

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



**TESIS DE GRADO**

**MANEJO ECOLOGICO DE LA LECHUGA REPOLLADA (*Lactuca sativa* L)  
TRASPLANTADA POR DIAS CON PAN DE TIERRA EN LA ZONA DE COROICO**

**PRESENTADO POR:**

**PAULINA MAMANI MAYTA**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2006**

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

**MANEJO ECOLÓGICO DE LA LECHUGA REPOLLADA (*Lactuca sativa* L.)**  
**TRASPLANTADA POR DIAS CON PAN DE TIERRA EN LA ZONA DE COROICO**

*Tesis de Grado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniero en Agronomía*

**PAULINA MAMANI MAYTA**

**Tutor:**

Ing. Rogelia Quispe Ticona

.....

**Asesor:**

Ing. M.Sc. Teresa Ruíz Díaz Luna Pizarro

.....

**Comité Revisor:**

Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera

.....

Ing. José Eduardo Oviedo Farfán

.....

Ing. Víctor Paye Huaranca

.....

**APROBADA**

**Decano:**

Ing.Ph.D René Chipana Rivera

.....



## DEDICATORIA

*A mis amados padres Max y Simona, hermanos  
Leandro, Rafael, Juvenal, Enrique y Toribia por su  
paciencia, ayuda, cariño y comprensión durante mi  
formación profesional.*

*Y sobrinos Fernando, Boris, Dalia, Ángela y Belén  
por llevar mi vida con su ternura y amor.*

## **AGRADECIMIENTOS**

En principio a Dios por haber permitido llegar a este tiempo de mi vida.

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, y a todo el plantel docente y administrativos que posibilitó mis estudios universitarios para mi formación personal y profesional.

Al Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG – La Paz), por apoyar la realización del trabajo de investigación en los predios de la Estación de Coroico.

A los miembros del comité asesor a la Ing. M.Sc. Tereza Ruiz Díaz Luna Pizarro por sus observaciones acertadas y apoyo; a la Ing. Rogelia Quispe Ticona por sus observaciones.

A los miembros del tribunal revisor: Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera, Ing. Eduardo Oviedo Farfán, Ing. Víctor Paye Huaranca por sus acertadas observaciones para la conclusión y redacción del presente trabajo de investigación.

A los ingenieros Ramiro Ochoa, Abrahan Quelca por su amistad, colaboración y apoyo incondicional.

A mis compañeros de la Carrera Ricardo Rodríguez, Edgar, Giovanna, Viqui, Juan Carlos, Maria López, Juan H., Ledesmo, y Lourdes Poblete, por su compañía y gran amistad.

Y a las personas que quiero y forman parte de mi familia Rocio, Dioni y Yhonson. A mis amigos: Beatriz, Silvia, Sholeh, Elizabet, Roberto y Alejandro con quienes compartimos la parte experimental de nuestra tesis.

## CONTENIDO

### Índice general

Índice general .....	i
Índice de Cuadros.....	v
Índice de Figuras .....	vi
Anexos.....	vii
RESUMEN.....	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos .....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.1.3 Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1 Agricultura ecológica.....	4
2.2 Manejo Ecológico del cultivo.....	4
2.3 Principios Ecológicos .....	4
2.4 Características botánicas y taxonómicas de la lechuga.....	5
2.4.1 Origen.....	5
2.4.2 Descripción botánica .....	5
2.4.3 Clasificación Sistemática .....	6
2.4.4 Importancia Nutricional .....	7

2.4.5 Fisiología de la lechuga repollada .....	7
2.5 Ecología del Cultivo.....	8
2.5.1 Clima.....	8
2.5.2 Temperatura .....	8
2.5.3 Luz.....	9
2.5.4 Humedad del suelo.....	9
2.5.5 Suelo.....	9
2.5.6 Materia Orgánica .....	10
2.5.7 Trasplante.....	11
2.5.8 Refallo.....	12
2.5.9 Plagas del cultivo.....	12
2.5.10 Enfermedades .....	13
2.5.11 Uso de productos preventivos .....	14
2.5.12 Cosecha.....	14
2.5.13 Rendimiento.....	15
3. LOCALIZACIÓN .....	17
3.1 Ubicación geográfica.....	17
3.2 Descripción Agroecologica de la zona .....	18
3.2.1 Temperatura .....	18
3.2.2 Precipitación .....	18
3.2.3 Humedad relativa.....	19
3.2.4 Topografía y suelo .....	19
3.2.5 Vegetación.....	19
4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
4.1 Materiales.....	21
4.1.1 Material vegetal .....	21
4.1.2 Materiales de campo .....	21
4.1.3 Material orgánico .....	21
4.1.4 Materiales de gabinete y equipos .....	22

4.2 Metodología.....	22
4.2.1 Diseño experimental.....	22
4.2.2 Características del área experimental.....	22
4.2.3 Número de tratamientos.....	23
4.3 Procedimiento experimental.....	24
4.3.1 Preparación de sustrato y siembra en bandejas.....	24
4.3.2 Almacigo.....	24
4.3.3 Trasplante al almacigo.....	25
4.3.4 Preparación del terreno (campo definitivo).....	27
4.3.5 Demarcación de parcelas y apertura de hoyos.....	27
4.3.6 Tiempos de trasplante.....	27
4.3.7 Refallo de plantines.....	29
4.3.8 Labores culturales.....	29
4.3.9 Cosecha.....	30
4.3.10 Transporte y Comercialización.....	31
4.4 Variables de estudio.....	32
4.4.1 Variables fenológicas.....	32
4.4.1.1 Días al inicio de la formación de cogollo.....	32
4.4.1.2 Días desde la formación de cogollo al compactado de la cabeza.....	32
4.4.1.3 Días desde el compactado de cabezas a la cosecha.....	32
4.4.2 Variables agronómicas.....	32
4.4.2.1 Rendimiento.....	33
4.4.2.2 Altura de cabeza.....	33
4.4.2.3 Diámetro de cabeza.....	33
4.4.2.4 Peso de las cabezas.....	33
4.4.5 Análisis de costos de producción.....	33
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	35
5.1 Datos meteorológicos.....	35
5.1.1 Temperatura.....	35
5.1.2 Precipitación.....	36
5.1.3 Humedad Relativa durante el ensayo.....	36

5.2	Análisis de varianza para las variables fenológicas .....	37
5.2.1	Días al inicio de la formación de cogollo .....	38
5.2.2	Días de formación de cogollo al compactado de la cabeza de lechuga .....	39
5.2.3	Días desde el compactado a la cosecha .....	40
5.3	Análisis de varianza para las variables agronómicas .....	41
5.3.1	Rendimiento (t/ha) .....	42
5.3.2	Altura de lechuga repollada .....	43
5.3.3	Diámetro de lechuga repollada .....	44
5.3.4	Peso de lechuga repollada .....	45
5.4	Análisis de los costos de producción.....	46
6.	CONCLUSIONES .....	48
7.	RECOMENDACIONES.....	50
8.	BIBLIOGRAFIA.....	51



## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Composición nutritiva de las lechugas. (Por cada 100 g de parte comestible) .....	7
Cuadro 2. Composición química de la gallinaza.....	10
Cuadro 3. Superficie, rendimiento y producción anual por Departamento .....	16
Cuadro 4. Lista de plantas existentes en el área del municipio de coroico .....	20
Cuadro 5. Características de las plantas trasplantadas a campo definitivo .....	28
Cuadro 6. Análisis de varianza para variables fenológicos. ....	37
Cuadro 7. Análisis de varianza para variables agronómicas.....	41
Cuadro 8. Análisis de los costos parciales de producción de cada Tratamiento.....	46

## Índice de Figuras

Figura 1. Estación Experimental de Coroico .....	17
Figura 2. Municipio de Coroico y localización del experimento .....	18
Figura 3. Croquis de Ubicación de los tratamientos en la parcela experimental.....	23
Figura 4. Dimensiones del almácigo.....	24
Figura 5. Trasplante de plántulas del germinador al almácigo .....	26
Figura 6. Almácigo con semisombra .....	26
Figura 7. Trasplante a campo definitivo.....	27
Figura 8. Tiempos de trasplante .....	28
Figura 9. A) Trasplante a campo definitivo, B) Distribución de plántulas, .....	29
C) Etapa inicial de plántulas en campo. ....	29
Figura 10. Cabezas firmes y compactas listas para la cosecha.....	31
Figura 11. Temperatura promedio mensual máxima y mínima durante el ensayo.....	35
Figura 12. Precipitación mensual en mm durante el ensayo.....	36
Figura 13. Humedad Relativa (%). ....	37
Figura 14. Número de días para el inicio de la formación de cogollo.....	38
Figura 15. Número de días de la formación del cogollo hasta el compactado .....	39
Figura 16. Número de días de la formación de cogollo hasta la cosecha .....	40
Figura 17. Rendimiento por tratamiento .....	42
Figura 18. Altura de la planta (cm.) .....	43
Figura 19. Diámetro de lechuga (cm.) .....	44
Figura 20. Peso de la lechuga repollada (Kg.) .....	45

## Anexos

Anexo 1. Datos climáticos durante el ensayo (meses Mayo, Junio, Julio y Agosto .....	55
Anexo 2. Análisis químico de los suelos de Coroico .....	59
Anexo 3. Costo de producción del trasplante de lechuga repollada.....	59
Anexo 4. Promedios de los tratamientos de las variables fenológicas y agronómicas .....	61
Anexo 5. Análisis de varianza de las variables fenológicas .....	64
Anexo 6. Análisis de varianza de las variables agronómicas .....	67
Anexo 7. Fotografías del ensayo .....	71

## RESUMEN

El estudio de la lechuga repollada (*Lactuca sativa L.*) trasplantada por días con pan de tierra, se realizó en San Pedro de la Loma en la Estación Experimental de Coroico a una distancia de 10 kilómetros de Coroico y una altitud de 2.050 m.

El objetivo fue evaluar el tiempo adecuado de trasplante con pan de tierra, bajo un manejo ecológico. Para esto se sembraron semillas en bandejas, transcurridos 5 días se seleccionaron las plántulas y se trasplantaron al almacigo preparado y cuadrulado esto con la finalidad de aumentar el espacio para cada una de las plántulas y proporcionar condiciones para mejoría del sistema radicular. El diseño experimental que se empleó fue en bloques completos al azar, con 6 tratamientos, 4 repeticiones, que consistió en el trasplante con pan de tierra cada 5 días.

Una vez preparado el terreno, se realizó el trasplante a los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días, siendo un total de 1200 plántulas. Durante el periodo vegetativo se presentaron algunas plagas con mayor frecuencia los pulgones (*Myzus persicae*), tortuguillas de franjas (*Diabrotica ssp*) y otros, en cuanto a las enfermedades no hubo mayor problema, si se presentó fue de manera insignificante, se logró controlar con productos de origen botánico.

Las variables de evaluación fueron: variables fenológicas, días al inicio de la formación de cogollo, días desde la formación de cogollo al compactado y periodo transcurrido desde el compactado a la cosecha. Variables agronómicas, rendimiento por tratamiento, número de hojas a la formación de cogollo, altura, diámetro y peso de cabeza.

De acuerdo a la primera variable el tratamiento 1 presentó mayor número con 31 días, la segunda variable el tratamiento 3 alcanzó mayor promedio con 43 días y la tercera variable el tratamiento 3 presentó menor promedio con 7 días. Para las

variables agronómicas, el rendimiento alcanzó un promedio de 53.25 t/ha sobresaliendo el tratamiento 2, respecto al número de hojas a la formación de cogollo, el tratamiento 6 presento valor mas alto con 16 hojas, en cuanto a la altura el tratamiento 1 presento mayor valor con 19.95 cm. El tratamiento 3 presento mayor diámetro con 26.31 cm. Para la variable peso de cabeza, el tratamiento 2 trasplantado a los 10 días alcanzo a tener el mayor valor con 1.07 kg.

Económicamente el cultivo de lechuga repollada de esta variedad salinas es rentable, los mayores ingresos obtenidos se encontró en el tratamiento 2 con 3.8 de beneficio costo.

## 1. INTRODUCCIÓN

Bolivia por su ubicación geográfica presenta regiones muy ricas y diversas, como la región de Coroico, zona caracterizada como potencialmente apta para la producción de hortalizas ecológicas con alto valor nutricional como: la racacha, coliflor, pimentón, lechuga, etc., por las buenas condiciones climáticas existentes.

Lamentablemente en la zona se viene practicando una agricultura convencional basada en la maximización de la producción a costa del uso indiscriminado de productos químicos, y la consecuente degradación de los recursos naturales, sin importar la salud humana ni el daño al medio ambiente.

Así una de las alternativas destinadas a frenar este tipo de sistema de producción recae en la producción de hortalizas bajo un manejo ecológico, por las amplias bondades que presenta este sistema, que posibilita el uso mínimo de insumos externos.

Entonces al sustituir los productos químicos por los naturales de origen botánico, se mantiene un equilibrio en la materia orgánica del suelo, resultando en un balance adecuado de nutrientes y garantizando una abundante población de la macro y micro fauna, además de favorecer un control natural de plagas, lo que propicia un suelo vivo que sustenta a las plantas vigorosas de producción sostenible.

La lechuga (*Lactuca sativa L*), es uno de los cultivos con alto potencial en la producción ecológica de hortalizas en la zona, sin embargo este cultivo presenta un problema en relación al trasplante, el cual es realizado a partir de los 30 a 40 días, esto representa un factor negativo por la tardanza en el crecimiento y desarrollo de las rosetas a nivel de campo, se provoca estrés por el arranque de las raíces, lo que repercute en un desfase fisiológico dando lugar a un periodo de recuperación de una a dos semanas.

Es en este contexto que el presente trabajo de investigación fue dirigido a evaluar el comportamiento de la lechuga repollada trasplantada por días con pan de tierra para evitar el retardo en el crecimiento y pérdida de vigor en la planta, con un manejo ecológico. Orientando además el trabajo a reducir el número de días en el trasplante, para así evitar pérdidas por el tiempo de recuperación y los costos que implican, buscando favorecer a los agricultores y a la producción de hortalizas en el marco ecológico.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general**

- Evaluar el tiempo adecuado de trasplante de la lechuga repollada (*Lactuca sativa* L.) con pan de tierra bajo un manejo ecológico en el Municipio de Coroico.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Determinar el mejor tiempo de trasplante a campo en el rendimiento de lechuga repollada.
- Evaluar las fases fonológicas de la lechuga repollada a partir del trasplante a campo.
- Realizar la evaluación agronómica de la lechuga repollada trasplantada con pan de tierra.
- Analizar la relación beneficio/costo de los distintos tratamientos.

### **1.1.3 Hipótesis**

- El tiempo de trasplante a campo en la lechuga repollada no influye en el rendimiento.
- No existen diferencias en la evaluación fenológica de la lechuga repollada al trasplante a campo.
- No existen diferencias en la evaluación agronómica de la lechuga repollada trasplantada con pan de tierra.
- La relación beneficio/costo es igual para todos los tratamientos.



## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Agricultura ecológica**

La agricultura ecológica es un sistema agrario cuyo objetivo es obtener alimentos de máxima calidad respetando el medio ambiente, conservando la fertilidad del suelo, favoreciendo la biodiversidad y el equilibrio ecológico a través de diferentes prácticas, mediante la utilización óptima de los recursos, sin el empleo de productos químicos (AOPEB, 2002).

La agricultura ecológica es conocida como una forma de producción intensiva y equilibrada que trata de buscar una relación entre los sistemas tradicionales, con el manejo sostenible de los recursos naturales tierra, agua, vegetación y animales, lo que asegura una producción agrícola estable a largo plazo con aumento de los rendimientos (Figueroa y Fischersworrying et-al, 1996).

### **2.2 Manejo Ecológico del cultivo**

El manejo del cultivo consiste en cuidarlo, enriquecerlo realizando un uso eficiente y racional de los recursos naturales disponibles, como abono animal, abonos verdes, proteger los cultivos del viento, haciendo cortinas “rompe viento”, mantener la vida del suelo manteniendo y aumentando la diversidad genética del sistema agrario y de su entorno, incluyendo la protección del hábitat de plantas y animales silvestres lo más diversificada posible (Primavesi, 1996).

### **2.3 Principios Ecológicos**

Esta agricultura se basa en los principios ecológicos como: el manejo sostenible de los recursos naturales tierra, agua, vegetación y animales, asegurando una producción agrícola estable a largo plazo, posibilitando el desarrollo independiente y

sostenido, económicamente viable, ecológicamente saludable y socialmente justo. (Figueroa y Fischersworrning et-al, 1996).

Los principios ecológicos logran emplearse mediante diversas técnicas y estrategias, que tendrá diferentes efectos sobre la productividad, seguridad, continuidad e identidad dentro del sistema agrícola, dependiendo de las limitaciones y oportunidades locales, así Altieri (1997), menciona algunos de sus fines:

- Asegurar condiciones de suelo favorables para el crecimiento de las plantas.
- Optimizar y equilibrar la disponibilidad y el flujo de nutrientes.
- Reducir al mínimo las pérdidas a los flujos de radiación solar, aire y agua, por medio del manejo de micro-clima, el manejo de aguas y el control de la erosión.
- Reducir al mínimo las pérdidas debido a las plagas y a las enfermedades causadas a las plantas y animales, por medio de la prevención y tratamientos seguros.

## **2.4 Características botánicas y taxonómicas de la lechuga**

### **2.4.1 Origen**

Según Huerres y Caraballo (1988), la lechuga (*Lactuca sativa* L.) se considera originaria de Europa Central y del Sur. Procede de la especie silvestre *Lactuca scariola* L. que es utilizada para consumo en forma de ensalada, considerada como una planta de propiedades tranquilizantes desde la antigüedad por los pueblos egipcio, griego y romano.

### **2.4.2 Descripción botánica**

Maroto (1995), señala que la lechuga es un hortaliza anual de hoja cuya raíz principal alcanza 25 cm., de longitud, las raíces laterales en las primeras fases de su desarrollo crecen horizontalmente, las hojas generalmente son sésiles, algunas lisas

y otras rugosas, de bordes rizados en algunos casos, su color varía del verde claro hasta el morado, de acuerdo a las variedades, el tallo es corto y no ramificado en las primeras fases de su desarrollo, después de formar los repollos, si las condiciones ecológicas le son favorables, el tallo se alarga y se ramifica, dando lugar a la inflorescencia.

La inflorescencia es racimosa compuesta, el eje principal se ramifica y en cada rama se presenta un grupo de flores que generalmente se auto polinizan. Las semillas son alargadas, muy pequeñas, de acuerdo a las variedades pueden ser de color blanco, pardo oscuro o negro.

Rodríguez (1991), menciona que los pelos absorbentes de las raíces cumple la función de absorber las sales disueltas en el agua del suelo mediante el fenómeno físico de la osmosis. Esta función tiene efecto directo sobre el desarrollo de la planta donde la pérdida de agua por transpiración por unidad de superficie foliar durante el día, es mucho más rápida que la absorción por unidad de superficie radical por tanto el mutilado de las raicillas perjudica la parte aérea del vegetal.

### 2.4.3 Clasificación Sistemática

Cásseres (1984) presenta la siguiente clasificación:

Reino:	Vegetal
Sub Clase:	Asteridae
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Genero:	<i>Lactuca</i>
Especie:	<i>sativa L.</i>
Variedad:	Salinas

#### 2.4.4 Importancia Nutricional

Estudios realizados por Huerres y Caraballo (1988), mencionan que el mayor aporte nutricional de la lechuga se halla en las hojas las que contienen un porcentaje alto de agua 92-95.5% son ricas en vitamina C, hierro, fósforo y calcio, las vitaminas C y A son los mas abundantes.

Maroto (1995) señala que, la lechuga es una hortaliza de hoja, es considerada como una planta de propiedades tranquilizantes y alto contenido en vitaminas, porcentajes nutricionales que se destacan en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Composición nutritiva de las lechugas. (Por cada 100 g de parte comestible)**

Elemento	De hojas crespas	De hojas lisas	cabezas
Agua (%)	95	96	94
Proteínas (g)	0.8	1.2	1.6
Grasas (g)	0.1	0.2	0.2
Calcio (mg)	13	40	68
Fósforo (mg)	25	31	45
Potasio (mg)	100	270	400
Vitamina A (UI)	300	1.200	2.600
Vitamina B1 (mg)	0.07	0.07	0.10
Vitamina B2 (mg)	0.03	0.07	0.10
Vitamina B5 (mg)	0.30	0.40	0.50
Vitamina C	5	9	24
Valor energético (cal)	13	14	18

Fuente: Maroto (1995).

#### 2.4.5 Fisiología de la lechuga repollada

Según Mallar (1978), menciona que son lechugas de cabeza, forma numerosas hojas, las externas se disponen abiertamente y las mas nuevas e internas forman un

cogollo o grumo central compacto, llamado cabeza. Las lechugas de este tipo son de mayor tamaño, pudiendo llegar a pesar más de 1 kg y presentan un periodo largo de siembra a cosecha más de 100 días, dependiendo de la variedad se desarrolla en tres fases que son: la fase de germinación, inicio de la formación de la roseta de hojas, formación del repollo interior y el desarrollo del repollo hasta la compactación y cosecha.

## **2.5 Ecología del Cultivo**

### **2.5.1 Clima**

Maroto (1995), indica que la lechuga es una planta que se desarrolla mejor en un clima templado, pero que también prospera en climas cálidos y fríos.

### **2.5.2 Temperatura**

Según Cásseres (1984), las temperaturas más adecuadas para lograr un buen crecimiento y una buena calidad de la lechuga son: de 18 a 25 °C. Así mismo la temperatura es el factor más importante y frecuentemente limita la producción de lechuga. Las temperaturas bajas e incluso las heladas suaves, no dañan las plantas de lechuga pero estas crecen en forma lenta. El requerimiento de temperatura para una producción óptima en las lechugas es la más estricta debido a que además de crecer deben formar la cabeza, que es la parte aprovechable.

Rodríguez (1991), menciona que el crecimiento y desarrollo de la planta están íntimamente ligados con un conjunto de reguladores de crecimiento estas sustancias son sintetizadas por células especializadas, en las que el proceso productor de esas sustancias se ve muy influenciados por la temperatura y luminosidad del ambiente, tanto por exceso como por defectos. La luz actúa favoreciendo en el desarrollo de las hojas, alargándose, favoreciendo la fotosíntesis, fenómeno responsable del aumento de masa vegetal.

### **2.5.3 Luz**

Huerres y Caraballo (1988), mencionan que la lechuga esta considerada como planta de día largo, además, es exigente a la intensidad de la luz. Con poca iluminación las hojas son delgadas y la roseta de hojas y el repollo, si es que se forma, son muy sueltas; las plantas no alcanzan su peso normal, por esto la planta de lechuga no se desarrolla bien cuando se cultiva junto a otras plantas que le proporcionan sombra.

### **2.5.4 Humedad del suelo**

Huerres y Caraballo (1988), señalan que el desarrollo del sistema radicular esta situado superficialmente y tiene poca capacidad de absorción, esta especie es muy exigente a la humedad del suelo. En la fase de crecimiento de la roseta de hojas, la humedad debe ser mayor que después de formar la roseta y en la formación del repollo puede disminuir, ya que el exceso de esta pudre fácilmente las hojas que están más bajas, por lo que durante este periodo la necesidad de agua es menor.

Al respecto Rodríguez (1991), menciona que toda las plantas necesitan de agua para su existencia la mayor parte en la etapa inicial, sin embargo la perdida de agua son perjudiciales para la planta siendo que un incremento de la temperatura provoca el aumento de la apertura estomatica, por ejemplo una hoja calentada por absorción de radiación solar puede seguir transpirando, aun cuando el aire tenga una HR de 100%.

### **2.5.5 Suelo**

Cásseres (1984), indica que cualquier suelo es bueno si el clima es apropiado, preferentemente los suelos con alto contenido de materia orgánica. Sobre todo si son ricos en nutrientes de buena estructura y buena retención de humedad, sin embargo Vigliola (1991), menciona que se desarrolla mejor en suelos franco arenosos con

suficiente contenido de materia orgánica y buen drenaje, con un rango de pH de 6.0 a 6.8.

### 2.5.6 Materia Orgánica

Chilon (1997), describe a la Materia Orgánica del suelo como la descomposición de los productos de toda fuente primaria y secundaria formada por la biomasa vegetal y animal, que causan un suelo continuamente fértil, mejorando su estructura eficazmente, de manera que se vuelve resistente a la erosión.

El mismo autor menciona que los fertilizantes químicos se deben emplear con especial cuidado, porque si bien aumentan el rendimiento, debilitan el vigor de las plantas frente a las lluvias fuertes, granizo y plaga; por otro lado su uso indiscriminado propicia el empobrecimiento de la materia orgánica del suelo y con ello la actividad de los organismos que se alimentan de estas fuentes.

Mallar (1988), menciona que la fertilización en las huertas de los alrededores de Buenos Aires, se abona con estiércol de ave; se acostumbra agregar tres camiones grandes por hectárea y por año (16-17 m<sup>3</sup>/camiones) o sea unos 25 – 26 t/ha. La lechuga absorbe como promedio 95 Kg. de nitrógeno, 27 Kg. de ácido fosfórico y 208 Kg. de potasio.

Al respecto Restrepo (2001), indica que el estiércol de gallinaza es de vital importancia, principalmente por el aporte de nitrógeno y otros elementos nutritivos como muestra el Cuadro2.

**Cuadro 2. Composición química de la gallinaza**

Ph	Humedad (%)	Nitrógeno total	P2O5 total	K2O total
7.6	3.0	2.7	2.7	1.54

Fuente: Restrepo (2001)

Maroto (1995), señala que la fertilización de la lechuga juega un papel primordial, para producir cogollos de buen tamaño y calidad, las lechugas necesitan una buena disponibilidad de nitrógeno. El mismo autor menciona que cuando el pH del suelo es mayor que 6, la respuesta a un incremento del abonado nitrogenado es positiva para la producción, pero si el pH es más bajo de este valor, la respuesta puede ser negativa.

Según Mallar (1988), la cantidad de nitrógeno que requiere la planta depende en gran medida de las condiciones climáticas. En condiciones de temperatura baja y alta intensidad lumínica requiere una mayor cantidad de nitrógeno. La planta requiere fósforo para lograr un buen desarrollo integral, para la calidad y maduración del repollo requiere de potasio.

### **2.5.7 Trasplante**

Valadés (1993), afirma que la lechuga es una hortaliza de hoja típicamente de trasplante, cuya propagación se efectúa a través de semilleros o almácigos. En general estos son cultivos con semillas muy pequeñas que requieren una cama fina, además de muchos cuidados, para su adecuada germinación son cultivos muy delicados que requieren una distribución y desarrollo uniformes para obtener de ellos mejores rendimientos, el tiempo que tardan las plantas en el almacigo es de 5 a 7 semanas y se trasplantan cuando tienen de 4 a 6 hojas verdaderas.

Mallar (1978), indica que el éxito de trasplante de hortalizas esta en realizarlo en días frescos o nublados para evitar su marchites, ya que las plántulas son muy delicadas a los rayos solares, se debe tener cuidado de no lastimar las raicillas cuando se sacan las plántulas del almacigo. Así mismo Martínez (1981), menciona que los trasplantes a raíz desnuda logran deteriorar parte del sistema radicular, en especial las partes terminales en crecimiento donde ocurre la mayor absorción de agua y nutrientes.



Maroto (1995), señala que la operación de trasplante a raíz desnuda no es favorable para la planta debido que se daña el sistema radicular y esto compromete su crecimiento y desarrollo, en consecuencia es mala práctica muy difundida por los horticultores.

Giacconi y Escaffi (1986), mencionan que el trasplante es una operación delicada en la que se manejan pequeñas plantitas o plántulas que son más sensibles a daños físicos, por tanto recomienda el trasplante en cubos de tierra lo que asegura un crecimiento ininterrumpido procurando que no se produzcan paralizaciones o entorpecimiento en esta labor.

### **2.5.8 Refallo**

Al respecto Limongelli (1995), señala que el refallo o replante es colocar plantines reemplazando a los que no hayan aclimatado en campo a la semana del trasplante. Un buen prendimiento no debe ser inferior al 95 % de las plantas, si es más bajo y se desea mejorarlo se acude al replante tan pronto es posible apreciar las plantas perdidas o en vías de perderse. No conviene aplazar esta labor a fin de no alterar la uniformidad y la densidad de la plantación.

### **2.5.9 Plagas del cultivo**

Cáceres (1984), menciona algunas de las plagas más importantes de la lechuga:

- Tortuguillas de franjas (*Diabrotica spp*) que en su fase adulta se alimentan de follaje, dejando huecos grandes y redondos en las hojas reduciendo la capacidad de fotosíntesis, atrofiando a las plantas y retrasando su normal crecimiento.
- Agrotis o gusanos grises ocasionan raspaduras en las hojas, debilitando la planta, y durante las etapas iniciales (plántulas) cortando los tallos a ras del cuello.

- Trips (*Frankliniella occidentalis*) es una de las plagas que causa mayor daño al cultivo de la lechuga, que es transmisora del virus del bronceado del tomate (TSWV). Normalmente el principal daño que ocasiona al cultivo no es directo sino indirecto transmitiendo el virus TSWV. La presencia de este virus en las plantas empieza por provocar grandes necrosis a simple vista. Las larvas son ápteras y las ninfas no se alimentan y son poco movibles.
- Pulgones (*Myzus persicae*, *Macrosiphum solani* y *Narsonovia ribisnigri*) el ataque de los pulgones suele ocurrir cuando el cultivo está próximo a la recolección. Si la planta es joven y el ataque es considerable, puede arrasar el cultivo, además de ser entrada de algunas virosis que haga inviable el cultivo.
- Nematodos que provocan un crecimiento raquíptico de la planta y quistes en las raíces.
- Caracoles y babosas que suelen masticar y dañar las hojas que da mal aspecto para la comercialización.

### 2.5.10 Enfermedades

Giaconi y Escaff (1986), presentan entre las enfermedades más importantes de la lechuga:

Pudrición de los cogollos (*Sclerotinia sterotiorum* Lib), esta enfermedad generalmente ocurre en ambientes de exceso humedad y otros como Mancha bacteriana de las hojas (*Pseudomonas cichorii*), Septoriosis de las hojas (*Septoria lactucae* Passerin), Quemado de las hojas (*Rhizoctonia solani* Kuhn), Mildiu (*Ficomicete Bremia lactucae* Regel), *Oidium* aparece recubierta de un micelio blanquecino en las hojas.

Herbas, (1981).menciona que el hongo Botritis (*Botritis cinerea*) comienzan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se tornan amarilla, y seguidamente se cubren de moho gris que genera enorme cantidad de esporas. Si la humedad relativa aumenta las plantas quedan cubiertas por un micelio blanco; pero si el ambiente está seco se produce una putrefacción de color pardo o negro.

Otra enfermedad que menciona el mismo autor Antracnosis (*Marssonina panattoniana*) se inician con lesiones de tamaño de punta de alfiler, estas aumentan de tamaño hasta formar manchas angulosas-circulares, de color rojo oscuro, llegan a tener un diámetro de hasta 4 cm.

### **2.5.11 Uso de productos preventivos**

La agricultura ecológica pretende armonizar los conocimientos de las sociedades tradicionales para lograr un sistema de producción equilibrada, con el uso mínimo posible de insumos externos prohibiendo el uso de pesticidas sintéticos para el control de plagas y enfermedades que son sustituidos por extractos de plantas con efectos repelentes, muchas de ellas con principios alelopáticos.

Son utilizados también hongos entomopatógenos como la "*beauveria bassiana*" que efectúa el hongo con los insectos, especialmente con la broca del cafeto, el ajo, la sachá, palillo y otros, controla pulgones, polilla de la col, mariposa blanca de la col, minador de la hoja del cafeto, mosca de la fruta, ácaros, gorgojo del arroz. Otros elementos minerales puros como el azufre, cobre y cal permitidos dentro la agricultura orgánica. (Ramírez, 2001).

### **2.5.12 Cosecha**

La cosecha parte comestible es el momento de recolección, una vez que la planta ha cumplido su ciclo vegetativo basándose en la apariencia de la planta manifestando una buena cabeza, con hojas exteriores bien caídas y cierto grado de firmeza, para obtener máximos rendimientos, conviene cosechar cuando las lechugas de cabeza están compactas, el tamaño de la comercialización alcanza a los 90 días en verano y a los 120 días en invierno. La lechuga de hoja suelta es de ciclo muy corto ya se puede cosechar a los 45 días (Limongelli, 1999).

El mismo autor menciona que la cosecha inmadura es más sensible a los daños durante el almacenamiento y el transporte, la forma de determinar la madurez se basa en la apariencia de la planta sin embargo un retraso en la cosecha puede traer como consecuencia la rajadura de cabeza induciendo al crecimiento del tallo floral por ende pierde el valor comercial.

La planta está lista para ser cosechada cuando se ha formado la roseta de hojas o el cogollado según la variedad y la época; se cosecha cortando toda la planta a ras del suelo eliminando las hojas secas, amarillas o enfermas y dejando algunas hojas exteriores en buen estado que protegen la parte comestible y comercial del centro de la planta (Huerres y Caraballo 1988).

### **2.5.13 Rendimiento**

Maroto (1995), indica que son muchos los factores que influyen sobre el rendimiento, entre ellos el tipo de suelo la variedad, época de siembra densidad de plantación y los campos de producción, pueden conseguirse aproximadamente de 30 – 60 t/ha.

Agrobolivia (2006), menciona que el rendimiento es el producto final de la interacción de varios factores que engloba a una serie de aspectos como la calidad de semilla, suelo, temperatura, humedad y viento. El cuadro 3, muestra el comportamiento de la producción agrícola, en función a la superficie y el rendimiento.

**Cuadro 3. Superficie, rendimiento y producción anual por Departamento**

Años	Chuqu	La Paz	Cbba	Oruro	Potosí	Tarija	Santa Cruz	Total
1997								
Superf. ha.	192	246	440	48	87	197	350	1560
Rend.tn/ha.	8.750	7.114	10.909	7.083	7.241	11.168	10.286	9.615
Prodc. tn.	1680	1750	4800	340	630	2200	3600	15000
1998								
Superf. ha.	193	248	443	48	88	198	352	1570
Rend tn/ha.	8.752	7.116	10.912	7.085	7.243	11.170	10.288	9.618
Prodc. tn.	1691	1762	4832	342	634	2215	3624	15100
1999								
Superf. ha.	194	249	446	49	88	200	354	1580
Rend. tn/ha	8.754	7.117	10.915	7.087	7.245	11.173	1.0291	9.620
Prodc. tn.	1702	1773	4864	345	638	2229	3648	15200
2000								
Superf. ha.	196	256	448	49	89	201	357	1590
Rend. tn/ha	8.814	7.166	10.989	7.135	7.294	11.249	10.361	9.686
Prodc. tn.	1725	1797	4928	349	647	2259	3696	15400
2001								
Superf. ha.	197	252	450	49	89	202	358	1597
Rend. tn/ha	8.804	7.157	10.976	7.127	7.286	11.236	10.349	9.674
Prodc. tn.	1730	1803	4944	350	649	2266	3708	15450

Fuente: Dirección de estadísticas MACA (Gestiones 1997-2001)

### 3. LOCALIZACIÓN

#### 3.1 Ubicación geográfica

El presente ensayo se realizó en la Estación Experimental de Coroico “San Pedro de la Loma”, dependiente del Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG), situada a 10 kilómetros de la población de Coroico, capital de la Provincia Nor Yungas del Departamento de La Paz. Geográficamente localizada entre los 67° 40' de longitud oeste y 16°13' de latitud sur, con una altura de 1782 m.s.n.m. El entorno de las comunidades presenta una exuberante vegetación y áreas de cultivos propios de la región con presencia de la cultura aymará y la etnia afroboliviana. Figuras 1 y 2 (MACA, 1977).



Figura 1. Estación Experimental de Coroico



Figura 2. Municipio de Coroico y localización del experimento

## 3.2 Descripción Agroecológica de la zona

### 3.2.1 Temperatura

La zona presenta un clima semi cálido, con temperaturas que van desde los 20° C en la zona alta, hasta los 32° C en las zonas de monte bajo del municipio, con una media anual de 18 °C (PDM, 2003).

### 3.2.2 Precipitación

La zona por su ubicación geográfica presenta una precipitación media de 2185 mm/año, con periodos lluviosos durante los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, sumando entre estos meses el 66% de la cantidad total de lluvia caída en todo el año (PDMC, 2003).

### **3.2.3 Humedad relativa**

La humedad relativa es una variable caracterizada por su relación con la precipitación pluvial, así la zona presenta una humedad relativa promedio de 55.38% mes, este factor varía de acuerdo a los meses y a la zona, fluctuando entre un 30% en los meses secos hasta un 90% de humedad relativa en época de mayor saturación de humedad que coincide con la época de precipitación en los meses de diciembre a Marzo (PDMC, 2003).

### **3.2.4 Topografía y suelo**

La región presenta zonas de alta pendiente que van de 4.700 m.s.n.m. a 1.300 m.s.n.m. con presencia de terrazas altas con altitudes que alcanzan los 2.500 msnm, colinas de alta pendiente de 5.700 m.s.n.m. como el nevado del mururata coluvio-aluviales muy inclinadas que son un factor para la formación de suelos superficiales con grado variable de pedregosidad y con límites para su aprovechamiento en agricultura (PDMC, 2003).

Al respecto Condori (2006) indica que la Estación San Pedro de Coroico presenta un suelo de textura arcillo limoso con 47(%) de arcilla, limo 41(%), grava con 13.6 (%) y arena 12(%), con un porcentaje de materia orgánica (2.98 %), y otros elementos presentados en el anexo 2.

### **3.2.5 Vegetación**

La región de Coroico tiene una amplia diversidad de ecosistemas y paisajes, lo cual determina la presencia de varios tipos de vegetación y un elevado número de especies de plantas Cuadro 4. Los cultivos de producción tradicional de la zona son de uso industrial como el café y cítricos, en menor dimensión se cultivan otros que constituyen productos alimenticios de primera necesidad como el maíz, yuca, plátano, racacha y hualusa entre otros.



**Cuadro 4. Lista de plantas existentes en el área del municipio de coroico**

Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Chima	<i>Bactris gasipaes</i>	Sillu-sillu	<i>Lachemilla pinnata</i>
Palmito	<i>Euterpe edulis</i>	Guayaba	<i>Psidium guajara</i>
Cari – cari	<i>Acacia lloretensis</i>	Yerva luisa	<i>Cynbopogum citratus</i>
Níspero	<i>Erybotria japonica</i>	Llanten	<i>Plantado sp.</i>
Paca	<i>Inga macrophylla</i>	Manzanilla	<i>Matricaria chamonilla</i>
Kutzu	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Toronjil	<i>Melisa oficinalis</i>
Paja	<i>Stipa sp</i>	Berro	<i>Sysimbrium irio</i>
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Malva	<i>Malva silvestres</i>
Zarzamora	<i>Rubís fruticosus</i>	Paico	<i>Chenopodium ambrosoides</i>
Uña de gato	<i>Bignonia unguis</i>	Amor seco	<i>Xanthium spinosum</i>
Ortiga	<i>Urera bacifera</i>	Matico	<i>Piper agustifolia</i>
Sanu sanu	<i>Ephedra americana</i>	Cola de caballo	<i>Equisetum arbensis</i>
Koa	<i>Satureja sp.</i>	Zarza parrilla	<i>Smilax medica</i>
Ajenjo	<i>Artemisia abisinthium</i>	Chusi	S/n
Sillu-sillu	<i>Lachemilla pinnata</i>	Ajenjo	<i>Artemisia abisinthium</i>

Fuente: PDMC (2003).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Materiales**

#### **4.1.1 Material vegetal**

Las semillas utilizadas en el trabajo corresponden a la variedad salinas de coloración parda oscura cuyo porcentaje de viabilidad alcanza a un 90%.

#### **4.1.2 Materiales de campo**

Machete, picota, palas, azadón, chontillas, rastrillo, bolsas de yute, maderas para almacigo, bandejas, un flexómetro, wincha de 30 m, una regla graduada, clavos, martillo, serrucho, alicate, pala repicadora, pintura negra, brocha, zaranda de ½ cm. de diámetro, romana de 25 kg, cinta métrica, regadera de 5 litros pulverizador manual de 1 litro, 24 tableros de identificación, hojas de chussi (s/nc) , palos de soporte para semisombra del almacigo, estacas, balanza de precisión, una mochila aspersora manual con capacidad de 20 litros, un termómetro de máxima y mínima.

#### **4.1.3 Material orgánico**

Para el control fitosanitario se utilizó fungicidas e insecticidas naturales como: Azufre en polvo mojable, tricodamp, ajo y jabón.

Para preparar el sustrato se emplearon los siguientes componentes de acuerdo a su distribución porcentual: gallinaza (29%), tierra del lugar (45%), tierra negra (25%) y ceniza (1%).

#### 4.1.4 Materiales de gabinete y equipos

Cámara fotográfica, película, computadora y material de escritorio.

### 4.2 Metodología

#### 4.2.1 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en el presente estudio fue el de Diseño de Bloques Completos al Azar. La elección de este diseño responde a la necesidad de reducir la heterogeneidad del factor pendiente respecto a las variaciones de fertilidad, humedad y textura que presenta el terreno. Según Calzada (1970), este diseño compara “t” tratamientos en “b” bloques, donde los tratamientos están distribuidos en unidades experimentales dentro de cada bloque en forma aleatoria, con la condición de que cada tratamiento este una sola vez en cada bloque, empleando el siguiente modelo lineal aditivo para el análisis estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- $Y_{ij}$  = Cualquiera de las observaciones que se van a medir en el campo.
- $\mu$  = Media general de la población.
- $\beta_j$  = Efecto del j – ésimo bloque.
- $\tau_i$  = Efecto del i – ésimo tratamiento.
- $\varepsilon_{ij}$  = Error experimental.

#### 4.2.2 Características del área experimental

Área total del ensayo	338 m <sup>2</sup>
Área efectiva del experimento	192 m <sup>2</sup>
Área del bloque	52 m <sup>2</sup>

Espacio entre bloque	0.5 m <sup>2</sup>
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	24
Superficie de las parcelas	0.8 m <sup>2</sup>
Número de hoyos por unidad experimental	50
Número de líneas por unidad	5
Número de hoyos por línea	10

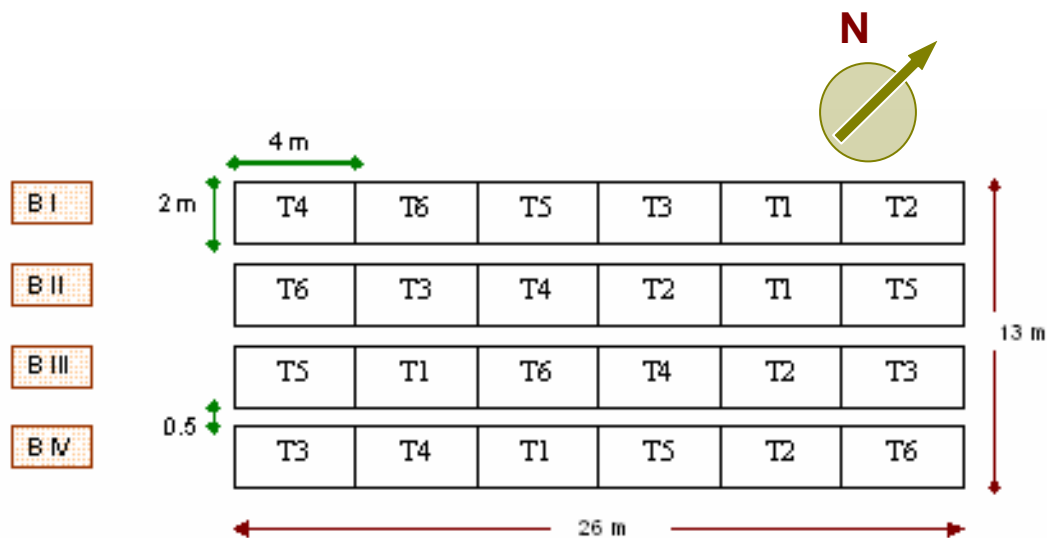


Figura 3. Croquis de Ubicación de los tratamientos en la parcela experimental

### 4.2.3 Número de tratamientos

Tratamiento 1	Trasplante a los 5 días del almacigo al lugar definitivo
Tratamiento 2	Trasplante a los 10 días del almacigo al lugar definitivo
Tratamiento 3	Trasplante a los 15 días del almacigo al lugar definitivo
Tratamiento 4	Trasplante a los 20 días del almacigo al lugar definitivo
Tratamiento 5	Trasplante a los 25 días del almacigo al lugar definitivo
Tratamiento 6 (testigo)	Trasplante a los 30 días del almacigo al lugar definitivo

### 4.3 Procedimiento experimental

#### 4.3.1 Preparación de sustrato y siembra en bandejas

Esta labor se inició con la preparación de tierra negra en bandejas, de 0.30 m de largo y 0.15 m de ancho y una altura de 0.10 m, previamente desinfectada con agua caliente de 2 litros, dejando reposar 3 horas antes de la siembra.

La siembra se realizó en líneas, con 7 gr de semillas posteriormente se cubrió con una capa muy fina de tierra negra y gallinaza esto debido a que las semillas son pequeñas y corren el riesgo de quedar enterradas lo que dificulta la germinación y la emergencia, posteriormente se realizó un riego ligero con pulverizador. Esta técnica de siembra en bandeja garantiza el mayor porcentaje de germinación y emergencia, además economiza la semilla (García, 1978).

#### 4.3.2 Almacigo

Para el almacigo se emplearon dos platabandas construidas de madera con dimensiones de: 1 m de ancho, 4.5 m de largo y 0.20 m de alto. Figura 4. Cada almacigo presentó un área de 4.5 m<sup>2</sup>, la distancia entre ellas fue de 0.50 m para facilitar el riego y el manejo en el trasplante.

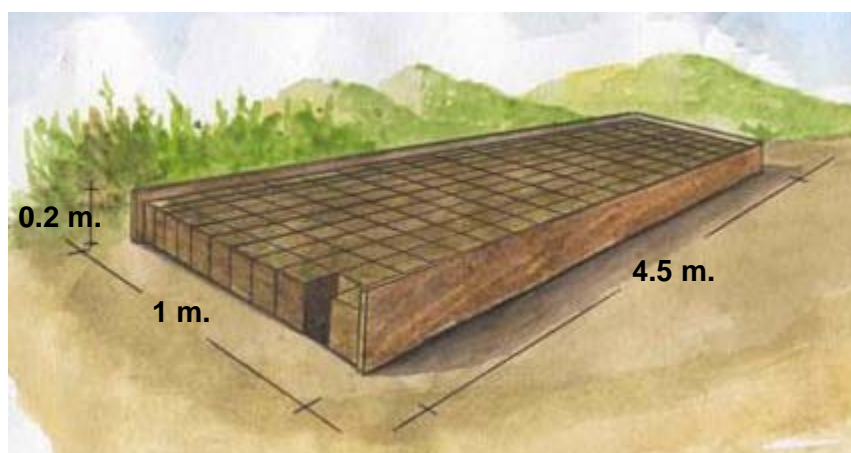


Figura 4. Dimensiones del almacigo

El sustrato se preparo mezclando gallinaza, tierra negra, tierra del lugar y ceniza, en proporciones de 29%, 25%, 45%, 1%, sugerido por Churquina (2004), así mismo recomendado por Chilon (1996), se procedió a la prueba de plasticidad para conocer la consistencia del sustrato, sobre todo el porcentaje de humedad, porosidad, grado de mullimiento, para facilitar el separado de los cubos en el momento del trasplante a campo

Para la desinfección del sustrato se empleó azufre polvo mojable ½ Kg., cal 0.375 Kg., indicado en el envase del producto (1 kg de azufre polvo mojable corresponde a un m<sup>3</sup> de sustrato), luego se espero 7 días para aplicar Tricodamp, hongo *Trichoderma* sp en una cantidad de 0.320 Kg., de acuerdo a las indicaciones de “PROBIOMA” (2003), debido a que el trabajo apunta a una producción ecológica.

Para el establecimiento del almacigo se colocó inicialmente 0.02 m de arena fina para facilitar el drenaje, luego se trasladó el sustrato desinfectado al almacigo hasta una altura de 0.15 m apisonando suavemente con una madera, finalizando con un riego abundante.

Con la ayuda de un machete se cuadrículó los cubos para cada plántula de 0.07m largo, 0.07 m de ancho y 0.12 m de profundidad, para formar un mejor sistema radicular que permite reducir la flacidez del cultivo en el momento de la plantación y facilitar el trasplante a cualquier hora del día.

### **4.3.3 Trasplante al almacigo**

El trasplante de las plántulas de lechuga al almacigo se realizó a partir de los 5 días después de la siembra en germinadero, previo a esta labor se aplicó un riego con bastante agua a capacidad de campo, esto para facilitar la extracción de las plántulas.

Asimismo el almacigo fue previamente humedecido para posteriormente proceder a la apertura de pequeños orificios de 5 cm. de profundidad, con la ayuda de un lápiz, donde se introdujeron las plántulas extraídas del germinador cuidando de no dañar las raíces. Luego se efectuó el compactado, suavemente con los dedos alrededor del cuello de las plántulas, Figura 5, estas actividades se realizaron de acuerdo a recomendaciones de Giaconi y Escaff (1986), el proceso de trasplante concluyó con un riego menudo.



**Figura 5. Trasplante de plantines del germinador al almacigo**

Juntamente al transplante en almacigo se procedió a la instalación de semisombra con especies locales como: Siquili (*Inga adhenophilla*) y Cañihueca silvestre (*Arundo donax*), a una altura de 1m, con el fin de evitar el secamiento de la superficie del almacigo y el exceso de evapotranspiración de la plántulas, Figuras 6.



**Figura 6. Almacigo con semisombra**

#### 4.3.4 Preparación del terreno (campo definitivo)

La preparación del terreno definitivo inició con la limpieza de hierbas, arbustos y algunos nidos de hormigas con la ayuda de un machete y azadón. Para mejorar adecuadamente el terreno, se realizó el nivelado que consistió en remover superficialmente y trozar todas las ramas de los arbustos y distribuir las uniformemente a lo largo del terreno.

#### 4.3.5 Demarcación de parcelas y apertura de hoyos

La demarcación se realizó de acuerdo al croquis experimental y las medidas establecidas en terreno, Figura 3, con la ayuda de una wincha métrica, picota y estacas.

La apertura de hoyos se realizó con la ayuda de una picota a una profundidad de 0.15 m y un diámetro de 0.20 m, a una distancia de 0.40 m entre plantas y 0.50 m entre líneas; seguidamente se aplicó gallinaza a cada hoyo con una dosis de 2.5 kg/m<sup>2</sup>, un total de 500 kg/1200 hoyos, conforme a las sugerencias de Mallar (1978).

#### 4.3.6 Tiempos de trasplante

Para realizar el trasplante, se recortó con machete los cubos del almácigo esto a fin de facilitar la separación entre plántulas, cada una con su propio pan de tierra, este procedimiento se realizó con espátula de jardinería y se compactó la tierra al rededor del cuello de cada planta en forma manual (Figura 7).

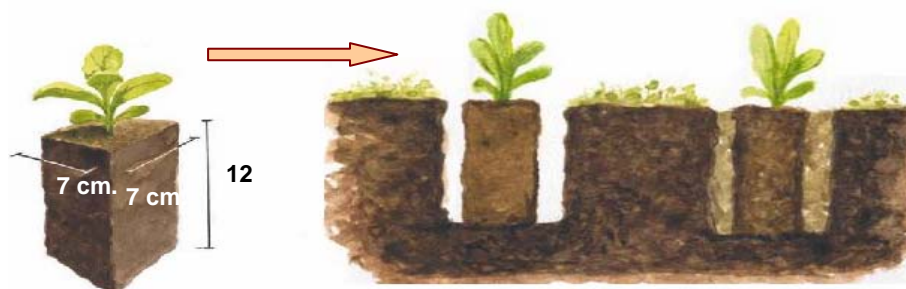


Figura 7. Trasplante a campo definitivo

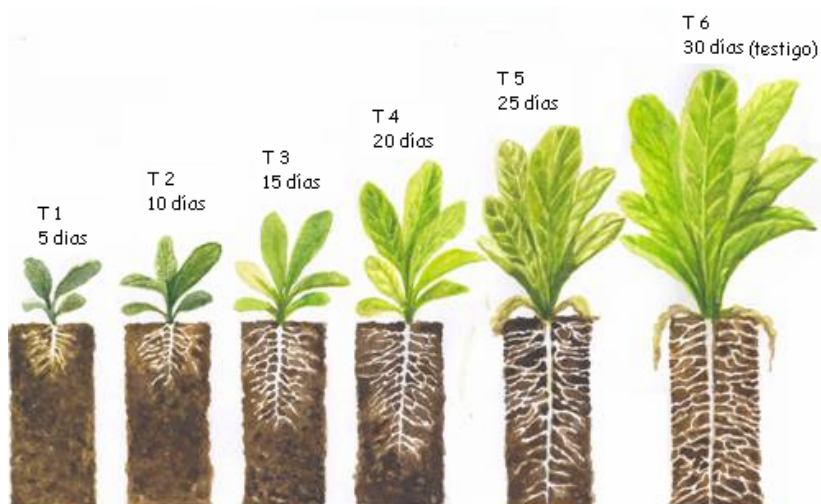


El Cuadro 5, presenta los tiempos de trasplante al terreno definitivo así como algunas características de las plántulas.

**Cuadro 5. Características de las plantas trasplantadas a campo definitivo**

Tratamientos	Tiempo de trasplante al terreno definitivo del almacigo (días)	Promedio de Altura de plántulas (cm)	Promedio de N° de hojas
1	5	4.5	2
2	10	6.5	2-3
3	15	7.5	3-4
4	20	12.5	4-5
5	25	15.5	5-6
6 Testigo	30	18.2	6-7

El primer trasplante a terreno definitivo se efectuó a los 5 días, cuando las plántulas llegaron a presentar promedios de alturas 4.5 cm. y 2 hojas verdaderas, siguiendo la secuencia de cada 5 días los restantes tiempos y trasplantes se cumplieron en las fechas y características (altura de planta y número de hojas) indicadas en el Cuadro 5 y Figura 8.



**Figura 8. Tiempos de transplante**

El ensayo se realizó en una superficie total de 338.00 m<sup>2</sup>, la longitud de línea fue de 4 m, las distancias entre líneas fueron de 0.50 m y la distancia entre plantas de 0.40

m. El ensayo se constituyó de 5 líneas, cada línea con 10 plantas y cada unidad experimental albergó a 50 plantas (Figura 9).

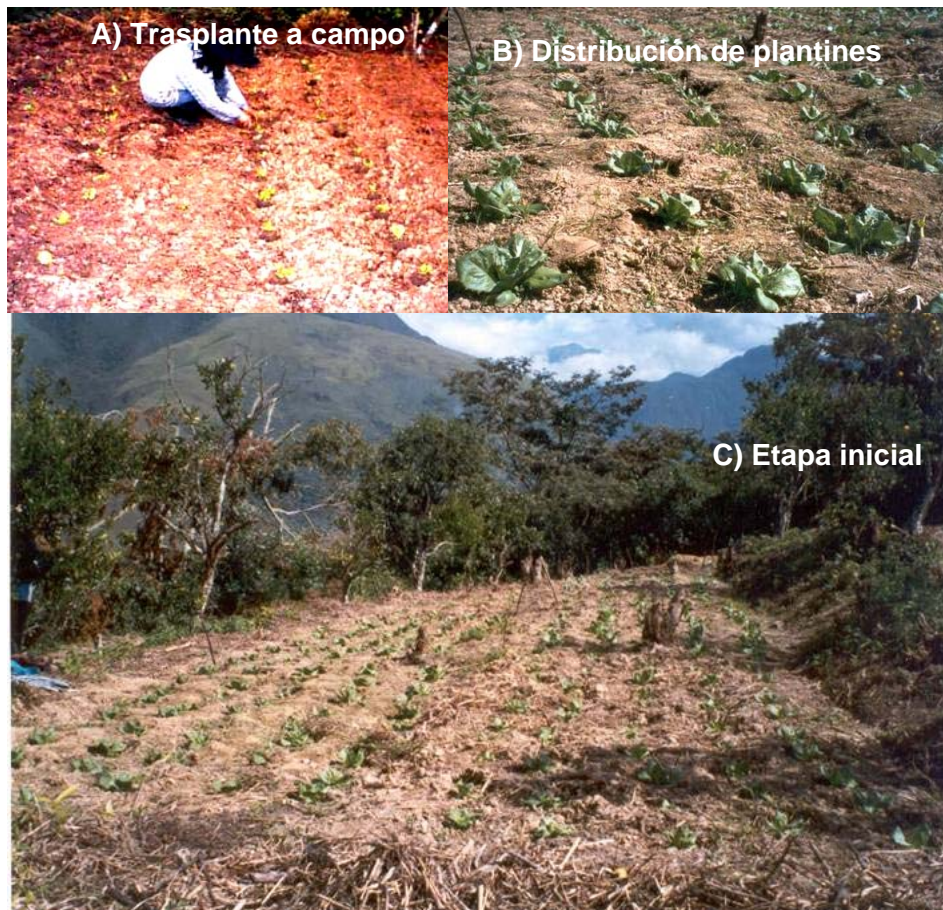


Figura 9. A) Trasplante a campo definitivo, B) Distribución de plantines, C) Etapa inicial de plantines en campo.

#### 4.3.7 Refallo de plantines

Luego de dos días del trasplante de cada tratamiento se procedió a la reposición o refallo de aquellas plántulas perdidas o cortadas por las hormigas, para mantener la uniformidad de la densidad de plantas en las parcelas.

#### 4.3.8 Labores culturales

De acuerdo a la planificación y al programa de manejo establecido para el presente ensayo se cumplieron con las siguientes actividades culturales:

- **Deshierbe:**

El control de hierbas (desmalezado) se realizó manualmente con machete y azadón en dos oportunidades durante el ciclo del cultivo, esta labor es muy importante para controlar la competencia de nutrientes entre plantas, para evitar además la pudrición del cuello de la planta. Asimismo se debe considerar que muchas de estas hierbas se comportan como hospederas de insectos como pulgones que son transmisores de enfermedades virales que atacan al cultivo de la lechuga.

- **Control de Plagas y enfermedades:**

Para controlar la presencia de insectos como pulgones (*Aphis persicae*), tortuguillas de franjas (*Diabrotica spp*) se aplicó 500 gr de ajo machacado, solución disuelta en dos litros de agua 24 horas antes de su aplicación, simultáneamente se preparó una solución jabonosa disolviendo  $\frac{1}{2}$  barra de jabón en un litro de agua. Posteriormente se filtraron ambos componentes por separado, luego se mezcló el extracto de ajo con la solución jabonosa en 20 litros de agua, para finalmente asperjar al cultivo con la ayuda de una mochila manual, planteado por (Ramírez, 2001).

En el mes de julio se presentó perforaciones en las hojas, en los tratamientos 5 y 6, causados por el gusano cortador (*Agrotis ipsilon*), para evitar mayores ataques se aplicó Biosulfocal (Caldo Sulfocalcico) en una dosis de 250 ml/10 litros de agua, propuesto por (PROBIOMA, 2003).

#### **4.3.9 Cosecha**

La cosecha se realizó cuando las plantas presentaron cabeza compacta y firme y con hojas exteriores caídas de la planta (Figura 10).



**Figura 10. Cabezas firmes y compactas listas para la cosecha.**

Las cosechas de los tratamientos se realizaron de acuerdo al siguiente orden: 87 días el primero, 95 días el segundo, 99 días el tercero, 103 días el cuarto, 106 días el quinto y el testigo a los 109 días, a partir de la siembra, cortando manualmente con cuchillo el tallo por debajo de la cabeza dejando algunas hojas envolventes que da cierto grado de protección a la cabeza. La cosecha de las cabezas se realizó de las líneas centrales de cada unidad, desechando los extremos.

#### **4.3.10 Transporte y Comercialización**

Las cabezas fueron reunidas en el área del cultivo para luego ser transportadas, al día siguiente, al camino carretero hacia la feria de Coroico y la ciudad de La Paz para su comercialización.

La demanda del producto en el mercado de Coroico al igual que en el mercado de Villa Fátima se amplió de manera considerable debido a la época invernal que no permitió producir esta hortaliza en otras zonas por las heladas y sequías, asimismo en el sector de Coroico las temperaturas fueron elevadas, por tanto hubo mayor demanda de lechugas y otras hortalizas.

## **4.4 Variables de estudio**

### **4.4.1 Variables fenológicas**

De acuerdo a Huerres y Caraballo (1988), se tomaron las siguientes variables fenológicas:

#### **4.4.1.1 Días al inicio de la formación de cogollo**

Esta variable se evalúa a partir del número de días transcurridos desde el trasplante en el terreno definitivo, hasta la etapa en donde más de 50% de plantas muestran cierta inclinación de hojas unas con otras durante el proceso de desarrollo, esto se produce aproximadamente a los 25 días.

#### **4.4.1.2 Días desde la formación de cogollo al compactado de la cabeza**

Para la evaluación de esta variable se realizó el conteo de días desde la etapa de formación de cogollos hasta que el 50% de las plantas presenten cierto grado de compactado (dureza). Aproximadamente a los 35 días.

#### **4.4.1.3 Días desde el compactado de cabezas a la cosecha**

Se realizó el conteo del número de días transcurridos desde el compactado hasta la cosecha, donde las cabezas presentaron una formación de repollo firme y listo para la cosecha. Esta fase se caracterizó por cortos intervalos de días a la cosecha. Aproximadamente a los 15 días a partir del compactado.

### **4.4.2 Variables agronómicas**

De acuerdo al CNPSH (1998) citado por Sejas (2000), se tomaron en cuenta las siguientes variables.

#### **4.4.2.1 Rendimiento**

Esta variable se obtuvo mediante el peso total de las cabezas cosechadas de las líneas centrales de cada unidad experimental, posteriormente este dato fue expresado en toneladas por hectárea.

#### **4.4.2.2 Altura de cabeza**

Para determinar la altura de cabeza de lechuga, se tomó la parte central de cada unidad experimental, ubicando las muestras de cada tratamiento, se midió con cinta métrica en centímetros, desde la base del cuello hasta la parte superior del cogollo de la planta, este parámetro se tomó en el momento de la cosecha en un promedio de seis muestras por unidad experimental.

#### **4.4.2.3 Diámetro de cabeza**

Se obtuvo los datos mediante un calibrador en el momento de la cosecha, de cada una de las muestras por cada tratamiento evaluando en centímetros.

#### **4.4.2.4 Peso de las cabezas**

Con el empleo de una balanza se procedió al pesaje de las cabezas de lechuga cosechadas, de cada tratamiento, cuyos pesos evaluados quedaron expresados en Kg.

#### **4.4.5 Análisis de costos de producción**

El análisis de costos de producción fue realizado en base a recomendaciones formuladas por Perrin et al (1979). Como parte de este análisis se consideraron algunos indicadores económicos como:

a) **Ingreso Total (IT)**, representado por la cantidad de producción (Q) multiplicado por su precio unitario (PU); útil para observar la ganancia bruta sin considerar los costos de producción; cuya formula es:

$$IT = Q * PU$$

b) **Ingreso neto (IN)**, corresponde al valor de la ganancia efectiva (Ingreso total) que otorga la producción de un bien después de habersele restado los costos totales.

$$IN = IT - CT$$

c) **Relación Beneficio/costo (B/C)**, resultante de la división del ingreso total por los costos totales. La comparación de este valor respecto al IT, permite estimar la rentabilidad o no de la producción de un bien, los valores comprendidos en esta variable poseen la unidad como punto de equilibrio donde no existe ganancia, utilidad ni pérdida:

$$B/C = (IT/CT)$$

$$B/C > 1 \text{ Rentable}$$

$$B/C = 1 \text{ Sin utilidad}$$

$$B/C < 1 \text{ No rentable}$$



## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1 Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos, precipitación, temperatura y humedad relativa durante el ensayo, se obtuvieron de la Estación Académica Carmen Pampa 2004.

#### 5.1.1 Temperatura

En la Figura 11, se observan los valores encontrados en referencia a las temperaturas mínimas, máximas registradas durante el ensayo.

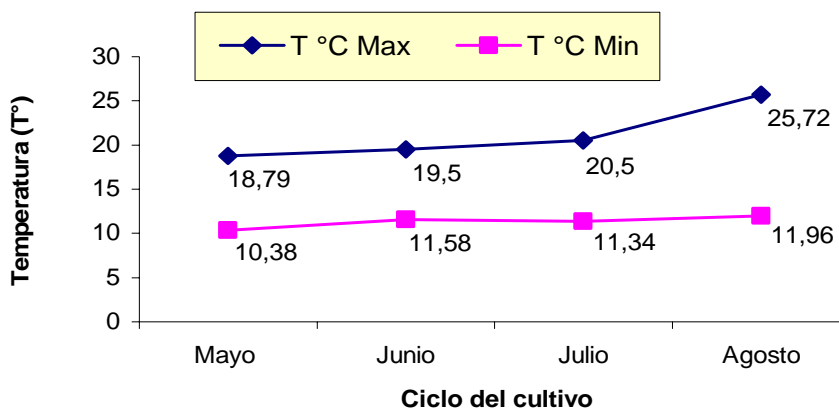


Figura 11. Temperatura promedio mensual máxima y mínima durante el ensayo.

Las temperaturas medias mensuales registradas a lo largo del desarrollo del cultivo fluctuaron entre 12.45 y 20.12°C, registrándose una temperatura promedio mínima de 10.38 °C, en el mes de mayo del 2004, y una temperatura máxima de 25.72° C, en el mes de agosto del 2004, estos valores concuerdan con lo expresado por Maroto (1995) quien manifiesta que la lechuga desarrolla bien en rangos de temperatura que van desde los 15 hasta los 20 °C por tanto los valores presentados



en la zona favorecieron al crecimiento, desarrollo y formación de cabeza de la lechuga.

### 5.1.2 Precipitación

La Figura 12, presenta la fluctuación en base a promedios de precipitación durante el ensayo registrándose 132.2 mm en los periodos de trasplante; 175.4 mm en julio durante el periodo de desarrollo vegetativo, siendo este valor el mas elevado en el ciclo del cultivo; en tanto que, en los periodos de compactación de las cabezas de los primeros tratamientos las precipitaciones disminuyeron a 78.7 mm

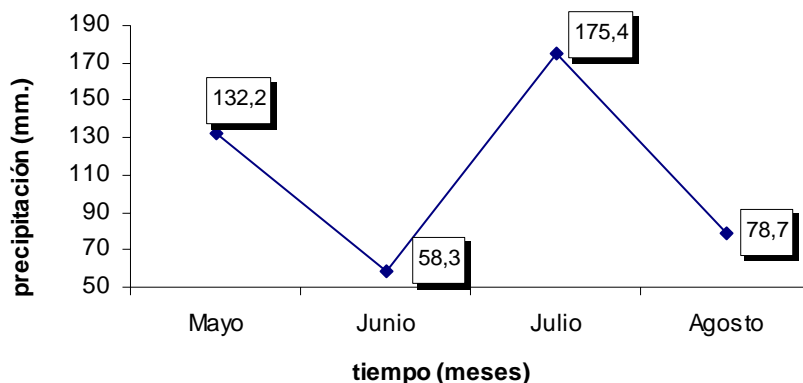


Figura 12. Precipitación mensual en mm durante el ensayo.

### 5.1.3 Humedad Relativa durante el ensayo

La humedad relativa promedio máxima de 92.92 % se presento en el mes de mayo y la mínima fue de 86.85 % en el mes de julio de 2004 (Figura 13). Al respecto Maroto (1995), menciona que en la fase de crecimiento de la roseta de lechugas la humedad debe ser mayor a 90% que después de la formación de roseta, en la formación del repollo (cabeza) puede disminuir, el exceso causa la formación de repollos más sueltos.

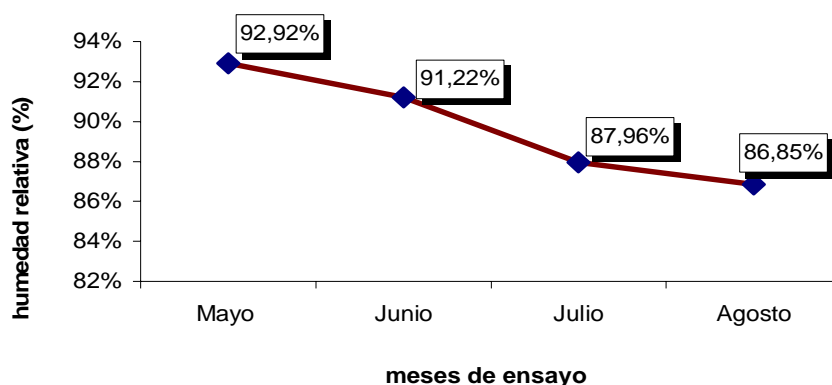


Figura 13. Humedad Relativa (%).

Por tanto en el periodo de almacigado y plantado de lechuga favoreció al desarrollo de la planta. Además, la humedad relativa mínima registrada coincidió con la etapa de formación de cabezas de lechuga.

## 5.2 Análisis de varianza para las variables fenológicas

Cuadro 6. Análisis de varianza para variables fenológicas.

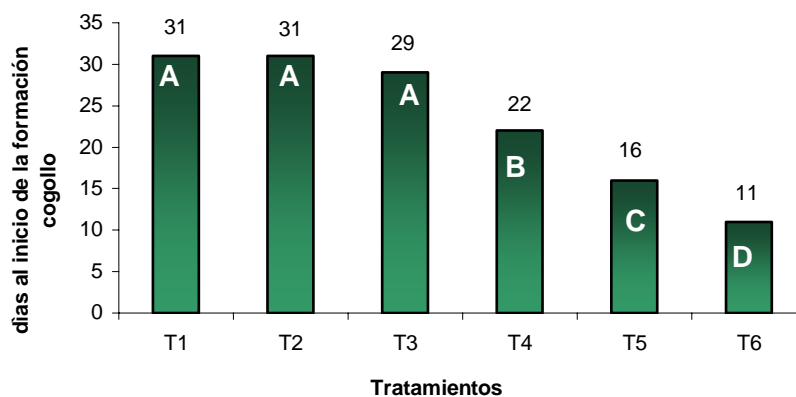
FV	Días al inicio de la formación de cogollo.		Días desde la formación de cogollo hasta el compactado		Días desde el compactado a la cosecha.	
	Fc	Ft	Fc	Ft	Fc	Ft
Bloques	4.04	3.29*	2.01	3.29 ns	5.60	3.29 *
Tratamientos	15.43	2.90*	30.97	2.90**	57.21	2.90**
C.V.	5.45 %		5.87 %		10.28 %	

(\*\*) Altamente significativo, (\*) Significativo, (ns) No significativo

Los coeficientes de variación para las variables fenológicas se encuentran dentro de los parámetros estadísticos aceptables en condiciones de campo, por tanto se puede advertir que los datos son considerados confiables y el manejo fue adecuado.

### 5.2.1 Días al inicio de la formación de cogollo

En el análisis de varianza para inicio de formación de cogollo (Cuadro 6), se encontraron diferencias significativas entre bloques y tratamientos, por lo que se realizó la prueba de rango múltiple a través de la prueba de Duncan.



**Figura 14. Número de días para el inicio de la formación de cogollo**

En la Figura 14, se encontraron la formulación de cuatro grupos de comparaciones diferenciados para esta variable, obteniéndose un rango de 31 a 11 días de transplante a la formación de cogollo.

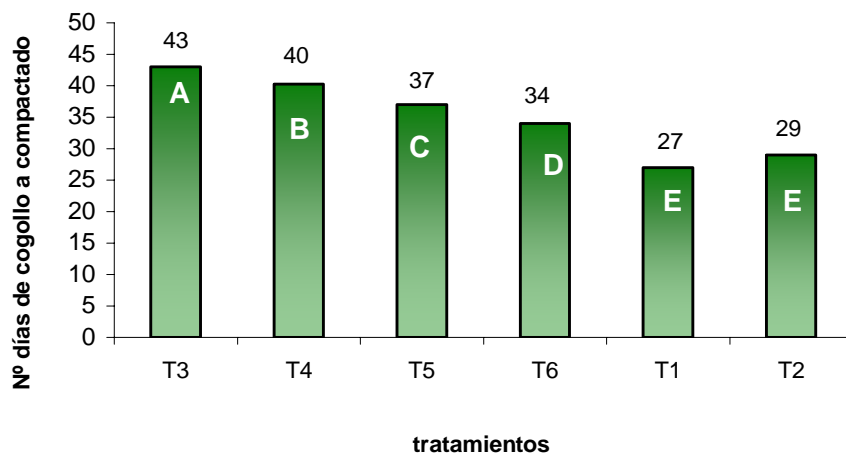
Los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron los mayores intervalos de tiempo, con 31, 31 y 29 días respectivamente; seguidas por el tratamiento 4, con 22 días; el tratamiento 5 presentó 16 días en esta etapa; en cambio, el tratamiento 6 presentó los menores intervalos de tiempo, con 11 días.

Las diferencias encontradas se deben a la técnica de transplante y al ciclo del cultivo. El tratamiento 6 que fue trasplantado a los 30 días concluyó su primera fase de crecimiento y desarrollo en almacigo y al ser llevado al terreno definitivo, pasó inmediatamente a la etapa de formación de cogollo; sin embargo, en los tratamientos trasplantados a los 5, 10 y 15 días las plantas continuaron su crecimiento y desarrollo en campo definitivo, por tanto se retardo la formación de cogollo.

Mientras mas tarde sea el transplante de la plántula a campo definitivo, el periodo de formación de cogollo se prolongara, por la falta de sustancias alimenticias, para el crecimiento y diferenciación de los órganos de la planta, como menciona Huerres y Caraballo (1988), los intervalos de días son cortos y esta fase se caracteriza por un lento crecimiento del tallo (pocos milímetros) y el inicio de nuevas hojas después de la recuperación de la planta.

### 5.2.2 Días de formación de cogollo al compactado de la cabeza de lechuga

En el análisis de varianza para esta variable (Cuadro 6) no se encontraron diferencias significativas entre bloques, demostrándose la homogeneidad del suelo; sin embargo se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, lo que conduce a realizar la prueba de Duncan.



**Figura 15. Número de días de la formación del cogollo hasta el compactado**

En la Figura 15, se puede observar que el tratamiento 3 presentó el mayor promedio de días, con 43 días de formación de cogollo al compactado; seguidos por los tratamientos 4, 5 y 6, con 40, 37 y 34 días; sin embargo, los tratamientos 2 y 1 presentaron los menores promedios de días, con 29 y 27 días.

Esta variación probablemente se debe al comportamiento del cultivo al tiempo transcurrido entre los trasplantes.

Los tratamientos 1 y 2, trasplantados a los 5 y 10 días a campo definitivo, lograron acumular mayor cantidad de sustancias nutritivas debido al desarrollo adecuado del sistema radicular, por tanto el cogollo se desarrolló en menor tiempo respecto a los demás tratamientos. Huerres y Caraballo (1988), afirman que el ritmo de crecimiento y extracción de nutrientes son superiores en la lechuga en la formación de cogollo, encontrándose de esta manera mayor tiempo de absorción de nutrientes realizados los trasplantes a campo 5,10,15 días.

### 5.2.3 Días desde el compactado a la cosecha

En el ANVA del Cuadro 6, se puede ver que existen diferencias significativas entre bloques y entre tratamientos para este periodo, por lo que se realizó la prueba de rango múltiple para la comparación de medias.

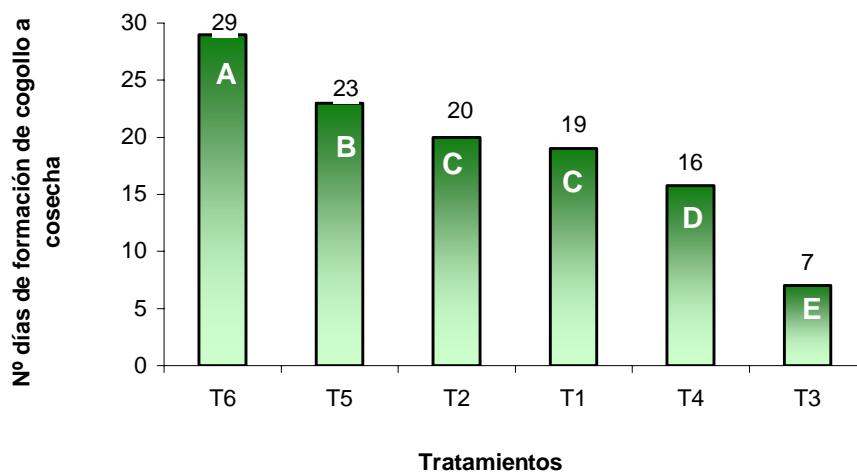


Figura 16. Número de días de la formación de cogollo hasta la cosecha

En la prueba de rango múltiple de Duncan (Figura 16), el tratamiento 6 presentó el mayor promedio en días de compactado de cabeza de lechuga a la cosecha, con 29 días; seguido por el tratamiento 5 con 23 días; los tratamientos 2 y 1 presentaron

similares días en esta etapa con 20 y 19 días; el tratamiento 4 presentó 16 días para esta etapa; sin embargo, el tratamiento 3 presentó el menor promedio de días, con 7 días.

Esta diferencia se debe al tiempo transcurrido entre los trasplantes de los tratamientos y a la variación climática presente en las diferentes etapas del cultivo. Por tanto el tratamiento 3 trasplantado a los 15 días luego del almácigo, probablemente desarrollo en forma adecuada su sistema radicular logrando la absorción de mayor cantidad de nutrientes necesarios para el desarrollo, crecimiento y diferenciación de las hojas y tallo de la planta. En cambio el tratamiento 6 trasplantado a los 30 días del almácigo sufre estrés en el momento del trasplante, lo que retardo los procesos fisiológicos en la planta.

### 5.3 Análisis de varianza para las variables agronómicas

Cuadro 7. Análisis de varianza para variables agronómicas.

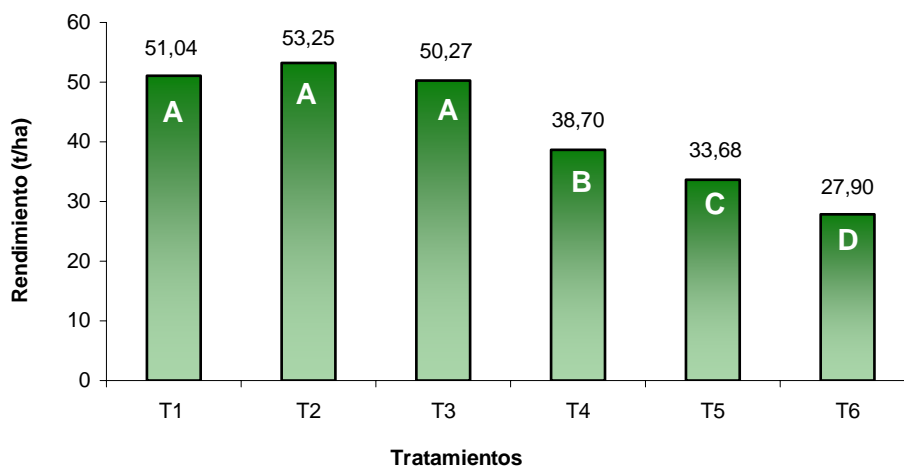
FV	Rendimiento		Altura de cabeza		Diámetro de cabeza		Peso Kg.	
	Fc	Ft	Fc	Ft	Fc	Ft	Fc	Ft
Bloques	0.17	3.29ns	0.5	3.29	0.1	3.29	0.48	3.29
Tratamient	40.2	2.90 **	15.	2.90*	4.2	2.90 *	42.1	2.90 **
C.V.	7.81%		7.06%		9.76%		7.82%	

(\*\*) Altamente significativo, (\*) Significativo, (ns) No significativo

El coeficiente de variación para las variables agronómicas se encuentra dentro del rango de tolerancia, por lo que se puede deducir que los datos obtenidos son confiables.

### 5.3.1 Rendimiento (t/ha)

En el análisis de varianza del Cuadro 7 no se encontraron diferencias significativas entre bloques, lo que demuestra que el terreno era relativamente homogéneo; sin embargo, se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que cada uno de los tratamientos presentó diferentes rendimientos, por tanto se realizó el cálculo de la prueba de medias de Duncan.



**Figura 17. Rendimiento por tratamiento**

En la comparación de medias de Duncan (Figura 17), los tratamientos 2, 1 y 3 presentaron los mayores rendimientos, con 53.25, 51.04 y 50.27 t/ha respectivamente; seguido por el tratamiento 4 con 38.70 t/ha; el tratamiento 5 presentó 33.68 t/ha; mientras que el tratamiento 6 registró el menor rendimiento con 27.90 t/ha.

Las diferencias en rendimiento de los tratamientos probablemente se deben al efecto del trasplante por días. En plántulas trasplantadas a los 10, 5 y 15 días después del almacigo, su sistema de raíces y hojas no sufren estrés, por tanto continúan sus procesos de acumulación de sustancias nutritivas para el normal desarrollo de los procesos fisiológicos de la planta; en cambio, en trasplantes realizados a los 30

días, las plántulas sufren estrés fisiológico por el arranque de sus raíces, lo que retarda la acumulación de sustancias nutritivas y el desarrollo de las plantas.

Giacconi y Escaff (1986) indican que, en general las plantas muy crecidas se recuperan del atraso inherente al trasplante con más lentitud que las que se encuentran a punto. Casseres (1984) sostiene que, las plántulas sufren un retraso fisiológico al trasplante al quedarle podadas las raicillas y pierde unos días en restablecerse.

Garcia (1978) menciona que el momento oportuno de efectuar el trasplante de las jóvenes plantas, para trasladarlas desde su terrina o cajita donde se sembraron, a los cubitos prefabricados de tierra especialmente adecuada, es a los diez a doce días después de su siembra.

### 5.3.2 Altura de lechuga repollada

En el análisis de varianza para altura de lechuga del Cuadro 7 se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, por lo que se realizó la prueba de Duncan.

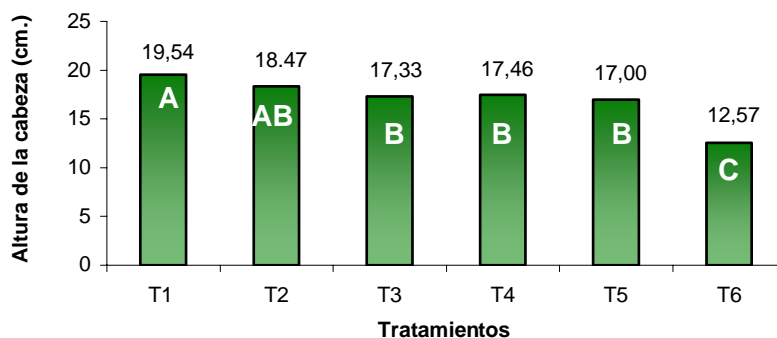


Figura 18. Altura de la planta (cm.)

La prueba de Duncan (Figura 18) muestra que los tratamientos 1 y 2 reportaron las mayores alturas de planta con 19.54 y 18.32 cm; a estos le siguen los tratamientos 4,



3 y 5 con alturas de 17.46, 17.33 y 17.00 cm; en cambio, el tratamiento 6 presentó menor altura de planta con 12.57 cm.

Las diferencias encontradas en altura de planta, de los tratamientos posiblemente se deben a los diferentes días de trasplante de las plántulas a campo definitivo y a la variabilidad ambiental. Las plántulas trasplantadas a los 5 y 10 días después del almácigo además de no sufrir estrés por el arranque de sus raíces fueron favorecidos por las precipitaciones intensas en la etapa inicial. En cambio, las plántulas trasplantadas a los 30 días sufrieron retardo en el desarrollo, crecimiento y diferenciación de células, debido al arranque de raíces, a esto se suma el descenso de las precipitaciones luego de realizado el trasplante.

Al respecto Rodríguez (1991) menciona que, todas las plantas necesitan de agua para su existencia la mayor parte en la etapa inicial. Así mismo Limongelli (1995) indica que, el máximo crecimiento en el cultivo de la lechuga se logra sólo cuando se provee a la planta de una buena cantidad de agua a lo largo del ciclo reproductivo.

### 5.3.3 Diámetro de lechuga repollada

En el ANVA para diámetro de lechuga (Cuadro 7) se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, para conocer cuan significativo es la diferencia entre las medias de los diámetros de la cabeza de lechuga se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan.

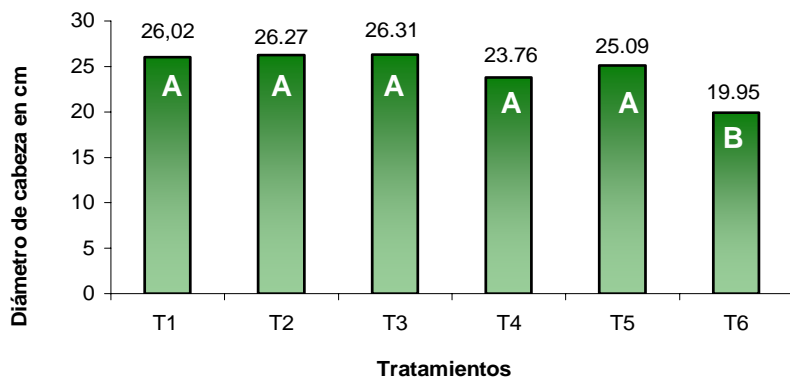


Figura 19. Diámetro de lechuga (cm.)

En la Figura 19, los tratamientos 3, 2, 1, 5 y 4, presentaron diámetros de cabeza mayores, con 26.31, 26.27, 26.02, 25.09 y 23.76 cm. En cambio, el tratamiento 6 presentó el menor diámetro, con 19.95 cm.

Las diferencias entre tratamientos se atribuyen al manejo de trasplante a diferentes tiempos y al factor medio ambiente. En el testigo, llevado a campo a los 30 días, el desarrollo y crecimiento de sus tejidos vegetales es menor debido a la interrupción celular provocado por el arranque de las raíces, además en la etapa de formación de roseta las precipitaciones descendieron.

Al respecto Huerres y Caraballo (1988) sostienen que, en la fase de crecimiento de la roseta de hojas, la humedad debe ser mayor que después de formar la roseta y en la formación de cabeza puede disminuir.

#### 5.3.4 Peso de lechuga repollada

En el análisis de varianza para el peso de cabeza de lechuga (Cuadro 7), no se encontraron diferencias significativas entre bloques, lo que demuestra la relativa homogeneidad del terreno; sin embargo, se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, lo que demuestra que existen variaciones en los pesos de las cabezas de lechuga presentados por cada tratamientos, por lo que se realizó el cálculo de la prueba de medias de Duncan.

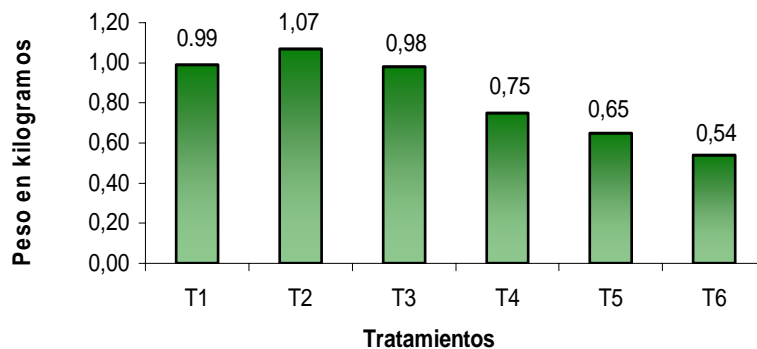


Figura 20. Peso de la lechuga repollada (Kg.)

En la prueba de medias (Figura 20), los tratamientos 2, 1 y 3 presentaron los mayores pesos de cabeza con 1.07, 0.99 y 0.98 kg. Los tratamientos 4 y 5 presentaron pesos de 0.75 y 0.66 kg. Mientras que, el tratamiento 6 presentó el menor peso de cabeza con 0.54 kg.

Esta diferencia obtenida en peso de los tratamientos 2, 1 y 3 frente al testigo se debe al trasplante por días. Los tratamientos 1, 2 y 3 llevado a campo definitivo a los 5, 10 y 15 días presentaron mayor expansión foliar en la etapa de crecimiento, debido a que no sufren estrés por efecto del trasplante y los procesos fisiológicos se desarrollan normalmente. Mientras que, el tratamiento 6 trasplantado a los 30 días presentó un sistema radicular desarrollado, al ser extraído del almacigo se arrancó algunas puntas de raíces y raicillas por tanto la planta sufrió estrés por lo que detuvo su crecimiento y desarrollo normal y presentó cabezas sueltas y livianas.

Fachinello y Mattei (2005), indican que, la época de realización del trasplante está en función del estado de desarrollo de la plántula de lechuga y no de la época del año. Lo ideal sería realizar el trasplante lo más breve posible, después de la emergencia, sin embargo, existe la necesidad de que ocurra el enriquecimiento de la estructura de la plántula a fin de hacer posible su manipulación.

#### 5.4 Análisis de los costos de producción

Cuadro 8. Análisis de los costos parciales de producción de cada Tratamiento.

Tratamientos	Rendimiento	Precio	IB / ha.	Costo Total.	IN = IB - CP	Beneficio / Costo.
T1	51.035	0.85	43.379	10628.72	32750.28	3.08
T2	53.245	0.90	47.920	10628.72	37291.28	3.50
T3	50.245	0.80	40.196	10628.72	29567.28	2.78
T4	38.697	0.75	29.022	10628.72	18393.28	1.73
T5	33.682	0.70	23.577	10628.72	12948.28	1.21
Testigo	27.895	0.65	18.131	10628.72	7502.28	0.70

En el análisis del Cuadro 8, el tratamiento 2 presentó un beneficio neto de 37291.28 Bs/ha, este es el mayor valor encontrado en comparación con los demás tratamientos.

En cuanto a la relación beneficio/costo, el tratamiento 2 presentó mayor relación beneficio costo con 3.5; seguido por los tratamientos 1, 3, 4 y 5 con valores de 3.0, 2.7, 1.7 y 1.2 respectivamente; el tratamiento que presento menor relación beneficio costo fue el testigo con 0.7.

## 6. CONCLUSIONES

Conforme a los resultados obtenidos se llegaron a las siguientes conclusiones:

El mejor tiempo de trasplante a campo para la lechuga arrepollada fue de 10 días, con el que se logro el mayor rendimiento de 50.2 t/ha en comparación con los demás tratamientos.

Respecto a la evaluación de las fases fenológicas de la lechuga repollada a partir del trasplante a campo:

- ✓ En días de inicio de formación de cogollo, los trasplantes realizados a los 5 y 10 días presentaron en promedio mayores intervalos de tiempo, ambos con 31 días; el trasplante realizado a los 30 días reporto los menores promedios, con 11 días.
- ✓ Los trasplantes realizados a los 15 días presentaron mayores promedios en días de formación de cogollo al compactado, con 43 días; sin embargo, los trasplantes efectuados a los 5 días presentaron los menores promedios, con 27 días.
- ✓ Los trasplantes realizados a los 30 días demuestran mayores días de compactado a la cosecha, con promedios de 29 días; mientras que, en trasplantes realizados a los 15 días obtuvieron menores días, con promedios de 7 días.

En la evaluación agronómica de la lechuga repollada trasplantada con pan de tierra se obtuvo:

- ✓ En trasplantes efectuados a los 10 días después del almácigo presentaron mayores promedios en rendimiento, con 53.25 t/ha; en cambio, en trasplantes

realizados a los 30 días se obtuvieron menores promedios en rendimiento, con 23.90 t/ha.

- ✓ Las plántulas de lechuga llevadas a campo a los 5 días alcanzaron alturas mayores, con promedios de 19.54 cm; en cambio, los trasplantes realizados a los 30 día lograron menores alturas, con promedios de 12.57 cm.
- ✓ Los trasplantes realizados a los 15 días presentaron los mayores diámetros, con promedios de 26.31 cm.; mientras que, los trasplantes efectuados a los 30 días obtuvieron promedios de 19.95 cm.
- ✓ El trasplante realizado a los 10 días obtuvo durante la cosecha mayor promedio de peso de cabeza de lechuga con 1.07 kg.; mientras que, las lechugas trasplantadas a los 30 días, presentaron promedios de 0.54 kg.

En cuanto al análisis de la relación beneficio/costo para los distintos tratamientos:

- ✓ El trasplante realizado a los 10 días presento el mayores beneficio neto con Bs/ha 37291.28, lo que significa una relación beneficio costo de 3.50; mientras que, el trasplante efectuado a los 30 días reporto menor beneficios netos con Bs/ha 7502.28 y la relación beneficio costo alcanzada fue de 0.70.
- ✓ Esta técnica de trasplante en cubos permite un mejor desarrollo sin problemas, de tal forma que el sistema radicular obtiene una consistencia firme y estable por el continuo contacto entre raíz y sustrato sin descubrir este órgano, lo que contribuye a disminuir la perdida de plantas llevadas al terreno definitivo permitiendo ingresos económicos mayores, por tanto el cultivo es rentable.

## 7. RECOMENDACIONES

Esperando fortalecer la investigación, se señala las siguientes recomendaciones.

- ✓ Se recomienda a los productores de hortaliza de la población Yungueña utilizar productos naturales de origen botánico y otros elementos minerales como el azufre, cobre y cal, para el control de plagas y enfermedades, permitida dentro la agricultura ecológica.
- ✓ Se sugiere realizar el trasplante de lechuga lo mas breve posible después de la emergencia a campo definitivo.
- ✓ Se recomienda realizar siembra directa en cubitos para reducir el tiempo de producción de los plantines.
- ✓ Realizar el trasplante de lechuga de esta variedad salinas a una densidad de 50 x 50 por su mayor expansión foliar.

## 8. BIBLIOGRAFIA

AOPEB (Asociación de Organizaciones Productores Ecológicos de Bolivia). 2002. La Paz, Bolivia. s.p.

Altieri, M. 1997. Agroecología. CLADES, Lima Perú. 187 p.

Agrobolivia. 2006. Dirección de estadísticas. Consultado 24 abril 2006. Disponible en [http://www.maca.gou.bo/agrobolivia/documentos/lechuga-2\(i\).pdf](http://www.maca.gou.bo/agrobolivia/documentos/lechuga-2(i).pdf)

Calzada, B.J. 1970. Métodos Estadísticos para la investigación. 5 ed. Ed. Milagros. Lima Perú. 585p.

Casseres, E. 1984. Producción de hortalizas. 3ra. edición. Ed. IICA. San José, Costa Rica. pp 41–185.

Condori, B. 2006. Comportamiento Agronómico de cinco variedades de arveja (*Pissun sativum L.*) con Manejo Ecológico en la localidad de Coroico. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 74 p.

Condori, V. 2003. Evaluación de dos métodos de aplicación de fertilizantes nitrogenado y dos tipos de trasplante en dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa L*) en carpa solar. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 38 p.

Chilon, E. 1997. Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas. 3 ed. Ed. Centro de Investigación y Difusión de Alternativas Tecnológicas para el Desarrollo. La Paz \_ Bolivia. pp 102-149.

Churquina, V. 2004. Entrevista. La Paz- Bolivia



Fachinello, J. y Mattei V. 2005. Producción de hortalizas. Ed. Universitaria S.A. Santiago de Chile. 76 p.

Figuroa, R. y Rosskamp, R. 1996. Guía para la Caficultura Ecológica. Ed. “Desarrollo Alternativo” del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). Lima Perú. 14 p.

García, P.A. 1978. Cultivo y comercialización de la lechuga. 2ra. ed. Barcelona España. pp 84-91.

Giaconi, V. y Escaff, G. 1986. Cultivo de Hortalizas. Ed. Universitaria S.A. Santiago de Chile. pp 59 – 62.

Herbas, R. 1981. Manual de Fitopatología. Ed. Universitaria. Oruro–Bolivia. pp 368 -369.

Huerres, C. y Caraballo, N. 1988. Horticultura. Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. Cuba. pp 55-63.

Limongelli, J. 1995. Repollo y otras crucíferas. Ed Hemisferio sur. pp 17-37.

Mallar, A. 1978. La lechuga. Ed. Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina. 62 p.

MACA (Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, BO) 1977 Mapa Ecológico de Bolivia. La Paz, BO. s.p.

Maroto, J. V. 1995. Horticultura Herbácea Especial. 4ta ed. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. pp 215-231.

Martínez, G. 1981. Técnicas de trasplante de berenjena para cultivo bajo plástico. Madrid – España. 37p.

Ramírez, L. S. 2001. Manual de biopesticidas. Care Bolivia. pp 7-8.

Restrepo, J. 2001. Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y Biofertilizantes Foliare. ed. IICA. San José, Costa Rica. 19 p.

Perrin, R. y Anderson. J. 1988. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México. D.F. CIMMYT. 79 p.

Primavesi, A. 1996. Manejo Ecológico del Suelo. Ed. Nobel. Sao Paulo Brasil. pp 25-28.

PDM (Plan de desarrollo municipal de coroico), 2003. Diagnostico Ambiental del Municipio. pp 3-17

.  
PROBIOMA (Productividad biosfera y medio ambiente), 2003. Control biológico del “Mal de Almaciguera”. Santa Cruz–Bolivia. s.p.

Rodríguez, J. 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. Ed. Trillas. S.A. México. D.F. pp 38-39.

Rodríguez, M. 1991. Fisiología Vegetal. Ed. Los Amigos del Libro. Cochabamba – La Paz pp 88 – 144.

Trabanino, R. 1998. Guía para el Manejo Integrado de Plagas Invertebradas en Honduras. El Zamorano, Honduras, Centroamérica. pp 41-45.

Valades, A. 1993. Producción de hortalizas. Ed. Limuza S.A. México D.F. 298 p.

Vigliola, M. 1986. Manual de horticultura. Ed. Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina. pp 19-24.

# ANEXOS

**Anexo 1. Datos climáticos durante el ensayo (meses Mayo, Junio, Julio y Agosto)****Mes de Mayo:****Mayo de 2004**

Día	Temperatura			Humedad Relativa				Precipitación
	T° Max	T° Min	T° media	HR 8:00	HR 14:00	HR 18:00	HR° Prom	PP (mm)
1	17	9	13	100	96	97	97.6666667	6.5
2	15	8	11.5	100	80	96	92	2
3	17	8.5	12.75	99	89	92	93.3333333	0
4	18	9	13.5	100	100	100	100	25
5	14	8	11	100	93	100	97.6666667	18.5
6	13	9	11	100	91	97	96	3.5
7	14	9.5	11.75	100	73	98	90.3333333	2.3
8	19	10	14.5	100	89	100	96.3333333	0
9	24.5	9.5	17	100	61	98	86.3333333	0
10	24	10	17	90	66	93	83	0
11	23.5	11	17.25	100	64	89	84.3333333	0
12	24	12	18	100	70	92	87.3333333	0
13	23.5	12	17.75	100	68	99	89	0
14	22.5	11	16.75	100	96	100	98.6666667	3.5
15	22	11.5	16.75	100	96	94	96.6666667	7.5
16	21	11	16	100	62	93	85	0.5
17	22	12	17	100	62	90	84	0
18	21	11	16	100	81	95	92	0
19	21	11	16	100	75	90	88.3333333	1
20	20	11	15.5	100	79	95	91.3333333	0
21	21.5	10.5	16	100	66	85	83.6666667	0
22	18	11	14.5	100	99	98	99	2
23	17.5	13	15.25	100	92	100	97.3333333	3.8
24	16	11	13.5	100	98	100	99.3333333	25.5
25	17	11	14	100	98	100	99.3333333	16.5
26	15.5	11	13.25	100	100	100	100	8.5
27	14.5	10.5	12.5	100	98	100	99.3333333	4.5
28	11	10	10.5	100	97	100	99	1
29	20	10	15	100	71	96	89	0.5
30	18	10	14	100	79	97	92	0.6
31	17.5	10	13.75	100	84	96	93.3333333	0
<b>Media</b>	<b>18.7903</b>	<b>10.3871</b>	<b>14.5887097</b>	<b>99.6451613</b>	<b>83</b>	<b>96.1290323</b>	<b>92.9247312</b>	<b>132.2</b>

**Mes de Junio:****Junio de 2004**

Día	Temperatura			Humedad Relativa				Precipitación
	T° Max	T° Min	T° media	HR° 8:00	HR° 14:00	HR° 18:00	HR° Prom.	PP (mm)
1	15	13	14	100	100	100	100	9.5
2	15	12	13.5	100	100	98	99.33333	13.3
3	19	11	15	100	98	97	98.33333	1.7
4	20	10	15	100	76	97	91	0
5	21	10	15.5	100	74	95	89.66667	0
6	17	10	13.5	100	65	89	84.66667	0.5
7	18	10	14	100	80	95	91.66667	0
8	17	13	15	100	85	100	95	0.3
9	20	11	15.5	100	97	98	98.33333	1.8
10	22	11	16.5	100	78	95	91	2.2
11	20	11	15.5	100	73	94	89	0
12	17	14	15.5	100	74	100	91.33333	0
13	21	10	15.5	100	100	100	100	0.9
14	18	10	14	100	97	96	97.66667	7.7
15	18	11	14.5	100	81	95	92	0.3
16	18	11	14.5	100	80	97	92.33333	0
17	21	16	18.5	99	78	93	90	0
18	21	12	16.5	100	73	90	87.66667	0
19	21	12	16.5	100	60	95	85	0
20	21	17	19	100	62	86	82.66667	0
21	22	11	16.5	100	88	89	92.33333	0
22	22	12	17	100	67	93	86.66667	0
23	21	10	15.5	100	64	93	85.66667	0
24	22	14	18	100	89	98	95.66667	0
25	21	12	16.5	100	84	93	92.33333	2.3
26	19	10	14.5	100	72	96	89.33333	0
27	22	11	16.5	100	80	95	91.66667	0
28	22	12	17	98	80	92	90	17.8
29	11	10	10.5	98	80	92	90	0
30	23	11	17	98	64	99	87	0
31		11	11	98	63		80.5	0
<b>Media</b>	<b>19.5</b>	<b>11.58065</b>	<b>15.54032</b>	<b>99.70968</b>	<b>79.41935</b>	<b>95</b>	<b>91.22043</b>	<b>58.3</b>

**Mes de Julio:****Julio de 2004**

Día	Temperatura			Humedad Relativa				Precipitación
	T° Max	T° Min	T° media	HR° 8:00	HR° 14:00	HR° 18:00	HR° Prom.	PP (mm)
1								0
2	21		21			98	98	0
3		18	18	80	75		77.5	0
4								0
5	22	11	16.5	100	87	95	94	0
6	21	13	17	100	77	94	90.3333333	0
7	19.5	12.5	16		80	90	85	21
8	24	12.5	18.25	98	61	86	81.6666667	0
9	22	12	17	100	63	96	86.3333333	0
10	23	11	17	100	75	91	88.6666667	0
11								65
12	18	9	13.5	100	80	93	91	0
13	21	9	15	99	63	91	84.3333333	0
14	22	12	17	99	55	84	79.3333333	0
15	21	11	16	98	62	85	81.6666667	0
16		12	12	98			98	0
17								0
18								0
19	21	11	16	99	65	96	86.6666667	34.5
20	22	10	16	99	55	94	82.6666667	0
21	21.5	10	15.75	100	59	96	85	0
22	22	9	15.5	100	60	85	81.6666667	0
23	22	11	16.5	100	54	80	78	0
24	21	11	16	95	70	85	83.3333333	0
25	17	11.5	14.25	100	100	94	98	12
26	21	9	15	99	65	90	84.6666667	0
27	20	11	15.5	100	74	96	90	0
28	22	12	17	98	68	91	85.6666667	0
29	17	14	15.5	100	100	100	100	6.4
30	16	11	13.5	100	100	100	100	34.5
31	15	10	12.5	100	92	95	95.6666667	2
<b>Media</b>	<b>20.5</b>	<b>11.34</b>	<b>15.8942308</b>	<b>98.4166667</b>	<b>72.5</b>	<b>91.875</b>	<b>87.9679487</b>	<b>175.4</b>

**Mes de Agosto:****Agosto de 2004**

Día	Temperatura			Humedad Relativa				Precipitación
	T° Max	T° Min	T° media	HR° 8:00	HR° 14:00	HR° 18:00	HR° Prom.	PP (mm)
1								0
2								0
3	18	10	14			95	95	0
4	20	11	15.5	100	80	90	90	0
5	24	10.5	17.25	100	55	77	77.3333333	0
6	33.5	11.5	22.5	95		75	85	0
7	18.5	12	15.25	100	100	100	100	10.8
8	15	10	12.5	100	94	99	97.6666667	15.5
9	21	8	14.5	100	31	85	72	0
10	21	11	16	100	59	86	81.6666667	0
11	23	10	16.5	100	60	93	84.3333333	0
12	23	10	16.5	100	62	81	81	0
13	24	11	17.5	83	52	70	68.3333333	0
14	35	11	23	90	50	77	72.3333333	0
15	34	12	23	100	90	93	94.3333333	0
16	22	15	18.5	100	69	88	85.6666667	3.8
17	25	12	18.5	100	80	99	93	0
18	31	12	21.5	100	90	92	94	2
19	31	12	21.5	100	75	92	89	0
20	32	13	22.5	100	66	97	87.6666667	1.6
21	31	14	22.5	100	80	90	90	2.5
22	31	13	22	100	100	98	99.3333333	13.2
23	27	11	19	100	90	100	96.6666667	15
24	28	13	20.5	100	95	99	98	9.7
25	26	12	19	100	96	98	98	4.6
26	29	10	19.5	91	95	91	92.3333333	0
27	34	9	21.5	100	56	75	77	0
28	18	27	22.5	100	55	50	68.3333333	0
29	21	12	16.5	100	90	100	96.6666667	0
30	20	11	15.5	100	60	70	76.6666667	0
31	30	13	21.5	100	58	74	77.3333333	0
<b>Media</b>	<b>25.7241379</b>	<b>11.9655172</b>	<b>18.8448276</b>	<b>98.5357143</b>	<b>73.6296296</b>	<b>87.3793103</b>	<b>86.8505747</b>	<b>78.7</b>

**Anexo 2. Análisis químico de los suelos de Coroico**

<b>Característica</b>	<b>Rango</b>
% Arena	12
%Arcilla	47
%Limo	41
Clase textural	Arcillo limoso
% Grava	13.6
pH	5.51
C.E. (mS/cm) 1:5	0.069
% M.O	2.98
% N total	0.16
P asimilable (ppm)	38.03

Fuente: Instituto de Biotecnología Nuclear (IBTEN) 2004

**Anexo 3. Costo de producción del trasplante de lechuga repollada**

<b>Descripción de insumos y equipos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (Bs.)</b>	<b>Total</b>
Gallinaza	Tn.	8.145	173.908	1416.48
Semilla Certificada	Kg.	0.25	928.26	232.14
Tricodamp	Kg.	9.00	175.00	1575.00
Biosulfocal	ml.	1.00	15.00	15.00
Adherente (Jabón)	uni	12.00	1.00	12.00
Ajo	Kg.	10.00	8.81	88.10
Herramientas de trabajo y otros	Glob.	1.00	300.00	300.00
<b>TOTAL</b>				<b>3638.72 Bs.</b>



**2. MANO DE OBRA**

<b>Siembra en bandejas</b>				
Preparación de tierra negra y siembra.	Jornal	1.00	25.00	25.00
<b>Preparado del sustrato</b>				
Preparación de tierra del lugar.	Jornal	4.00	25.00	100.00
Zarandeado de tierra negra.	Jornal	4.00	25.00	100.00
Zarandeado de gallinaza.	Jornal	4.00	25.00	100.00
Armado del almacigo.	Jornal	4.00	25.00	100.00
Mezcla del sustrato.	Jornal	2.00	25.00	50.00
Trasplante de plántulas al almacigo.	Jornal	6.00	25.00	150.00
<b>Preparación de terreno</b>				
Limpieza del terreno.	Jornal	7.00	25.00	175.00
Nivelado	Jornal	5.00	25.00	125.00
<b>Trasplante</b>				
Apertura de hoyos.	Jornal	30.00	25.00	750.00
Aplicación de gallinaza.	Jornal	6.00	25.00	150.00
Plantación a campo definitivo.	Jornal	30.00	25.00	750.00
Riego.	Jornal	1.00	25.00	25.00
<b>TOTAL</b>				<b>2600.00</b>
<b>Labores culturales</b>		<b>Unidad Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Aplicación de biopesticidas.	Jornal	4.00	25.00	100.00
Deshierbe.	Jornal	12.00	25.00	300.00
Riego.	Jornal	25.00	25.00	625.00
<b>Cosecha</b>				
Cosecha.	Jornal	25.00	25.00	625.00
Selección.	Jornal	2.00	25.00	50.00
Manipuleo	Jornal	2.00	25.00	50.00
<b>Transporte al mercado.</b>				
Pasaje a coroico.	Tn.	30000.00	0.025	750.00
Pasaje de coroico a La Paz.	Tn.	30000.00	0.058	1740.00
Descargue al mercado	Glob.	1.00	150.00	150.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA.</b>				<b>6990.00</b>

**3. TOTAL COSTO (EGRESOS) (1+2)/ ha.**

$$3638.72 \text{ Bs.} + 6990.00 = 10628.72$$

1. Costo de insumos, herramientas de trabajo y equipos necesarios para el cultivo.

2. Costo de actividades en el ciclo del cultivo de lechuga repollada.

**Numero de cabezas por ha, ingreso total del cultivo de la lechuga repollada.**

Descripción	No de Cabezas por ha.	Perdidas en transporte, cosecha 10%	No de cabezas comercializables.	Precio por cabeza. Bs.	Ingreso Total./ Bs.
Variedad Salinas	30000.00	3000	27000	1.00	27000

**Costo de producción, ingreso neto y relación beneficio costo**

Descripción	Nº de cabezas comercializadas	Precio (Bs)	Ingreso Total/ha	Costo total	IN	B/C
<b>Valor</b>	27000	1.00	27000	10628.72	16371.2	1.54

**Anexo 4. Promedios de los tratamientos de las variables fonológicas y agronómicas****Etapas del trasplante al inicio de formación de cogollo.****TRATAMIENTO**

Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>I</b>	31	31	29	23	16	11
<b>II</b>	30	29	28	22	16	8
<b>III</b>	31	34	31	23	17	12
<b>IV</b>	32	30	28	20	15	13
<b>PROMEDIO</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>11</b>

**Días desde la formación de cogollo hasta el compactado****TRATAMIENTO**

Bloque	T 3	T 4	T5	T6	T1	T2
I	43	40	37	34	27	29
II	40	39	37	35	28	28
III	45	42	38	36	26	30
IV	44	40	36	31	27	29
<b>PROMEDIO</b>	<b>43</b>	<b>40</b>	<b>37</b>	<b>34</b>	<b>27</b>	<b>29</b>

**Etapa de cogollo a la cosecha****TRATAMIENTO**

Bloque	T6	T5	T2	T1	T4	T3
I	29	23	19	18	15	7
II	30	24	23	19	19	12
III	27	20	16	21	14	2
IV	30	25	22	18	15	7
<b>PROMEDIO</b>	<b>29</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>7</b>

**RENDIMIENTO t/ha**

Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	48.85	55.02	50.4	31.88	35.48	30.85
II	51.42	52.02	49.88	42.17	31.37	30.85
III	52.45	51.94	48.85	44.74	35.48	24.17
IV	51.42	54	51.94	36	32.4	25.71
<b>PROMEDIO</b>	<b>51.04</b>	<b>53.25</b>	<b>50.27</b>	<b>38.70</b>	<b>33.68</b>	<b>27.90</b>

**Altura de la cabeza (cm)**

<b>Bloque</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
<b>I</b>	19.66	18.33	17.99	16.98	17.66	12.21
<b>II</b>	18.63	17.83	16.84	16.96	15.88	14.02
<b>III</b>	17.22	19.23	16.86	17.96	17.61	11.99
<b>IV</b>	22.66	17.87	17.63	17.95	16.86	12.05
<b>PROMEDIO</b>	19.54	18.32	17.33	17.46	17.00	12.57

**Diámetro de la cabeza de lechuga (cm)**

<b>Bloque</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
<b>I</b>	25.94	24.28	25.92	21.73	26.5	22.12
<b>II</b>	24.99	28.78	27.27	22.2	25.05	20.55
<b>III</b>	25.73	25.52	25.37	28.78	20.7	18.41
<b>IV</b>	27.41	26.51	26.69	22.31	28.1	18.73
<b>PROMEDIO</b>	<b>26.02</b>	<b>26.27</b>	<b>26.31</b>	<b>23.76</b>	<b>25.09</b>	<b>19.95</b>

**Peso de cabeza de lechuga repollada en (kg).**

<b>Bloque</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
<b>I</b>	0.95	1.07	0.98	0.62	0.69	0.6
<b>II</b>	1	1.13	0.97	0.82	0.61	0.6
<b>III</b>	1.02	1.01	0.95	0.87	0.69	0.47
<b>IV</b>	1	1.05	1.01	0.7	0.63	0.5
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.99</b>	<b>1.07</b>	<b>0.98</b>	<b>0.75</b>	<b>0.65</b>	<b>0.54</b>

### Anexo 5. Análisis de varianza de las variables fenológicas

#### Etapa de transplante al inicio de formación de cogollo

Class Levels Values  
 B 4 1 2 3 4  
 T 6 1 2 3 4 5 6  
 Number of observations in data set = 24

The SAS System  
 Analysis of Variance Procedure  
 Dependent Variable: Y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	1449.00000000	181.12500000	111.65	0.0001
Error	15	24.33333333	1.62222222		
Corrected Total	23	1473.33333333			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y Mean
0.983484	5.458564	1.27366488	23.33333333

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	3	19.66666667	6.55555556	4.04	0.0273
T	5	129.33333333	25.86666667	15.43	0.0001

Duncan's Multiple Range Test for variable: Y

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 1.622222

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	1.920	2.012	2.070	2.109	2.137

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	T
A	31.0000	4	1
A			
A	31.0000	4	2
A			
A	29.0000	4	3
B	22.0000	4	4
C	16.0000	4	5
D	11.0000	4	6

**Días desde la formación de cogollo hasta el compactado**

Class Level Information  
 Class Levels Values  
 B 4 1 2 3 4  
 T 6 1 2 3 4 5 6  
 Number of observations in data set = 24

Dependent Variable: Y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	797.33333333	99.66666667	54.12	0.0001
Error	15	27.62500000	1.84166667		
Corrected Total	23	824.95833333			

R-Square 0.966513  
 C.V. 5.872762  
 Root MSE 1.35708020  
 Y Mean 35.04166667

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	3	11.12500000	3.70833333	2.01	0.1553
T	5	286.20833333	57.24166667	30.97	0.0001

Duncan's Multiple Range Test for variable: Y

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 1.841667

Number of Means 2 3 4 5 6  
 Critical Range 2.045 2.144 2.205 2.247 2.277

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	T
A	43.0000	4	3
B	40.2500	4	4
C	37.0000	4	5
D	34.0000	4	6
E	29.0000	4	2
E			
E	27.0000	4	1

**Días de compactado a la cosecha**

Class Level Information  
 Class Levels Values  
 B 4 1 2 3 4  
 T 6 1 2 3 4 5 6  
 Number of observations in data set = 24

Dependent Variable: Y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	1150.0000000	143.7500000	37.86	0.0001
Error	15	56.95833333	3.79722222		
Corrected Total	23	1206.95833333			

R-Square 0.952808  
 C.V. 10.27857  
 Root MSE 1.94864625  
 Y Mean 18.95833333

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	3	63.79166667	21.26388889	5.60	0.0088
T	5	1086.20833333	217.24166667	57.21	0.0001

The SAS System 3  
 Analysis of Variance Procedure  
 Duncan's Multiple Range Test for variable: Y  
 NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 3.797222

Number of Means 2 3 4 5 6  
 Critical Range 2.937 3.079 3.167 3.227 3.270

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	T
A	29.000	4	6
B	23.000	4	5
C	20.000	4	2
C	19.000	4	1
D	15.750	4	4
E	7.000	4	3

**Anexo 6. Análisis de varianza de las variables agronómicas**

**Diámetro de cabeza de lechuga**

Class Level Information  
 Class Levels Values  
 B 4 1 2 3 4  
 T 6 1 2 3 4 5 6  
 Number of observations in data set = 24

Dependent Variable: Y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	123.92933333	15.49116667	2.69	0.0469
Error	15	86.37742917	5.75849528		
Corrected Total	23	210.30676250			

R-Square 0.589279  
 C.V. 9.768225  
 Root MSE 2.39968650  
 Y Mean 24.56625000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	3	2.79604583	0.93201528	0.16	0.9204
T	5	121.13328750	24.22665750	4.21	0.0137

Duncan's Multiple Range Test for variable: Y

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 5.758495

Number of Means 2 3 4 5 6  
 Critical Range 3.617 3.791 3.900 3.974 4.027

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	T
A	26.313	4	3
A			
A	26.273	4	2
A			
A	26.018	4	1
A			
A	25.088	4	5
A			
A	23.755	4	4



B 19.953 4 6

**Altura de cabeza**

Class Level Information

Class	Levels	Values
B	4	1 2 3 4
T	6	1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 24

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: Y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	115.00103333	14.37512917	9.92	0.0001
Error	15	21.72790000	1.44852667		
Corrected Total	23	136.72893333			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y Mean
0.841088	7.064454	1.20354753	17.03666667

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	3	2.37970000	0.79323333	0.55	0.6573
T	5	112.62133333	22.52426667	15.55	0.0001

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: Y

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 1.448527

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	1.814	1.902	1.956	1.993	2.020

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	T
A	19.5425	4	1
A			
B A	18.3150	4	2
B			
B	17.4625	4	4
B			
B	17.3300	4	3
B			
B	17.0025	4	5

C 12.5675 4 6

**Peso de cabeza**

Analysis of Variance Procedure

Class Level Information

Class Levels Values

B 4 1 2 3 4

T 6 1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 24

Dependent Variable: Y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.89673333	0.11209167	26.50	0.0001
Error	15	0.06345000	0.00423000		
Corrected Total	23	0.96018333			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y Mean
0.933919	7.828098	0.06503845	0.83083333

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	3	0.00605000	0.00201667	0.48	0.7032
T	5	0.89068333	0.17813667	42.11	0.0001

Duncan's Multiple Range Test for variable: Y

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.00423

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	.0980	.1028	.1057	.1077	.1091

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	T
A	1.06500	4	2
A			
A	0.99250	4	1
A			
A	0.97750	4	3
B	0.75250	4	4
B			
B	0.65500	4	5
C	0.54250	4	6

**Rendimiento**

Class Level Information  
 Class Levels Values  
 B 4 1 2 3 4  
 T 6 1 2 3 4 5 6  
 Number of observations in data set = 24

Dependent Variable: Y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	2222.06461667	277.75807708	25.19	0.0001
Error	15	165.37367917	11.02491194		
Corrected Total	23	2387.43829583			

R-Square 0.930732  
 C.V. 7.818097  
 Root MSE 3.32037828  
 Y Mean 42.47041667

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	3	5.49104583	1.83034861	0.17	0.9176
T	5	2216.57357083	443.31471417	40.21	0.0001

Duncan's Multiple Range Test for variable: Y

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 11.02491

Number of Means 2 3 4 5 6  
 Critical Range 5.004 5.246 5.396 5.498 5.572

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	T
A	53.245	4	2
A			
A	51.035	4	1
A			
A	50.268	4	3
B	38.698	4	4
C	33.683	4	5
D	27.895	4	6

### Anexo 7. Fotografías del ensayo



Plántulas en almácigo



Plántulas listas para el trasplante a campo



Plantines en campo definitivo