1995	97,2	77,1	75,8	12,1	3,7	0,0	4,9	11,8	8,4	10,8	32,6	114,2
1996	131,1	36,8	38,5	21,4	0,3	0,8	5,4	5,8	22,1	15,1	41,5	113,3
1997	127,5	108,7	132,3	43,5	17,6	0,0	0,0	5,9	43,6	43,5	50,6	38,7
1998	82,7	57,7	53,6	49,6	0,0	19,2	0,0	7,4	2,1	50,4	71,5	53,4
1999	106,3	66,6	102,1	40,8	5,9	1,2	7,3	1,0	51,1	65,1	25,0	53,6
2000	126,0	39,2	72,0	12,6	5,0	21,1	0,2	21,9	1,1	62,3	6,3	120,9
2001	189,2	105,1	82,3	20,4	25,7	5,2	10,6	31,9	18,0	64,6	12,2	69,4
2002	96,9	108,1	78,6	54,8	12,7	9,9	26,6	5,7	29,2	81,6	47,1	72,8
2003	133,9	96,9	84,6	6,9	5,8	1,6	2,4	8,9	27,2	38,3	13,4	97,9
2004	177,6	64,0	45,0	15,4	5,2	6,4	16,8	25,3	8,5	19,8	45,7	37,3
2005	126,6	85,5	28,3	43,6	0,0	0,0	2,3	0,4	30,1	55,2	60,2	58,4
2006	149,1	100,3	76,1	6,2	1,4	0,1	0,0	19,9	12,2	29,6	70,7	127,9
2007	93,7	94,8	61,8	46,2	4,5	0,1	21,7	0,2	47,1	9,6	64,7	96,3
2008	165,4	75,5	65,1	3,2	4,7	3,4	2,7	3,1	4,8	23,6	12,3	111,8
2009	61,4	116,9	53,4	30,5	0,3	0,0	15,1	1,5	25,7	27,0	75,7	137,1
2010	119,7	141,6	31,9	3,9	20,9	0,0	2,8	6,2	8,3	50,3	9,8	109,7

TEMPERATURAS MAXIMAS °C

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1990	17,2	18,3	18,8	18,4	17,4	14,8	15,6	17,6	19,0	18,9	18,9	19,1
1991	18,6	19,6	19,0	19,5	19,2	16,6	16,2	16,5	16,7	18,5	18,8	20,2
1992	18,0	19,0	20,4	20,0	20,0	17,2	16,4	16,2	18,7	18,5	19,1	19,0
1993	16,8	18,7	17,5	18,1	18,7	18,4	17,5	16,8	18,9	19,0	20,2	19,5
1994	18,6	18,5	18,8	18,5	19,4	17,8	17,0	18,8	19,7	20,2	20,4	20,2
1995	19,4	20,1	18,6	20,2	19,8	18,7	18,9	20,2	19,1	21,7	20,7	19,2
1996	17,8	18,9	20,2	19,5	19,2	17,6	17,2	18,2	19,7	20,9	19,7	18,2
1997	18,6	17,2	16,8	18,2	18,7	18,7	19,4	17,9	19,4	21,4	21,0	22,9
1998	21,8	21,2	21,5	21,1	20,7	17,9	18,8	19,8	21,2	20,7	20,6	21,5
1999	19,5	18,5	17,6	18,5	19,1	18,8	17,8	19,3	19,3	19,0	20,8	20,9
2000	18,8	19,2	20,2	21,2	20,7	17,5	17,6	19,0	21,4	19,5	23,2	20,6
2001	17,2	18,0	19,1	20,6	19,6	18,8	18,5	17,8	20,0	20,3	22,6	20,2
2002	20,4	18,6	19,0	18,7	19,3	18,4	15,8	18,9	20,1	19,1	21,1	20,6
2003	19,5	20,0	18,9	20,3	19,4	18,9	17,8	19,1	19,1	21,2	21,6	20,8
2004	17,8	18,9	20,0	20,5	19,4	18,3	16,9	17,5	19,7	22,2	21,5	21,8
2005	19,2	18,4	20,9	19,6	20,5	19,0	18,8	20,1	18,3	19,0	20,4	21,7
2006	17,6	19,7	19,8	19,5	18,9	18,0	18,8	18,9	19,6	20,9	20,4	20,2
2007	19,7	19,2	18,4	19,4	18,8	19,1	17,3	19,5	17,5	20,8	20,3	19,8
2008	18,0	19,7	18,6	19,9	19,4	19,1	18,8	20,1	20,8	20,6	22,7	19,9
2009	19,8	20,1	19,7	19,5	19,4	19,1	18,2	20,1	20,7	21,9	22,5	20,5
2010	19,8	20,1	21,1	21,6	19,5	19,5	19,1	20,8	20,6	20,1	22,5	20,7

TEMPERATURAS MINIMAS °C

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1990	6,8	6,7	6,9	6,6	5,4	3,3	2,6	3,2	4,0	6,7	7,1	7,5
1991	7,4	7,7	7,1	5,9	4,7	2,8	2,6	3,0	4,3	5,7	6,2	6,9
1992	6,8	6,8	6,2	5,5	4,6	3,8	2,0	2,7	4,1	5,7	6,1	6,9
1993	6,3	6,6	6,3	6,3	5,0	3,5	2,7	2,8	4,7	6,1	7,1	8,0
1994	7,0	7,5	6,3	6,3	4,9	2,5	2,4	2,9	4,3	6,0	6,8	7,5
1995	7,7	7,6	6,9	6,2	4,4	3,5	3,6	4,2	5,1	6,2	6,9	6,7
1996	7,4	7,5	6,9	6,3	5,0	3,0	2,4	3,6	4,4	6,2	6,5	6,8
1997	7,1	6,6	6,3	4,7	3,0	2,5	2,8	3,5	5,4	6,7	7,5	8,7
1998	8,8	8,8	8,5	7,3	4,6	3,7	3,4	4,3	5,0	6,0	6,8	7,5
1999	7,0	7,5	7,5	6,2	4,6	3,0	2,8	3,5	5,0	5,6	6,5	7,4
2000	7,2	7,2	7,5	6,2	4,6	3,3	2,1	4,0	5,1	5,8	6,6	6,6
2001	6,5	7,3	7,0	6,1	4,7	3,5	3,4	3,6	5,3	6,4	7,9	7,5
2002	7,8	8,0	8,1	6,8	5,5	4,1	3,1	4,4	5,7	6,6	7,2	8,0
2003	8,3	7,9	7,6	6,0	4,7	3,5	2,4	2,9	3,4	6,1	6,7	7,9
2004	7,8	7,5	7,4	6,7	3,5	2,8	3,1	3,5	4,6	6,3	7,6	8,0
2005	8,0	7,6	8,0	6,4	5,1	2,8	3,1	3,8	4,4	6,6	7,2	8,0
2006	7,6	7,6	8,0	6,6	3,5	3,9	3,4	4,1	4,8	7,0	7,6	8,3
2007	8,4	7,9	7,7	7,0	5,2	4,4	3,0	4,1	5,3	6,2	6,9	7,4
2008	7,6	7,5	6,9	6,0	3,8	3,4	3,0	3,9	4,6	6,3	7,6	7,3
2009	7,5	7,7	7,2	6,0	5,0	3,6	3,3	4,1	5,6	7,1	8,6	8,2
2010	8,4	8,6	8,2	6,6	5,4	4,2	3,5	4,2	5,7	6,4	6,9	7,8

HUMEDAD RELATIVA %

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1992	66,2	61,0	56,6	50,3	42,6	54,8	58,0	47,8	41,8	51,5	51,2	51,1
1993	67,2	56,2	60,7	58,6	35,6	26,5	33,9	45,8	41,3	51,8	49,4	60,5
1994	61,1	66,5	59,8	61,0	40,4	40,1	36,4	36,0	44,6	47,8	53,3	51,8
1995	58,8	54,8	60,2	45,4	36,6	38,6	31,2	33,6	47,4	34,6	41,8	49,1
1996	62,8	61,5	53,4	57,2	42,0	32,3	35,1	47,8	38,6	41,5	49,0	63,6
1997	64,8	68,7	68,3	51,0	41,6	27,6	32,0	45,8	46,1	40,5	45,5	****
1998	55,5	57,9	56,2	50,8	25,3	39,3	31,7	44,2	40,8	50,4	45,3	47,5
1999	56,5	64,8	69,4	57,8	38,2	26,6	33,6	33,4	40,1	50,6	39,5	53,3
2000	62,2	62,6	58,6	51,0	40,7	40,3	39,0	38,7	****	****	****	****
2003	67,6	69,3	68,8	55,0	45,0	34,8	42,4	38,7	46,7	52,0	45,0	60,2
2004	73,5	71,4	65,0	58,0	39,4	43,0	63,8	55,5	60,6	52,7	54,7	57,6
2005	69,0	71,2	61,3	56,2	41,0	35,9	42,4	33,5	54,5	55,0	54,7	55,2
2006	73,0	65,9	67,6	58,4	42,4	42,4	32,2	49,6	53,6	54,5	63,6	65,8

EVAPOTRANSPIRACIÓN

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1999	118,6	96,0	80,8	80,5	105,7	104,0	100,0	114,6	118,9	108,2	135,0	124,5
2000	118,9	90,2	112,7	105,6	107,6	98,5	112,4	105,1	147,4	102,2	128,2	102,2
2001	61,3	78,8	78,9	92,0	105,6	88,4	98,4	119,3	118,6	133,0	156,4	122,7
2002	130,1	70,1	97,6	83,7	109,7	90,6	99,1	116,4	131,9	114,2	125,2	122,7
2005	98,2	51,4	103,7	112,5	124,3	106,7	114,7	154,5	131,6	118,1	116,4	117,5

Anexo J.

RECOPIACIÓN FOTOGRÁFICA

COLOCADO DE TIERRA EN LA BANDEJA PLÁSTICA Y SIEMBRA DE SEMILLAS



PRENDIMIENTO DE LAS SEMILLAS



TRASPLANTE Y CRECIMIENTO DEL CULTIVO



CREMIENTO DEL CULTIVO





COSECHA DEL REPOLLO



Anexo K.

PREPARACION DEL HUMUS LIQUIDO

HUMUS SOLIDO



HUMUS LIQUIDO LISTO PARA APLICACIÓN

