

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



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DE CONCENTRACIÓN Y FRECUENCIA DEL BIOL EN EL  
DESARROLLO DEL CULTIVO DE REPOLLO (*Brassica  
pekinensis*) EN AMBIENTES ATEMPERADOS EN EL MUNICIPIO DE  
ACHOCALLA DE LA PROVINCIA MURILLO**

**ALVARO IGNACIO BALDIVIEZO CHOQUE**

**LA PAZ - BOLIVIA**

**2018**

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

**EFFECTO DE CONCENTRACIÓN Y FRECUENCIA DEL BIOL EN EL  
DESARROLLO DEL CULTIVO DE REPOLLO (*Brassica  
pekinensis*) EN AMBIENTES ATEMPERADOS EN EL MUNICIPIO DE  
ACHOCALLA DE LA PROVINCIA MURILLO**

*Tesis de Grado  
Presentada como requisito  
Para optar al Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**ALVARO IGNACIO BALDIVIEZO CHOQUE**

**Asesores:**

Ph.D.: David Cruz Choque .....

Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas .....

**Tribunal Examinador**

Ing. William Alex Murillo Oporto .....

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

Ing. Esther Tinco Mamani .....

**APROBADO**

**Presidente Tribunal Examinador** .....

**LA PAZ - BOLIVIA**

**2018**

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo que representa la culminación de una etapa más de mis estudios lo dedico a Dios por a verme dado la vida y nuevamente abrirme los ojos y estar de pie, a mis amados padres: Ronald franklín Baldiviezo Zeballos y Norah Dora Choque Mariscal, por el esfuerzo, sacrificio y confianza que me brindaron en todo momento de mi vida, a mis hermanos Rodrigo Baldiviezo Choque , Saul Baldiviezo Choque, por el apoyo constante para el cumplimiento de este objetivo que me abrirá nuevos horizontes en mi futuro personal y profesional, tíos y tías de la familia Baldiviezo y Choque por el apoyo constante.*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios por darme la vida, su protección, su bendición, guiar mi camino y por levantarme en cada caída que tuve y tendré.*

*A la "Universidad Mayor de San Andrés", en especial a las autoridades de la facultad de agronomía, a los docentes, y personal administrativo, quienes contribuyeron a mi formación profesional, recibida en todos los años de estudiante. Agradecer a mis padres Ronald Franklin Baldiviezo Zeballos y Norah Dora Choque Mariscal por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos. A mis hermanos Rodrigo, saúl por apoyame y alentarme durante todo este tiempo.*

*A la Comunidad Productiva "Baldiviezo" por haberme brindado sus predios durante la realización del estudio.*

*Mi gran admiración y respeto a mis asesores; Ing. M.Sc. Juan José Vicente, Ing. Ph.D. David Cruz Choque, Ing. M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta Ing. Agr. Williams Murillo Oporto Ing. Agr. Esther Tinco Mamani, por su valiosa orientación y como la facilitación de los sistemas para el análisis estadístico tanto como la revisión y asesoramiento del presente trabajo.*

*En verdad dar gracias a mi novia Dany Bosque Millares que fue fundamental en apoyarme que me ayudó a volver uno de mis sueños realidad quien me tiene una gran confianza y está en las buenas y malas en estas etapas de mi vida.*

*A mis amigos: Víctor Hugo Aquino, Antonio Plata, Wilfredo Mamani, Paola Fernández, Graciela Quispe, Alejandra Fernández, con quienes compartí mi vida universitaria y sobre todo nuestra juventud.*

## CONTENIDO GENERAL

	<b>Pág.</b>
CONTENIDO GENERAL .....	<b>I</b>
ÍNDICE GENERAL.....	<b>II</b>
ÍNDICE DE CUADROS.....	<b>V</b>
ÍNDICE DE FIGURAS.....	<b>VII</b>
ÍNDICE DE TABLAS .....	<b>VIII</b>
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	<b>IX</b>
ÍNDICE DE ANEXOS .....	<b>X</b>
RESUMEN.....	<b>XI</b>
SUMMARY.....	<b>XII</b>

## INDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Justificación .....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos .....	3
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Origen .....	3
2.2. Nombres Extranjeros. ....	4
2.3. Clasificación taxonomía del repollo chino .....	4
2.4. Aspectos fisiológicos.....	4
2.5. Fenología.....	4
2. 6. Requerimiento edafo-climático .....	5
2.7. Variedad col china .....	5
2.8. Alteraciones fisiológicas.....	9
2.9. Valor nutricional .....	11
2.9.1. Propiedades del repollo chino.....	11
2.9.2. Factores ambientales para el cultivo de repollo chino.....	12
2.9.3. Plagas y enfermedades .....	16
2.10. Origen de la materia orgánica.....	18
2.11. Abonos Orgánicos Líquidos.....	19
2.12. Tiempo y proceso de fermentación del abono orgánico líquido.....	20
2.12.1. Composición química del biol orgánico .....	21
2.12.2. Métodos de diagnóstico y evaluación de la fertilidad del suelo .....	27

2.12.3. Determinación de la dosis.....	27
2.12.4. Carpa solar .....	27
2.12.5. Características generales de la carpa solar .....	28
2.12.6. Factores físico ambientales .....	29
2.12.7. Carpas solares en Bolivia .....	31
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>32</b>
3.1. Localización .....	32
3.1.1. Ubicación geográfica.....	32
3.1.1. Características de la zona de estudio .....	33
3.2. Materiales .....	33
3.2.1. Material vegetal.....	33
3.2.2. Material orgánico líquido .....	34
3.2.3. Material de campo.....	34
3.2.4. Material de gabinete.....	35
3.2.5. Equipos y maquinaria.....	35
3.3. Metodología .....	35
3.3.1. Diseño experimental .....	35
3.3.2. Modelo lineal aditivo.....	36
3.3.3. Características de los tratamientos .....	37
3.3.5. Características del área experimental.....	39
3.3.6. Metodología de campo.....	39
3.3.7 Preparación del terreno .....	42
3.3.8. Labores culturales.....	43
3.3.9. Variables de respuestas.....	48
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>50</b>

4.1. Análisis químico del abono orgánico líquido .....	50
4.2. Variables agronómicas .....	53
4.2.1. Aspectos climáticos en la zona de estudio.....	53
4.2.2. Días a la emergencia del repollo chino .....	55
4.2.3. Número de hojas del repollo chino.....	56
4.2.4. Longitud de las hojas .....	64
4.2.5. Ancho de las hojas.....	70
4.2.6. Diámetro de pella .....	73
4.2.8. Rendimiento de repollo chino.....	82
4.3. Rendimientos ajustados .....	87
4.4. Ingreso bruto .....	88
4.5. Ingreso neto.....	88
4.6. Relación beneficio costo.....	89
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>90</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>92</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>93</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>102</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Primera aplicación de biol de frecuencias de 7 días y 10 días.....	45
<b>Cuadro 2.</b> segunda aplicación de biol de frecuencias de 7 días y 10 días .....	45
<b>Cuadro 3.</b> Tercera aplicación de biol de frecuencias de 7 días y 10 días.....	46
<b>Cuadro 4.</b> Cuarta aplicación de biol de frecuencias de 7 días y 10 días .....	46
<b>Cuadro 5.</b> Quinta aplicación de biol de frecuencia de 7 días y 10 días .....	47
<b>Cuadro 6.</b> Frecuencia de aplicación .....	47
<b>Cuadro 7.</b> Porcentaje de días a la emergencia.....	55
<b>Cuadro 8.</b> Análisis de varianza, numero de hojas a los 24 días .....	56
<b>Cuadro 9.</b> Prueba de rango múltiple de Duncan de interacción entre concentración * frecuencia para número de hojas a los 24 días.....	57
<b>Cuadro 10.</b> Análisis de varianza, número de hojas a los 42 días .....	59
<b>Cuadro 11.</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para número de las hojas a los 42 días en cuanto a concentración.....	60
<b>Cuadro 12.</b> Prueba de rango múltiple de Duncan de interacción entre concentración * frecuencia para número de las hojas a los 42 días .....	61
<b>Cuadro 13.</b> Análisis de varianza, número de las hojas a los 70 días.....	63
<b>Cuadro 14.</b> Análisis de varianza, longitud de hojas a los 33 días.....	64
<b>Cuadro 15.</b> Prueba de rango múltiple de Duncan de concentración para la longitud de hojas a los 33 días .....	65
<b>Cuadro 16.</b> Análisis de varianza, longitud de hojas a los 56 días.....	67
<b>Cuadro 17.</b> Análisis de varianza, longitud de hojas a los 70 días.....	68
<b>Cuadro 18.</b> Análisis de varianza, ancho de hojas a los 33 días.....	70
<b>Cuadro 19.</b> Análisis de varianza, ancho de hojas a los 56 días.....	71
<b>Cuadro 20.</b> Análisis de varianza, ancho de hojas a los 70 días.....	72
<b>Cuadro 21.</b> Análisis de varianza, diámetro de pellas a los 75 días.....	73
<b>Cuadro 22.</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el diámetro de pellas a los 75 días .....	75
<b>Cuadro 23.</b> Análisis de varianza, diámetro de pellas a los 94 días.....	76
<b>Cuadro 24.</b> Análisis de varianza, peso de pellas de repollo chino por planta .....	77

<b>Cuadro 25.</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el peso de pellas de repollo chino por planta.....	79
<b>Cuadro 26.</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el peso de pellas de repollo chino por planta.....	80
<b>Cuadro 27.</b> Análisis de varianza de rendimiento de repollo chino por planta para la cosecha.....	82
<b>Cuadro 28.</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el rendimiento de repollo chino por planta para la cosecha.....	84
<b>Cuadro 29.</b> Prueba de rango múltiple de Duncan para el rendimiento de repollo chino por planta para la cosecha.....	85
<b>Cuadro 30.</b> Cálculo del rendimiento ajustado para el repollo.....	87
<b>Cuadro 31.</b> Ingreso bruto por tratamiento.....	88
<b>Cuadro 32.</b> Ingreso neto por tratamiento.....	88
<b>Cuadro 33.</b> Relación beneficio/costo por tratamiento.....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Croquis del experimento y distribución de los tratamientos .....	38
<b>Figura 2.</b> Temperaturas máximas, mínimas y media registrados en el trabajo de campo (Julio a Octubre de 2017) .....	53
<b>Figura 3.</b> Humedad relativa mensuales que se registraron en el trabajo de campo (Julio a Octubre de 2017) .....	54
<b>Figura 4.</b> Número de hojas a los 24 días para la interacción concentración * frecuencia .....	58
<b>Figura 5.</b> Número de hojas a los 42 días para la concentración .....	60
<b>Figura 6.</b> Número de hojas a los 42 días para la interacción concentración * frecuencia .....	62
<b>Figura 7.</b> Longitud de hojas a los 33 días para la concentración .....	66
<b>Figura 8.</b> Diámetro de pellas a los 75 días para la concentración .....	75
<b>Figura 9.</b> Peso de pellas de repollo chino para la concentración.....	79
<b>Figura 10.</b> Peso de pellas de repollo chino para la interacción concentración * frecuencia.....	81
<b>Figura 11.</b> Rendimiento de repollo chino por planta para la concentración .....	84
<b>Figura 12.</b> Rendimiento de repollo chino por planta para la interacción concentración * frecuencia .....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Valor de nutricional de la col china.....	11
<b>Tabla 2.</b> Composición bioactiva del biol proveniente de estiércol (BE) y estiércol + alfalfa (BEA) .....	21
<b>Tabla 3.</b> Descripción de los tratamientos .....	37
<b>Tabla 4.</b> Análisis químico del abono orgánico líquido de la Estación Experimental de Choquenaira.....	50
<b>Tabla 5.</b> Análisis químico de biol de la UAC- Tiahuanaco.....	51
<b>Tabla 6.</b> Composición química de abonos líquidos de la Estación Experimental de Choquenaira.....	52

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Ilustración de la col china, llamada también col “Pe-Tsai” .....	6
<b>Imagen 2.</b> Ubicación geográfica.....	32
<b>Imagen 3.</b> Semilla de repollo chino.....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Análisis de biol de ovino del experimento.....	102
<b>Anexo 2.</b> Datos de temperaturas máximas y mínimas (° C) para los meses de (Julio a Octubre) .....	103
<b>Anexo 3.</b> Datos de humedad relativa máxima y mínima (%) para .....	104
<b>Anexo 4.</b> Ficha para la evaluación de datos finales.....	105
<b>Anexo 5.</b> Ficha para la evaluación de datos finales.....	106
<b>Anexo 6.</b> Tabla de cálculo de costo de producción.....	107
<b>Anexo 7. Imágenes</b> .....	108
<b>Imagen 1. 1.</b> Preparación del terreno.....	108
<b>Imagen 1. 2.</b> Siembra del cultivo.....	108
<b>Imagen 1. 3.</b> Emergencia del cultivo .....	109
<b>Imagen 1. 4.</b> Desarrollo del repollo chino ( <i>Brassica pekinensis</i> ).....	109
<b>Imagen 1. 5.</b> Preparación del biol de ovino.....	110
<b>Imagen 1. 6.</b> Amarre de la pella .....	110
<b>Imagen 1. 7.</b> Cosecha.....	111
<b>Imagen 1. 8.</b> Repollo para la venta .....	111

## RESUMEN

El trabajo de investigación titulado: Efecto de concentración y frecuencia del biol en el desarrollo del cultivo de repollo (*Brassica pekinensis*) en ambientes atemperados en el Municipio de Achocalla de la Provincia Murillo, para tal efecto se eligieron los siguientes factores; Factor A: Concentración  $C_1= 25$  % biol (el restante 75% agua);  $C_2= 50$  % de biol (el restante 50% agua) y  $C_3= 75$  % de biol (el restante 25% agua) y Factor B: Frecuencias de aplicación  $F_1=$  Fertilización cada 7 días y  $F_2=$  Fertilización cada 10 días. Se empleo el diseño de bloques completamente al azar con arreglo bifactorial con seis tratamientos y tres repeticiones, donde cada tratamiento estaba conformado por una distinta concentración de biol en diferentes frecuencias de aplicación. Las variables de respuesta fueron; días a la emergencia, número de hojas, longitud de hoja, ancho de hoja, diámetro de hoja, peso de pella por planta, rendimiento de repollo (*Brassica pekinensis*). Para el análisis económico se realizó el ingreso bruto, ingreso neto, la relación beneficio/costo, considerando costos fijos y variables en la producción de repollo (*Brassica pekinensis*). Se obtuvieron resultados, en cuanto al número de hojas a los 24, 42 y 70 días, para la concentración a los 42 días fue significativo, para la interacción a los 24 y 42 fue significativo, se observa que en la longitud de hojas para la concentración a los 33 días alcanzo una longitud de hoja con la  $C_2= 50$  % de biol de 20,17 cm y a los 56 días fue significativo alcanzando una longitud de hoja de 32,33 cm, para la variable ancho de hoja se presenciaron efectos significativos a los 33, 56 y 70 días, para la concentración a los 56 días fue significativo con un ancho de hoja de 21,17 cm, en el diámetro de la pella se obtuvieron efectos altamente significativos a los 75 días, para la concentración se obtuvieron resultados significativos con un diámetro de pella de 27,50 cm, la variable peso de pella se obtuvieron resultados no significativos en frecuencias de aplicación, para la concentración factor A se obtuvo un peso de pella de 1350 g, para la interacción factor A y B con la  $C_1= 25$  % de biol a una  $F_2=$  Fertilización cada 10 días se obtuvo un peso mayor de pella de 1388,33 g, en la variable de rendimiento de repollo chino se consiguieron resultados no significativos en frecuencia de aplicación, para el factor A concentración tuvo un mayor rendimiento de 1,32 kg/m<sup>2</sup> con la  $C_2= 50$  % de biol, en la interacción concentración \* frecuencia se obtuvo un mayor rendimiento de 1,33 kg/m<sup>2</sup>. la relación beneficio costo el tratamiento dos fue la que más se destacó por cada boliviano invertido se gana 28 centavos.

## SUMMARY

The research work entitled: Effect of concentration and frequency of biol in the development of the cabbage crop (*Brassica pekinensis*) in temperate environments in the Municipality of Achocalla of the Murillo Province, for this purpose the following factors were chosen; Factor A: Concentration  $C_1 = 25\%$  biol (the remaining 75% water);  $C_2 = 50\%$  of biol (the remaining 50% water) and  $C_3 = 75\%$  of biol (the remaining 25% water) and Factor B: Frequencies of application  $F_1 =$  Fertilization every 7 days and  $F_2 =$  Fertilization every 10 days. The block design was used completely randomly with a bifactorial arrangement with six treatments and three repetitions, where each treatment was made up of a different concentration of biol at different application frequencies. The response variables were; days to emergence, number of leaves, leaf length, leaf width, leaf diameter, weight per plant, yield of cabbage (*Brassica pekinensis*). For the economic analysis, the gross income, net income, the benefit / cost ratio was made, considering fixed and variable costs in the production of cabbage (*Brassica pekinensis*). Results were obtained, regarding the number of leaves at 24, 42 and 70 days, for the concentration at 42 days was significant, for the interaction at 24 and 42 was significant, it is observed that in the length of leaves for the concentration at 33 days reached a leaf length with  $C_2 = 50\%$  biol of 20.17 cm and at 56 days it was significant reaching a leaf length of 32.33 cm, for the leaf width variable significant effects were observed at 33, 56 and 70 days, for the concentration at 56 days was significant with a leaf width of 21.17 cm, in the diameter of the pellet were obtained highly significant effects at 75 days, for the concentration were obtained significant results with a pellet diameter of 27.50 cm, variable pellet weight results were not significant at application frequencies, for the concentration factor A a pellet weight of 1350 g was obtained, for the interaction factor A and B with the  $C_1 = 25\%$  of biol to one  $F_2 =$  Fertilization every 10 days a greater weight of pellet of 1388.33 g was obtained, in the variable of yield of Chinese cabbage non-significant results in frequency of application were obtained, for the factor A concentration had a higher yield of 1.32 kg / m<sup>2</sup> with the  $C_2 = 50\%$  of biol, in the concentration \* frequency interaction a higher yield of 1.33 kg / m<sup>2</sup> was obtained. the benefit-cost ratio treatment two was the one that stood out the most for each Bolivian invested earns 28 cents.

## **1. INTRODUCCION**

Bolivia presenta tierras agrícolas ubicadas en las diversas eco regiones, las cuales son aprovechadas para diferentes actividades agrícolas, entre ellas la horticultura, sin embargo, no logra cubrir los requerimientos del mercado interno, debido a ciertos factores medioambientales que limitan la producción de cultivos, entre ellos el déficit hídrico, heladas y granizadas y a esto se le suma la baja fertilidad de los suelos.

Para reducir los efectos de estos factores adversos, en los últimos años, se ha intensificado la utilización de ambientes atemperados (carpa solar), destinado, principalmente a la producción de hortalizas. Todo ello como alternativa productiva, ya que estos sistemas permiten obtener mayores rendimientos y alta rentabilidad en períodos cortos y en espacios físicos reducidos.

La "Agricultura Orgánica", permite obtener productos con altos valores nutricionales, que son logrados a través de la utilización de una serie de subproductos biodegradables como los estiércoles de corral, aplicados al suelo. Los abonos orgánicos líquidos provenientes del excremento animal, como el biol ovino aplicados como fertilizantes orgánicos son de rápida absorción y balancean los nutrientes a la planta, lo que estimula el normal crecimiento, son biodegradables, no contaminan el ambiente, posibilitando que mejoren las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que es el principal elemento de origen de la vida.

El cultivo de repollo chino en nuestro país puede ser una opción viable de producción, tanto en zonas templadas, trópico o bajo condiciones controladas, estas plantas se pueden adaptar con facilidad. Sin embargo, para su desarrollo requiere una buena fertilización.

Además, el repollo chino se caracteriza por ser una planta con propiedades curativas, de corto periodo fenológico y puede llegar a generar altos ingresos económicos, llegando a ser una producción óptima para la rentabilidad del productor.

En este marco, como un aporte a la inmensa tarea de conservación de los recursos naturales y comprometidos en el incremento de la producción hortícola en el óptimo

económico se realizó esta investigación evaluando niveles de dosis con biol de ovino y sus frecuencias de aplicación en el cultivo de repollo chino.

### **1.1. Antecedentes**

Los abonos orgánicos líquidos como el biol toman gran importancia en los últimos 10 años utilizándose este fertilizante en una diversidad de cultivos, en nuestro medio cercano son aplicados en la producción de hortalizas en la mayoría de los municipios entre otros. Su uso se la realiza con mayor frecuencia en cultivos intensivos.

Como antecedentes de trabajos similares tenemos con biol que fue realizado por Ávalos (2008), que realizó la evaluación de dosis de biol porcino en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* Var. *Cicla* L.) en dosis de C2: 0,07 l de biol en 1 l de agua, C3: 0,09 l de biol en 1 l de agua y una C4: 0,105 l de biol en 1 l de agua, estas dosis fueron calculadas en función al requerimiento del cultivo en la cual la C3 tuvo mejores resultados.

Entre otros trabajos realizados esta también de Tancara (2014), que trabajo con niveles de biol de bovino en cebolla (*Allium cepa* L.) en la región del altiplano con niveles de T1: testigo; T2: 25 % de biol; T3: 50 % de biol; T4: 75 % de biol; T5: 100 % de biol; de las cuales el tratamiento 3 (50 % de biol) obtuvo óptimos resultados.

### **1.2. Justificación**

En la actualidad los estudios realizados en el cultivo de repollo chino con el biol aún no han respondido las incógnitas sobre la concentración adecuada, por esta razón esta investigación pretendió proporcionar más información acerca del uso del biol en la producción hortícola, y específicamente en el cultivo de repollo chino.

Asimismo, el uso de abonos orgánicos líquidos en la producción de hortalizas es una forma eficiente para conservar la fertilidad del suelo y evitar el uso de fertilizantes sintéticos que contaminan y/o degradan los suelos.

El presente trabajo que se investigó acerca del biol de ovino, es debido a que esta cuenta con muchos beneficios a una gran mayoría de cultivos, dándoles una fuente

nutritiva constituida de fitorreguladores, que se obtienen como producto de la descomposición de los desechos orgánicos, el mismo aparece como un líquido.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Evaluar el efecto de concentración y frecuencia el biol en el desarrollo del cultivo de repollo (*Brassica pekinensis*) en ambientes atemperados en el Municipio de Achocalla de la Provincia Murillo.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar las tres concentraciones de biol de ovino, en el comportamiento agronómico del cultivo de repollo (*Brassica pekinensis*) bajo ambientes atemperados en el Municipio de Achocalla de la Provincia Murillo.
- Determinar la frecuencia adecuada de la aplicación del biol en el comportamiento agronómico del cultivo del repollo (*Brassica pekinensis*).
- Comparar el rendimiento del cultivo de repollo (*Brassica pekinensis*), bajo diferentes dosis y frecuencias de aplicación de biol de ovino.
- Realizar los costos de producción del cultivo de repollo (*Brassica pekinensis*) en ambientes atemperados.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Origen**

La col china es originaria de Extremo Oriente, se cultivan en China desde hace muchos años, donde llegaron a Japón a finales del siglo XIX. En los últimos años ha sido muy difundida por Europa (Infoagro, 2010).

Maroto (1995), indica que la “col china” es originaria del extremo Oriente, se cultivan en China desde hace más de 1500 años, desde donde llegaron al Japón a finales del siglo XIX, estando hoy en día muy extendido su cultivo. Es una hortaliza que se ha difundido en los últimos años en Europa, siendo consumida en el Reino Unido, Países Bajos, Alemania, etc.

## 2.2. Nombres Extranjeros.

Sobrino *et al.* (1994), indican que a la “col china” se la llama en:

Portugués: Couve de Repolho da China, italiano: Cavolo Cappucio di China, Francés: Pet sai, Alemán: China Col, Ingles: Chinese Cabbage, Holandés: Chinese Kool, Ruso: Kitaiskaya Kapusta.

## 2.3. Clasificación taxonomía del repollo chino

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Capparales

Familia: Brassicaceae

Género: Brassica

Nombre científico: Brassica pekinensis

Nombre Común: Repollo chino, Col petsai, col china

(Rojas, 2001).

## 2.4. Aspectos fisiológicos

Tiene hojas verticales, de limbo alargado y con penca y nerviaciones muy marcadas y grandes ocupando buena parte del limbo. Las hojas, al principio, crecen erectas y separadas, después se forma el acogolla miento y finalmente una pella prieta. (Infoagro, 2010).

## 2.5. Fenología

Por fuera es muy similar a una lechuga "Romana". Tiene hojas verticales, de limbo alargado y con penca y nerviaciones muy marcadas y grandes ocupando buena parte del limbo.

Es una planta bienal. Le afecta mucho la vernalización; florece en primavera, en cuanto suben las temperaturas. El ciclo desde que se planta hasta que se recolecta es de unos 70-90 días (Infoagro, 2011).

## 2. 6. Requerimiento edafo-climático

Cáceres (1985), informa que la planta de la col china se ve afectada por las bajas temperaturas; por debajo de los 8° C se paraliza. El óptimo de desarrollo de la col china esta entre los 18 a 20° C, y el óptimo para la formación de cogollos esta entre los 15-16° C. La "subida de flor" se suele producir cuando la planta se ve sometida a temperaturas menores a los 12° C. A este cultivo, en ningún momento de su desarrollo debe faltarle humedad en el suelo. En relación a las necesidades de abonado, requiere mucho nitrógeno. También los micro elementos son muy importantes, en especial el boro.

Infoagro (2010), manifiesta que el cultivo de la col china requiere de suelos que no sean excesivamente ácidos ni muy alcalinos. El clima debe ser templado o ligeramente frío. El óptimo para la formación de cogollos está entre los 15-16° C. Un PH bueno para la planta sería el comprendido entre 6,5 y 7.

## 2.7. Variedad col china

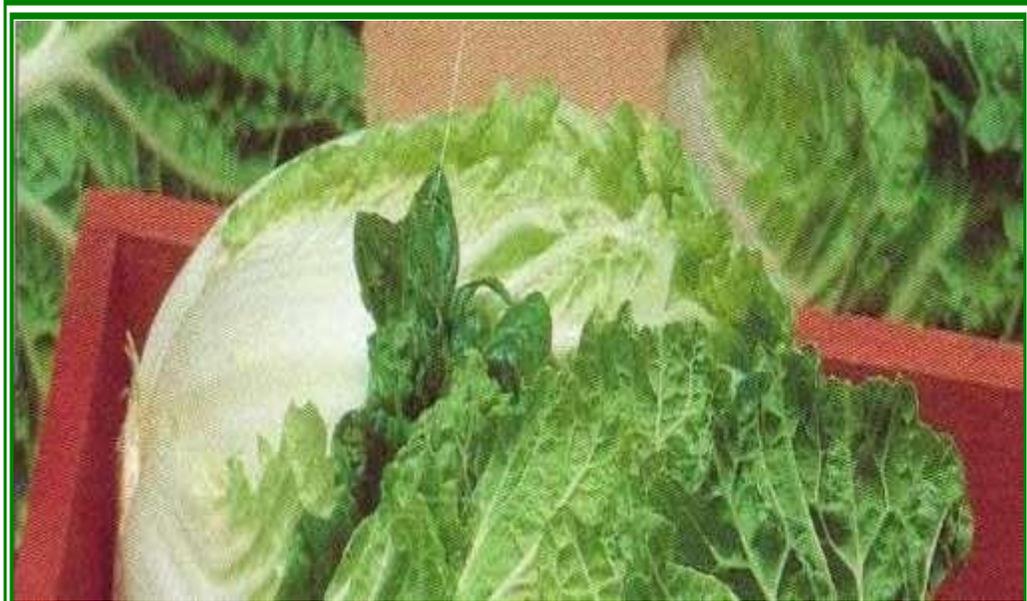
Maroto (1995), menciona que desde mediados de la década de 1970 se está extendiendo en Europa el cultivo y consumo de las denominadas "coles chinas". Bajo la aceptación de coles chinas en algunos textos se engloban 2 taxones distintos pertenecientes a la familia **Cruciferae**: § *Brassica pekinensis* (Lour) Rupr, sinónimo. *Brassica campestris* L. spp. *pekinensis* (Lour). Olson o "pe-tsai", o "col china" propiamente dicha.

§ *Brassica chinensis* L., sinónimo. *Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* (Rupr.) Olson o "pack-choi" "taxón más conocido popularmente en España como "acelga china".

***Brassica pekinensis***: Como se muestra en la imagen 1. Se parece a una lechuga con las hojas verticales, alargadas, irregularmente dentadas, con unas nerviaciones muy marcadas y el limbo prolongándose en forma de ala hasta la base del pecíolo, que es ancho, lleno y de color blanquecino. En algunas ocasiones se observan variedades

que forman cogollos bastante apretados. Pueden llegar a adquirir alturas de 50 - 60 cm. Las hojas interiores son de un color verde muy claro, casi lisos.

**Imagen 1.** Ilustración de la col china, llamada también col “Pe-Tsai”



**Fuente:** Fotografía propia (2018)

Sobrino *et al.* (1994), señalan que el nombre botánico es *Brassica campestris subsp pekinensis*, el aspecto morfológico es bastante diferente de las coles de repollo de la especie *B. oleracea*, aunque en conjunto tiene una formación arrepolladas de las hojas, a pesar de que no siempre se cierran superiormente, por su forma alargada en los extremos de las hojas más o menos abiertos.

Maroto (1995), menciona que los cultivares de mayor aceptación son los que se aproximan al tipo “pe-tsai” o col china propiamente dicha estando muy difundidas las variedades de esta especie.

Sobrino *et al.* (1994), Indica que las variedades cultivadas en *B. pekinensis* suelen ser híbridas y se clasifican comercialmente, en función de su precocidad, en los siguientes grupos:

**a) Variedades tempranas.**

Suelen sembrarse en primavera o verano, como Spring A-1, WR-70, WR-65 días, Spring F1, Michihili, Hong-Kong F1, Tropicana, Magica F1, Zephy F1, Palu late F1.

**b) Variedades semitardías.**

Suelen sembrarse a principios del verano o principios de otoño. Se recolectan a partir de unos 80 días, tras la siembra, como WR-Crusador-King, Sui Ryoku, WR-85, Kasumi F1, Chiko F1, Yoko F1, Meteor F1, Okido F1.

**c) Variedades tardías.**

Son variedades sembradas a finales de septiembre que se recolectan en invierno, con gran resistencia al frío y a la floración precoz, como Snow Mountain, Prider N° 2, Tardisto.

En el agrupamiento de los cultivares de col china (tipo “pe-tsai”), la forma de cogollo también resulta importante, existiendo dos grandes grupos varietales: los que no forman un cogollo compacto y tiene un aspecto alargado, hojas más crispadas se las conoce como tipo Michihili y tipo Pe-Tsai, mientras que, a las variedades acogolladas, con una forma más redondeada, a veces se las encuadra en el tipo Barrel.

Sobrino *et al.* (1994), indican las siguientes variedades:

**a) Michihli:**

Variedad de precocidad media 75 días forma un repollo de unos 30-40 cm de altura tipo cilíndrico con un grosor sobre 15 cm compacto de extremidad en punta redondeado blanqueándose perfectamente, es muy dulce y tierno.

**b) Wong Bock:**

Es una variedad más tardía que el anterior ciclo sobre 85 días, las hojas exteriores son de color verde pálido, el arrepollado es corto de 23 cm de altura, con un grosor de 18 cm la forma es oval, compacta y de hojas verde pálido que se blanquean perfectamente, por forma un arrepollado cerrado de buen peso ya que alcanza alrededor de 4.5 kg.

**c) Nagasaki:**

Esta variedad es de tipo semi arrepollado y como las anteriores es de polinización libre, el arrepollado que forma no es cerrado superiormente es decir no se superponen las hojas quedándose el ápice abierto pero las hojas interiormente blancas y tiernas como el tipo de repollo cerrado en la extremidad.

Se adapta a zonas cálidas, las hojas son de superficie finamente rugosa de color verde oscuro, forma un arrepollado corto.

**d) Nagaoka – 50:**

Variedad híbrida de ciclo extra temprano, con resistencia a subida de flor, por lo que puede utilizarse en siembras tempranas, forma un repollo algo corto y no grueso muy cerrado superiormente, compacto de unos 2 kg de peso.

**e) Spring – A1:**

También variedad híbrida, que se puede adaptar a siembras de finales de primavera y principios de verano por la subida de flor. De ciclo precoz, aunque, algo menos que la anterior variedad, las hojas son de color verde claro y forma un arrepollado muy cerrado en el ápice, con el peso aproximado de 1.5 kg.

**f) WR – 55:**

Es el híbrido más temprano de la serie de origen japonés conocida con la denominación general de WR, seguida de un número relacionando con la precocidad existiendo un numeroso grupo de variedades que se van escalonando con unos pocos días de diferencia del orden de 5 - 6 hasta llegar a las que son muy tardías.

Es resistente a la subida, es adecuada para siembras tempranas, aspecto que debe ser ensayado previamente, en todos los casos de variedades con esa posibilidad.

Las hojas son verde claro, forma un arrepollado compacto y bien cerrado en capuchón alcanzando un peso de 2 kg.

**g) WR – 70:**

Híbrida F1. Es unos días más tardía que WR-55, situándose entre las variedades de ciclo medio. Destaca por su resistencia a enfermedades, es de arrepollado compacto, que varí a muy bien superiormente, alcanzando unos 2 - 2.5 kg de peso.

**h) WR – 85:**

Es un híbrido resistente a enfermedades, de ciclo medio tardío, que se adapta a siembras para producción en otoño y en invierno. Tiene una morfología similar a Wong Bock de color verde oscuro y un peso de repollo de 3 - 3.5 kg.

En las variedades de “col china” debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Precocidad
- Perfil de pella
- Color de las hojas
- Resistencia a tipburn
- Resistencia a la “subida de flor”
- Resistencia a patógenos (Infoagro, 2003).

## **2.8. Alteraciones fisiológicas**

Maroto (1995), menciona las siguientes anomalías:

➤ **Subida a flor prematura**

Principalmente inducida por la introducción a climas fríos, debida a las bajas temperaturas.

➤ **Tipburn**

Espejo (2005), señalan que la Fisiopatía que se manifiesta en principio por la desecación marginal de las hojas jóvenes e interiores de la planta, que con el tiempo pueden evolucionar apareciendo distintas podredumbres causadas por las infecciones microbiológicas secundarias teniendo una incidencia muy negativa para el acogollamiento y la calidad comercial de esta hortaliza.

El mismo autor, la causa de este desorden parece ser que se radican en la mala translocación del calcio, en la distribución del calcio por las plantas, la función

transpiraría tiene una gran importancia, las hojas externas reciben primero el calcio durante el día a través de la sabia ascendente; conjuntamente con ese flujo ascendente de sabia, el calcio se desplaza hacia las hojas más jóvenes, que poseen un menor potencial transpiratorio que las más viejas.

Determinados factores como la salinidad, las temperaturas demasiado elevadas y en general todos aquellos agentes que inducen un crecimiento demasiado rápido, pueden ocasionar un mayor grado de “tipburn” puesto que las células en crecimiento precisan elevadas cantidades de calcio, sobre todo para formar la membrana celular. Las temperaturas altas son probablemente el agente desencadenador más importante de este desorden, la aplicación de abonos ricos en calcio por vía foliar puede tener cierto efecto preventivo (Espejo, 2005).

Maroto (1995), distingue en la sintomatología entre dos tipos de tipburn en la col china, El primero es de aparición precoz y se manifiesta mediante la manifestación en las hojas exteriores de un marchitamiento progresivo que finaliza con una desecación foliar que adquiere un color blanquecino (marginalrot). El otro tipo de Tipburn (Heratrot) se manifiesta con el marchitamiento y la posterior podredumbre de las hojas ubicadas en el interior del cogollo.

➤ **Carencia de boro**

Los síntomas de toxicidad de boro incluyen: Clorosis y necrosis de los puntos de crecimiento que progresa hacia el centro de las hojas, y más tarde hojas que se caen e incluso la muerte de la planta (Maroto,1995).

➤ **Carencia de calcio**

Los síntomas de deficiencia del calcio aparecen primero en las hojas y tejidos jóvenes e incluyen hojas pequeñas y deformadas, manchas cloróticas, hojas ajadas y partidas, crecimiento deficiente. (Maroto,1995).

## 2.9. Valor nutricional

Cáceres (1985), menciona que valor nutricional de la col china en 100 g de producto fresco es:

**Tabla 1.** Valor de nutricional de la col china

Contenido	
Agua (%)	95
Proteína (g)	1,2
Grasas (g)	0,8
Hidratos de carbonos (g)	3
Fibras (g)	0,6
Cenizas (g)	0,7
Calcio (mg)	43
Fosforo (mg)	40
Hierro (mg)	0,6
Sodio (mg)	23
Potasio(mg)	253
Vitamina A (mg)	150
Tiamina (mg)	0,05
Rivoflavina (mg)	0,04
Niacina (mg)	0,26
Ácido ascórbico (mg)	25

**Fuente:** Cáceres (1985)

### 2.9.1. Propiedades del repollo chino

Tiene un valor nutricional bastante alto que contiene gran cantidad de vitamina A, así como vitamina C, vitaminas del grupo B, antioxidantes, fibra y minerales como calcio, hierro, potasio y magnesio (huertosdelsol, 2016).

Sobrino *et al.* (1994), indican que el consumo de las hojas puede ser como verdura cocida o también crudas en ensalada las hojas más tiernas, incluido, el pecíolo, resultando de gusto fino y agradable.

El mismo autor indica, que es una verdura recomendada para bajar de peso, durante el embarazo (debido a su contenido en folatos) y en casos de diabetes o enfermedades cardiovasculares. Los beneficios de la col china son numerosos, y entre sus principales usos medicinales podemos destacar los siguientes:

- Previene problemas en la vista debido a su alto contenido en vitamina A.
- Ayuda a tratar problemas estomacales y digestivos.
- Es beneficiosa para el sistema cardiovascular y ayuda a bajar los niveles de colesterol y controlar la hipertensión.
- Tiene propiedades antiinflamatorias.
- Está aconsejada en casos de diabetes, ya que ayuda a reducir el índice glucémico de las comidas y facilitar la digestión de azúcares.
- Tiene propiedades diuréticas.

## **2.9.2. Factores ambientales para el cultivo de repollo chino**

### **2.9.2.1. Temperatura.**

Esta planta se ve afectada por las bajas temperaturas, por debajo de los 8 ° C se paraliza. El óptimo de desarrollo de la col china está en 18 - 20 ° C, para la polinización de cogollos está entre los 15 - 16 ° C. La subida de flor se suele producir cuando la planta se ve sometida a temperaturas menores a los 12 ° C (Infoagro, 2003).

Maroto (1995), distingue en el desarrollo de las plantas de coles chinas las siguientes fases:

- Estadio I: Crecimiento.
- Estadio II: Incremento máximo del número de hojas.
- Estadio III: Incremento máximo del peso de hojas.
- Estadio IV: Incremento de peso y formación de cogollos.
- Estadio V: Período de recolección.

El mismo autor indica, como temperaturas óptimas de germinación las comprendidas entre 18 y 22 ° C; las más adecuadas entre los principios del estadio I y mediados del

estadio II son de 18 -20 ° C; entre mediados del estadio II y el estadio III, de 15 - 16 ° C, y entre los estadios IV y V, de 10 - 13 ° C. Son hortalizas sensibles al frío y la concurrencia de temperaturas inferiores a 12° C induce la subida prematura a flor, accidente de gran importancia en el material vegetal existente.

#### **2.9.2.2. Suelos.**

El suelo ideal es aquel de textura media, que sea poroso y que retenga la humedad con un PH bueno para la planta sería el comprendido entre 6.5 y 7. No son buenos ni los suelos excesivamente ácidos ni los muy alcalinos, que provoca lo que se llama *Tipburn*. A este cultivo en ningún momento de su desarrollo debe faltarle humedad en el suelo (Infoagro, 2003).

En relación a las necesidades de abonado necesita mucho del nitrógeno por que influye en el crecimiento y desarrollo normal de la planta. También los micro elementos son muy importantes en especial el boro ya que estimula la lignificación de la pared celular. En el cerrado de la pella no debe faltar calcio pues pueden acusar el accidente fisiológico del *Tipburn* (Infoagro, 2003).

#### **2.9.2.3. Riego**

Requiere de abundante cantidad de agua durante todo su cultivo, sin embargo, se debe tener cuidado con los excesos pues pueden ocasionar pudriciones, en especial durante el desarrollo de la cabeza (Ecosiembra, 2016).

#### **2.9.2.4. Época de siembra**

Sobrino *et al.* (1994), menciona que las épocas de siembra han de ser ensayadas en cada caso debido a la tendencia que tienden a llegar rápidamente a flor teniendo la seguridad de que alcancen el desarrollo de aprovechamiento antes de la emisión. Han de tener por tanto un crecimiento rápido y no sufrir alteraciones desde el principio de su vegetación incluido el semillero que hade producir plántulas vigorosas. La época clásica de siembra puede ser desde el fin de julio a fin de agosto, siembras tempranas originan un crecimiento irregular desde el trasplante e incluso aparecen podredumbres

de cuello, estas variedades pueden sembrarse en primavera o principios de verano aunque se debe usar variedades mejoradas que tengan una subida de flor lenta.

Maroto (1995), señala que las siembras estivales efectuadas en el litoral mediterráneo pueden recolectarse entre mediados de otoño y mediados de invierno, para recolecciones más tardías entre febrero y mayo se hace necesario cultivar total o parcialmente algunas de sus fases bajo protección climática utilizando diversos sistemas de cultivo variando el grado de protección climática en semilleros y en cultivos definitivos (invernadero con calefacción, invernadero sin calefacción, túneles bajos y aire libre), habiéndose conseguido resultados altamente satisfactorios sin necesidad de utilizar regulación climática total en todo el proceso del cultivo. Cosechas más tardías, se hace necesario el cultivo en invernadero o utilizar variedades resistentes utilizando algún sistema de abrigo tal como se ha señalado anteriormente.

Es una planta bienal, le afecta mucho la verbalización florece en primavera, en cuanto suben las temperaturas. El ciclo de la planta desde que se planta hasta que se recolecta es de unos 70 a 90 días (Infoagro, 2012).

#### **2.9.2.5. Densidad de siembra**

Una condición importante para el desarrollo de la cabeza es la buena iluminación de la planta durante todo su crecimiento pues una carencia originada por competencia con otras plantas ubicadas a poca distancia puede inhibir su normal desarrollo (Ecosiembra, 2016).

Un marco de plantación de 0,50 m a 0,60 m x 0,30 m, se adecua muy bien al desarrollo de esta hortaliza (Maroto, 1995).

Tiscornia (1975), indica que se trasplanta en filas distanciadas de 40 a 60 cm raleando luego si la planta está bien desarrollada.

Tamaro (1982), menciona que se siembran en asiento en filas distanciadas entre sí de 40 cm a 50 cm, en los meses de julio y agosto para recoger durante el invierno.

### **2.9.2.6. Cosecha y post cosecha**

Empieza aproximadamente a los 100 a 120 días desde la siembra dependiendo del cultivar sembrado y las condiciones climáticas para observar si la planta está lista se debe agarrar la cabeza con la mano si la siente firme entonces es momento de cosecha, sin embargo, el momento también depende del criterio del cosechador pues algunos prefieren consumir las coles inmaduras como hortalizas bebe. La cosecha se realiza con la ayuda un cuchillo con dientes aserrados cortando la cabeza con una parte de la base de su tallo de entre 2 cm a 4 cm de altura. Las cabezas cosechadas se colocan en lugares frescos (ventilados) hasta su consumo o venta. Las partes comestibles de la planta son las hojas siempre y cuando sean tiernas pues a mayor momento de cosecha (floración) presentarán un sabor más amargo (Ecosiembra, 2016).

Maroto (1995), indica que una vez recolectadas las coles chinas se eliminan las hojas exteriores calibrando las piezas recolectadas introduciéndolas en bolsas de polietileno y estas a su vez se disponen verticalmente en cajas que contienen distinto número de unidades.

La conservación se hace a 0,1 °C y 90% a 95% de humedad relativa en cuyas condiciones pueden mantenerse tres a cuatro semanas

Tamaro (1982), menciona para las coles se necesita una temperatura que no exceda de 0 °C, deben desecharse las coles demasiado maduras eliminar las hojas exteriores, la recolección realizarla en un día seco evitando el amontonamiento en el transporte.

### 2.9.3. Plagas y enfermedades

#### 2.9.3.1. Plagas

Sobrino *et al.* (1994), indica las siguientes plagas:

- **Minadores de hojas (*Liriomyza trifolii*)**

Los daños los produce la larva de esta pequeña mosca de color amarillo y negro. Los principales productos que se utilizan contra esta plaga son: Acefato, Bifentrín, Cipermetrín, Diazinon, Fosalone, Oxamilo (Rogg, 2001).

- **Pulgones**

Debido a la conformación especial de sus cogollos y a que estos se forman sobre todo en sus producciones precoces si se introduce en el interior de las pellas se hace muy dificultoso su combate y sobre todo su desalojo (Maroto, 1995).

- **Oruga de la col (*Pieris brassicae* L.)**

Lepidóptero que en fase de oruga origina graves daños a las distintas especies de coles. Por su gran vigorosidad y agrupación pueden destruir las hojas en su totalidad salvo en las nerviaciones. También se debe tomar en cuenta el olor a excremento que deja en las hojas que hace que no sea aceptable en el mercado (Infoagro, 2012).

- **Mosca de la col (*Chorthophilla brassicae*)**

Si este díptero realiza el ataque cuando una planta está recién plantada puede destruir la yema principal y atrofiar el crecimiento de la planta, se puede desinfectar previamente el suelo con algún producto en forma granulada y ya con el cultivo en el suelo (Infoagro, 2012).

#### 2.9.3.2. Enfermedades

Rogg (2001), menciona de la siguiente manera las enfermedades de gran incidencia en las coles chinas.

- ***Alternaría brassicae* (Berk)**

Los síntomas de esta enfermedad se manifiestan en forma de manchas negras de un centímetro aproximadamente de diámetro con anillos concéntricos de color más fuerte. Habrá que dar tratamientos preventivos cada 7 – 10 días con alguno de los siguientes productos: oxiclورو de cobre, oxiclورو de cobre + mancozeb, propineb + triadimefon, etc.

- **Mildiu (*Peronospora brassicae*)**

Este hongo provoca pequeñas manchas de color amarillo y forma angulosa. A la vez se forma una pelusilla de color blanco grisáceo por el envés de las hojas. Se recomienda tratar con los mismos productos para la alternaría (Rogg, 2001).

### **2.9.3.3. Formas de consumo**

Sobrino *et al.* (1994), indican que el consumo de las hojas puede ser como verduras cocidas o también crudas en ensaladas las hojas más tiernas incluido el peciolo resultando de gusto fino y agradable.

Maroto (1995), menciona que se consumen en estado fresco y ensaladas, así como en guisos, salsas cocidas, etc. En algunos países del extremo oriente es la hortaliza que aporta a las dietas alimenticias una mayor cantidad de vitaminas como ser vitamina A, Tiamina, vitamina E, etc.

### **2.9.3.4. Fertilización orgánica**

De Silguy (1994), dice que la fertilización orgánica tiende a aumentar el contenido de humus en el suelo y su capacidad de retención de agua, mejora su estabilidad estructural a facilitar el trabajo del suelo y estimular su actividad biológica y suministrarle la mayor parte de elementos nutritivos necesarios para los vegetales.

## **2.10. Origen de la materia orgánica.**

La principal fuente de materia orgánica en una explotación de agricultura biológica procede de la utilización racional de los residuos de la cosecha de los cultivos (raíces, paja, etc.) y los excrementos de los animales. El compost de granja es a menudo el fertilizante orgánico menos contaminado y el menos caro respecto de la materia orgánica contenido en la materia seca (De Silguy, 1994).

Mosquera (2010), define como los residuos de los cultivos contienen principalmente compuestos complejos de carbono que se originan en las paredes celulares. Estas cadenas de carbono con cantidades variables de oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo y azufre adjuntos, son las bases para los azúcares simples y los aminoácidos.

Juma (1998), menciona que la descomposición es un proceso biológico donde el colapso físico y la transformación bioquímica de las moléculas de los complejos orgánicos de los materiales muertos se convierten en moléculas simples e inorgánicas.

La materia orgánica aumenta la fertilidad de los suelos, el humus junto a la arcilla constituye el complejo arcillo-húmico que regula la nutrición de la planta permitiendo la fijación de los nutrientes, estos nutrientes pueden ser asimilados por las plantas durante su ciclo productivo. Además, es beneficiosa para los suelos porque modifica las propiedades físicas da soltura a los suelos arcillosos y une las partículas de los suelos arenosos, aumenta la capacidad de retención de agua. Facilita el drenaje, reduce la erosión, la formación de costras, evaporación (Chilón, 1997).

El abono orgánico es la mezcla de restos vegetales y animales se utiliza con el propósito de acelerar el proceso de descomposición natural de los desechos orgánicos mediante los diferentes microorganismos que posee en un medio húmedo caliente y aireado que da como resultado final, abono de alta calidad como el humus, compost, purín, abono líquido y abono verde (Quisbert, 2004).

El empleo de los abonos orgánicos se constituye en una de las bases principales de la agricultura orgánica, existen diferentes abonos utilizados como el estiércol, compost, abono líquido, turba, gallinaza y abonos verdes (AOPEB, 2002).

## **2.11. Abonos Orgánicos Líquidos**

Según Ormeño y Ovalle (2007), la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligado a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles.

Sánchez (2004), menciona que el uso de este tipo de abonos es relativamente nuevo y considera que ayudan a que el manejo de la agricultura sea sostenible, esto por los materiales con los que están hechos son materiales ya sea de la descomposición de los estiércoles y de materia verde, pueden ser aplicados al suelo en concentraciones mayores en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular.

Este mismo autor señala, que los abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas, etc. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal, además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo.

Abono líquido o biofertilizantes o biopreparados se originan a partir de la fermentación de materiales orgánicos como los estiércoles de animales, restos vegetales, frutos, etc. La fermentación puede ocurrir con la presencia de oxígeno o sin la presencia de oxígeno. Originándose de la intensa actividad de los microorganismos que transforman los materiales orgánicos (Restrepo, 2001).

El biol fuente orgánica de fitorreguladores promueve las actividades fisiológicas estimula el desarrollo de las plantas en las actividades agronómicas como, enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplia base foliar), mejora floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciendo todo esto en aumento significativo de las cosechas (Suquilanda, 1996).

El bioabono aeróbico llamado también abono líquido producto rico en nutrientes esenciales para los cultivos, al mismo tiempo por el contenido de insecticida natural sirve como repelente para controlar plagas que ocasionan perjuicios (CIPCA, 2002).

Los abonos líquidos contienen nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas y estas sustancias regulan el metabolismo vegetal siendo complemento a la fertilidad del suelo

mediante los desechos de materia orgánica resultante de la fermentación anaeróbica y como reguladores de crecimiento de las plantas que aplicados foliar mente de 20 – 50 % estimula el crecimiento y aplicados al cuello de la planta favorece el desarrollo radicular (Guerrero, 2003).

## **2.12. Tiempo y proceso de fermentación del abono orgánico líquido**

Según Restrepo (2001) y Sánchez (2003) mencionan que el proceso de fabricación del abono orgánico líquido fermentado se divide en tres fases:

- **Maceración:** es la acción del agua cuando comienza a extraer sustancias del material vegetal y no existe desarrollo bacteriano, este proceso dura 12 horas hasta tres días.
- **Fermentación:** es la estabilización alcanzando a temperatura de 70 a 75 °C por acción de hongos, levaduras y bacterias comienza la descomposición del material vegetal, por esto cambia la composición química y las sustancias iniciales se transforman en enzimas, aminoácidos, hormonas y otros nutrientes. A medida que avanza la fermentación disminuyen las sustancias originales, aumenta la población de bacterias y se puede usar como abono líquido.
- **Abono maduro:** después de una semana o dos las bacterias han transformado todo el material disponible. El cultivo de bacterias que se desarrolla depende del tipo de material que se utilice inicialmente, habrá cambiado de color y tendrá olor a “podrido” que se siente más al batir el líquido, se usa para inocular el suelo con las bacterias, preparado diluido en 10 a 20 partes de agua.

El tiempo que demora la fermentación de los biofertilizantes es variado y depende en cierta manera de la habilidad, inversión del productor, cantidad que se necesita y del tipo de biofertilizante que desea preparar para cada cultivo, demora para estar listo entre 20 a 30 días de fermentación y de 35 a 65 días para biofertilizantes enriquecidos con sales minerales (Restrepo, 2002).

### 2.12.1. Composición química del biol orgánico

La composición bioquímica del biol (Tabla 2) se observa obtenido del estiércol de ganado lechero estabulado que recibe en promedio una ración diaria de 60 % de alfalfa 30 % de maíz ensilado y 10 % de alimentos concentrados (BE) (Medina, 1992).

**Tabla 2.** Composición bioactiva del biol proveniente de estiércol (BE) y estiércol + alfalfa (BEA)

Componente	Unidad	BE	BEA
Sólidos totales	%	5,6	9,9
Materia orgánica	%	38,0	41,1
Fibra	%	20,0	26,2
Nitrógeno	%	1,6	2,7
Fósforo	%	0,2	0,3
Potasio	%	1,5	2,1
Calcio	%	0,3	0,4
Azufre	%	0,2	0,2
Acido indol acético	mg/g	12,0	67,1
Giberelinas	mg/g	9,7	20,5
Purina	mg/g	9,3	24,4
Tiamina (B1)	mg/g	187,5	302,6
Riboflavina (B2)	mg/g	83,5	210,1
Piridoxina (B6)	mg/g	33,1	110,7
Acido nicotínico	mg/g	10,8	35,8
Ácido fólico	mg/g	14,3	45,6
Cisterna	mg/g	9,9	27,4
Triptófano	mg/g	56,6	127,1

Fuente: Medina (1992)

También podemos observar la composición del biol proveniente de la mezcla del mismo estiércol de ganado lechero estabulado, sometido a la misma ración alimenticia, pero al que se le ha añadido alfalfa picada (BEA) (Medina, 1992).

#### **2.12.1.1. Aplicación del abono líquido**

Existen sistemas de aplicación como los sistemas de inyección se aplica el abono líquido en el cuello de la planta, siendo los más eficaces para reducir las pérdidas por volatilización (Lampkin, 1998).

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

#### **2.12.1.2. Procesos de aprovechamiento de los abonos orgánicos por la planta**

Para un aprovechamiento óptimo de la planta y un potencial mínimo de contaminación del medio ambiente, el agricultor debe suministrar los nutrientes en el momento preciso que el cultivo lo necesite. Esto es de gran relevancia para los nutrientes móviles como el nitrógeno que pueden ser fácilmente lixiviados del perfil del suelo sino es absorbido por las raíces de las plantas (FAO, 2002).

#### **2.12.1.3. Absorción radicular de los nutrientes**

Serrano (1980), indica que las sales disueltas en el agua del suelo son absorbidas por los pelos absorbentes de las raíces mediante el fenómeno de la ósmosis. El movimiento de las moléculas a través de la membrana celular necesita energía que es cedida por el proceso de respiración. Por un proceso de translocación los solutos y el agua absorbidas son trasladadas hasta las hojas donde se efectúa la síntesis de azúcares. Este proceso de absorción y movimiento a través de la planta está muy influenciado por la temperatura y humedad del suelo y más aún por la luminosidad, la temperatura y la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera que rodea la parte vegetal.

#### **2.12.1.4. El biol**

Medina (1992), señala que el biol es considerado como un fitoestimulante complejo que al ser aplicado a las semillas o al follaje de los cultivos permite aumentar la

cantidad de las raíces e incrementar la capacidad de fotosíntesis de las plantas mejorando así sustancialmente la producción y calidad de las cosechas.

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

#### **2.12.1.5. Estiércol de ovino**

Sus propiedades oscilan entre las del bovino y la gallinaza, es el estiércol de riquezas más elevadas en N y  $K_2O$  del de todos los demás elementos, el efecto sobre la estructura del suelo es mediano, la persistencia es de tres años mineralizándose aproximadamente el 50 % el primer año, 30 % el segundo año y el 15 % el tercer año. El estiércol líquido de ovino contiene 8 % de sustancia orgánica, 1,6 % de nitrógeno y 0,1 % de anhídrido fosfórico y 2,3 % de potasio  $K_2O$  (Suquilanda, 1996).

#### **2.12.1.6. Usos del biol**

Gomero (1999), menciona que el biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a las semillas o a la raíz.

Cuchman y Riquelme (1993), señalan que el biol porcino tiene una composición variable en función de la fase productiva tiene una persistencia del 60 % en el primer año es un fertilizante a corto plazo por excelencia de gran calidad, se usa principalmente como complementos por riego y para corregir deficiencias en aplicaciones foliares. No hay que descontar también sus excelentes propiedades preventivas y repelentes contra hongos y plagas en general.

#### **2.12.1.7. Biol al suelo**

El biol incorporado junto con el riego no solo mejora la estructura del suelo, sino que por las hormonas y precursores hormonales que contiene, conlleva a un mejor desarrollo radicular de las plantas y una mejor actividad de los microorganismos del suelo (Medina, 1992).

Según Mandujano (1990), el bioabono no deja residuos tóxicos en el suelo, eleva la calidad del mismo y puede considerarse como un buen fertilizante que puede competir o complementarse con los fertilizantes químicos. El bioabono sólido o líquido no posee mal olor a diferencia del estiércol fresco tampoco atrae moscas y puede aplicarse directamente al campo en forma líquida en cantidades recomendadas.

#### **2.12.1.8. Concentraciones de biol**

Brechelt (2004), señala que las concentraciones recomendadas pueden ser entre el 25 al 75 %. Las soluciones al follaje deben aplicarse unas 3 a 5 veces asperjando las hojas con unos 400 a 800 l / ha dependiendo de la edad del cultivo.

Según Martí (2007), menciona que el biol no presenta olores y reduce la existencia de moscas, también indica que puede ser usado como fertilizante foliar en una concentración de 25 % de biol con un 75 % de agua (relación 1:3).

Medina (1992), indica que para pulverizaciones foliares el biol no debe aplicarse puro sino en diluciones con concentraciones de 50 al 75 %, aplicándose unas 3 a 5 veces durante los tramos críticos de los cultivos con unos 400 a 800 l / ha dependiendo de la edad del cultivo.

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

Suquilanda (1996), propone que las disoluciones recomendadas pueden ser desde el 25 % al 75 %, mediante la presencia de hormonas vegetales que regulan y coordinan

funciones vitales que se reproducen en las células meristemáticas que provocan la elongación y división de las células de este modo contribuyen al crecimiento.

#### **2.12.1.9. Frecuencias de aplicación del biol**

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

Por su lado Cruz (2004), realizó la aplicación foliar con biol al cultivo de repollo en ambiente protegido con frecuencia de aplicación de cada 5 días desde el trasplante hasta la cosecha.

Paye (2011), indica que la fertilización foliar, así como la aplicación del riego deben realizarse por las tardes debido a que la intensidad de los rayos solares durante el día en el interior de las carpas solares provoca la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas que impiden una asimilación efectiva de nutrientes. Por otra parte, Agronovida (2010), menciona que el momento de la aplicación del biol debería ser luego de 10 a 25 días después de la siembra y hasta 10 días antes de la cosecha.

#### **2.12.1.10. Ventajas del biol**

Colque (2005), menciona las siguientes ventajas que presenta el biol aplicados a diferentes cultivos:

- ❖ Acelera el crecimiento y desarrollo de la planta.
- ❖ Aumenta la tolerancia a condiciones climáticas adversas (heladas, granizadas, otros).
- ❖ Es ecológico compatible con el medio ambiente y no contamina el suelo.
- ❖ Es económico.
- ❖ Acelera la floración.
- ❖ En trasplante, se adapta mejor la planta en el campo.
- ❖ Conserva mejor el N, P, K, Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica lo cual nos permite aprovechar totalmente los nutrientes.

- ❖ El N que contiene se encuentra en forma amoniacal que es fácilmente asimilable.

Aparcana (2008), señala que el uso del biol permite un mejor intercambio catiónico en el suelo. Con ello se amplía la disponibilidad de nutrientes del suelo. También el biol ayuda a mantener la humedad del suelo. Siendo el biol una fuente orgánica de fitorreguladores en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas sirviendo para: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acciona sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas.

#### **2.12.1.11. Ventajas y desventajas del biol**

Según Quino (2008), las ventajas o beneficios del biol son los siguientes:

- No se usa bolsas para su manejo.
- No contamina el suelo, aire y el agua.
- No contamina el producto final.
- Incrementa el rendimiento en un 30%, esto se debe a la presencia de cuatro compuestos importantes: N-NH<sub>4</sub> (Nitrógeno amoniacal, aminoácidos, hormonas y vitaminas).
- Actúa como repelente a las plagas.
- Es un abono económico.

En cuanto a las desventajas el mismo autor señala lo siguiente:

- Largo proceso de fermentación (3 a 4 meses).
- Requiere de una agitación constante.
- Su producción depende del clima, las bajas temperaturas afectan a la producción, se usa solo como abono complemento y no de fondo como el estiércol.

### **2.12.2. Métodos de diagnóstico y evaluación de la fertilidad del suelo**

En la actualidad existen procedimientos principales para estimar el nivel de fertilidad del suelo, análisis de plantas y experiencia (Chilón, 1997).

### **2.12.3. Determinación de la dosis**

La determinación de la dosis es el punto más complejo en el conjunto de los problemas que plantea la fertilización. No se puede obtener una solución exacta a este problema que sería totalmente utópica (Chilón, 1997).

La determinación de cantidades de elementos nutritivos a aportar debe realizarse forzosamente teniendo en cuenta la variable tiempo en la utilización de la dosis aplicada porque no todos los elementos pueden absorberse de igual forma. En este entendido la determinación de la dosis de fertilización exigirá establecer un cálculo razonable teniendo en cuenta el objetivo de la explotación, exigencias específicas del cultivo, condiciones climáticas en el desarrollo, nivel de fertilidad del suelo y antecedentes del cultivo (Domínguez, 1997).

### **2.12.4. Carpa solar**

Hartmann (1990), indica que la carpa solar es una construcción sofisticada de ambientes atemperados, su tamaño es mayor y permite la producción de cultivos más delicados. En el altiplano boliviano se han desarrollado diferentes tipos de carpas solares las más comunes son “túnel”, “medio túnel”, “media agua” y “dos aguas” y el de mejor resultado es “media agua” la construcción es sencilla, se utilizan adobes para los muros, maderas o fierro de construcción para el armazón del techo y agrofilm o calamina plástica para el techo.

Por su parte Lorete (1993), define a la carpa solar como un recinto cerrado o delimitado por una estructura de madera o metal, recubierta por vidrio o plástico transparente, en cuyo interior se desarrollan cultivos en condiciones controladas y además de proteger el cultivo contra las adversidades climáticas como el viento, la lluvia, la helada y el granizo, hay un mejor control de las enfermedades y plagas que puedan desarrollarse

en los cultivos y por otro lado la posibilidad de obtener en la misma parcela de 3 a 6 cosechas al año.

### **2.12.5. Características generales de la carpa solar**

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

En la carpa solar todos los nutrientes y el agua son aprovechados al máximo o de mejor manera (Serrano, 1980).

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

El uso de invernaderos tiene como objetivos obtener una mejor producción cualitativa y cuantitativamente, anticipándose o atrasándose a la producción normal (Vigliola, 1992).

Según Blanco *et al.* (1999), existen diferentes materiales que son empleados para cubrir la superficie de insolación de los ambientes controlados, algunos de estos son preferidos frente a otros por sus características físicas entre las que destacan:

- Transmisión máxima de la radiación solar.
- Transmisión mínima del infrarrojo re-emitido (longitud de onda larga).
- Protección física eficaz contra el viento, lluvia, granizo, etc.

Las carpas solares en el país presentan algunas características generales que son:

- Los ambientes atemperados en el altiplano y valle son dependientes exclusivamente de la radiación solar, pocas veces utilizan otras fuentes de energía.
- Desde el punto de vista técnico productiva ayudan a prolongar la época de producción agrícola durante el año y combaten a la dureza climática.

- Posibilita el cultivo de especies agrícolas en una estación no adecuada para la zona.

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

## **2.12.6. Factores físico ambientales**

### **2.12.6.1. Orientación**

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

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

### **2.12.6.2. Ventilación**

Estrada (1990), indica que las variables de temperatura y de la humedad relativa son afectadas directamente por el movimiento y la renovación de masas de aire. En efecto un aumento en la ventilación bajara la temperatura y generalmente también la humedad relativa a no ser que el aire exterior este sumamente húmedo. La mayoría de las plantas en la carpa requieren una humedad relativa de 60 a 80%, pero ventilando mucho la humedad del ambiente puede bajar fácilmente hasta 20 a 40%.

### **2.12.6.3. Iluminación**

Las plantas responden a la parte visible de la energía solar y buscan permanentemente la luminosidad. Estos requerimientos varían de acuerdo al cultivo, algunas necesitan luminosidad directa para tener un mayor desarrollo y fructificación, otras no requieren

excesiva luz perjudicándole cuando ésta es elevada si va acompañada de un aumento de la temperatura (Hartmann, 1990).

La carpa solar se debe situar en lugares donde se capte mayor cantidad de luz y temperatura cerca de una fuente de agua y en lugares donde no existan árboles que puedan proyectar sombra (Flores, 1996), menciona lo que permitirá un buen desarrollo vegetativo obteniendo excelentes rendimientos.

#### **2.12.6.4. Temperatura**

La temperatura óptima en un invernadero estará en función del equipo calefactor, pero en términos generales se considera entre los 18 y 21°C y la temperatura nocturna es la que condicionará las especies a cultivar, así mismo esta variable es un ambiente atemperado no es uniforme, ya que naturalmente se presenta una variabilidad térmica vertical (Hartmann, 1990).

La temperatura en los diferentes tipos de ambientes atemperados depende en gran parte del efecto invernadero, el que se crea por la radiación solar que llega a la construcción y por el tipo de material de cubrimiento que evitan la irradiación calorífica, permite el calentamiento de la atmósfera interior (Estrada, 1990).

#### **2.12.6.5. Humedad relativa**

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

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

Flores (1996), indica que la mayoría de las plantas desarrollan en un medio ambiente de humedad relativa del aire que oscila entre los 30 – 70 %, una baja humedad relativa en las plantas provoca marchitez y por un exceso invita a la proliferación de plagas y enfermedades.

Asimismo, Hartman (1990), describe que la humedad relativa es la relación entre la masa de vapor de agua por  $m^3$ , y la que existiría si el vapor estuviera saturado a la misma temperatura.

#### **2.12.6.6. Riego por goteo**

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

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

#### **2.12.7. Carpas solares en Bolivia**

Los invernaderos implementados en la región andina de Bolivia corresponden mayormente al tipo de invernaderos templados donde el fin principal de estos es cultivar hortalizas, flores y plantas ornamentales en regiones en las que desciende hasta  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En estas condiciones la energía solar es la única fuente de energía utilizada para calentar estos por lo que en la región se les denomina también carpas solares (Blanco *et al.* 1999).

Actualmente el panorama de los invernaderos en Bolivia es complejo y se estima que existe alrededor de  $200,000\text{ m}^2$  con invernaderos en uso para agricultores. La implementación de estos sorprendentes encontrándose en algunos casos un gran número en la misma comunidad, prácticamente uno en cada casa (altiplano central), otras veces como en el altiplano sur solo hay unos pocos aislados en lugares lejanos e inesperados tal el caso del Salar de Uyuni (Blanco *et al.* 1999).

La tecnología de protección de los cultivos implementada en nuestro país, se ha basado en la adaptación de modelos de invernaderos a las condiciones climáticas y socioeconómicas locales así los que más se representan (Blanco *et al.* 1999).

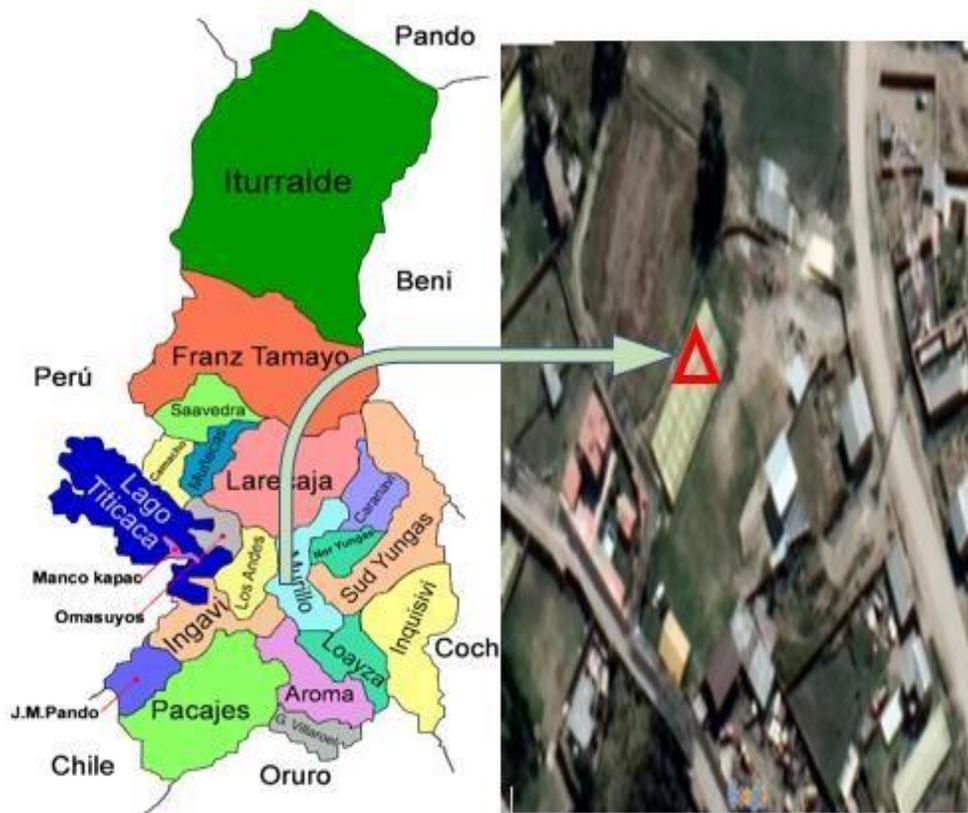
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

##### 3.1.1. Ubicación geográfica

El municipio de Achocalla, área de interés del presente estudio, es la capital de la Tercera Sección de la Provincia Murillo del Departamento de La Paz. Geográficamente se encuentra localizada entre los 16°33´ y 16°37´ de Latitud Sur y entre los 68°06´ y 68°11´ de Longitud O este del meridiano de Greenwich. A una altura aproximada de 3.700 m.s.n.m. (PDM de Achocalla 2005).

**Imagen 2.** Ubicación geográfica



**Fuente:** elaboración propia (2018)

### **3.1.1. Características de la zona de estudio**

#### **3.1.1.1. Clima**

Topográficamente se divide en dos regiones: por un lado, la planicie altiplánica, al norte del Municipio que colinda con la ciudad de El Alto y las provincias Ingavi y Los Andes, se caracteriza por un clima frío, con temperaturas medias anuales de 15°C, por otro lado, la cuenca o cabecera de valle ubicada al sur colindante con el municipio Mecapaca con clima templado y una temperatura media anual de 19 °C. Las precipitaciones en la gestión 2011 alcanzo 488mm/año, 13mm por encima de lo señalado en INIDEN (Instituto de Investigación y Desarrollo Municipal) en el plan de desarrollo 2001.

#### **3.1.1.1. Vegetación**

La agricultura constituye una de las actividades económicas principales de Achocalla, para lo cual dispone de grandes extensiones de terreno aptos para una producción diversificada, además de contar con abundantes recursos hídricos en ríos y lagunas. En el Municipio se cultiva principalmente, cebada, maíz, zanahoria, lechuga, repollo, tomate, acelga, rábano, cebolla, vainita, haba, arveja y apio (INIDEN, 2001).

#### **3.1.2.3. Pecuaria**

Asimismo, se desarrolla la actividad pecuaria que se circunscribe a la crianza de ganado vacuno y ganado ovino, además de la cría de aves de corral y conejos. Es destacable, además la comercialización de leche de vaca y la elaboración de queso en diferentes variedades productos que son muy requeridos en la ciudad de La Paz (INIDEN, 2001).

### **3.2. Materiales**

#### **3.2.1. Material vegetal**

Se utilizo 3 g de semilla de repollo chino hibrido KING. Se trata de una variedad semitardia es de tipo semi arropollado es decir no es cerrado superiormente, las hojas

se quedan abiertas en el ápice, pero las hojas interiores son blancas y tiernas como el tipo de repollo cerrado en la extremidad, las hojas externas son de superficie finamente rugosa y de color verde oscuro formando un arrepollado corto. Con un porcentaje de germinación del 95%.

**Imagen 3.** Semilla de repollo chino



**Fuente:** fotografía propia (2018)

### **3.2.2. Material orgánico líquido**

- El estiércol empleado fue el de ovino, previamente descompuesto en proporciones de 7 Tn/ha (0,7 kg/m<sup>2</sup>), 10 Tn/ha (1 kg/m<sup>2</sup>) y 13 Tn/ha (1,3 kg/m<sup>2</sup>).
- Alfalfa
- Visceras de pescado (trucha y pejerrey)
- Levadura de cerveza

### **3.2.3. Material de campo**

- Pala y picota
- Rastrillo
- Flexómetro
- Probeta de 250 ml

- Mulch
- Cinta de riego
- Estacas
- Atomizadores
- Botellas desechables

#### **3.2.4. Material de gabinete**

- Planilla de datos
- lapiceros
- regla
- Computadora
- Marbetes

#### **3.2.5. Equipos y maquinaria**

- Arado de yunta
- Termómetro
- Cámara fotográfica
- Balanza de precisión
- Vernier

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Diseño experimental**

En esta investigación se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo bifactorial conformado por seis tratamientos y tres bloques distribuidos de forma homogénea en 18 unidades experimentales y con 6 muestras por cada tratamiento.

Ochoa (2009), afirma que este arreglo se utiliza en aquellos experimentos factoriales en los que los tratamientos de uno o más de los factores, por razón o naturaleza, deben aplicarse en unidades experimentales grandes.

Los factores que se aplicaron son las siguientes:

### Factor A: Concentraciones de biol

$C_1$  = 25 % de biol, dosis baja, (el restante 75% agua).

$C_2$  = 50 % de biol, dosis media, (el restante 50% agua).

$C_3$  = 75 % de biol, dosis alta, (el restante 25% agua).

### Factor B: Frecuencias de aplicación de biol

$F_1$  = Fertilización cada 7 días.

$F_2$  = Fertilización cada 10 días.

#### 3.3.2. Modelo lineal aditivo

El modelo aditivo lineal para los objetivos: dosis de fertilización y frecuencias de aplicación es la siguiente:

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

Donde:

$Y_{ijk}$	=	Una observación
$\mu$	=	Media poblacional
$\beta_k$	=	Efecto del k-ésimo bloque
$\alpha_i$	=	Efecto del i-ésimo nivel del factor A: Concentraciones
$\gamma_j$	=	Efecto del j-ésimo nivel del factor B: Frecuencias
$\alpha\gamma_{ij}$	=	Efecto del i-ésimo nivel del factor A, con el j - ésimo nivel del factor B (Interacción A X B): Frecuencias
$\epsilon_i$	=	Error experimental.

### 3.3.3. Características de los tratamientos

Tenemos en total seis tratamientos, originadas de la combinación de los dos factores, tres concentraciones del biol de ovino, con dos frecuencias de aplicación.

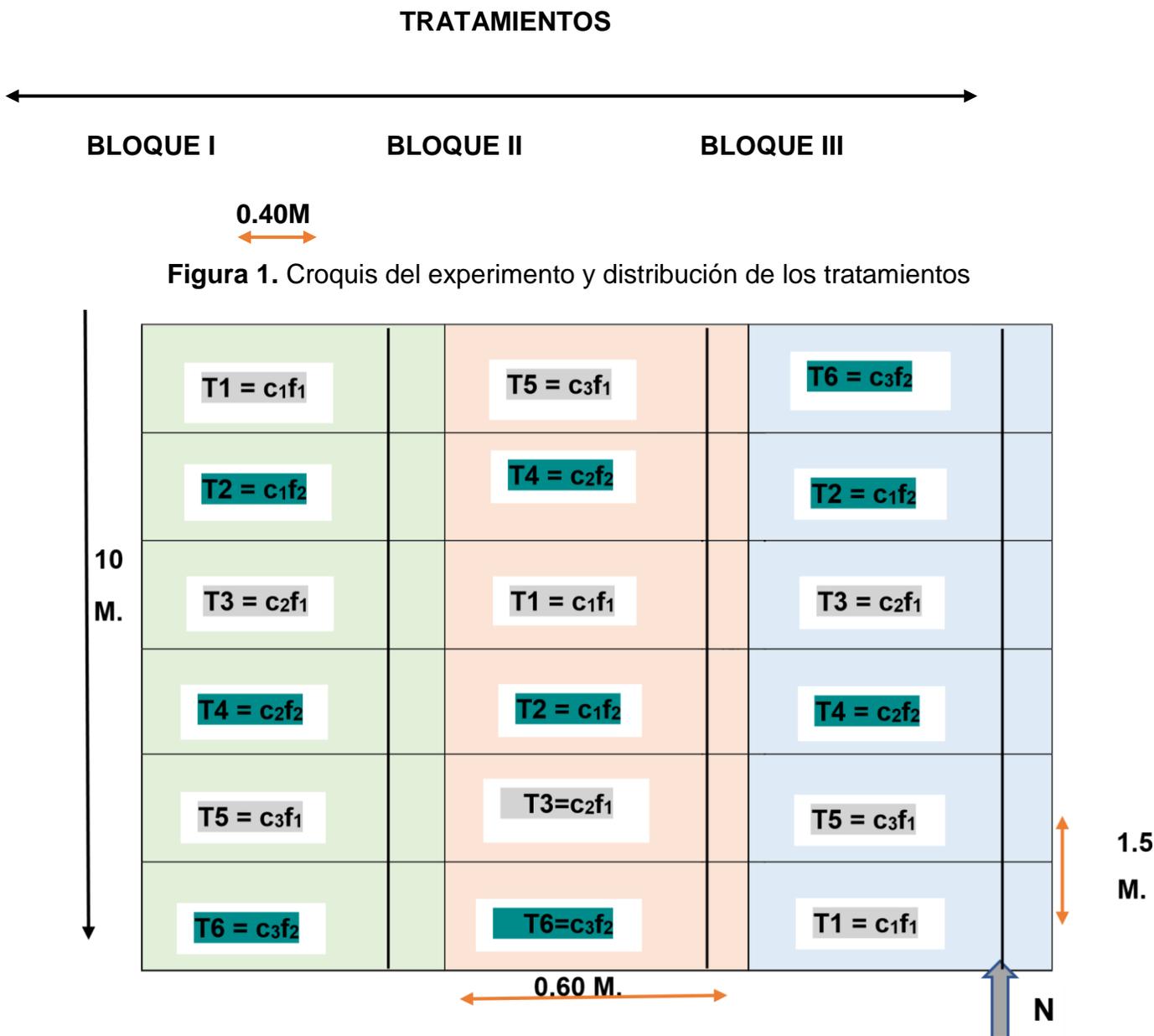
**Tabla 3.** Descripción de los tratamientos

Factores en estudio	Tratamiento	Descripción
<b>Factor A: Concentración de biol.</b>	<b>T1 = C<sub>1</sub>F<sub>1</sub></b>	<b>T1 =</b> Concentración de 25 % biol, con una fertilización cada 7 días.
C <sub>1</sub> = 25 % de biol (el restante 75% agua)	<b>T2 = C<sub>1</sub>F<sub>2</sub></b>	<b>T2 =</b> Concentración de 25 % biol, con una fertilización cada 10 días.
C <sub>2</sub> = 50 % de biol (el restante 50% agua)	<b>T3 = C<sub>2</sub>F<sub>1</sub></b>	<b>T3 =</b> Concentración de 50 % biol, con una fertilización cada 7 días.
C <sub>3</sub> = 75 % de biol (el restante 25% agua)	<b>T4 = C<sub>2</sub>F<sub>2</sub></b>	<b>T4 =</b> Concentración de 50 % biol, con una fertilización cada 10 días.
<b>Factor B: Frecuencias de aplicación de biol.</b>	<b>T5 = C<sub>3</sub>F<sub>1</sub></b>	<b>T5 =</b> Concentración de 75 % biol, con una fertilización cada 7 días.
F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	<b>T6 = C<sub>3</sub>F<sub>2</sub></b>	<b>T6 =</b> Concentración de 75 % biol, con una fertilización cada 10 días.
F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días		

Fuente: Elaboración Propia (2018)

### 3.3.4. Croquis experimental

Se observar la distribución y las dimensiones que se utilizó en la presente investigación.



Fuente: Elaboración Propia (2018)

### **3.3.5. Características del área experimental**

Largo de unidad experimental:	1.5 m
Ancho de unidad experimental:	0.60 m
Nº de plantas por unidad experimental:	10
Nº total de plantas	180
Nº de hileras:	2
Distancia entre hileras:	30 cm
Distancia entre plantas:	30 cm
Nº de tratamientos:	6
Nº de bloques:	3
Área total del ensayo:	27m <sup>2</sup>

### **3.3.6. Metodología de campo**

En el presente trabajo de investigación se realizó las siguientes actividades:

#### **3.3.6.1. Acopio del estiércol de ovino**

Para la elaboración del biol de ovino se realizó con estiércol fresco recolectada del sector directamente de los corrales de ovejas, el mismo día de preparación del biol con ayuda de palas y carretillas se llevó y se pesó la cantidad necesaria para posteriormente llevarlas a la mezcla con la que se trabajó con las siguientes concentraciones para la aplicación foliar.

25 % de biol + 75 % de agua

50 % de biol + 50 % de agua

75 % de biol + 25 % de agua

### **3.3.6.2. Acopio de los insumos secundarios para el biol**

El agua utilizada para esta investigación necesariamente debe ser agua pura sin contenido de cloro, por lo tanto, para esta investigación se utilizó agua proveniente del lugar y no se hizo uso de agua potable de cañería porque debido al tratamiento de inocuidad que realizan las autoridades en el agua, contiene cloro y otros elementos químicos que perjudican la fermentación anaeróbica por microorganismos.

La alfalfa como aporte de nitrógeno al biol fue recolectada de las zonas aledañas del lugar de la investigación a cantidad de 375 g aproximadamente fue picada finamente e incorporado a la mezcla.

De acuerdo a Sánchez (2003), indica que existen diversas formas para enriquecer el biol en el contenido de fitorreguladores, así como de sus precursores mediante la adición de alfalfa picada en un 5 % del peso total de la biomasa, también se logra un mayor contenido en fósforo adicionando vísceras de pescado.

Las vísceras de pescado utilizadas en esta investigación como fuente de fósforo para el biol pertenecen al pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) del lago Titicaca Municipio de Taraco, que las comerciantes traen a la venta a La Paz, y fue recolectado de las vendedoras de la zona del tejedor de la ciudad de La Paz.

La levadura de cerveza tiene como lugar de origen la “Cervecería Boliviana Nacional”, de sus subproductos de cebada y se usó aproximadamente 158 g para una aplicación.

### **3.3.6.3. Procedimiento de elaboración del biol**

Existen diversas formas de preparar el biol mejorado anaeróbico, donde varía principalmente en el estiércol utilizado en los tamaños de recipientes, los materiales de sellado y los insumos utilizados para mejorar el contenido de nutrientes.

Inicialmente se procedió a llenar un recipiente de metal de color azul de 50 l de capacidad con 30 l de agua pura sin cloro obtenida por lo tanto para esta

investigación se utilizó agua proveniente del lugar, posteriormente se incorporó el estiércol de ovino (7,5 kg) removiendo muy bien hasta que quede homogéneo, después inmediatamente se incorporó la alfalfa picada finamente (500 g) junto con las vísceras de pescado (1.1/2 kg) se removi6 todo muy bien hasta lograr una mezcla homogénea, aparte en un recipiente pequeño de aluminio se realizó la mezcla de la levadura de cerveza (158 g) con un poco de agua y se incorporó a la preparación removiendo todo muy bien.

Posteriormente se procedió al cerrado del recipiente con un plástico grueso cuidando mucho de que no exista ninguna fuga o entrada de aire al recipiente ya que perjudicaría al proceso de fermentación anaeróbica. Con ayuda de cuerdas de algodón y de ligas plásticas se cerró la tapa del contenedor muy bien y se reforzó el sellado con silicona caliente en posibles aberturas, además realizamos para más seguridad un sellado con cinta de embalaje alrededor de todo el recipiente, luego se instaló el oviducto de escape de los gases de la fermentación de la tapa del recipiente hacia un envase pequeño de botella de plástico pet con contenido de agua. Este mecanismo facilitará la salida del gas metano que se produce durante el proceso de fermentación. El tiempo de elaboración del biol, es decir, de su descomposición y fermentación dependió del clima local fue de 45 días de elaboración.

#### **3.3.6.4. Formulación de la dosis de biol y sus elementos**

De acuerdo a lo recomendado por Durán (2009), el biol es bastante eficiente al aplicarlo a una cantidad de 300 l de biol puro con 300 l de agua, lo que significa 600 l/ha, por lo tanto, recomienda aplicarlo en dosis menores y mayores a 50 % de pureza en nuestra investigación para observar el efecto que tiene el biol como insecticida repelente, fungicida en el desarrollo y rendimiento agronómico y económico del repollo chino.

### **3.3.6.5. Muestreo del biol de ovino para el análisis de laboratorio**

Las muestras de biol se extrajeron con un cucharón largo a profundidades de 20 y 50 cm desde la superficie del biol dando una leve remoción circular, luego la muestra se traspasó en un recipiente de 5 l después de agitar por un minuto se extrajo una sub muestra y se tamizó en un recipiente de 1 l.

El análisis fue realizado por el laboratorio del IBTEN (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear).

### **3.3.7 Preparación del terreno**

#### **a. Remoción del terreno**

Para la investigación se inició con la limpieza de malezas, como pastos y restos de cultivos anteriores en el área de estudio y seguidamente con la ayuda del arado de yunta se realizó la remoción del suelo con una profundidad de 30 cm a 35 cm. esto con el objetivo de conseguir un buen revolcado del pan de tierra y facilitar el desarrollo de la raíz de la planta.

#### **b. Nivelación del suelo**

Posteriormente, se procedió a la nivelación del área experimental con ayuda de un pico y una tabla esto para dar a la semilla un suelo aceptable para su óptimo desarrollo y también para facilitar la distribución de las unidades experimentales y proceder a delimitar la superficie a utilizar.

#### **c. Delimitación de la parcela experimental**

Se delimito la superficie a utilizar para el trabajo de investigación con la ayuda de estacas, cuerdas, cinta métrica y posteriormente a la demarcación y la ubicación de los bloques y tratamientos, todos estos distribuidos al azar.

#### **d. Riego**

Terminando la delimitación del croquis de campo se instaló dos cintas de riego en la platabanda a utilizar, luego se procedió a regar el área de estudio, esto con el propósito de humedecer el sustrato y tenerlo listo para la siembra de la semilla.

#### **e. Colocado del mulch**

Se utilizó las cintas de mulch para cubrir de una punta hacia la otra cada platabanda esto para conservar la humedad y evitar que crezca malezas en la superficie a estudiar.

#### **f. Siembra**

Para la siembra se depositó de 2 a 3 semillas por golpe a una profundidad de 2 a 3 veces su tamaño para después recubrirla con tierra del mismo suelo. Y posteriormente al riego de las platabandas.

### **3.3.8. Labores culturales**

#### **a) Riego**

El sistema de riego que se aplicó fue por goteo con el objeto de mantener el suelo con un nivel de humedad que represente una mayor producción. Se basa esta aplicación de agua en forma localizada gota a gota cerca de la zona radical del cultivo por el cual se logran eficiencias más elevadas en el uso del riego por goteo en un 95 %. El riego se lo realizó tres veces a la semana desde el momento en que se sembró hasta el día en que se la cosecho por un tiempo de 30 minutos.

#### **b) Raleo**

Una vez emergidas las plantas se procedió a realizar el raleo; en el cual un 5 % no germinó y con el raleo se completó los tratamientos y otras se desechó.

### **c) Control de malezas**

Durante el desarrollo el cultivo se presentaron algunas malezas las cuales fueron controladas manualmente mediante deshierbes permanentes manteniendo de esta manera limpio el cultivo durante toda la época de desarrollo.

### **d) Aplicación del biol de ovino**

Para la aplicación del biol primeramente se realizó la cosecha del biol, luego se tamizó y se preparó las concentraciones para luego aplicar a cultivo según los tratamientos en estudio, asperjando las hojas de los cultivos completamente hasta el punto que escurra el biol de las hojas. Para ello se utilizó la mochila aspersora para que su aplicación sea eficaz.

Para la aplicación del biol se lo realizó a partir de los 18 días después de haber presentado el cultivo las hojas verdaderas, luego de la emergencia.

Para la aplicación de biol se utilizaron las siguientes cantidades:

A continuación, se muestran los siguientes cuadros de las cantidades y frecuencias de aplicación del biol.

**Cuadro 1.** Primera aplicación de biol de frecuencias de 7 días y 10 días

<b>Tratamientos (7 Días)</b>	<b>Cantidad ml de biol</b>	<b>Cantidad total ml</b>
T <sub>1</sub>	125 ml biol / 375 ml agua (25%)	Se aplicó 500 ml por tratamiento en la primera y segunda aplicación.
T <sub>3</sub>	250 ml biol / 250 ml agua (50%)	
T <sub>5</sub>	375 ml biol / 125 ml agua (75%)	
<b>Tratamientos (10 Días)</b>	<b>Cantidad ml de biol</b>	<b>Cantidad total ml</b>
T <sub>2</sub>	125 ml biol / 375 ml agua (25%)	Se aplicó 500 ml por tratamiento en la primera y segunda aplicación.
T <sub>4</sub>	250 ml biol / 250 ml agua (50%)	
T <sub>6</sub>	375 ml biol / 125 ml agua (75%)	

**Cuadro 2.** segunda aplicación de biol de frecuencias de 7 días y 10 días

<b>Tratamientos (7 Días)</b>	<b>Cantidad ml de biol</b>	<b>Cantidad total ml</b>
T <sub>1</sub>	188ml biol / 563 ml agua (25%)	Se aplicó 750 ml por tratamiento en la segunda aplicación.
T <sub>3</sub>	375 ml biol / 375 ml agua (50%)	
T <sub>5</sub>	563 ml biol / 188 ml agua (75%)	
<b>Tratamientos (10 Días)</b>	<b>Cantidad ml de biol</b>	<b>Cantidad total ml</b>
T <sub>2</sub>	188ml biol / 563 ml agua (25%)	Se aplicó 750 ml por tratamiento en la segunda aplicación.
T <sub>4</sub>	375 ml biol / 375 ml agua (50%)	
T <sub>6</sub>	563 ml biol / 188 ml agua (75%)	

**Cuadro 3.** Tercera aplicación de biol de frecuencias de 7 días y 10 días

<b>Tratamientos (7 Días)</b>	<b>Cantidad ml de biol</b>	<b>Cantidad total ml</b>
T <sub>1</sub>	250 ml biol / 750 ml agua (25%)	Se aplicó 1000 ml por tratamiento en la tercera aplicación.
T <sub>3</sub>	500 ml biol / 500 ml agua (50%)	
T <sub>5</sub>	750 ml biol / 250 ml agua (75%)	
<b>Tratamientos (10 Días)</b>	<b>Cantidad ml de biol</b>	<b>Cantidad total ml</b>
T <sub>2</sub>	250 ml biol / 750 ml agua (25%)	Se aplicó 1000 ml por tratamiento en la tercera aplicación.
T <sub>4</sub>	500 ml biol / 500 ml agua (50%)	
T <sub>6</sub>	750ml biol / 250 ml agua (75%)	

**Cuadro 4.** Cuarta aplicación de biol de frecuencias de 7 días y 10 días

<b>Tratamientos (7 Días)</b>	<b>Cantidad ml de biol</b>	<b>Cantidad total ml</b>
T <sub>1</sub>	500 ml biol / 1500 ml agua (25%)	Se aplicó 2000 ml por tratamiento en la cuarta aplicación.
T <sub>3</sub>	1000 ml biol / 1000 ml agua (50%)	
T <sub>5</sub>	1500 ml biol / 500 ml agua (75%)	
<b>Tratamientos (10 Días)</b>	<b>Cantidad ml de biol</b>	<b>Cantidad total ml</b>
T <sub>2</sub>	500 ml biol / 1500 ml agua (25%)	Se aplicó 2000 ml por tratamiento en la cuarta aplicación.
T <sub>4</sub>	1000 ml biol / 1000 ml agua (50%)	
T <sub>6</sub>	1500 ml biol / 500 ml agua (75%)	

**Cuadro 5.** Quinta aplicación de biol de frecuencia de 7 días y 10 días

<b>Tratamientos (7 Días)</b>	<b>Cantidad ml de biol</b>	<b>Cantidad total ml</b>
T <sub>1</sub>	1000 ml biol / 3000 ml agua (25%)	Se aplicó 4000 ml por tratamiento en la quinta aplicación
T <sub>3</sub>	2000 ml biol / 2000 ml agua (50%)	
T <sub>5</sub>	3000 ml biol / 1000 ml agua (75%)	
<b>Tratamientos (10 Días)</b>	<b>Cantidad ml de biol</b>	<b>Cantidad total ml</b>
T <sub>2</sub>	1000 ml biol / 3000 ml agua (25%)	Se aplicó 4000 ml por tratamiento en la quinta aplicación
T <sub>4</sub>	2000 ml biol / 2000 ml agua (50%)	
T <sub>6</sub>	3000 ml biol / 1000 ml agua (75%)	

En el siguiente cuadro se muestra las cantidades y frecuencias de aplicación del biol.

**Cuadro 6.** Frecuencia de aplicación

<b>Fertilización de 7 días. (Fechas)</b>	<b>Dosis de aplicación en concentraciones (25 %,50 %,70 %). MI</b>	<b>Fertilización de 10 días. (Fechas)</b>	<b>Dosis de aplicación en concentraciones (25 %,50 %,75 %). MI</b>
22 de ago. 2017	500 ml	24 de Sep. 2017	500 ml
28 de ago. 2017	750 ml	01 de Sep. 2017	750 ml
04 de Sep. 2017	1000 ml	09 de Sep. 2017	1000 ml
11 de Sep. 2017	2000 ml	17 de Sep. 2017	2000 ml
18 de Sep. 2017	4000 ml	27 de Sep. 2017	4000 ml

### **e. Amarre**

El amarre se lo realizó pasando los 74 días de formación del cultivo esto con la finalidad de ayudar a la planta a su total formación de las pellas.

### **f. Control de plagas**

Uno de los problemas vistos en todo el periodo de desarrollo del cultivo fueron la presencia de pulgones, mosca blanca y larvas. En el cual se logró controlar estos insectos con la aplicación del biol a diferentes concentraciones y con las frecuencias de fertilización foliar que actuaban como insecticidas ante los daños que causaban estas plagas.

Así mismo se observó un control biológico sobre el control de las plagas con las mariquitas y las ranas.

### **g. Cosecha**

La cosecha del repollo chino se la realizo una vez que la cabeza o pella tomaron una tonalidad dura, blanca y con hojas en el interior. La extracción de todos los repollos chinos se los realizo manualmente entre los 80 a 95 días, con la ayuda de un cuchillo de cocina y para posteriormente llevados a realizar la toma y evaluación de datos.

## **3.3.9. Variables de respuestas**

### **3.3.9.1. Días a la emergencia**

Se evaluó cuando el 50 % de las plantas de los distintos tratamientos emergieron y se consideró la aparición de las primeras hojas verdaderas después de la siembra.

### **3.3.9.2. Número de hojas**

Se realizó el conteo de hojas una vez que las plantas seleccionadas obtuvieran sus primeras hojas verdaderas hasta el amarre del cultivo de repollo chino.

### **3.3.9.3. Longitud de la hoja**

Se midió las hojas de las plantas escogidas desde la base hasta el ápice de las hojas más largas esto utilizando una regla y un flexómetro.

### **3.3.9.4. Ancho de la hoja**

Para el ancho de la hoja se tomaron las medidas de las hojas más grandes de las plantas seleccionadas, esto con la ayuda de una regla.

### **3.3.9.5. Diámetro de la pella**

Para la medición de esta variable se utilizó una cinta métrica, tomando datos de la parte más ancha del repollo chino.

### **3.3.9.6. Peso de la pella**

Luego de la cosecha de las pellas se procedió a pesar las plantas seleccionadas, con la ayuda de una balanza de precisión, para luego promediar el peso.

### **3.3.9.7. Rendimiento**

Se procedido a pesar todas las plantas cosechadas y realizar el pesado total de las plantas, esto para cada tratamiento.

### **3.3.9.8. Análisis económico**

El desglose y deducción de las fórmulas para la evaluación económica, descrito Perrin *et al.* (1988), mencionado por Alvarado (2005) es la siguiente:

#### **a. Ingreso bruto (IB):**

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

$$\mathbf{IB = IT = qt \times pq}$$

#### **b. Ingreso Neto (IN):**

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

$$IN = IB - CT$$

**c. Relación beneficio costo (RBC):**

Según Calzada (1982), se debe tomar en cuenta el beneficio neto y las relaciones beneficio/costo de cada tratamiento, el rendimiento se ajustó a un 10% para eliminar la sobre estimación del ensayo.

$$RBC = IB/CT$$

**4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación, se presentan los resultados de las variables evaluadas, esto con el propósito de conocer el efecto de concentración y frecuencias del biol en el desarrollo del cultivo de repollo chino (*Brassica pekinensis*).

**4.1. Análisis químico del abono orgánico líquido**

En el análisis químico sólo se determinaron los macro nutrientes y no así los micronutrientes, tampoco otros elementos complejos como son: hormonas, vitaminas y hormonas reguladoras, que necesitan un análisis más complejo y costoso.

**Tabla 4.** Análisis químico del abono orgánico líquido de la Estación Experimental de Choquenaira

Tipo de abono	Macronutrientes presentes					Materia orgánica%
	Nitrógeno % N	Fósforo % P	Potasio %K	Calcio Ca	Magnesio Mg	
Fermento estiércol de ovino	0,67	0,06	0,27	0,139	0,045	2,66

Fuente: IBTEN (2014)

En los resultados se observa las cantidades de elementos presentes en el abono elaborado en el presente trabajo donde el nitrógeno asimilable es 0,67%, el fósforo disponible ( $P_2O_5$ ) es de 0,06 y potasio intercambiable ( $K_2O$ ) con 0,27 %, respectivamente. Mientras que el magnesio (Mg) con 0,045 % está en una cantidad relativamente media por lo que deberá mejorar el contenido de este elemento.

En el análisis químico del abono orgánico líquido se observa que no hay grandes cantidades de aportación en macro nutrientes, sin embargo, se trata de abono integral. Al respecto FAO (1986), indica que los abonos orgánicos contienen nutrientes solubles y fitorreguladores como la auxina, Giberelinas, citoquinina, etileno e inhibidores de crecimiento que en dosis adecuadas regulan los procesos fisiológicos.

Los nutrientes de los abonos líquidos presentan diferente contenido de elementos nutritivos que varían de acuerdo a las características de elaboración de cada uno, por ejemplo, en trabajos realizados en la localidad de Tiahuanaco se elaboraron dos tipos de abonos líquidos, cuyas características se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5.** Análisis químico de biol de la UAC- Tiahuanaco

Parámetro	Valores
Nitrógeno	0,070%
Fosforo	0,005%
Potasio	0,088%
PH	7,61
Materia seca	0,61%

**Fuente:** Poma (2013)

**Tabla 6.** Composición química de abonos líquidos de la Estación Experimental de Choquenaira

<b>Tipos de abono orgánico</b>	<b>N total %</b>	<b>P total %</b>	<b>K total %</b>	<b>pH</b>	<b>Materia seca %</b>
Fermento de estiércol vaca	0,08	0,01	0,52	7,75	2,30
Fermento de estiércol de oveja	0,67	0,06	0,27	7,66	30,92

**Fuente:** IBTEN (2014)

En la zona de Viacha se realizó otro trabajo de investigación donde se elaboraron tipos de abonos orgánicos líquidos; cuyo análisis de las propiedades químicas se muestran en la tabla 6.

Entonces el abono orgánico elaborado en el presente trabajo en comparación con otros realizados, presentó una mayor disponibilidad de nutrientes asimilables particularmente (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O) esto probablemente se atribuya a la adición de insumos en mayor cantidad y el buen manejo en el proceso de preparación y fermentación.

El contenido de las propiedades químicas como el nitrógeno (N) de algunos estiércoles frescos varía en cuanto a la especie y a la alimentación de estos ejemplos: el estiércol bovino tiene 0,55 % de N, el estiércol de gallina tiene 1,50 % de N, el estiércol del puerco tiene 0,50 de N, el estiércol de ovino tiene 0,80 % de N, etc.

(Restrepo, 2001).

## 4.2. Variables agronómicas

### 4.2.1. Aspectos climáticos en la zona de estudio

#### 4.2.1.1. Temperatura

**Figura 2.** Temperaturas máximas, mínimas y media registrados en el trabajo de campo (Julio a Octubre de 2017)



El registro de temperaturas se efectuó desde el 21 de julio de 2017, fecha en que se inició la siembra de el repollo chino (*Brassica pekinensis*), la temperatura máxima fue de 35,7 ° C, temperatura mínima de 2,3 ° C y la temperatura media de 19 ° C.

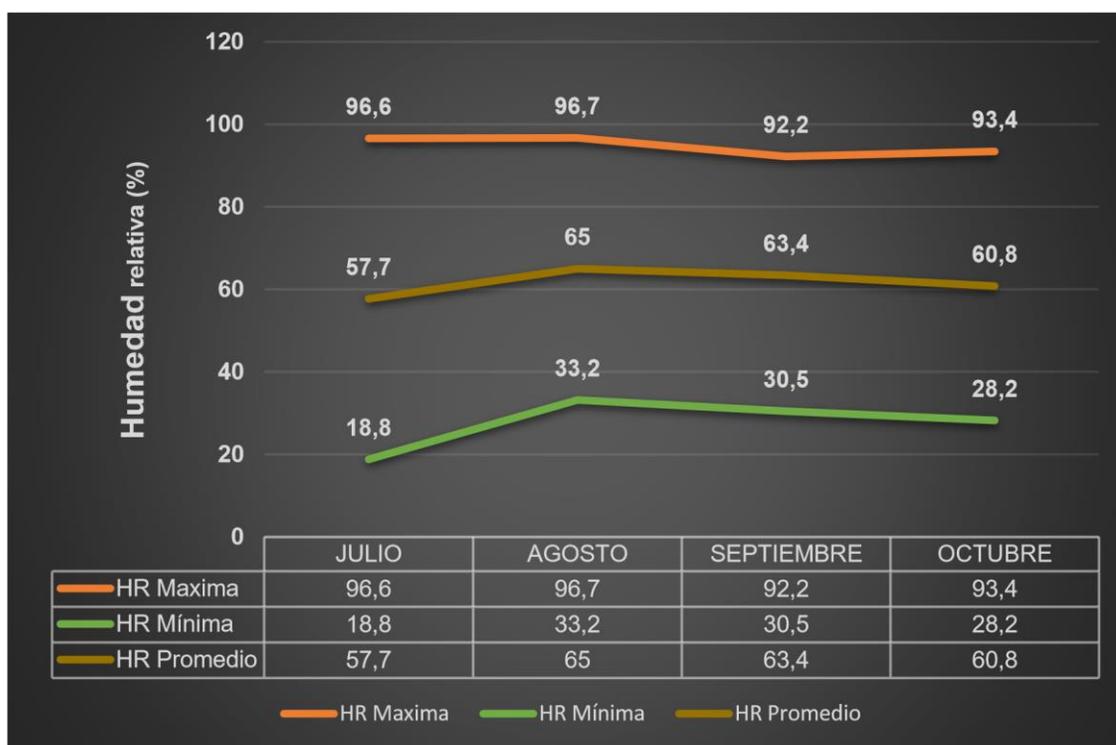
En los meses de agosto y octubre se registró una temperatura media de 23,7 ° C, las más altas del ciclo de producción, en estas etapas el cultivo se encontraba en la aplicación de biol de ovino en frecuencias en el desarrollo foliar y diámetro de la pella, el requerimiento óptimo de esta fase es de 18 a 30 ° C, el exceso de temperatura fue controlada con la aplicación de una semisombra para proteger de la radiación solar. En el mes septiembre se registró una temperatura máxima de 37,3 ° C, temperatura mínima de 8,9 ° C la temperatura media de 23,1 ° C.

Cabe mencionar que el cultivo estuvo protegido durante todo su ciclo de producción de los cambios de temperatura ya que se le dio semisombra, evitando con esto que las plantas se quemaran debido a la radiación, se ventiló la carpa solar, abriendo las ventanas en horas de extrema calor.

La tolerancia del cultivo al calor del lugar de estudio pudo deberse a que las plantas producen ciertas proteínas que sustituyen a las que se dañan de esa manera continúan con los procesos metabólicos. Las temperaturas mínimas no produjeron daños importantes, solo las plantas que estuvieron cerca de las ventanas retrasaron su crecimiento, aunque se previno cerrando las puertas y ventanas durante la noche (Rodríguez, 1991).

#### 4.2.1.2. Humedad relativa

**Figura 3.** Humedad relativa mensuales que se registraron en el trabajo de campo (Julio a Octubre de 2017)



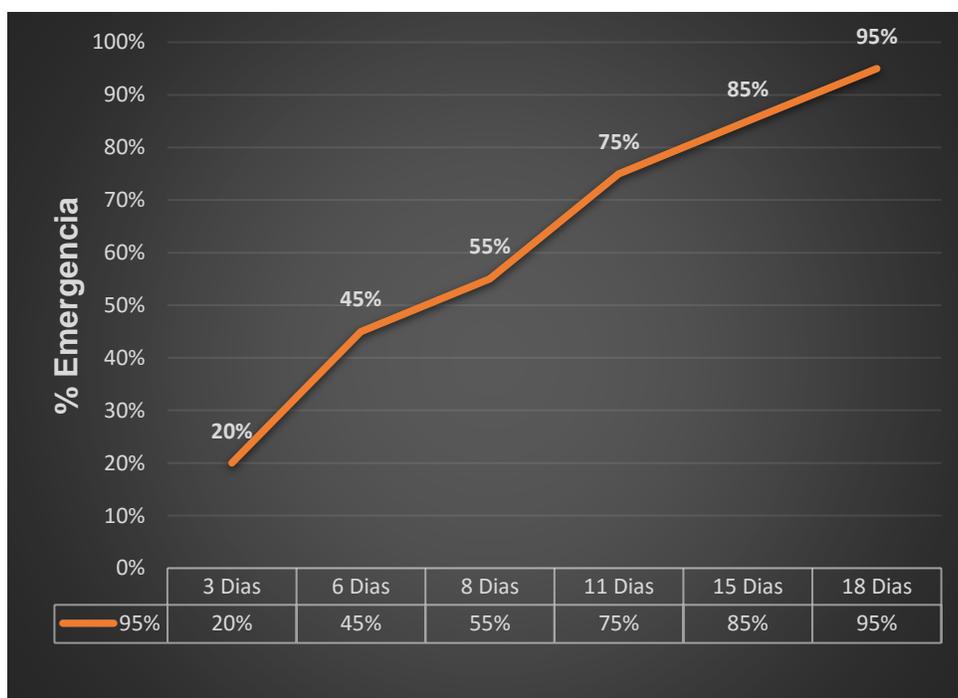
La figura 3 detalla una variación de la humedad relativa del medio ambiente en el tiempo que duró el trabajo de campo, donde julio registra una humedad máxima promedio fue 96,6%, la humedad mínima 18,8 % y la humedad media de 57,7 %.

En el mes de agosto la humedad máxima es de 96,7 %, la humedad mínima de 33,2 %, y la humedad media de 65 %, en septiembre muestra la humedad promedio máxima de 92,2 % la mínima de 30,5 % y la media 63,4 %, y octubre una humedad máxima de 93,4 % la mínima de 28,2 % y la media de 60,8 % como se indica en la figura 3.

A partir del mes de agosto existe un incremento de la humedad llegando casi a un 100%, debido a que las plantas tuvieron mayor desarrollo foliar conjuntamente con la aplicación de biol de ovino en frecuencias por tanto la transpiración se incrementó, intensificándose a la vez el riego.

#### 4.2.2. Días a la emergencia del repollo chino

**Cuadro 7. Porcentaje de días a la emergencia**



**Media = 18,28**

La siembra directa se realizó en fecha 26 de julio de 2017, la aparición de los primeros dos cotiledones se produjo a los 8 días con un 55 % de emergencia para el repollo chino híbrido KING. Para los 18 días de la fecha de siembra, la

variedad híbrida KING, ya contó con más del 95% de emergencia con altura de 4 cm con inicio de aparición de hojas verdadera.

Espejo (2005), señala que la aparición de los primeros dos cotiledones se produjo a los 5 días con un 50% de emergencia para la variedad Edena Spring, la variedad Spectrum, tardó 6 días para alcanzar este mismo porcentaje de emergencia. A 11 días de la fecha de almácigado, la variedad más precoz Edena Spring, ya contó con más del 90% de emergencia con alturas de 3 cm; la variedad Spectrum contó con un 80% de emergencia con alturas de 4 cm.

#### 4.2.3. Número de hojas del repollo chino

##### 4.2.3.1. Número de hojas de repollo chino a los 24 días

**Cuadro 8.** Análisis de varianza, número de hojas a los 24 días

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig. 5%
<b>Bloques</b>	2	4,11	2,06	8,04	0,0083	<b>**</b>
<b>Niveles de concentración</b>	2	0,44	0,22	0,87	0,4486	<b>NS</b>
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	0,89	0,89	3,48	0,0918	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	3,11	1,56	6,09	0,0187	<b>*</b>
<b>Error</b>	10	2,56	0,26			
<b>Total</b>	17	11,11				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio; FC= Factor de corrección; Pr> F=Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coeficiente de Variación

**CV= 9,68 %**

El resultado entre los bloques fue altamente significativo (**\*\***) con relación al número de hojas a los 24 días de la investigación, por lo que indica que el comportamiento dentro del bloque y el diseño es más preciso.

En cuanto a las concentraciones factor A, el resultado del análisis de varianza es no significativa (**NS**) esto indica que los niveles de concentración C<sub>1</sub>= 25 % de biol (el restante 75% agua); C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el restante 50% agua) y C<sub>3</sub>= 75 % de

biol (el restante 25% agua) utilizados en la investigación, nos demuestra que no hubo diferencia en el número de hojas a los 24 días.

Sin embargo, se puede observar que el factor (B) frecuencias de biol no muestra diferencias significativas (**NS**), es decir que las frecuencias aplicadas en el experimento F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días y F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días nos demuestra que no hubo diferencia en el número de hojas a los 24 días.

En cuanto a la intersección de ambos factores hubo diferencias significativas (\*) por lo que se entiende que tuvo un efecto favorable de las diferentes concentraciones de dosis de biol de ovino en frecuencias de aplicación en el cultivo.

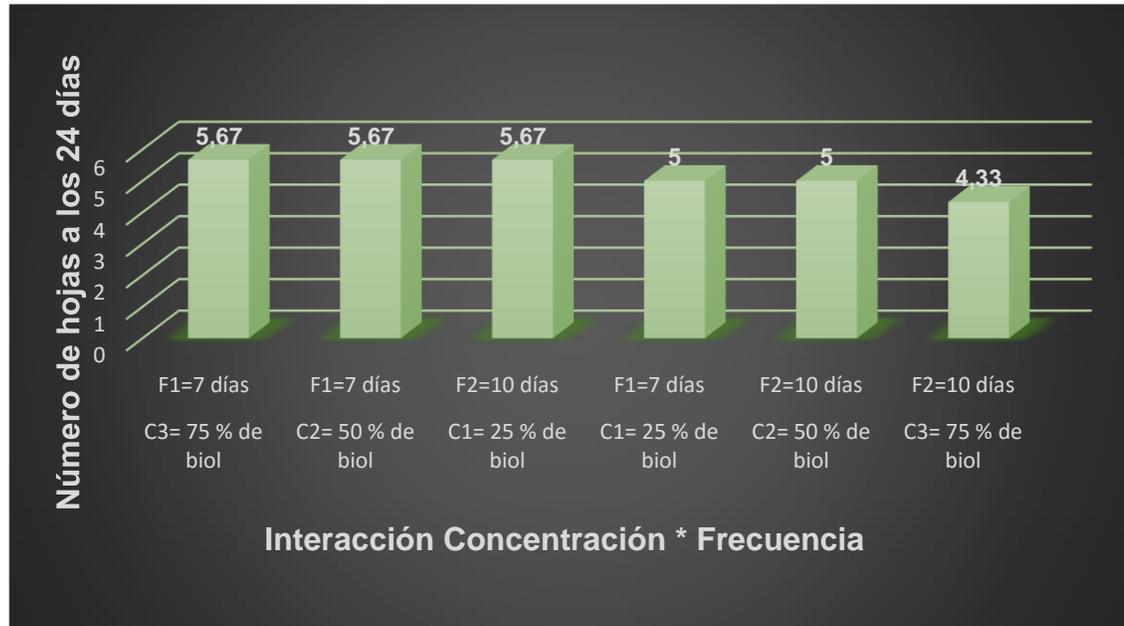
El coeficiente de variación (**CV**) fue de **9,68 %**, lo cual indica que la variabilidad de los datos se encuentra dentro del rango aceptable para el análisis estadístico y el manejo experimental fue conducido adecuadamente (Ochoa, 2009).

Medina (1992), menciona que el efecto del biol aplicado de manera foliar a las plantas dan resultados satisfactorios para el desarrollo de las hojas debido al aporte de fitohormonas, presentes en el biol.

**Cuadro 9.** Prueba de rango múltiple de Duncan de interacción entre concentración \* frecuencia para número de hojas a los 24 días

Concentración de aplicación de abono foliar	Frecuencias de fertilización en días	Número de las hojas a los 24 días	N	E.E.	Duncan al 5 %
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	5,67	3	0,29	A
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	5,67	3	0,29	A
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días	5,67	3	0,29	A
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	5,00	3	0,29	A B
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días	5,00	3	0,29	A B
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días	4,33	3	0,29	B

**Figura 4.** Número de hojas a los 24 días para la interacción concentración \* frecuencia



En la figura 4, Según el análisis de varianza para la interacción de los factores A y B (concentraciones de biol y frecuencias de aplicación), en la variable número de hojas a los 24 días, según la prueba Duncan ( $p < 0,05$ ) se observa la C<sub>3</sub>= 75% de biol (el restante 25 % agua); F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días, C<sub>2</sub>= 50% de biol (el restante 50% agua); F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días y C<sub>1</sub>= 25%de biol (el restante 75% agua); F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días registraron un valor de 6 hojas a los 24 días, mientras quien presentó un valor menor fue la C<sub>3</sub>= 75% de biol (el restante 25 % agua); F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días registro un valor de 4 hojas a los 24 días. A este comportamiento se le puede atribuir que la aplicación de fertilización de biol cada 7 días fue mejor asimilada por el cultivo en la variable número de hojas a los 24 días.

El efecto conjunto de concentración de biol y frecuencia de aplicación resulto ser satisfactorio para el desarrollo de las hojas por aporte de fitohormonas presentes en el biol, también como una fuente organica de fitorregulador que promueve las actividades fisiológicas, que estimula el desarrollo de las plantas en un tiempo determinado de aplicación (Suquilanda, 1996).

#### 4.2.3.2. Número de hojas de repollo chino a los 42 días

**Cuadro 10.** Análisis de varianza, número de hojas a los 42 días

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig. 5%
<b>Bloques</b>	2	24,11	12,06	16,69	0,0007	<b>**</b>
<b>Niveles de concentración</b>	2	18,78	9,39	13,00	0,0017	<b>*</b>
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	0,00	0,00	0,00	>0,9999	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	7,00	3,50	4,85	0,0338	<b>*</b>
<b>Error</b>	10	7,22	0,72			
<b>Total</b>	17	57,11				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio; FC= Factor de corrección; Pr> F=Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coefficiente de Variación

**CV=6,65 %**

El resultado entre los bloques fue altamente significativo (**\*\***) con relación al número de hojas en los 42 días de la investigación, por lo que indica que el comportamiento entre bloques no fue homogéneo

Se presentó efecto de gradiente de variabilidad “Térmico” en los bloques emplazados a lo largo del ambiente atemperado, los bloques desarrollados en la porción anterior del ambiente presentaron un menor impacto negativo causada por el gradiente térmico temperatura.

En cuanto a las concentraciones factor A, el resultado de análisis de varianza es significativo (**\***) esto indica que los niveles de concentración C<sub>1</sub>= 25 % de biol (el restante 75% agua); C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el restante 50% agua) y C<sub>3</sub>= 75 % de biol (el restante 25% agua), utilizados en la investigación, nos demuestra que hubo diferencia en el número de hojas a los 42 días.

El resultado de las frecuencias factor B el análisis de varianza indica que no existen efectos significativos (**NS**) entre las frecuencias aplicadas en el estudio

F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días y F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días, demuestra que no hubo diferencia en el número de hojas a los 42 días

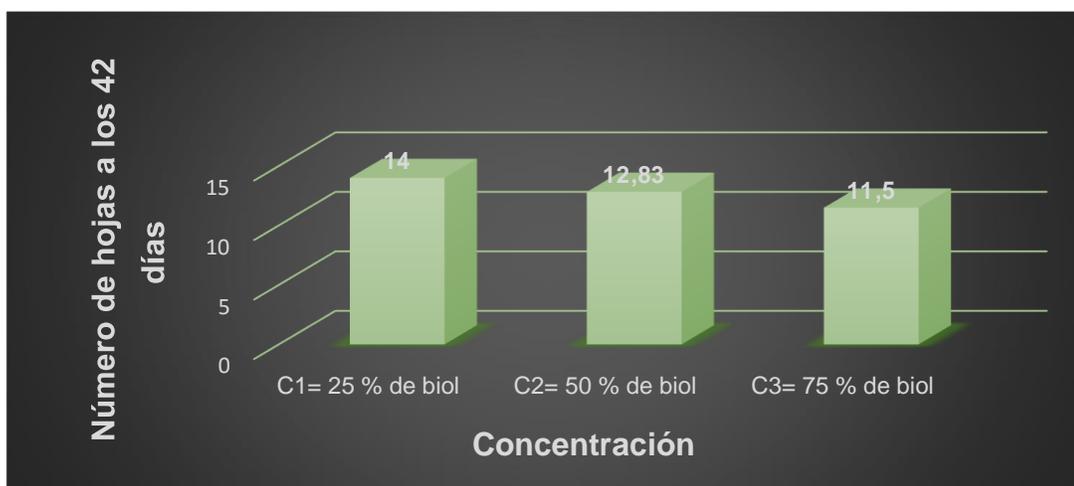
En el resultado de la interacción de los dos factores (concentración \* frecuencias) el análisis de varianza indica que hubo efectos significativos (\*) a los 42 días en el número de hojas, esto se debe a que intercalando la concentración con las frecuencias de aplicación de biol se obtuvieron rendimientos significativos.

También muestra un coeficiente de variación (CV) es de 6,65 % para el trabajo de investigación, el cual se encuentra dentro del rango del manejo de un ambiente atemperado, lo que indica que los datos son confiables (Ochoa 2009).

**Cuadro 11.** Prueba de rango múltiple de Duncan para número de las hojas a los 42 días en cuanto a concentración

Concentración de aplicación de abono Foliar	Número de hojas a los 42 días	N	E.E.	Duncan al 5 %
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	14,00	6	0,35	A
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	12,83	6	0,35	B
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	11,50	6	0,35	C

**Figura 5.** Número de hojas a los 42 días para la concentración



En la figura 5, se observa el promedio según la prueba Duncan ( $p < 0,05$ ) el número de hojas a los 42 días, en el factor A, para los niveles de concentración, donde se han presentado diferencias significativas (\*); el nivel C<sub>1</sub>= 25% de biol ( el restante

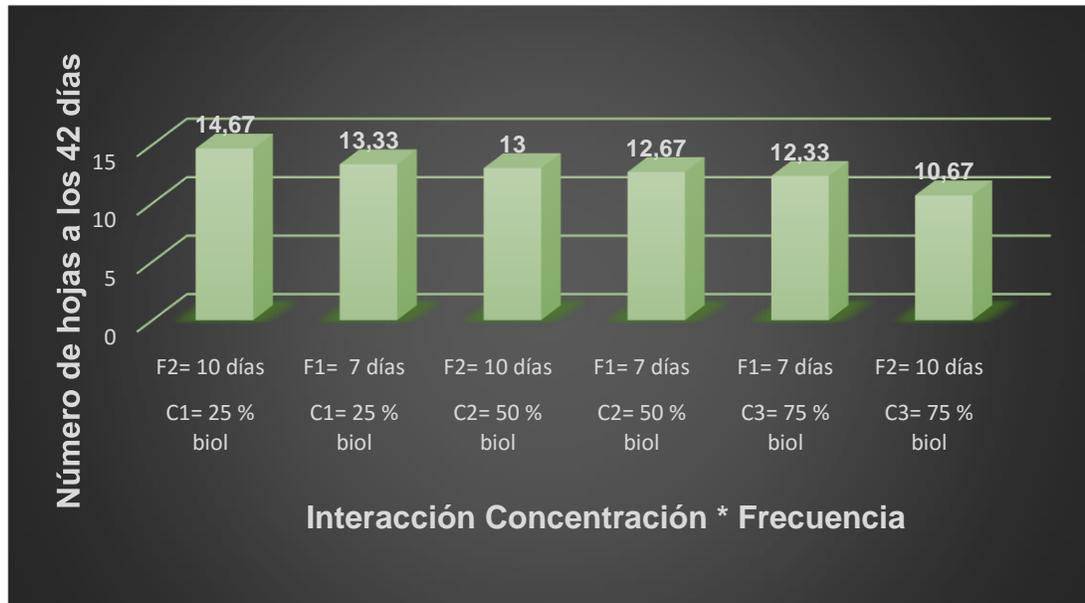
75 % agua), presentó la mayor cantidad de hojas con un valor de 14 hojas, mientras que 12 hojas obtuvieron el menor valor con la C<sub>3</sub>=75% de biol ( el restante 25 % agua).

Al aplicar la concentración media de biol en el cultivo de repollo, al respecto Rodríguez (1982), señala que con una adecuada concentración de nutrientes en el medio en el cual crece la planta, el cultivo muestra pronto los efectos de dichos elementos, el resultado es un aumento de la producción en biomasa.

**Cuadro 12.** Prueba de rango múltiple de Duncan de interacción entre concentración \* frecuencia para número de las hojas a los 42 días

Concentración de aplicación de abono foliar	Frecuencias de fertilización en días	Número de hojas a los 42 días	N	E.E.	Duncan Al 5 %
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días	14,67	3	0,49	A
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	13,33	3	0,49	A B
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días	13,00	3	0,49	B
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	12,67	3	0,49	B
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	12,33	3	0,49	B
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días	10,67	3	0,49	C

**Figura 6.** Número de hojas a los 42 días para la interacción concentración \* frecuencia



En la figura 6, Según el análisis de varianza para la interacción de los factores A y B (concentraciones de biol y frecuencias de aplicación), en la variable número de hojas a los 42 días, según la prueba Duncan ( $p < 0,05$ ) se observa la C<sub>1</sub>= 25% de biol (el restante 75 % agua); F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días registraron un valor 15 hojas a los 42 días mientras quien presento un valor menor fue la C<sub>3</sub>=75 % de biol ( el restante 25 % agua); F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días registro un valor de 11 hojas a los 42 días.

Con respecto a la interacción los factores no son independientes y la importancia de cubrir los requerimientos y asimilación nutricionales, especialmente de macro elementos se comprueba una vez más, debido a que está ligada a los procesos biológicos que derivan en la producción de material vegetal. La determinación de cantidades de elementos nutritivos a aportar, debe realizarse forzosamente teniendo en cuenta la variable tiempo en la utilización de dosis aplicada, porque no todos los elementos pueden absorberse de igual forma (Domínguez, 1997).

#### 4.2.3.3. Número de las hojas de repollo chino a los 70 días

**Cuadro 13.** Análisis de varianza, número de las hojas a los 70 días

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig. 5%
<b>Bloques</b>	2	199,00	99,50	7,23	0,0114	*
<b>Niveles de concentración</b>	2	17,33	8,67	0,63	0,5527	<b>NS</b>
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	20,06	20,06	1,46	0,2552	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	40,44	20,22	1,47	0,2759	<b>NS</b>
<b>Error</b>	10	137,67	13,77			
<b>Total</b>	17	414,50				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio; FC= Factor de corrección; Pr> F = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coeficiente de Variación

**CV=10,86 %**

El resultado entre los bloques fue significativo (\*), con relación al número de las hojas a los 70 días de la investigación, por lo que indica que el comportamiento no fue homogéneo y el diseño es más preciso.

En cuanto a las concentraciones factor A, el resultado del análisis de varianza es no significativa (**NS**) esto indica que los niveles de concentración C<sub>1</sub>= 25 % biol (el restante 75% agua), C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el restante 50% agua) y C<sub>3</sub>= 75 % de biol (el restante 25% agua) utilizados en la investigación, nos demuestra que no hubo diferencia en el número de hojas de la planta a los 70 días.

Sin embargo, se puede observar que el factor B frecuencias aplicadas no muestra diferencias significativas (**NS**), es decir que las frecuencias tales como F<sub>1</sub>= a los 7 días y F<sub>2</sub>= a los 10 días, no influyen en el número de hojas de la planta a los 70 días.

También se observa que la interacción de los factores concentración de biol y frecuencias de aplicación resulto ser no significativo (**NS**) a un nivel de significancia de 5 %, lo que muestra que estos factores no influyen mutuamente, por lo tanto, no hay un efecto modificador sobre el número de hojas de la planta a los 70 días.

En lo referido al valor del coeficiente de variación (**CV**) es de **10,86 %** se puede señalar que se encuentra dentro el rango recomendado para trabajos de experimentación agrícola.

#### 4.2.4. Longitud de las hojas

##### 4.2.4.1. Longitud de hojas de repollo chino a los 33 días

**Cuadro 14.** Análisis de varianza, longitud de hojas a los 33 días

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig. 5%
<b>Bloques</b>	2	8,44	4,22	1,14	0,3568	<b>NS</b>
<b>Niveles de concentración</b>	2	21,78	10,89	2,95	0,0983	*
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	0,06	0,06	0,02	0,9048	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	5,78	2,89	0,78	0,4831	<b>NS</b>
<b>Error</b>	10	36,89	3,69			
<b>Total</b>	17	72,94				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio;FC= Factor de corrección; Pr> F =Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coeficiente de Variación

**CV=10,14 %**

El resultado entre los bloques fue no significativo (**NS**), con relación a longitud de hojas a los 33 días, durante el proceso de investigación.

En el análisis de varianza factor A de concentración de longitud de hojas a los 33 días, se ha presentado diferencias significativas (**\***); esto indica que los niveles de concentración C<sub>1</sub>= 25 % biol (el restante 75% agua); C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el restante 50% agua) y C<sub>3</sub>= 75 % de biol (el restante 25% agua), manejados en la investigación, nos demuestra que hubo diferencia en longitud de hojas a los 33 días.

En el resultado de las frecuencias en investigación Factor B, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas (**NS**) entre las frecuencias

F<sub>1</sub>= Fertilización a los 7 días y F<sub>2</sub> = Fertilización a los 10 días, no influyen en la longitud de hojas a los 33 días.

El resultado de la interacción de los dos factores (concentración \* frecuencias), el análisis de varianza, indica que no hay efectos significativos (**NS**), entonces la acción conjunta factor A y factor B (concentración \* frecuencias), no incide en la obtención de longitud de hojas a los 33 días.

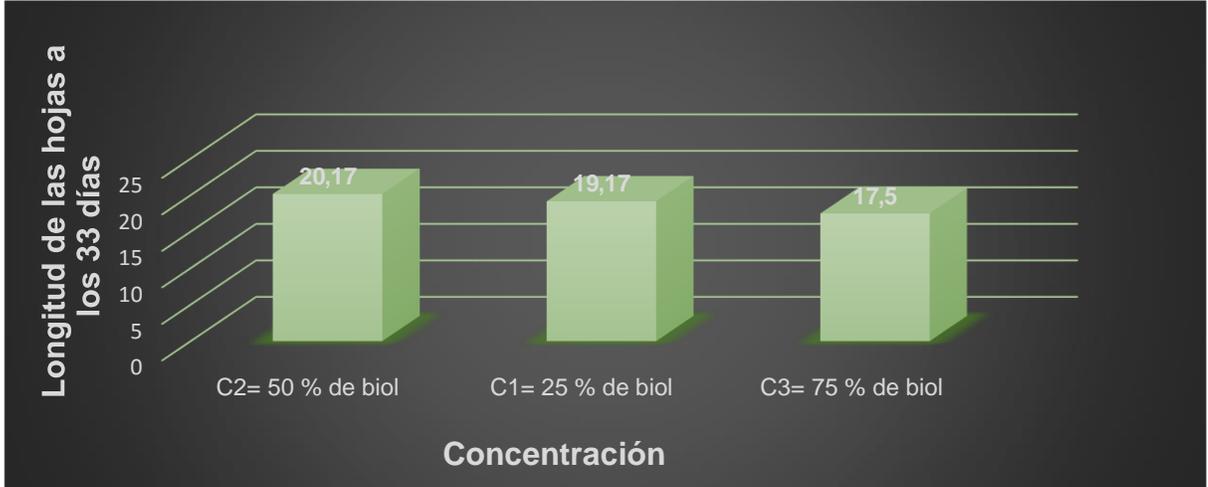
El coeficiente de variación (**CV**) es de **10.14 %**, determina el manejo de la investigación dentro del rango de aceptación de la confiabilidad de los datos obtenidos durante el experimento.

Espejo (2005), menciona que la variedad Edena Spring muestra una longitud de hoja de 35.6 cm, la variedad Spectrum muestra una altura de 31.6 cm, que ambas variedades estadísticamente muestren una media en altura similar, con una diferencia numérica de 4 cm, puede deberse a las características genéticas propias de estos cultivares, influenciadas por factores externos ya que responden al tipo de col Pe-Tsai.

**Cuadro 15.** Prueba de rango múltiple de Duncan de concentración para la longitud de hojas a los 33 días

Concentración de aplicación de abono foliar	Longitud de hojas a los 33 días	N	E.E.	Duncan al 5 %
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	20,17	6	0,78	A
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	19,17	6	0,78	A B
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	17,50	6	0,78	B

**Figura 7.** Longitud de hojas a los 33 días para la concentración



En el cuadro 15 y la figura 7, se observa el promedio según la prueba Duncan ( $p < 0,05$ ) la longitud de hojas a los 33 días, en el factor A, para los niveles de concentración, donde se han presentado diferencias significativas (\*); el nivel C<sub>2</sub>= 50 % de biol ( el restante 50 % agua), presentó una mayor longitud de hojas con un valor de 20 cm, mientras la C<sub>3</sub>= 75% de biol ( el restante 25 % agua) obtuvo 18 cm que es el menor como se muestra en la figura 7.

La interdependencia de repollo (*Brassica pekinensis*) pudo deberse a las características genéticas intrínsecas los cuales con la aportación de concentraciones de biol que aportaron diferentes nutrientes que intervienen en la multiplicación y mantenimiento de células que forma la planta.

#### 4.2.4.2. Longitud de hojas de repollo chino a los 56 días

**Cuadro 16.** Análisis de varianza, longitud de hojas a los 56 días

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig. 5%
<b>Bloques</b>	2	87,11	43,56	6,45	0,0159	*
<b>Niveles de concentración</b>	2	48,78	24,39	3,61	0,0660	<b>NS</b>
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	5,56	5,56	0,82	0,3858	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	8,11	4,06	0,60	0,5673	<b>NS</b>
<b>Error</b>	10	67,56	6,76			
<b>Total</b>	17	217,11				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio; FC= Factor de corrección; Pr> F = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coeficiente de Variación

**CV=8,44%**

Asimismo, se indica que la aplicación de los bloques fue significativa (\*) para la longitud de hojas a los 56 días de plantas, lo que indica una correcta aplicación del diseño para esta variable.

En cuanto a la concentración factor A, el resultado del análisis de varianza es significativo (\*), esto indica que las tres concentraciones utilizadas permiten obtener diferente longitud de hojas a los 56 días por planta en la etapa de la investigación.

En el resultado de la frecuencia de aplicación de biol factor B, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas (**NS**) entre las frecuencias aplicadas en el experimento F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días y F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días para la obtención de longitud de hojas a los 56 días de aplicación.

También se observa que la interacción de los factores concentración y frecuencias resulto ser no significativo (**NS**) a un nivel de significancia de 5 %, lo que muestra que estos factores no influyen mutuamente, por lo tanto, no hay un efecto modificador sobre la longitud de hojas a los 56 días de la planta.

En lo referido al valor del coeficiente de variaciones (**CV**) es de **8,44 %** se puede señalar que se encuentra dentro el rango recomendado para trabajos de experimentación agrícola.

Sobrino *et al.* (1994), indican variedades que pertenecen al tipo Michihli alcanzan alturas de 30 a 40 cm. Si bien los resultados obtenidos están dentro del rango esta especie alcanza alturas mayores.

Chilon (1997), indica la mineralización es una serie de procesos lentos de transformación microbial de la materia orgánica incorporada al suelo que dan como resultado la liberación de nutrientes minerales que serán asimilados por las plantas.

#### 4.2.4.3. Longitud de hojas de repollo chino a los 70 días

**Cuadro 17.** Análisis de varianza, longitud de hojas a los 70 días

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig. 5%
<b>Bloques</b>	2	120,33	60,17	5,17	0,0287	*
<b>Niveles de concentración</b>	2	40,33	20,17	1,73	0,2258	<b>NS</b>
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	0,50	0,50	0,04	0,8399	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	1,00	0,50	0,04	0,9581	<b>NS</b>
<b>Error</b>	10	116,33	11,63			
<b>Total</b>	17	278,50				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio; FC= Factor de corrección; Pr> F=Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coeficiente de Variación

**CV=9,70 %**

Los resultados del análisis estadístico, que la aplicación de los bloques fue significativa (\*) para la longitud de hojas a los 70 días durante el proceso de investigación.

En cuanto a la concentración factor A, el resultado del análisis de varianza es no significativa (**NS**) para C<sub>1</sub>= 25 % biol (el restante 75% agua); C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el

restante 50% agua) y C<sub>3</sub>= 75 % de biol (el restante 25% agua), realizadas en el experimento, esto indica que no hubo diferencia en longitud de hojas a los 70 días.

El resultado de la frecuencia factor B, en los análisis de varianzas nos indica que no existen diferencias significativas (**NS**) entre las frecuencias aplicadas F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días y F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días en el experimento en longitud de hojas a los 70 días.

El resultado de la interacción de los dos factores (concentración \* frecuencias), en el análisis de varianza indica que no hay diferencias significativas (**NS**) entonces que la acción conjunta factor A y factor B (concentración \* frecuencias) no muestra diferencias en la obtención de longitud de hojas a los 70 días.

El coeficiente de variación (**CV**) es de **9,70 %**, el cual se encuentra por debajo del rango para el manejo de un ambiente atemperado, lo cual nos indica que el cultivo tuvo un buen manejo.

La variedad (*Brassica pekinensis*) desarrollo su longitud de hoja entre 70 a 80 días alcanzando una altura de 50 a 60 cm, por presentar un gradiente térmico optimo mientras que la otra variedad alcanzo una longitud de hoja de 45 a 50 cm. (Maroto, 1995).

## 4.2.5. Ancho de las hojas

### 4.2.5.1. Ancho de hojas de repollo chino a los 33 días

**Cuadro 18.** Análisis de varianza, ancho de hojas a los 33 días

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig. 5%
<b>Bloques</b>	2	34,78	17,39	5,13	0,0293	*
<b>Niveles de concentración</b>	2	14,11	7,06	2,08	0,1754	<b>NS</b>
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	0,06	0,06	0,02	0,9007	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	17,44	8,72	2,57	0,1254	<b>NS</b>
<b>Error</b>	10	33,89	3,39			
<b>Total</b>	17	100,28				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio; FC= Factor de corrección; Pr> F = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coeficiente de Variación

**CV=15,85 %**

En los bloques se observa significancia (\*) producidas por la gradiente de variabilidad (Térmico) causado una variación térmica a lo largo del ambiente, diferenciando la parte anterior de la posterior en el trabajo investigado.

En los tipos de concentración factor A, el resultado del análisis de varianza es no significativa (**NS**) esto indica que la C<sub>1</sub>= 25 % biol (el restante 75% agua); C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el restante 50% agua) y C<sub>3</sub>= 75 % de biol (el restante 25% agua) realizadas en el experimento, no hubo diferencia significativa en ancho de hojas a los 33 días.

El resultado de las frecuencias puestos en investigación factor B el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas (**NS**) entre las frecuencias aplicadas F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días y F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días para la obtención de ancho de hojas a los 33 días

En el resultado de la interacción de los dos factores (concentración \* frecuencias) el análisis de varianza indica que no hay diferencias significativas (**NS**), entonces la acción conjunta factor A y factor B (concentración \* frecuencias) no afecta en la obtención de ancho de hojas a los 33 días por planta.

El coeficiente de variación (**CV**) es de **15,85 %** determina el manejo de la investigación dentro del rango de aceptación de la confiabilidad de los datos obtenidos durante el experimento.

#### 4.2.5.2. Ancho de hojas de repollo chino a los 56 días

**Cuadro 19.** Análisis de varianza, ancho de hojas a los 56 días

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig. 5%
<b>Bloques</b>	2	63,00	31,50	4,52	0,0399	*
<b>Niveles de concentración</b>	2	49,33	24,67	3,54	0,0688	<b>NS</b>
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	4,50	4,50	0,65	0,4403	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	16,00	8,00	1,15	0,3557	<b>NS</b>
<b>Error</b>	10	69,67	6,97			
<b>Total</b>	17	202,50				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio; FC= Factor de corrección; Pr> F = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coeficiente de Variación

**CV=13,31 %**

El resultado entre los bloques fue significativo (\*) con relación al ancho de hojas a los 56 días de la investigación lo que indica que el comportamiento dentro del bloque y el diseño es más preciso.

En cuanto a la concentración factor A, él resultado del análisis de varianza es significativa (\*) esto indica que C<sub>1</sub>= 25 % biol (el restante 75% agua); C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el restante 50% agua) y C<sub>3</sub>= 75 % de biol (el restante 25% agua) utilizados en la investigación, demuestra que hubo diferencia en el ancho de hojas a los 56 días.

Sin embargo, se puede observar que el factor de aplicación de frecuencias no muestra diferencias significativas (**NS**), es decir que las frecuencias tales como F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días y F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días para la obtención de ancho de hojas a los 56 días, no influyen en el ensanchamiento de la hoja.

También se observa que la interacción de los factores (concentración \* frecuencias) resulto ser no significativo (**NS**) a un nivel de significancia de 5 % lo

que muestra que estos factores no influyen mutuamente, por lo tanto, no hay un efecto modificador sobre el ancho de hojas a los 56 días.

En lo referido al valor del coeficiente de variaciones (**CV**) es de **13,31 %** se puede señalar que se encuentra dentro el rango recomendado para trabajos de experimentación agrícola.

Al respecto Quino (2008), menciona que un cultivo debe tener una buena fertilización ya que este depende el desarrollo del cultivo. La no significancia de los bioles y concentraciones puede estar influenciada por no cubrir los requerimientos de la planta.

#### 4.2.5.3. Ancho de hojas de repollo chino a los 70 días

**Cuadro 20.** Análisis de varianza, ancho de hojas a los 70 días

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig. 5%
<b>Bloques</b>	2	97,33	48,67	6,13	0,0183	*
<b>Niveles de concentración</b>	2	22,33	11,17	1,41	0,2893	<b>NS</b>
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	9,39	9,39	1,18	0,3022	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	4,11	2,06	0,26	0,7768	<b>NS</b>
<b>Error</b>	10	79,33	7,93			
<b>Total</b>	17	212,50				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio; FC= Factor de corrección; Pr> F = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coeficiente de Variación

**CV=12,52 %**

Los resultados del análisis estadístico, que la aplicación de los bloques fue significativa (\*) para el ancho de hojas a los 70 días durante el proceso de investigación.

En cuanto a la concentración factor A, el resultado del análisis de varianza es no significativa (**NS**) para C<sub>1</sub>= 25 % biol (el restante 75% agua); C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el restante 50% agua) y C<sub>3</sub>= 75 % de biol (el restante 25% agua), realizadas en el

experimento, esto indica que no hubo diferencia en el ancho de hojas a los 70 días.

El resultado de la frecuencia factor B en los análisis de varianzas nos indica que no existen diferencias significativas (**NS**) entre las frecuencias aplicadas F<sub>1</sub>= fertilización cada 7 días y F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días en el experimento en el ancho de hojas a los 70 días.

El resultado de la interacción de los dos factores (concentración \* frecuencias) en el análisis de varianza indica que no hay diferencias significativas (**NS**) entonces que la acción conjunta factor A y factor B (concentración \* frecuencias) no muestra diferencias en la obtención de ancho de hojas a los 70 días.

El coeficiente de variación (**CV**) es de **12,52 %**, el cual se encuentra por debajo del rango para el manejo de un ambiente atemperado, lo cual nos indica que el cultivo tuvo un buen manejo.

#### 4.2.6. Diámetro de pella

##### 4.2.6.1. Diámetro de pellas del repollo chino a los 75 días

**Cuadro 21.** Análisis de varianza, diámetro de pellas a los 75 días

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig. 5%
<b>Bloques</b>	2	77,53	38,76	9,27	0,0053	<b>**</b>
<b>Niveles de concentración</b>	2	39,69	19,85	4,75	0,0355	<b>*</b>
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	3,56	3,56	0,85	0,3781	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	0,69	0,35	0,08	0,9209	<b>NS</b>
<b>Error</b>	10	41,81	4,18			
<b>Total</b>	17	163,28				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio; FC= Factor de corrección; Pr> F = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coefficiente de Variación

**CV=7,90 %**

El resultado entre los bloques fue altamente significativo (\*\*), con relación al diámetro de pellas a los 75 días de la investigación, lo que puede deberse al manejo que se realizó en el cultivo como el colocado de una semisombra que afecto la radiación en diferentes unidades experimentales provocando en algunos lugares más sombra que en otros y el comportamiento entre bloques no fue homogéneo.

En cuanto a la concentración factor A, el resultado del análisis de varianza es significativo (\*) el factor más importante de estas diferencias son las condiciones climáticas, el manejo del cultivo como la técnica de amarre de pellas para lograr pellas más compactas esto indica que las tres concentraciones utilizadas permiten obtener diferente diámetro de pellas a los 75 días por planta en la etapa de la investigación.

El resultado de las frecuencias factor B, el análisis de varianza indica que no existen efectos significativos (**NS**) entre las frecuencias aplicadas en el estudio  $F_1$ = Fertilización cada 7 días y  $F_2$ = Fertilización cada 10 días, demuestra que no hubo diferencia en el diámetro de pellas a los 75 días por planta.

En el resultado de la interacción de los dos factores (concentración \* frecuencias) el análisis de varianza indica que no hubo diferencia significativa (**NS**) a los 75 días en el diámetro de pellas.

También muestra un coeficiente de variación (**CV**) es de **7,90 %** para el trabajo de investigación, el cual se encuentra dentro del rango del manejo de un ambiente atemperado, lo que indica que los datos son confiables (Ochoa 2009).

Raven et al. (1992), indican gran parte del nitrógeno del suelo proviene de la materia orgánica en forma de compuestos orgánicos complejos como proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos y nucleótidos, los que suelen ser descompuestos rápidamente en compuestos simples por varios hongos que viven en el suelo y que incorporan el nitrógeno en los aminoácidos y proteínas y liberan el exceso de nitrógeno en forma de iones amonio por un proceso llamado amonificación.

**Cuadro 22.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el diámetro de pellas a los 75 días

Concentración de aplicación de abono foliar	Diámetro de pellas a los 75 días	N	E.E.	Duncan al 5 %
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	27,50	6	0,83	A
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	26,25	6	0,83	A B
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	23,92	6	0,83	B

**Figura 8.** Diámetro de pellas a los 75 días para la concentración



En el cuadro 22 y la figura 8, se observa el promedio según la prueba Duncan ( $p < 0,05$ ) el diámetro de pellas a los 75 días, en el factor A para los niveles de concentración, donde se han presentado diferencias significativas (\*); el nivel C<sub>1</sub>= 25 % de biol ( el restante 75 % agua), presentó una mayor diámetro de pellas con un valor de 28 cm, mientras la C<sub>3</sub>= 75% de biol ( el restante 25 % agua) obtuvo 24 cm que es el menor como se muestra en la figura 8.

El factor A concentraciones puede estar influenciada por cubrir los requerimientos de la planta y es más importante en estas diferencias, también son las condiciones climáticas, el manejo del cultivo como la técnica de amarre de pellas para lograr pellas más compactas.

Brechelt (2004), señala que las concentraciones recomendadas pueden ser entre el 25 % al 75 %. Las soluciones al follaje deben aplicarse 3 a 5 veces, asperjando las hojas dependiendo la edad del cultivo.

#### 4.2.6.2. Diámetro de pella del repollo chino a los 94 días

**Cuadro 23.** Análisis de varianza, diámetro de pellas a los 94 días

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig. 5%
<b>Bloques</b>	2	14,08	7,04	1,56	0,2569	<b>NS</b>
<b>Niveles de concentración</b>	2	9,25	4,63	1,03	0,3933	<b>NS</b>
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	0,01	0,01	3,1E-03	0,9568	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	4,69	2,35	0,52	0,6094	<b>NS</b>
<b>Error</b>	10	45,08	4,51			
<b>Total</b>	17	73,13				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio; FC= Factor de corrección; Pr>F = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coefficiente de Variación

**CV=6,72%**

El resultado entre los bloques fue no significativo (**NS**), con relación al diámetro de pellas a los 94 días, durante el proceso de investigación.

En los niveles de concentración factor A, el resultado del análisis de varianza es no significativa (**NS**) esto indica que los niveles de concentración C<sub>1</sub>= 25 % de biol (el restante 75% agua); C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el restante 50% agua) y C<sub>3</sub>= 75 % de biol (el restante 25% agua) no hubo diferencia significativa en cuanto al diámetro de pellas a los 94 días en la experimentación.

En el resultado de las frecuencias de aplicación de biol factor B, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas (**NS**) entre las frecuencias aplicadas en el experimento F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días y F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días para la obtención de diámetro de pellas a los 94 días.

El resultado de la interacción de los dos factores (concentración \* frecuencias) el análisis de varianza indica que no hay efectos significativos (**NS**) entonces la

acción conjunta factor A y factor B (concentración \* frecuencia) no incide en la obtención de diámetro de pellas a los 94 días en la experimentación.

El coeficiente de variación de variación (**CV**) es de **6,72 %**, determina el manejo de la investigación está dentro del rango de aceptación de la confiabilidad de los datos obtenidos durante el experimento.

El nitrógeno favorece el desarrollo de los órganos vegetativos y particularmente el de los foliáceos, ya que este elemento promueve el crecimiento de tejido adicional, donde se utilizan los carbohidratos producidos por fotosíntesis (Chilón, 1997).

#### 4.2.7. Peso de pella

##### 4.2.7.1. Peso de pella del repollo chino por planta

**Cuadro 24.** Análisis de varianza, peso de pellas de repollo chino por planta

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig.5%
<b>Bloques</b>	2	4130,58	2065,29	0,88	0,4435	<b>NS</b>
<b>Niveles de concentración</b>	2	38284,33	19142,17	8,18	0,0078	<b>**</b>
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	234,72	234,72	0,10	0,7579	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	19904,11	9952,06	4,25	0,0460	<b>*</b>
<b>Error</b>	10	23389,75	2338,98			
<b>Total</b>	17	85943,50				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio; FC= Factor de corrección; Pr>F = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coefficiente de Variación

**CV=3,74 %**

Del análisis realizado en el peso promedio de pella, que se observa en el cuadro 24, se tiene que los bloques son estadísticamente no significativos (**NS**) esto nos indica que fue todo homogéneo.

El factor A concentración muestra diferencias altamente significativas (**\*\***) entre las concentraciones C<sub>1</sub>= 25 % de biol (el restante 75% agua); C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el restante 50% agua) y C<sub>3</sub>= 75 % de biol (el restante 25% agua), en cuanto al peso de pella por planta que pueden deberse a factores ambientales y a una favorable asimilación de biol de ovino por la planta.

El análisis de varianza entre las frecuencias aplicadas en el experimento F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días y F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días por planta muestra que en el peso de pellas por planta resulto ser no significativo (**NS**) esto se debe a la temperatura que hubo durante el desarrollo de la planta en investigación.

La interacción del factor A con el factor B (concentración \* frecuencias) es estadísticamente significativa (**\***) por tanto podemos concluir que los factores no son independientes es decir que cuando la concentración cambia de A afecta en el comportamiento de las frecuencias B.

El coeficiente de variación (**CV**) para el peso de pella por planta es de **3,74 %**, determina el manejo de la investigación dentro del rango de aceptación de la confiabilidad de los datos obtenidos durante el experimento.

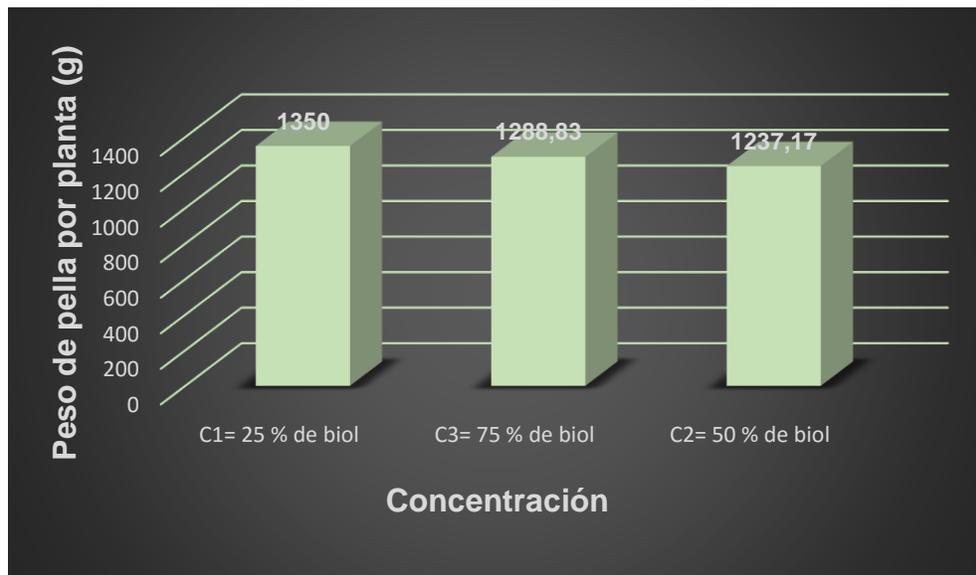
Este proceso es corroborado por Villedo (1996), la transpiración en condiciones normales facilita las funciones del vegetal al desplazar hacia arriba el agua por el tallo y concentrar en las hojas las soluciones diluidas de minerales absorbidas por las raíces, necesarias para la síntesis de nuevos constituyentes celulares y enfriar las hojas.

En las coles, las hojas almacenan gran cantidad de alimento. Por tanto, factores como la temperatura, humedad afectaron en gran medida el crecimiento, desarrollo normal y formación de material orgánico, debido a su gran área foliar la transpiración se intensificó.

**Cuadro 25.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el peso de pellas de repollo chino por planta

Concentración de aplicación de abono foliar	Peso de pellas por planta (g)	N	E.E.	Duncan al 5 %
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	1350,00	6	19,74	A
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	1288,83	6	19,74	A B
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	1237,17	6	19,74	B

**Figura 9.** Peso de pellas de repollo chino para la concentración



En el cuadro 25 y la figura 9, se observa el promedio según la prueba Duncan ( $p < 0,05$ ) el peso de pellas por planta, en el factor A para los niveles de concentración se han presentado diferencias altamente significativas (\*\*) el nivel C<sub>1</sub>= 25 % de biol ( el restante 75 % agua) presentó una mayor peso de pellas con un valor de 1350 (g), mientras la C<sub>2</sub>= 50% de biol ( el restante 50 % agua) menor peso con 1237,17 (g) por planta se puede evidenciar que hay diferencias de concentración en cuanto al peso de pellas por planta.

Royal Sluis Fundo Viluco, 2001. Mencionan que el desarrollo del cogollo y parte de la hojas y nervadura obtuvo un peso con la variedad Spectrum Edena de 2-2.5 kg en todo su desarrollo.

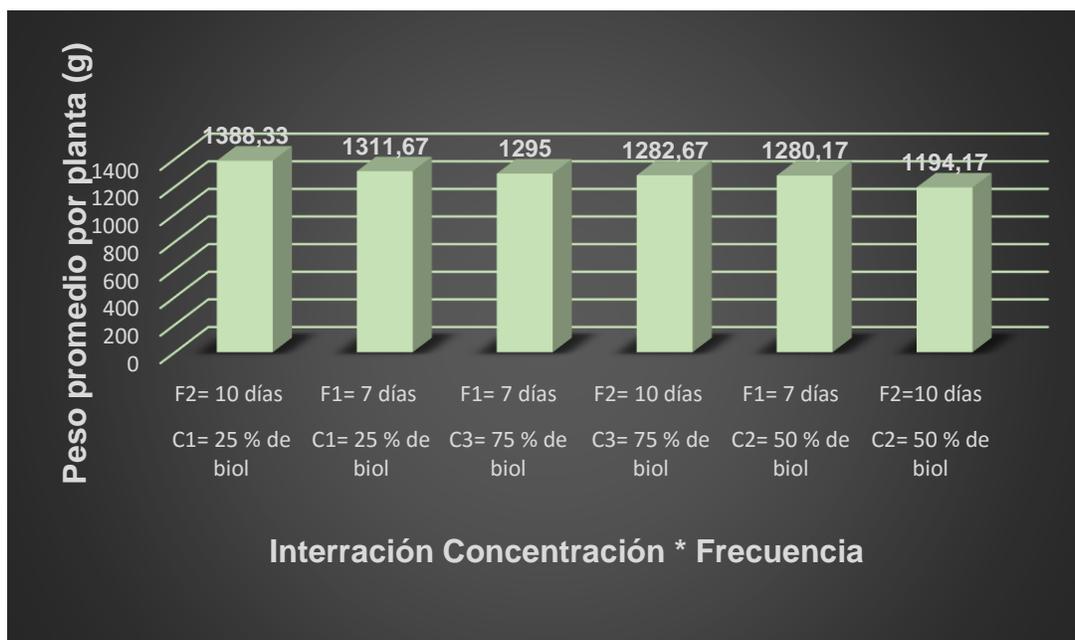
Sobrino (1994) las variedades que pertenecen al tipo Michihli alcanzan un peso de pella de 1.5 kg o más. La diferencia numérica de estas variedades es 0.6 kg. Por la parte genética de esta variedad y por una buena asimilación de factores ambientales.

Suquilanda (1996), propone que las disoluciones recomendadas pueden ser desde el 25 % al 75 %, mediante la presencia de hormonas vegetales que regulan y coordinan funciones vitales que se reproducen en las células meristemáticas que provocan la elongación y división de células, de este modo contribuyen al crecimiento.

**Cuadro 26.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el peso de pellas de repollo chino por planta

Concentración de aplicación de abono foliar	Frecuencias de fertilización en días	Peso (g) Promedio	N	E.E.	Duncan al 5 %
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días	1388,33	3	27,92	A
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	1311,67	3	27,92	A B
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	1295,00	3	27,92	B
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días	1282,67	3	27,92	B C
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	1280,17	3	27,92	B C
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días	1194,17	3	27,92	C

**Figura 10.** Peso de pellas de repollo chino para la interacción concentración \* frecuencia



En la figura 10, según el análisis de varianza para la interacción de los factores A y B (concentraciones de biol y frecuencias de aplicación) en la variable peso de pellas por planta, según la prueba Duncan ( $p < 0,05$ ) se observa la  $C_1 = 25\%$  de biol (el restante  $75\%$  agua);  $F_2 =$  Fertilización cada 10 días, registraron un valor de 1388,33 g, estas diferencias pueden deberse al carácter genético de la variedad, donde las actividades fisiológicas se ven en gran medida influenciadas por las condiciones ambientales del entorno en el cual favorecieron en su crecimiento en el que se desarrollaron, el factor que más influencia tuvo fue la temperatura, ya que en esta etapa se registraron temperaturas elevadas mientras que quien presentó un valor menor fue la  $C_2 = 50\%$  de biol (el restante  $50\%$  agua); ( $F_2 =$  Fertilización cada 10 días) registro un valor de 1194,17 g, después del análisis de resultados se observa que a medida que aumenta la dosis y a una frecuencia adecuada el peso de pella tiende a incrementarse. El nitrógeno como se sabe es un elemento esencial determina el proceso fotosintético, a mayor cantidad de este elemento se produce mayor cantidad de clorofila, mayor asimilación y síntesis de aminoácidos (Rodríguez, 1982).

#### 4.2.8. Rendimiento de repollo chino

Se estimó el peso de del repollo chino obtenidas para un metro cuadrado y analizar su rendimiento. Para esto se procedió a pesar el repollo chino cosechadas de cada planta.

El rendimiento se expresó en kg/m<sup>2</sup>.

**Cuadro 27.** Análisis de varianza de rendimiento de repollo chino por planta para la cosecha

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F	Sig.5%
<b>Bloques</b>	2	0,01	3,9E-03	1,00	0,4019	<b>NS</b>
<b>Niveles de concentración</b>	2	0,12	0,06	16,00	0,0008	<b>**</b>
<b>Frecuencias de aplicación</b>	1	5,6E-04	5,6E-04	0,14	0,7134	<b>NS</b>
<b>Interacción concentración * frecuencias</b>	2	0,06	0,03	7,43	0,0105	<b>*</b>
<b>Error</b>	10	0,04	3,9E-03			
<b>Total</b>	17	0,23				

GL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrado Medio; FC= Factor de corrección; Pr>F = Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = significativo; NS= No significativo; CV=Coeficiente de Variación

**CV=5,17%**

Luego de realizado el análisis de varianza, los resultados se muestran en el cuadro 27, los bloques son estadísticamente (**NS**), por tanto, el rendimiento es similar, lo que indica que no hubo diferencia durante la investigación.

El factor A concentración muestra diferencias altamente significativas (**\*\***) entre las concentraciones C<sub>1</sub>= 25 % de biol (el restante 75% agua); C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el restante 50% agua) y C<sub>3</sub>= 75 % de biol (el restante 25% agua) en cuanto al rendimiento de repollo chino por planta para la cosecha, estas diferencias pueden deberse a las características intrínsecas que asociada a factores externos se obtuvieron resultados distintos.

El resultado de las frecuencias puestos en investigación factor B, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas **(NS)** entre las frecuencias aplicadas en el experimento, F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días y F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días para la obtención de rendimiento por planta.

La interacción del factor A con el factor B es estadísticamente significativa **(\*)** por tanto podemos concluir que los factores no son independientes es decir que cuando el nivel de A cambia afecta el comportamiento de B. Estas diferencias pueden deberse una vez más a las características propias de la variedad, debido a que cuenta con una capacidad productiva derivada de los caracteres genéticos debido a que se tratan de una variedad híbridas mejorada, también se debe tomar en cuenta su adaptabilidad al medio donde fueron cultivadas.

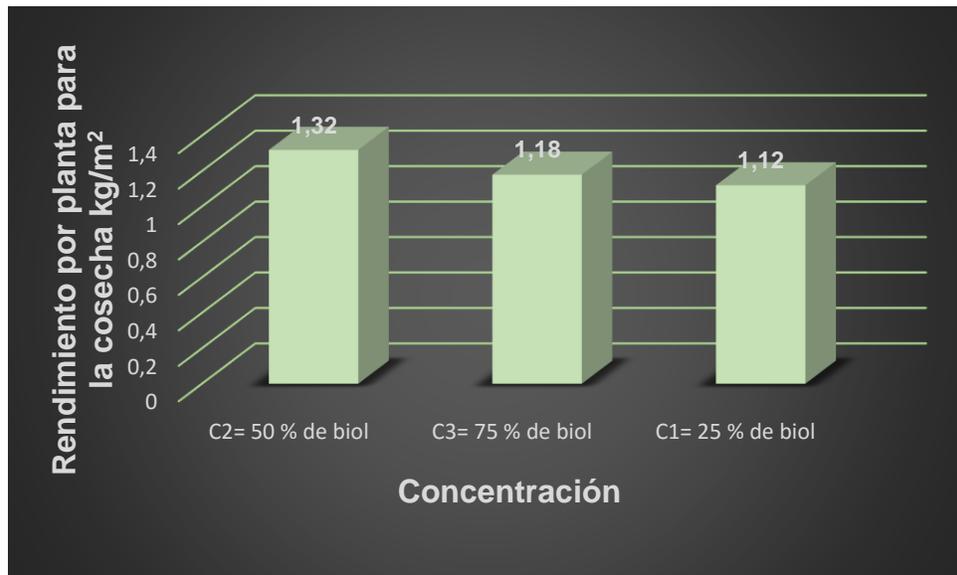
El coeficiente de variación **(CV)** para el rendimiento por planta es de **5,17 %**, determina el manejo de la investigación dentro del rango de aceptación de la confiabilidad de los datos obtenidos durante el experimento.

Es corroborado por Villee (1996), la transpiración en condiciones normales facilita las funciones del vegetal, las hojas almacenan gran cantidad de alimento. Por tanto, factores como la temperatura, humedad afectaron en gran medida el crecimiento, desarrollo normal y formación de material orgánico, debido a su gran área foliar la transpiración se intensificó provocando diferencia.

**Cuadro 28.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el rendimiento de repollo chino por planta para la cosecha

Concentración de aplicación de abono Foliar	Rendimiento por planta para la cosecha kg/m <sup>2</sup>	N	E.E.	Duncan al 5 %
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	1,32	6	0,03	A
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	1,18	6	0,03	B
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	1,12	6	0,03	B

**Figura 11.** Rendimiento de repollo chino por planta para la concentración



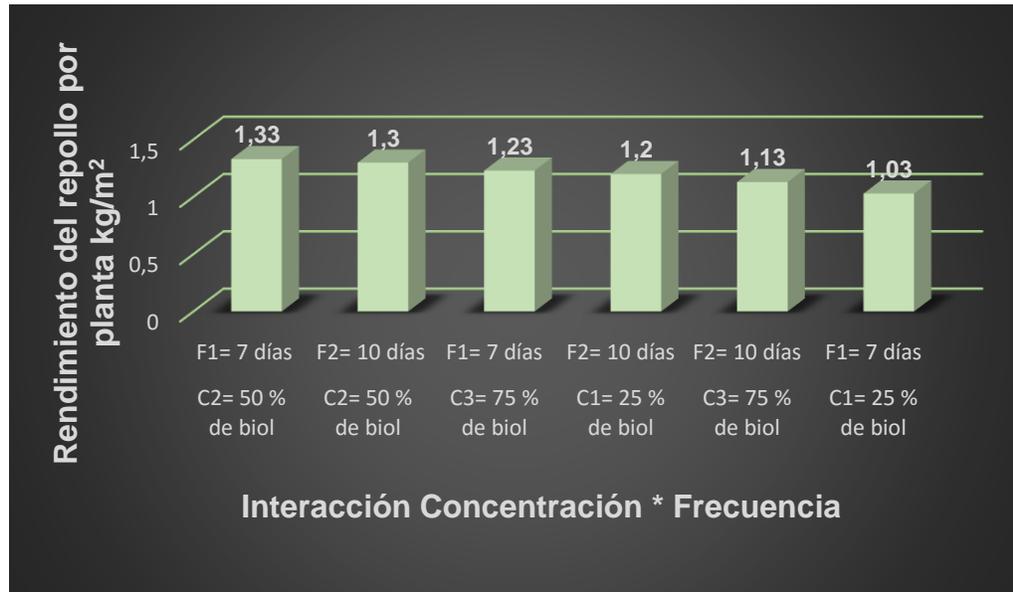
En el cuadro 28 y la figura 11, se observa el promedio según la prueba Duncan ( $p < 0,05$ ) el rendimiento de repollo chino por planta, en el factor A, para los niveles de concentración se han presentado diferencias altamente significativas (\*\*) en la C<sub>2</sub>= 50 % de biol ( el restante 50 % agua) presentó una mayor rendimiento de 1,32 kg/m<sup>2</sup>, mientras la C<sub>1</sub>= 25% de biol ( el restante 75 % agua) presento un menor rendimiento con 1,12 kg/m<sup>2</sup> por planta se puede evidenciar que hay diferencias de concentración en cuanto al rendimiento de repollo chino por planta.

Medina (1992), indica que, para pulverizaciones foliares, el biol no debe aplicarse puro sino en diluciones, con concentraciones de 50 % a 75 %, aplicándose unas 3 a 5 veces durante los tramos críticos de los cultivos, con unos 400 l a 800 l/ha dependiendo la edad del cultivo.

**Cuadro 29.** Prueba de rango múltiple de Duncan para el rendimiento de repollo chino por planta para la cosecha

Concentración de aplicación de abono foliar	Frecuencias de fertilización en días	Rendimiento kg/m <sup>2</sup> Promedio	N	E.E.	Duncan al 5 %
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	1,33	3	0,04	A
C <sub>2</sub> = 50 % de biol	F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días	1,30	3	0,04	A B
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	1,23	3	0,04	A B C
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días	1,20	3	0,04	B C
C <sub>3</sub> = 75 % de biol	F <sub>2</sub> = Fertilización cada 10 días	1,13	3	0,04	C D
C <sub>1</sub> = 25 % de biol	F <sub>1</sub> = Fertilización cada 7 días	1,03	3	0,04	D

**Figura 12.** Rendimiento de repollo chino por planta para la interacción concentración \* frecuencia



En la figura 12, Según el análisis de varianza para la interacción de los factores A y B (concentraciones de biol y frecuencias de aplicación) en la variable rendimiento de repollo chino por planta, según la prueba Duncan ( $p < 0,05$ ) se observa la C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el restante 50 % agua) ; F<sub>1</sub> =Fertilización cada 7 días registraron un rendimiento de 1,33 kg/m<sup>2</sup>, estas diferencias pueden deberse al carácter genético de la variedad híbrida, donde las actividades fisiológicas se ven en gran medida influenciadas, el factor que más influencia tuvo fue la temperatura, ya que en esta etapa se registraron temperaturas elevadas mientras quien presento un rendimiento menor fue la C<sub>1</sub>=25 % de biol ( el restante 75 % agua); F<sub>1</sub>=Fertilización cada 7 días que registro un rendimiento de 1,03 kg/m<sup>2</sup>, después del análisis de resultados, se observa que a una buena concentración y a una frecuencia adecuada el rendimiento de pella tiende a incrementarse.

Restrepo (2001), indica que, en las aplicaciones foliares, se debe mezclar una parte del preparado por dos partes de agua, con intervalos de aplicación de más o menos 7 a 10 días.

Agronovida (2010), menciona que el momento de aplicación del biol debería ser luego de 10 a 25 días después de la siembra y hasta 10 días antes de la cosecha.

### 4.3. Rendimientos ajustados

Para el caso del presente trabajo se tomó un 10% de reducción, ya que la experimentación se llevó casi en las mismas condiciones que el agricultor de la zona. De acuerdo a Perrín (1988), el rendimiento ajustado de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje (5 a 30%) con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con este tratamiento; las razones principales se deberían al manejo experimental, tamaño de la parcela, fecha de la cosecha, método de cosecha entre otros.

**Cuadro 30.** Cálculo del rendimiento ajustado para el repollo

Tratamientos	Rendimiento del repollo kg/ha	Ajuste al 10%	Rendimiento productor kg/ha
T1	1,191	0,12	1,07
T2	1,264	0,13	1,14
T3	1,164	0,12	1,05
T4	1,086	0,11	0,98
T5	1,177	0,12	1,06
T6	1,168	0,12	1,05

**Fuente:** Elaboración propia (2018)

Tomando en cuenta el porcentaje de ajuste que refleja la diferencia entre el rendimiento experimental y el que podría obtener el productor, donde el tratamiento T2 = C<sub>1</sub>: 25 % de biol (el restante 75 % agua); F<sub>2</sub>: Fertilización cada 10 días registra el máximo rendimiento con un promedio de 1,14 kg/ m<sup>2</sup> por planta.

#### 4.4. Ingreso bruto

**Cuadro 31.** Ingreso bruto por tratamiento

Tratamientos	Rendimiento productor kg/ha	Precio por kg/Bs	Ingreso bruto Bs/ha
T1	1,07	15	16,08
T2	1,14	15	17,06
T3	1,05	15	15,71
T4	0,98	15	14,66
T5	1,06	15	15,89
T6	1,05	15	15,77

**Fuente:** Elaboración propia (2018)

En el cuadro 31, se puede observar el rendimiento del repollo, el precio en kilogramos y lo que nos interesa el ingreso bruto expresado en bolivianos.

El análisis económico mostró una relación beneficio costo positivo en todos los tratamientos de estudio; donde el tratamiento que mayor ingreso bruto obtuvo fue el T2 = C<sub>1</sub>: 25 % de biol (el restante 75 % agua); F<sub>2</sub>: Fertilización cada 10 días, con 17,06 Bs.

#### 4.5. Ingreso neto

El ingreso neto se calculó restando el total de los costos que varían del ingreso bruto de campo por cada tratamiento. El análisis del ingreso neto se lo realizó en función a los costos variables y al ingreso bruto que se obtuvo con las cantidades de insumos y mano de obra utilizados para cada tratamiento.

**Cuadro 32.** Ingreso neto por tratamiento

Tratamientos	Ingreso bruto Bs/ha	Costo de producción Bs/ha	Ingreso neto Bs/ha
T1	16,08	13,38	2,70
T2	17,06	13,38	3,68
T3	15,71	13,38	2,33
T4	14,66	13,38	1,28
T5	15,89	13,38	2,51
T6	15,77	13,38	2,39

**Fuente:** Elaboración propia (2018)

El mayor valor del ingreso neto fue alcanzado por el T2 = C<sub>1</sub>: 25 % de biol (el restante 75 % agua); F<sub>2</sub>: Fertilización cada 10 días, con Bs.3,68 Bs.

#### 4.6. Relación beneficio costo

**Cuadro 33.** Relación beneficio/costo por tratamiento

Tratamientos	Ingreso bruto Bs/ha	Costo de producción Bs/ha	Beneficio/costo (Bs/ha)
T1	16,08	13,38	1,20
T2	17,06	13,38	1,28
T3	15,71	13,38	1,17
T4	14,66	13,38	1,10
T5	15,89	13,38	1,19
T6	15,77	13,38	1,18

**Fuente:** Elaboración propia (2018)

A continuación, se muestra en el cuadro 33, los resultados de la relación beneficio/costo. Esta relación debe estar por encima de 1 para que exista ganancia, si es igual a 1 no se gana ni se pierde, pero si es menor; nos indica que existen pérdidas.

Analizando el cuadro 33, nos muestra que los resultados en estos tratamientos presentan valores mayores a la unidad, demostrando que se recupera la inversión en todos los tratamientos, los que obtuvieron un mayor valor fueron los T2 = C<sub>1</sub>: 25 % de biol (el restante 75 % agua); F<sub>2</sub>: Fertilización cada 10 días, por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de 28 centavos, T1 = C<sub>1</sub>: 25 % de biol (el restante 75 % agua); F<sub>1</sub>: Fertilización cada 7 días, por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de 20 centavos y T5 = C<sub>3</sub>: 75 % de biol (el restante 25 % agua); F<sub>1</sub>: Fertilización cada 7 días, por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de 19 centavos y los que obtuvieron un menor valor fueron los tratamientos; T6 = C<sub>3</sub>: 75 % de biol (el restante 25 % agua); F<sub>2</sub>: Fertilización cada 10 días, por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de 0,18 centavos, T3 = C<sub>2</sub>: 50 % de biol (el restante 50 % agua); F<sub>1</sub>: Fertilización cada 7 días, por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de 0,17 centavos y el T4 = C<sub>2</sub>: 50 % de biol (el restante 50 % agua); F<sub>2</sub>:

Fertilización cada 10 días, por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de 0,10 centavos.

## 5. CONCLUSIONES

Después de realizadas las observaciones de campo y una vez efectuados los análisis estadísticos y el análisis económico, se formulan las siguientes conclusiones:

- La carpa solar presentó factores, medio ambientales variables, donde la temperatura y la humedad registró límites normales propios de la estación (primavera), en la que realizo la investigación, que tuvieron efectos en el crecimiento y desarrollo del cultivo.
- Esta variedad hibrida petsai king, fue la variedad semitardía registrando a los 18 días, un 95 % de emergencia desde la siembra directa hasta la aparición de hojas verdaderas.
- En la variable número de hojas a los 24 días para el repollo chino en la etapa de la madurez fisiológica se obtuvieron efectos significativos, en la interacción de los factores A y B donde el mayor promedio de numero de hojas se dio en la concentración, (C<sub>3</sub>= 75% de biol (el restante 25 % agua);(F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días) , (C<sub>2</sub>= 50% de biol (el restante 50% agua);(F<sub>1</sub>= Fertilización cada 7 días) y (C<sub>1</sub>= 25%de biol (el restante 75% agua); (F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días) con un valor de 6 hojas en y (C<sub>3</sub>= 75% de biol (el restante 25 % agua);(F<sub>2</sub>= Fertilización cada 10 días) registro un valor de 4 hojas. En cuanto en el número de hojas a los 42 días, en concentraciones factor A, han presentado diferencias significativas en C<sub>1</sub>= 25% de biol (el restante 75 % agua) con un valor de 14 hojas y C<sub>3</sub>=75% de biol (el restante 25 % agua) con un valor de 12 hojas. A los 70 días en la etapa final en la madurez fisiológica no se determinaron efectos significativos en cuanto a las concentraciones, frecuencias y su interacción en estudio.
- En la variable longitud de hojas a los 33 días, se han presentado diferencias significativas en la C<sub>2</sub>= 50 % de biol (el restante 50 % agua) con un valor de 20

cm, mientras que en la  $C_3= 75\%$  de biol (el restante 25 % agua) obtuvo 18 cm. No se determinaron efectos significativos en las frecuencias y su interacción en estudio. En los 56 días de longitud de hojas en el factor A concentración se han presentado diferencias significativas en la  $C_1= 25\%$  de biol (el restante 75 % agua), de 32 cm y la  $C_3= 75\%$  de biol (el restante 25 % agua), de 29 cm de longitud. Pero no se determinaron efectos significativos en las frecuencias y su interacción en estudio. A los 70 días de longitud de hojas no se determinaron efectos significativos en cuanto a las concentraciones, frecuencias y su interacción en estudio.

- En la variable ancho de hojas a los 33 días no se determinaron efectos significativos en cuanto a las concentraciones, frecuencias y su interacción en estudio. Al tiempo de los 56 días de ancho de hojas en el factor A concentración se han presentado diferencias significativas en  $C_1= 25\%$  de biol (el restante 75 % agua) de 21 cm, y la  $C_3= 75\%$  de biol (el restante 25 % agua) obtuvo 18 cm de ancho de hoja. Pero no se determinaron efectos significativos en las frecuencias y su interacción en estudio. A los 70 días de ancho de hoja no se determinaron efectos significativos en cuanto a las concentraciones, frecuencias y su interacción en estudio.
- En la variable diámetro de pellas a los 75 días en el factor concentración hubo diferencia significativa en  $C_1= 25\%$  de biol (el restante 75 % agua) con un diámetro de 28 cm y en la  $C_3= 75\%$  de biol (el restante 25 % agua) obtuvo 24 cm, y no se determinaron efectos significativos en cuanto a las frecuencias y su interacción en estudio. En el diámetro de pella a los 94 días no se obtuvieron efectos significativos en concentraciones, frecuencias y su interacción en estudio.
- En la variable peso de repollo chino por planta se obtuvieron efectos no significativos en cuanto a frecuencias de aplicación, en el factor A concentración se presentaron diferencias altamente significativas con un mayor peso de 1350, 00 en la  $C_2= 50\%$  de biol (el restante 50 % agua), y con un menor peso de 1237, 17 g la  $C_1= 25\%$  de biol (el restante 75 % agua). Para la interacción de los factores A y B concentraciones de biol y frecuencias de aplicación, se

observa que la  $C_2= 50 \%$  de biol (el restante  $50 \%$  agua);  $F_2$  =Fertilización cada 10 días de aplicación se registró un mayor peso de 1388,33 g por planta y con un menor peso de 1194,17 g la  $C_2= 50 \%$  de biol (el restante  $50 \%$  agua);  $F_2$ =Fertilización cada 10 días.

- En la variable de rendimiento de repollo chino se presentaron efectos no significativos en frecuencias de aplicación, pero en el factor A concentración se presentó diferencias altamente significativas que obtuvo un mayor rendimiento de  $1,32 \text{ kg/m}^2$  por planta con la  $C_2= 50 \%$  de biol (el restante  $50 \%$  agua), y un rendimiento menor de  $1,12 \text{ kg/m}^2$  por planta en la  $C_1= 25\%$  de biol (el restante  $75 \%$  agua). Para la interacción de los factores A y B concentraciones de biol y frecuencias de aplicación se observa que la  $C_2= 50 \%$  de biol (el restante  $50 \%$  agua);  $F_1$  =Fertilización cada 7 días, obtuvo un rendimiento mayor de  $1,33 \text{ kg/m}^2$  por planta y un rendimiento menor de  $1,03 \text{ kg/m}^2$  por planta con la  $C_1=25 \%$  de biol (el restante  $75 \%$  agua) ;( $F_1$ =Fertilización cada 7 días).
- El análisis económico realizado en el cultivo de repollo chino muestra que el tratamiento  $T_2 = C_1: 25 \%$  de biol (el restante  $75 \%$  agua);  $F_2$ : Fertilización cada 10 días, presentan una relación B/C de 1,28 presentando una utilidad de Bs.0,28 respectivamente. El valor más bajo presenta el tratamiento  $T_4 = C_2: 50 \%$  de biol (el restante  $50 \%$  agua);  $F_2$ : Fertilización cada 10 días, presenta una relación B/C de 1,10 con una utilidad de Bs 0,10.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la introducción del cultivo ya que es un cultivo tolerante a bajas temperaturas y tiene la facilidad de adaptarse a diferentes zonas climáticas.
- Otra recomendación es realizar estudios utilizando distintas concentraciones de biol mayores a  $40 \%$  en diferentes frecuencias de aplicación 15 a 20 días como fertilizante foliar.

- Se sugiere realizar estudios sobre el cultivo de repollo chino a campo abierto, utilizando densidades de siembra mayores para el mejor desarrollo del cultivo.
- También se recomienda realizar la siembra en distintas épocas del año.
- Se sugiere utilizar las aplicaciones de con concentraciones de biol en determinadas frecuencias, 15 días antes de la cosecha.
- Se recomienda utilizar los fertilizantes foliares de biol a concentraciones de 25 %;50; % y 75 % a frecuencias de 7 días y 10 días de fertilización foliar, debido a que el cultivo de repollo chino asimila favorablemente los nutrientes aportados y adquiere un mayor rendimiento y una alta calidad para una rentabilidad positiva.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

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

APARCANA, R. 2008. Estudio Sobre el Valor Fertilizante de los Productos del Proceso” Fermentación Anaeróbica” para Producción de Biogás Lima-PE.

ÁVALOS, F. 2008. Evaluación de dos variedades de acelga bajo dosis de abonamiento con biol porcino en carpa solar. Tesis de Grado Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz– Bolivia.

BLANCO, T. 1999. Invernaderos Campesinos en Bolivia. Ecotop. La Paz- Bolivia. pp. 88 – 90.

BRECHLT, 2004. Manejo Ecológico del Suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). Santiago-Chile.

CÁCERES, E. 1985. Producción de Hortalizas. Editorial. Lica :- España. 280 Pág

CALZADA, B. 1982. Métodos estadísticos para la investigación, 3ra edición. Editorial jurídica. Lima, Perú, Pp.352

CHILON, E. 1997. Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas. CIDAT. 1ra Impresión. La Paz, Bolivia. p.41-47,185.

CIPCA, 2002. Centro de investigación y promoción del campesinado. Manual de horticultura en la aplicación de Abonos insecticidas y fungicidas orgánicos. 1ra Edición La Paz – Bolivia. 13-26 p.

COL CHINA, Consultado el 11 de Agosto de 2012, disponible en <http://www.INFOAGRO.com>

COLQUE, T., Mujica, A., Apaza, V., Rodriguez, D., Cañahua, A. y Jacobsen E. 2005. Producción de Biol Abono Líquido Natural y Ecológico. Estación Experimental Illpa-PUNO, Perú. 16 p.

CRUZ, D. 2004. Efecto de Abonos Orgánicos Líquidos Sobre Variedades de lechuga *Lactuca sativa* en ambientes atemperados, UMSA, La Paz, BO, pp 80-90.

CUCHMAN, A.; RIQUELME, E. 1993. Cultivo de Hortalizas. Escuela Agrícola Panamericana, Tegucigalpa – Honduras. p 209.

DE SILGUY, C. 1994. La Agricultura Biológica; Técnicas eficaces y no contaminantes. Zaragoza. España. Acribia. p. 8 – 12.

DOMINGUEZ, A. 1997. Tratado de fertilización. Ediciones Mundi- Prensa, 3ra Edición, Artes Gráficas Cuestas, S.A. Madrid, España. 607 p.

DURÁN, R. F., 2009. Abonos Lombricultura y compostaje. Editorial grupo latino editores. Bogotá-Colombia. 8-20 p.

ECOSIEMBRA, 2014. Factores para la col china Consultado el 25 de octubre de 2016 disponible en <http://ecosiembrablogspot.com/2012/01/cultivo-de-colchina.html> Editorial Mundi Prensa. pp. 10, 25, 48.

ESPEJO, A. 2005. Respuesta de variedades de col china *Brassica pekinensis* Lour. a diferentes niveles de fertilización orgánica bajo carpa solar. tesis de grado Universidad mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz– Bolivia.

FAO. 2002. Biodigestores, generadores y bioabonos, Centro de Investigaciones en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV, Guatemala. p 45.

FAO. 1986. Guía de fertilizantes y nutrición vegetal. Servicio de fertilizantes y nutrición de las plantas. Vol. IX. Roma. 120 p.

FAO. 1990. 1er Seminario Nacional sobre fertilidad de suelos y fertilizantes orgánicos en Bolivia; CIAT- IBTA; Santa Cruz – Bolivia; Pp. 318-331.

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

GOMERO, O. 1999. Manejo Ecológico de Suelos. Conceptos y Técnicas. Editorial. Grafica Estefany. Lima, PE. p. 189 – 201.

GUERRERO, G. A. 2003. El Suelo, los Abonos y la Fertilización de los Cultivos.

HARTMAN, F. 1990. Invernaderos y Ambientes Atemperados. Ed. Officed. Bolivia Ltda. La Paz, Bolivia. p. 9-30.

HUERTOS DEL SOL. 2010. Propiedades de la col china Consultado el 28 de octubre 2016, disponible en: <https://huertodelsol.com/tienda/col-china/>

IBTEN (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear). 2014. Análisis físico químico de Biol: Comunidad Choquenaira- Est. Experimental, Ciudad Viacha; Departamento de La Paz. N° 039 C/2014.

INIDEN (Instituto de Investigación y Desarrollo Municipal) en el plan de desarrollo 2001.

JUMA, N. G. 1998. The pedosphere and its dynamics: a system approach to soil science. Volume 1. Quality Color Press Inc. Edmonton, Canada. 315pp

LAMPKIN, N. 1998. Agricultura Ecológica, una agricultura con futuro. Ediciones Mundi Prensa. Madrid – España pp 5-7, 109-117,233. Lechuga” Tesis de grado Lic. Agr. La Paz-BO. UMSA. p. 93

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

MANDUJANO, M. 1990. Biogás: energía y fertilizantes a partir de desechos orgánicos, Organización Latinoamericana de Energía, Cuernavaca – México. p 37 - 40.

MAROTO, J.V. 1995. Horticultura Herbácea Especial. 4 ed. España. Mundi Prensa. p. 208-213.

MARTÍ, J. 2007. Diseño de Biodigestores. La Paz – Bolivia. p 35.

MEDINA, 1992. Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico de suelos. Editorial Mauro. Lima - Perú. p 90.

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

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

MOSQUERA, B. 2010. Abonos orgánicos - Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos Redacción y recolección de material Byron Mosquera (FONAG). Guardaparque Comunitario de la Reserva Ecológica los Ilinizas. 25 p

OCHOA, R. 2009. Diseños experimentales. Primera edición. La Paz Bolivia. pp. 43-53.

ORMEÑO Y OVALLE 2007. Preparación y aplicación de abonos orgánicos. Disponible en: [Httpwww.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas/tecnicia](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas/tecnicia)

PAYE, V. 2011. Apuntes de la materia de Horticultura, segundo semestre 2011. Universidad Católica Boliviana UAC - Tiahuanacu.

PDM de Achocalla, 2005. Estudio de Identificación N° 12. Disponible en:  
<http://paap.mmaya.gob.bo/PlanesMaestrosMetropolitanos/LPZ->

EIALTO/PMMLPZAINF.FINALEB.2014/EI%20LP%20EA/EI%20%20ACHOCALL  
A/EI%20ACHOCALLA%20-20COMPLETO.pdf

PERRIN, R.; WINKELMANN, D.; MOSCARDI, A.; ANDERSON, E. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico para la evaluación económica. México. CIMMYT. p. 1 -79.

POMA, S. 2013. Efecto de concentraciones, frecuencias y horas de aplicación del biol sobre el cultivo de lechuga en la UAC- TIAHUANACU. Tesis Ing. Agr. Universidad Católica Boliviana. Unidad Académica Campesina de Tiahuanacu. Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz- Bolivia

QUINO, M. 2008. Apuntes de Fertilidad y Nutrición Vegetal. Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia.

QUISBERTH, C. 2004. Abonos orgánicos líquidos en el crecimiento de las plántulas de café en la provincia Caranavi. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés.

Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 105 p

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN; S.E. 1992. Biología de las Plantas. Trad. por Sergi Santa María del Campo. Barcelona. España. Reverte S.A. p.c.26.517-c.26-540.

RESTREPO, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. IICA. San José, Costa Rica. pp. 1-46, 155.

RESTREPO, J. 2002. Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. 1º edición - Ed. Fundación Juqira Candiru. Santiago de Cali - Colombia. p 105.

RODRIGUEZ, D. 1991. Métodos de Investigación. México. Trillas. 208 p.

RODRIGUEZ, F. 1982. Fertilización Nutrición Vegetal. AGT. México D. F. Editor S.A. p. 53-57

ROGG, H. 2001. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. Memorias Curso Internacional de Producción de Hortalizas. Quito, Ecuador.

ROJAS, F. 2001. Catálogo de Plantas. La Paz. Bolivia. Facultad de Agronomía.

SANCHEZ, C. 2004. Biohuertos, El cultivo en casa. Lima - Perú. Ediciones Ripalme. p 15 – 20.

SÁNCHEZ, R. C. 2003. Abonos Orgánicos Lombricultura. Editorial Ripalme. Lima Perú. 58 p.

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

SOBRINO I, Y SOBRINO E. 1994. Hortalizas de hojas, de raíz y hongos, Barcelona, España. AEDOS. (Vol. 3), Tomo 3, p. 89 – 108

SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura Orgánica. Ediciones Fundación para el Desarrollo Agropecuario. Fundación Agraria. p. 170-221, 654.

TAMARO, D. 1982. Manual de Horticultura. Trad. por Arturo caballero. México. G. Gili. 13 ed. 477 p.

TANCARA, L. 2014. Evaluación de niveles de biol bovino en el cultivo de cebolla *Allium cepa* L. bajo riego por goteo en la Estación Experimental De Choquenaira. Tesis de grado Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz- Bolivia.

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

TISCORNIA, J. 1975. Hortalizas de hojas; Pencas Inflorescencias, Botones, etc. Buenos Aires. Argentina. Albatros. 146p.

UNZUETA, M. 1999. Fertilización y nutrición vegetal AGT Editor S.A. México - D.F. p 53 – 57.

VIGLIOLA, M. 1992. Manual de horticultura. Editorial, hemisferio sur. Buenos Aires Argentina. 81-89p.

VILLEE, C.A. 1996. BIOLOGIA. Trad. por Roberto Espinoza Zarza. 8 ed. México. McGraw-Hill. p.C.12.252-C.12.274.

## DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

AGRONOVIDA, 2010. Comparación del Efecto de Dos Biofertilizantes Líquidos Base de Estiércol Caprino y Vacuno Sobre Parámetros de Crecimiento del Algarrobo, en la Fase de Vivero. Disponible en <http://www.Dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/509/1/998.pdf>.

ESTRADA, P. 1990. Bioabonos. Consultado el 10 de Agosto de 2007, disponible en: <http://www.org.Cuba/e/data/pf/s8.htm>

http. w.w.w. INFOAGRO.2003. El Cultivo de Col China. 3p

<https://www.educa.com.bo/geografia/achocalla-municipio-de-murillo>

[www.infoagro.com](http://www.infoagro.com) (2010)

[www.infoagro.com](http://www.infoagro.com) (2011)

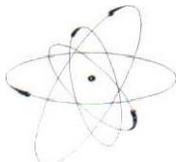
[www.infoagro.com](http://www.infoagro.com) (2012)

[www.infoagro.com](http://www.infoagro.com) (2013)

**ANEXOS**

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de biol de ovino del experimento



MINISTERIO DE ENERGÍA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR

INSTITUTO BOLIVIANO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES

UNIDAD DE ANÁLISIS AMBIENTAL

## OBJETO: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE BIOL

INTERESADO: BALDIVIEZO CHOQUE ALVARO IGNACIO.

NÚMERO DE SOLICITUD: 039C 2017

PROCEDENCIA: Departamento LA PAZ, Ciudad VIACHA,

FECHA DE RECEPCIÓN: 15/ Octubre / 2017

Com. CHOQUENAIRA - EST. EXPERIMENTAL

FECHA DE ENTREGA: 06 / Noviembre / 2017

### G. T. Z DESCRIPCIÓN: BIOL DE OVEJA

G. T. Z N ° Lal.,	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
201-01 12017	Nitrógeno	0,67		Kjeldahl
201-02 12017	Fósforo	0,06		Espectrofotometría UV - Visible
201-03 12017	Potasio	0,27		Emisión atómica
201-04 12017	Carbono orgánico	2,66		Walkley - Black
201-05 12017	Calcio	0,139		Absorción atómica
201-06 12017	Magnesio	0,045	% Mg	Absorción atómica
201-07 12017	Manganeso		mg/kg Mn	Absorción atómica
201-08 /2017	Cobre		mg/kg Cu	Absorción atómica
201-09 12017	Zinc	9,57	mg/kg Zn	Absorción atómica
201-10 /2017	Hierro	460,23	mg/kg Fe	Absorción atómica
201-11 12017	Materia seca	30,92	%	Gravimetría
201-12 12017	Humedad	69,08		
201-13 12017		7,66		Potenciometría
201-14 /2017	Conductividad eléctrica	10,53	mS/cm	Potenciometría

OBSERVACIONES.- Resultados en base húmeda.



RESPONSABLE DE LABORATORIO JORGE CHUNGARA C.

Of, Av, 6 de Agosto 2905, Telf.; 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia  
Casilla 4821, Telf. -2800095 CIN-Viacha, [ibten@entelnet.bo](mailto:ibten@entelnet.bo)

**Anexo 2.** Datos de temperaturas máximas y mínimas (° C) para los meses de (Julio a Octubre)

DIAS	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
	T Max °C	T min °C	T Max °C	T min °C	T Max °C	T min °C	T Max °C	T min °C
1	-	-	45,2	8,4	48,7	10,6	48,4	7,2
2	-	-	36,3	8,8	35,3	9	37	8,1
3	-	-	39,2	7,7	39,3	10,1	41,4	8,9
4	-	-	34,9	9,7	38,2	10,5	41	5,5
5	-	-	36,6	10,7	36,1	10,2	38,4	7,9
6	-	-	35,2	10,6	30,5	10,4	39,4	8,1
7	-	-	37,1	9,6	31,8	9,8	37,1	6,1
8	-	-	41,4	11,7	46,6	9,8	37,3	7,1
9	-	-	44,3	10,3	37,4	10,4	36,1	5,6
10	-	-	30,8	11,7	38,3	10,3	39,7	6,7
11	-	-	32,6	11,2	47,3	9,8	42,2	6,9
12	-	-	41,2	10,6	38,9	10,1	44,3	7,9
13	-	-	40,6	9,2	39,3	10,6	45,3	7,4
14	-	-	30,6	11,3	35,9	10,2	39,5	7,2
15	-	-	41	11,3	35,1	9,4	38,9	4,7
16	-	-	44,3	10,6	34,7	8,1	40,4	6,1
17	-	-	45,2	7,6	33,5	9,8	42,2	8,4
18	-	-	40,6	8,6	37,6	6,9	40,8	9
19	-	-	36	5,8	33,8	8,4	39,7	7,2
20	-	-	38,4	9,3	36,8	9,6	40,8	7
21	33,3	3,9	37,1	9,7	35,7	8,6	41,5	6,7
22	35,2	2,6	49,2	9,3	35,2	6,9	36,5	5,6
23	44,2	4,5	36,1	10,7	35,9	7,1	-	-
24	36,2	2,1	35	9	36,8	5,2	-	-
25	34,1	4,3	37	8,1	39,6	7,4	-	-
26	37,2	2,5	36	8,6	33,1	8,9	-	-
27	36,8	2,2	27,6	8,3	39,7	8,5	-	-
28	32,3	1,7	40,6	6,9	37,9	5,6	-	-
29	35,4	0,8	41,3	10,6	38,2	8,4	-	-
30	34	0,7	35,7	8,6	34,6	7,7	-	-
31	34,2	0,7	36,5	9	-	-	-	-
<b>PROM.</b>	<b>19,04</b>		<b>23,7</b>		<b>23,1</b>		<b>23,7</b>	

**Anexo 3.** Datos de humedad relativa máxima y mínima (%) para

DIAS	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
	HR Max °C	HR min °C	HR Max °C	HR min °C	HR Max °C	HR min °C	HR Max °C	HR min °C
	1	-	-	95	29	97	27	95
2	-	-	93	26	98	33	94	25
3	-	-	94	23	98	26	94	16
4	-	-	95	28	98	28	94	17
5	-	-	96	33	98	64	95	15
6	-	-	93	36	98	45	88	18
7	-	-	97	39	98	35	89	29
8	-	-	97	40	98	38	92	43
9	-	-	98	22	98	34	92	36
10	-	-	97	42	97	27	92	54
11	-	-	97	39	98	21	96	42
12	-	-	98	37	98	18	94	29
13	-	-	97	29	97	21	94	24
14	-	-	98	43	95	30	93	21
15	-	-	98	44	96	28	95	26
16	-	-	98	26	97	24	97	24
17	-	-	98	36	95	38	92	31
18	-	-	98	24	97	31	92	22
19	-	-	97	14	96	26	96	24
20	-	-	96	31	92	41	95	32
21	95	17	97	30	95	23	94	28
22	97	13	98	38	96	24	93	28
23	96	17	98	52	95	31	-	-
24	97	24	98	27	96	24	-	-
25	97	21	98	27	93	46	-	-
26	97	18	97	30	93	28	-	-
27	97	20	98	60	95	37	-	-
28	96	17	98	24	97	18	-	-
29	97	21	97	29	94	22	-	-
30	97	21	95	35	94	29	-	-
31	97	18	96	38	-	-	-	-
<b>PROM.</b>	<b>57,7</b>		<b>65</b>		<b>63,4</b>		<b>60,8</b>	

**Anexo 4. Ficha para la evaluación de datos finales**

<b>BLOQUE</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>FACTOR A</b>	<b>FACTOR B</b>	<b>INTERACCION</b>	<b>DIAS A LA EMERGENCIA</b>	<b>NUMERO DE HOJAS A LOS 24 DIAS</b>	<b>NUMERO DE HOJAS A LOS 42 DIAS</b>	<b>NUMERO DE HOJAS A LOS 70 DIAS</b>	<b>LONGITUD A LOS 33 DIAS</b>	<b>LONGITUD A LOS 56 DIAS</b>	<b>LONGITUD A LOS 70 DIAS</b>
<b>I</b>	T1	C1	F1	C1F1	16	6	15	42	21	35	42
<b>I</b>	T2	C1	F2	C1F2	16	6	15	40	22	35	40
<b>I</b>	T3	C2	F1	C2F1	20	6	13	33	18	31	36
<b>I</b>	T4	C2	F2	C2F2	17	6	15	40	22	30	37
<b>I</b>	T5	C3	F1	C3F1	17	6	13	34	18	26	28
<b>I</b>	T6	C3	F2	C3F2	17	5	12	33	18	25	33
<b>II</b>	T1	C1	F1	C1F1	19	5	14	36	16	35	39
<b>II</b>	T2	C1	F2	C1F2	20	6	16	36	19	33	37
<b>II</b>	T3	C2	F1	C2F1	20	6	14	40	22	36	39
<b>II</b>	T4	C2	F2	C2F2	18	4	12	32	19	33	36
<b>II</b>	T5	C3	F1	C3F1	19	6	13	42	19	35	41
<b>II</b>	T6	C3	F2	C3F2	18	4	11	30	18	30	35
<b>III</b>	T1	C1	F1	C1F1	19	4	11	28	18	27	31
<b>III</b>	T2	C1	F2	C1F2	20	5	13	29	19	29	33
<b>III</b>	T3	C2	F1	C2F1	18	5	11	30	22	28	30
<b>III</b>	T4	C2	F2	C2F2	19	5	12	32	18	31	33
<b>III</b>	T5	C3	F1	C3F1	17	5	11	32	16	29	32
<b>III</b>	T6	C3	F2	C3F2	19	4	9	26	16	26	31

**Anexo 5. Ficha para la evaluación de datos finales**

BLOQUE	TRATAMIENTO	FACTOR A	FACTOR B	INTERACCION	ANCHO DE HOJA A LOS 33 DIAS	ANCHO DE HOJA A LOS 56 DIAS	ANCHO DE HOJA A LOS 70 DIAS	DIAMETRO DE PELLA A LOS 75 DIAS	DIAMETRO DE PELLA A LOS 94 DIAS	PESO DE PELLA TRATAMIENTOS EN ESTUDIO
I	T1	C1	F1	C1F1	13	23	27	29.5	35	1350
I	T2	C1	F2	C1F2	15	24	24	29	32.5	1395
I	T3	C2	F1	C2F1	12	20	23	27.5	33	1250
I	T4	C2	F2	C2F2	13	20	23	26	31,5	1195
I	T5	C3	F1	C3F1	12	15	18	21.5	28	1205
I	T6	C3	F2	C3F2	12	14	18	22	29.5	1258
II	T1	C1	F1	C1F1	11	24	27	30	34.5	1265
II	T2	C1	F2	C1F2	18	21	24	28	31.5	1380
II	T3	C2	F1	C2F1	13	24	28	29.5	33.5	1250,5
II	T4	C2	F2	C2F2	10	22	23	29	32	1155
II	T5	C3	F1	C3F1	12	25	29	29.5	30	1355
II	T6	C3	F2	C3F2	10	18	22	24.5	34.5	1325
III	T1	C1	F1	C1F1	10	16	19	23.5	29	1320
III	T2	C1	F2	C1F2	9	19	21	25	32.5	1390
III	T3	C2	F1	C2F1	12	18	18	23.5	29	1340
III	T4	C2	F2	C2F2	10	21	22	22	30	1232,5
III	T5	C3	F1	C3F1	10	18	20	22.5	32	1325
III	T6	C3	F2	C3F2	7	15	19	23.5	30.5	1265

### Anexo 6. Tabla de cálculo de costo de producción

TRATAMIENTOS CON APLICACIÓN					
A	COSTOS FIJOS				
I	Insumos	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	Semilla de repollo ( <i>Brassica pekinensis</i> )	Lb	0,6	20	12
2	Estiércol de Ovino	saco	1	5	5
3	Agua	m3	8	1,68	13,4
4	Análisis de biol	unidad	1	40	40
	subtotal				70,4
II	<b>Material de trabajo</b>				
1	Herramientas agrícolas	unidad	2	8	16,0
2	Estacas	unidades	10	0,5	5,0
3	Malla semisombra	M	9	2,6	23,6
4	Cordel de plástico	M	40	0,1	4,0
5	Cinta de agua	M	60	0,141	8,5
6	Empleo de la carpa	m2	20	7,05	141,0
	subtotal				198,1
III	<b>Material de gabinete</b>				
1	Tablero de campo, impresiones	unidad	4	6	24
	subtotal				24
IV	<b>Mano de obra</b>				
1	Preparación de terreno	jornal	1	15	15
2	Siembra y repique	jornal	1,0	15	15
3	Labores culturales	jornal	2	18	36
5	Cosecha	jornal	1	18	18
6	Actividades de invernadero	jornal	0,5	15	7,5
	subtotal				91,5
V	<b>Actividades de investigación</b>				
1	Toma de datos	jornal	3,2	10	32
	subtotal				32
VI	<b>gastos imprevistos 10%</b>	costo total	416,0	457,6275	
	Subtotal			Total, parcial 25 M	457,6275
					76,27125

## Anexo 7. Imágenes

Imagen 1. 1.Preparación del terreno



Imagen 1. 2. Siembra del cultivo



**Imagen 1. 3.** Emergencia del cultivo



**Imagen 1. 4.** Desarrollo del repollo chino (*Brassica pekinensis*)



**Imagen 1. 5.** Preparación del biol de ovino



**Imagen 1. 6.** Amarre de la pella



**Imagen 1. 7. Cosecha**



**Imagen 1. 8. Repollo para la venta**

