

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DE NIVELES DE ESTIERCOL DE OVINO EN EL  
RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE APIO (*Apium graveolens L.*),  
BAJO AMBIENTE PROTEGIDO EN EL MUNICIPIO DE EL ALTO**

**PRESENTADO POR:**

**Fidel Martin Machaca Sosa**

**La Paz - Bolivia  
2007**

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

**EFFECTO DE NIVELES DE ESTIERCOL DE OVINO EN EL  
RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE APIO (*Apium graveolens L.*),  
BAJO AMBIENTE PROTEGIDO EN EL MUNICIPIO DE EL ALTO**

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

**Fidel Martin Machaca Sosa**

**Tutor:**

Ing. Juan José Estrada Paredes .....

**Asesor:**

Ing. M. Sc. Jorge Pascuali Cabrera .....

**Comite Revisor:**

Ing. Eliseo Quino Mamani .....

Ing. Moises Quiroga Sossa .....

Ing. Victor Paye Huaranca .....

APROBADA

**Presidente:**

.....

## INDICE GENERAL

	<b>Pag.</b>
<b>INDICE GENERAL</b> .....	i
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	vi
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>INDICE DE ANEXOS</b> .....	viii
<b>DEDICATORIA</b> .....	ix
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivos Específicos.....	2
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b> .....	3
3.1. Características Principales del Apio.....	3
3.1.1. Origen.....	3
3.1.2. Importancia del cultivo de apio.....	3
3.1.3. Clasificación taxonómica.....	5
3.1.4. Descripción botánica.....	5
3.2. Descripción del Cultivo de apio.....	6
3.3. Adaptabilidad del cultivo.....	7
3.3.1. Almacigo.....	8
3.4. Diversidad en la especie.....	8
3.4.1 Apio verde (Tall-utah 52-70).....	8
3.4.2. Apio blanqueado (Golden blanchino).....	8
3.5. Requerimiento del cultivo.....	9
3.5.1. Requerimiento de nutrientes.....	9
3.5.2. Suelo.....	9
3.5.3. Clima.....	9
3.5.4. Humedad.....	9
3.5.5. Riego.....	10

3.5.6. PH.....	10
3.6. Labores culturales.....	10
3.6.1. Aporque.....	10
3.6.2. Control de malezas.....	11
3.6.3. Blanqueamiento.....	11
3.6.4. Cosecha.....	11
3.6.5. Rendimiento.....	11
3.6.6. Conservación.....	12
3.7. Agricultura orgánica.....	12
3.8. Abonos orgánicos.....	13
3.8.1. Características de los abonos orgánicos.....	13
3.8.2. Composición química de abonos.....	13
3.9. Estiércol de ovino.....	14
3.9.1. Características del estiércol de ovino.....	14
3.10. Fertilización orgánica.....	15
3.11. Descomposición de la materia orgánica.....	15
3.11.1. Proceso de mineralización.....	15
3.11.2. Proceso de Humificación.....	16
3.12. Funciones de los elementos nutritivos.....	16
3.13. Accidentes plagas y enfermedades.....	17
3.13.1. Accidentes.....	17
3.13.2. Heladas.....	17
3.13.3. Floración prematura.....	17
3.13.2. Plagas.....	17
3.13.3. Enfermedades.....	18
3.14. Sistemas atemperados.....	18
3.14.1. Importancia del ambiente protegido.....	18
3.15. Orientación.....	19
3.16. Variables micro climáticas en carpa solar.....	19
3.16.1. Temperatura.....	19
3.16.2. Humedad Relativa.....	19
3.16.3. Luminosidad.....	20
3.16.4. Ventilación.....	20

<b>IV. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>21</b>
4.1. Características generales.....	21
4.1.1. Localización.....	21
4.1.2. Ubicación geográfica.....	21
4.1.3. Descripción del área de estudio.....	21
4.1.3.1. Clima.....	21
4.1.3.2. Suelo.....	21
4.2. Materiales.....	22
4.2.1. Material Vegetal.....	22
4.2.2. Siembra.....	22
4.2.3. Material Orgánico.....	22
4.2.4. Material de Campo.....	22
4.2.5. Material de Gabinete.....	23
4.2.6. Materiales para la Construcción de las platabandas.....	23
4.2.7. Características de la carpa solar.....	23
4.2.8. Instrumento Meteorológico.....	23
4.2.9. Insumos.....	23
4.3. Metodología.....	23
4.3.1. Procedimiento Experimental.....	23
4.3.1.1. Construcción de almacigueras.....	23
4.3.1.2. Preparación del sustrato para almaciguera.....	24
4.3.1.3. La siembra de la semilla de apio.....	24
4.3.1.4. Ubicación de las parcelas.....	25
4.3.1.5 Construcción de las platabandas.....	25
4.3.1.6. Preparación del sustrato para las platabandas.....	25
4.3.1.7. Muestreo del suelo.....	26
4.3.1.8. Nivelado de las platabandas.....	26
4.3.1.9. Trasplante de apio.....	26
4.3.1.10. Labores culturales.....	26
4.3.1.11. Toma de datos.....	28
4.3.1.12. Análisis estadístico.....	28
4.3.1.13. Registro de Temperatura .....	28
4.3.1.14. Evaluación de los costos de producción.....	29

4.3.2. Diseño Experimental.....	29
4.3.2.1. Modelo Lineal Aditivo.....	30
4.3.2.2. Características de los tratamientos.....	30
4.3.2.3. Características del área experimental.....	31
4.3.2.4. Croquis del experimento.....	32
4.3.3. Variables de Respuesta Agronómica.....	33
4.3.3.1. Días a la cosecha.....	33
4.3.3.2. Altura de la planta.....	33
4.3.3.3. Diámetro del cuello de la raíz.....	33
4.3.3.4. Número de pencas .....	33
4.3.3.5. Rendimiento en Materia Verde.....	33
4.3.4. Análisis económico.....	33
4.3.4.1. Costos variables.....	33
4.3.4.2. Costo de producción.....	34
4.3.4.3. Beneficio Neto.....	34
4.3.4.4. Beneficio Costo.....	34
4.3.4.3. Análisis de laboratorio.....	34
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>35</b>
5.1. Variables de estudio.....	34
5.1.1. Temperaturas en la carpa solar durante la investigación.....	34
5.1.2. Análisis Físico y Químico del suelo antes y después de la cosecha.....	36
5.2. Variables agronómicas a la cosecha.....	39
5.2.1. Días a la cosecha.....	39
5.2.2. Altura de la planta.....	42
5.2.3. Diámetro del cuello de la raíz.....	46
5.2.4. Numero de pencas.....	50
5.2.5. Rendimiento de materia verde.....	53
5.3. Análisis de correlación parcial y regresión simple.....	58
5.4. Análisis económico.....	60
5.4.1. Costos variables.....	60
5.4.2. Costo fijo.....	60
5.4.3. Costos de producción.....	60

5.4.4. Beneficio Neto.....	61
5.4.5. Beneficio costo.....	62
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>65</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>67</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pag.</b>
<b>Cuadro 1.</b> Composición nutricional en 100gr. de apio.....	4
<b>Cuadro 2.</b> Cuadro comparativo del análisis del suelo antes y después de la cosecha.....	36
<b>Cuadro 3.</b> Análisis de varianza para la altura de planta.....	42
<b>Cuadro 4.</b> Comparación de medias según la prueba de tukey, variable altura de planta.....	43
<b>Cuadro 5.</b> Promedio altura de la planta.....	43
<b>Cuadro 6.</b> Análisis de varianza para el diámetro del cuello de la raíz.....	46
<b>Cuadro 7.</b> Comparación de medias según la prueba de tukey, variable diámetro del cuello de la raíz .....	47
<b>Cuadro 8.</b> Promedio diámetro del cuello de la raíz.....	48
<b>Cuadro 9.</b> Análisis de varianza para el número de pencas.....	50
<b>Cuadro 10.</b> Comparación de medias según la prueba de tukey, variable numero de pencas .....	50
<b>Cuadro 11.</b> Promedio número de pencas.....	51
<b>Cuadro 12.</b> Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde.....	53
<b>Cuadro 13.</b> Comparación de medias según la prueba de tukey, variable rendimiento de materia verde.....	54
<b>Cuadro 14.</b> Promedio rendimiento de la metería verde.....	55
<b>Cuadro 15.</b> Matriz de correlación parcial de las variables.....	58
<b>Cuadro 16.</b> Costos variables en Bs/ha.....	60
<b>Cuadro 17.</b> Costos de producción Bs/ha.....	61
<b>Cuadro 18.</b> Beneficio Neto Bs/ha.....	61



## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
<b>Figura 1.</b> Variación de la temperatura mínima y máxima al interior de la carpa solar, durante el desarrollo del cultivo.....	35
<b>Figura 2.</b> Comparación de medias, altura de la planta de las variedades.....	39
<b>Figura 3 .</b> Comparación de medias en número de pencas de las variedades .....	40
<b>Figura 4.</b> Comparación de rendimiento de materia verde de las variedades.....	41
<b>Figura 5.</b> Promedio altura de la planta .....	44
<b>Figura 6.</b> Promedio diámetro del cuello de la raíz .....	48
<b>Figura 7.</b> Promedio numero de pencas.....	51
<b>Figura 8.</b> Promedio rendimiento de la materia verde .....	55
<b>Figura 9.</b> Correlación parcial de dos caracteres en el rendimiento.....	59
<b>Figura 10.</b> Beneficio neto.....	62
<b>Figura 11.</b> Beneficio costo.....	62

## **ANEXOS**

**Anexo 1.1.** Variable: Altura de la planta (cm.).

**Anexo 1.2.** Variable: Diámetro del cuello de la raíz (cm.)

**Anexo 1.3.** Variable: Numero de pencas en unidades

**Anexo 1.4.** Variable: Rendimiento de materia verde (kg/m<sup>2</sup>)

**Anexo 2.** Variable: Temperaturas promedio durante el desarrollo del cultivo

**Anexo 3.1** Análisis Físico y Químico del suelo

**Anexo 4.1.** Costo de la construcción de las platabandas (18 unidades)Bs/54m<sup>2</sup>

**Anexo 4.2.** Costos variables Bs/54m<sup>2</sup>

**Anexo 4.3.** Costos fijos

**Anexo 4.4.** Costo para la construcción de la carpa solar en 90m<sup>2</sup>

**Anexo 4.5.** Costo de la semilla de apio.

**Anexo 4.6.** Análisis de beneficio costo para una ha, en las dos variedades del cultivo

**Anexo 5.1.** Cálculo de elementos nutritivos en base a los análisis del suelo antes y después.

## *DEDICATORIA*

*A Dios, a mis queridos padres:*

*Lucia Sosa y Clemente Pillco,*

*Y a mis queridos tíos*

*por el amor, confianza y apoyo  
incondicional en la conclusión de  
mi carrera profesional.*

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro Dios por el apoyo espiritual, el que me enseñó a amar de verdad y medio la esperanza e ilumino mi senda hasta la culminación de este trabajo.

Así mismo, a mi querida y sacrificada madre, Lucia Sosa Pillco, padre Clemente Pillco Huanca, también a mi querido Abuelito Esteban Sosa Surco y mis apreciados tíos, Mario, Florencio, Pastor, Víctor, Juana, Erasmo por que además de brindarme su apoyo económico, tuvieron esa reciprocidad inagotable en los momentos más difíciles. A mis hermanos Martina, Sonia, Marcelino, Angélica, Marleny, Lidia, Nancy, Alberto por el ejemplo y apoyo moral. De manera muy especial a Flora Callizaya Antonio por su amor, confianza y apoyo incondicional.

Al Estado a mi patria, docentes de la Facultad de Agronomía. U.M.S.A. por los conocimientos brindados en mi formación profesional. Al Proyecto Micro Huertas Populares de el Alto, dependiente de la (FAO), que hizo posible la investigación del presente estudio.

Al Ing. Juan José Estrada Paredes por su amistad, sugerencia del tema y realización en el seguimiento del trabajo de investigación.

Al Ing. M. Sc. Jorge Pascuali Cabrera por su asesoramiento constante y dedicada orientación durante el desarrollo del trabajo de tesis.

Al comité del tribunal revisor: Ing. Víctor Paye Huaranca, al Ing. Eliseo Quino Mamani, y al Ing. Moisés Quiroga Sossa, por su orientación y amplia colaboración.

Un agradecimiento especial a la U. E. Avelino Siñani ubicado en la zona 14 de septiembre distrito 8, donde se compartió con los estudiante, profesores y padres de familia.

A mis compañeros de estudio: Jenaro, Milán, Víctor, Rubén, Marcos, Franklin, Macario, Santos, Freddy, Daniel, Abraham, Ramiro, Alex, Ronald, Gerson, Ramiro, Juan Carlos, David, Gabriel, Hernán, Romel, José, Estanislao, Moisés, Gustavo, Freddy, y a todas las personas que de una u otra manera me brindaron su valiosa amistad.

## **R E S U M E N**

En la actualidad en el mundo entero, la fertilización orgánica viene adquiriendo gran importancia social, también influye la materia orgánica sobre las propiedades del suelo y sobre el rendimiento de los cultivos.

La población Boliviana va creciendo, los requerimientos y necesidades aumentan. Por esto es necesario realizar agricultura intensiva en superficies reducidas, a si cubriendo la demanda de productos agrícolas.

Entre los cultivos hortícolas con mayor potencial en sistemas intensivos se encuentra el apio de tallo blanco y verde cuya producción es de marcada estacionalidad. Esta hortaliza tiene gran importancia, como verdura y planta medicinal.

En nuestro medio el cultivo de apio, no es muy conocido por los agricultores. Por lo tanto el presente trabajo de investigación se realiza, con el fin de establecer una tecnología de cultivo bajo condiciones de carpa solar y además incorporar esta hortaliza a la canasta familiar.

El trasplante se realizo el 22 de mayo de 2006. Después de la apertura de hoyos con el trasplantador entre surco 30cm y entre planta 25cm se procedió al trasplante presionándole el sustrato hacia el cuello del plantin con el índice y pulgar del dedo, después se aplico un riego.

El presente trabajo de investigación tiene el objetivo de evaluar el efecto de los niveles de fertilización del estiércol de ovino, en el rendimiento de variedades de apio bajo carpa solar. Para ello el presente estudio fue ejecutado en la ciudad de El Alto, distrito 8, zona 14 de septiembre en la Unidad Educativa Avelino Siñani, el material biológico utilizado fueron dos variedades de apio Tall-utah 52-70 y Golden blanchino con la incorporación de estiércol de ovino.

El almacigado se realizó el 30 de marzo del 2006, el trasplante el 22 de mayo con la incorporación de niveles de estiércol de ovino: 0.95, 1.9 y 3.8kg/m<sup>2</sup> respectivamente

bajo un arreglo en parcelas divididas y un diseño de bloques completos al azar. En la parcela grande se ubicó las variedades y en la parcela pequeña los niveles de estiércol de ovino. La primera cosecha se efectuó a los 90 días del trasplante, y las demás cosechas en forma escalonada a los 105, 117, 127 y 134 días respectivamente.

Las variables de respuesta evaluadas fueron: días a la cosecha, altura de la planta, diámetro del cuello de la raíz, número de pencas y rendimiento.

A las conclusiones que se llegaron son: las variables de respuesta fueron significativamente afectadas con la incorporación de niveles de estiércol de ovino. Para el rendimiento de materia verde se obtuvo 1.806kg/m<sup>2</sup> con el doble del requerimiento, 1.302kg/m<sup>2</sup> con el nivel dos que es de acuerdo al requerimiento del cultivo y con el nivel uno 0.96kg/m<sup>2</sup>, se a obtenido el mayor rendimiento con el nivel tres 3.8kg/m<sup>2</sup>, esto debido a la mayor cantidad de estiércol aplicado y mayor disponibilidad de nutrientes.

A las conclusiones que se llegaron son: para la variable días a la cosecha, se obtuvo un rendimiento de 2.25, 1.43, 0.862, 0.786 y 0.474kg/m<sup>2</sup> respectivamente para la variedad Tall-utah y 2.04, 1.62, 1.02, 0.893, 0.562kg/m<sup>2</sup> para la variedad Golden blanchino estos resultados demuestran que la variedad Tal-utah 52-70 tiene mayor rendimiento que la variedad Golden blanchino, esto es debido a que la variedad Tall-utah tiene pecíolos grandes y mayor numero de pencas.

Con respecto a la variable altura de la planta, con los niveles uno, dos y tres (0.95, 1.9 y 3.8kg/m<sup>2</sup> de estiércol respectivamente) se obtuvieron altura de las pencas en promedio con la variedad Tall-utah (N1=35.05, N2=42,54 y N3=53,32cm respectivamente) y con la variedad Golden blanchino (N1=31,29, N2=38.33 y N3=47,35cm respectivamente), las diferencias se deben a las características morfológica y adaptabilidad de la variedad.

En cuanto al diámetro del cuello de la raíz, la variedad Tall-utah con los tres niveles se obtuvieron (N1=2.64, N2=3.54 y N3=4.45cm respectivamente), tiene mayor diámetro con relación a la variedad Golden blanchino (N1=2,46, N2=2,89 y N3=4,25cm respectivamente), esto demuestra que la incorporación de estiércol de ovino tubo una incidencia significativa sobre el diámetro.

Por lo tanto el número de pencas la variedad Tall-utah 52-70 con los niveles se obtuvo (N1=5.7, N2=6.6 y N3=8.5 unidades respectivamente), mientras tanto la variedad Golden blanchino tiene (N1=5.6, N2=6.7 y N3=8.3 unidades respectivamente), las variaciones se deben a las características morfológicas, también tuvo mayor efecto con el nivel tres de estiércol aplicado en número de pencas.

La variable rendimiento de materia verde, al aplicar diferentes niveles de estiércol con la variedad Tall-utah se obtuvieron en promedio de las cinco cosechas, lo siguiente (N1=0.98, N2=1.34 y N3=1.84 kg/m<sup>2</sup> respectivamente) y con la variedad Golden blanchino se tuvo (N1=0.94, N2=1.27 y 1.77 kg/m<sup>2</sup> respectivamente), tuvo mayor efecto con el nivel tres en las variedades y las diferencias entre las variedades se deben a las características morfológicas y adaptabilidad de cada variedad.

El análisis económico que se realizó en el cultivo de apio nos muestra que la aplicación con el nivel tres es el que mejor beneficio aporta llegando a tener una ganancia con nivel tres 2.75 bs, con el nivel dos 2.5 bs y con el nivel uno 2.4 bs, por lo tanto los beneficios se obtienen de acuerdo a las cantidades de estiércol aplicado.

## I. INTRODUCCION

En la actualidad en el mundo entero, la fertilización orgánica viene adquiriendo gran importancia social, por la seguridad que ofrece a la salud humana y al Medio Ambiente, también influye la materia orgánica sobre las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo y sobre el rendimiento de los cultivos. Por lo tanto el estiércol de ovino es considerado un abono orgánico, sin embargo el estiércol de oveja es más rico en nutrientes que el de bovino y es accesible para obtener una buena producción.

La población Boliviana va creciendo, los requerimientos y necesidades aumentan. Por esto es necesario realizar agricultura intensiva en superficies reducidas como ser: viveros e invernaderos, para obtener mayor cantidad y diversidad de productos hortícola, en menores espacios o superficies sin alterar sus necesidades fisiológicas, a si cubriendo la demanda de productos agrícolas.

Entre los cultivos hortícola con mayor potencial en sistemas intensivos se encuentra el apio de tallo blanco y verde cuya producción es de marcada estacionalidad, por las exigencias ambientales de la especie, para generar un producto de calidad. Esta hortaliza tiene gran importancia, ya que ha sido utilizado desde tiempos remotos, como verdura y planta medicinal.

El apio es rico en vitaminas del complejo B, calcio, potasio y fósforo; posee de diez y quince por ciento de almidón de fácil digestibilidad. En algunos casos el tallo tierno y la hoja son utilizados en ensaladas crudas o como vegetales cocidos. También se utilizan las hojas como alimento para ganado.

En nuestro medio el cultivo de apio, no es muy conocido por los agricultores.

Por lo tanto el presente trabajo de investigación se realiza, con el fin de establecer una tecnología de cultivo bajo condiciones de carpa solar y además incorporar esta hortaliza a la canasta familiar, para el aprovechamiento de todas de sus características nutricionales.



El presente trabajo se realizó con el apoyo técnico y financiero del proyecto MICRO HUERTAS POPULARES EL ALTO que ejecutan el Gobierno Municipal de El Alto, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Iniciativa Democrática Boliviana (IDB) y tiene como objetivo: “contribuir al alivio de la pobreza de las familias del Municipio de El Alto mediante la disponibilidad y acceso permanente a los alimentos”

El presente trabajo, contribuye de alguna manera a mejorar el estado nutricional de las familias e incrementar de alguna manera el ingreso económico de muchas personas de esta ciudad. Debido a que en esta ciudad se tiene altos índices de desnutrición, por lo tanto se plantean los siguientes objetivos.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Determinar el efecto de los niveles de fertilización del estiércol de ovino, en el rendimiento de variedades de apio (*Apium graveolens L.*), bajo carpa solar.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar los niveles de fertilización de estiércol de ovino sobre el comportamiento agronómico del apio.
- Determinar el rendimiento de las variedades de apio bajo la aplicación de los niveles de estiércol de ovino.
- Comparar los costos parciales de cada tratamiento aplicado.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

#### **3.1. Características Principales del Apio**

##### **3.1.1. Origen**

Sostiene que el apio es una planta procedente del Mediterráneo, existiendo otros centros secundarios como el Caucazo y la zona del Amalaya.

Se conocía en el antiguo Egipto. Su uso como hortaliza se desarrolló en la Edad Media y actualmente es consumido tanto en Europa como en América del Norte, (Vigliola, 1992).

El tipo de apio silvestre se ha encontrado en Europa y Nueva Zelanda. Hace unos 400 años el apio se consideraba como purificador de la sangre, pero ya en el siglo XVII se utilizaba como planta alimenticia, (Casseres, 1994).

El mismo autor menciona que las formas silvestres de apio se las puede encontrar en lugares pantanosos, desde Suecia hasta Argelia, Egipto, Abisinia y parte de Asia. En tiempos antiguos se cultivó como planta medicinal. Las variedades mejoradas son de tallos llenos, estos se consumen en estado fresco y tierno, en ensaladas, cocidos y guisados. También se deshidratan para la preparación de sopas.

##### **3.1.2. Importancia del cultivo de apio**

El cultivo de apio se utilizó como planta medicinal por sus propiedades diuréticas, carminativas y depuradoras de la sangre, debido a la presencia de un glucósido llamado apiina y un aceite esencial compuesto principalmente por apiol y limoneno. La composición nutricional esta compuesta por la vitamina A, vitamina B1, B2 y C, (Vigliola, 1992).

El mismo autor describe que el cultivo de apio de pencas se consume en fresco y hervido en muchos países de Europa Occidental y Estados Unidos, donde es apreciado por su alto valor nutritivo, así como sus propiedades, en cierta manera afrodisíacas.

Otros usos del apio son las extracciones de aceites esenciales para la industria, el empleo del polvo del apio deshidratado en fábricas de pastas y sopas, y la conserva de pencas. (Vigliola, 1992).

Que la composición nutritiva de apio, (Cuadro 1), al igual que otras hortalizas, presenta un alto contenido de agua y proporciones muy bajas en carbohidratos, lípido y proteínas, lo que a su vez resulta en un muy bajo valor energético. Se destaca principalmente por el aporte de sodio. El sabor característico de la especie esta dado por la presencia de apiina o apiosilglucosido de 7 – apigenina y aceites esenciales como apiol y limoneno.

Inicialmente el apio, fue usado con fines medicinales, por sus propiedades diuréticas, carminativas y purificantes. Hoy en día el uso predominante es en ensalada en fresco, aunque también se consume cocido y ocasionalmente sus semillas se usan como saborizantes. Un uso de indudable interés, aunque no evaluado por los autores, será su potencial afrodisíaco. En la agroindustria se le usa, para la elaboración de deshidratados y algo de congelados, (Rubatzki, Yamaguchi, 1997).

**Cuadro 1**  
**Composición nutricional en 100gr. de apio**

Componente	Contenido	Unidad
Agua	95.00	%
Carbohidratos	2.50	gr
Preteñías	Trazas	
Lípidos	Trazas	
Calcio	35.00	mg
Fósforo	25.00	mg
Hierro	0.50	mg
Potasio	285.00	mg
Sodio	87.50	mg
Vitamina A(valor)	125.00	UI
Tiamina	0.03	mg
Riboflavina	0.03	mg
Niacina	0.25	mg
Acido ascórbico	7.50	mg
Valor energético	12.50	cal

### 3.1.3. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica según, (Rubatzki, Yamaguchi, 1997).

Reino	: Plantae
Sub reino	: Embryobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub clase	: Rosidae
Orden	: Apiales
Familia	: Apiaceae
Genero	: Apium
Espécie	: Graviolens
Nombre común	: Apio

### 3.1.4. Descripción botánica

#### a) Raíz

El sistema radicular es pivotante, potente y profundo, con raíces secundarias superficiales, (Rubatzki, Yamaguchi, 1997).

#### b) Tallo

Los mismos autores describen que los tallos son de color blanco a verde intenso, ensanchados en la base, con largo y ancho variables: usualmente entre 30 a 50cm y 2 a 5cm respectivamente, en las hojas más externas, hasta hacerse insignificantes en los primordios foliares que rodean la yema apical. Son estructuras glabras, con la cara adaxial cóncava y la cara abaxial convexa, surcada por estrías longitudinales. La naturaleza carnosa, succulenta y crocante del tallo esta dada por la predominancia de células parénquima ticas, con grandes espacios intercelulares en el cortex, en el que se encuentra inmerso los haces vasculares, rodeados de colenquima angular. Estas estructuras surcan los pecíolos en toda su extensión y resultan en las “fibras” sacadas al pelar el apio.

### **c) Hojas**

Las hojas son grandes, brotan en forma de corona; el pecíolo es una penca muy gruesa y carnosa, que se prolonga en gran parte del limbo, (Rubatzki, Yamaguchi, 1997).

### **d) Flor**

El mismo autor indica, que la floración en el apio se motiva principalmente, por la acción de temperaturas vernalizantes, durante un cierto tiempo (normalmente temperaturas por debajo de 7° a 10°C, actuando por un periodo comprendido entre 14 y 28 días), cuando la planta ya tiene un cierto tamaño, momento en que es capaz de recibir el estímulo vernalizador.

Desde que se planta, hasta que se recolecta, tiene una duración aproximada de unos 4 meses.

### **e) Semillas**

La semilla tiene la facultad germinativa media de 5 años; en un gramo de semilla, entran aproximadamente 2.500 unidades, (Rubatzki, Yamaguchi, 1997).

## **3.2. Descripción del Cultivo de apio**

Las características del apio según (Vigliola, 1986).

**a) Forma:** el apio es un tallo grueso, hueco, estriado y alargado que se compone de pencas de forma cilíndrica, recorridas longitudinalmente por un surco profundo, de las que brotan numerosas hojas con apariencia semejante al perejil.

**b) Tamaño y peso:** las pencas suelen tener una longitud de entre 30 y 60cm. en las variedades cultivadas. Sin embargo, el tamaño comercial suele ser de 25 a 30cm tras la cosecha, al apio se le cortan las pencas, se limpian, se lavan, se escurren y se embolsan, sin dejar al descubierto los extremos superiores de los tallos. Tras este proceso, se pierde hasta el 30% del peso inicial de las pencas, y se obtienen piezas de entre 400 y 900 gramos. El peso idóneo se encuentra entre 460 y 720gramos.

**c) Color:** si se dejan crecer de forma natural, las pencas adquieren un color que va del verde amarillento al verde oscuro. Si proceden de cultivo, suelen blanquearse durante

las etapas finales de crecimiento. Para ello se cubre la planta de modo que sólo las hojas reciben luz. En este caso, las pencas son de color verde claro.

**d) Sabor:** las hojas tienen un sabor muy intenso, acre, ligeramente amargo y agradable. El sabor del tallo es más suave y tiene cierto gusto anisado y una textura crujiente. El blanqueado, además de eliminar el color verde, también reduce notablemente el sabor.

### **3.3. Adaptabilidad del cultivo**

Las cualidades del cultivo de apio según, (Vigliola, 1992).

Es un cultivo de clima templado, que al aire libre no soporta los fríos de invierno en el interior de España: cuando la planta está en el periodo de desarrollo, si ocurre una disminución fuerte de temperatura durante algunos días, puede dar lugar a que la planta florezca antes de tiempo. Necesita luminosidad para su crecimiento.

El apio no es demasiado exigente en suelos, siempre que no sean excesivamente húmedos. Requiere un suelo profundo, ya que el sistema radicular alcanza gran longitud vertical.

Este cultivo es exigente en humedad del suelo, pero sin que llegue a ser exagerada; los riegos deben permitir que el suelo esté en un estado perfecto de humedad de tempero. Si el suelo sufre sequedad da lugar a un embastecimiento de los tejidos y por tanto, a una pérdida de calidad.

Cuando está en las primeras fases de su desarrollo, el riego debe ser abundante y regular, ya que la plántula debe tener un crecimiento continuo. En todo su ciclo, este cultivo sufre estrés si hay escasez de agua en el suelo.

Se puede regar tanto por gravedad como por riego localizado como por aspersion (el riego por aspersion resulta interesante en este cultivo).

#### **3.3.1. Almacigo**

Existen dos épocas de siembra en función de los dos ciclos productivos (invierno y primavera). Las siembras para la campaña de invierno se realizan desde primeros de julio a finales de agosto, efectuando los trasplantes desde últimos de agosto hasta final de octubre, (Vigliola, 1992).

El mismo autor menciona que el trasplante en primavera obliga a una siembra en semillero durante las primeras semanas de noviembre, teniendo lugar los trasplantes durante los meses de enero y febrero.

### **3.4. Diversidad en la especie**

En contraposición a otras hortalizas, puede decirse, que el apio presenta una escasa diversidad, con un número restringido de cultivares. Aunque se mencionan características diferentes de largo de pecíolo, de respuesta a enfermedades y a floración prematura, de precocidad y de otros aspectos que afectan la producción, el germoplasma disponible es bastante similar, con poca variación. La principal diferencia esta dada por el color del producto final, aspecto según el cual se clasifican los cultivares, en dos grandes tipos: apio verde y apio blanqueado, (Rubatzki, Yamaguchi ,1997).

#### **3.4.1. Apio verde (tall-utah 52-70)**

Este tipo se caracteriza, por resultar en un producto de pecíolos de color verde intenso, casi hasta el centro de la planta.

Este es el tipo dominante en América y en la producción nacional, (Rubatzki, Yamaguchi, 1997).

#### **3.4.2. Apio blanqueado (Golden blanchino)**

Este grupo se cultiva, para obtener una planta de pecíolos de color blanco a amarillo verdoso, para lo cual incluso se recomienda el aporque de las plantas, para inhibir la formación de clorofila. Este tipo es de mayor preferencia en los países europeos y su producción es más delicada y engorrosa que la del tipo verde, (Rubatzki, Yamaguchi, 1997).

### **3.5. Requerimiento del cultivo**

### **3.5.1. Requerimiento de nutrientes**

El cultivo de apio requiere una cierta cantidad de nutrientes para un adecuado desarrollo, mencionando los más principales: N = 130 kg/ha, P = 50 kg/ha, K= 200 kg/ha, (Marulanda, 2003).

### **3.5.2. Suelo**

El cultivo de apio no es demasiado exigente en suelos, siempre que no sea excesivamente húmedo. Requiere un suelo profundo, ya que el sistema radicular alcanza gran longitud vertical. Es exigente en boro, por lo que este elemento no debe faltar en el suelo. No soporta la salinidad, tanto del suelo como del agua del riego, (Vigliola, 1992).

### **3.5.3. Clima**

El apio de tallo, es un cultivo de clima templado, que al aire libre no soporta los fríos de invierno, cuando la planta está en el periodo de desarrollo, si ocurre una disminución fuerte de temperatura durante algunos días, puede dar lugar a que la planta florezca antes de tiempo; este problema se va desminuyendo cuando el suelo esta acolchado con lamina de plástico. Necesita luminosidad, para su crecimiento, (Belletti, 1990).

El cultivo de apio requiere para un desarrollo fisiológico adecuado, las temperaturas medias óptimas que deben ser 15° a 8°C, la máxima de 24°C y mínima que debe ser de 7°C (Vigliola, 1992).

### **3.5.4. Humedad**

Este cultivo es exigente en humedad del suelo, pero sin que llegue a ser exagerado perfecto de humedad de tempero. Si el suelo sufre sequedad, da lugar a un embastimiento de los tejidos y por tanto, a una perdida de calidad. Cuando está en las primeras fases de su desarrollo, el riego debe ser abundante y regular, ya que la plántula, debe tener un crecimiento continuo, (Belletti, 1990).

### **3.5.5. Riego**



Por las condiciones de su ambiente de origen, el apio requiere abundante cantidad de agua especialmente en los periodos de alta temperatura y al final del ciclo de cultivo. Se estima que el requisito mínimo esta en una lamina total de alrededor de 800mm con una demanda baja al inicio (salvo luego del trasplante). Uno de los problemas asociados con la alta demanda de agua lo representa una enfermedad fisiogenica conocida como corazón negro que se ve favorecida con periodos de alta transpiración. Asimismo, periodos de estrés hídrico pueden provocar la aparición de un ahuecamiento en los pecíolos que también afecta la calidad comercial, (Maroto, 1990).

### **3.5.6. PH**

Se define el pH como el índice, que permite valorar la concentración de iones hidrogeno contenidos en una solución. Las soluciones con pH menor que 4 o pH mayor que 9, no deben emplearse para la producción vegetal, por que son muy ácidas o muy alcalinas respectivamente.

De esta forma es posible determinar el pH de los suelos agrícolas, que son más apropiados, para un determinado cultivo. Y por extensión, es posible determinar el pH para cultivos.

El pH recomendado para obtener una producción de calidad en cultivo de apio, oscila entre valores pH de 6.7 a 7.0, (Maroto, 1990).

## **3.6. Labores culturales**

Una vez sembradas las semillas, empieza la etapa de germinación y crecimiento de las plantas, raleo, deshierbe y riego, (Hartman, 1990).

### **3.6.1. Aporque**

Durante el crecimiento vegetativo, no conviene que el “corazón” de la planta se recubra con tierra, ya que se puede producir una parada vegetativa del crecimiento, por esta razón, cuando se den al cultivo las labores de remoción, que sean necesarias, se evitará que caiga tierra en el centro de la planta; También en este estado de crecimiento, no se harán labores de recalzar las plantas.

En cambio, cuando el cultivo este en pleno desarrollo, es conveniente aporcar las plantas; con esta operación se aumenta la longitud del tallo, (Vigliola, 1992).

### **3.6.2. Control de malezas**

El mismo autor añade, que el apio no admite competencia con las malas hierbas al principio de la vegetación, ya que su crecimiento es lento; es necesario mantener limpio el suelo, con labores de escarda.

El uso de herbicidas de contacto para umbelíferas (zanahoria), como aceites de petróleo del tipo "stoddard-solvent", puede ser útil en este cultivo, por no ser herbicidas residuales.

### **3.6.3. Blanqueamiento**

Cuando se trata de un cultivo de apio verde, que requiere ser blanqueado, para evitar la formación de clorofila tanto en las pencas de las hojas exteriores como en las hojas interiores, unas tres o cuatro semanas antes de la recolección se debe efectuar la operación del blanqueamiento, la cual puede realizarse con las siguientes técnicas:

- Colocación de paja hasta la altura de las primeras hojas.
- Aporcado de la tierra hacia las plantas hasta una altura de 25-30cm, con lo que quedan al exterior los limbos de las hojas exteriores.
- Recubrimiento de las piezas de apio con bandas de papel o mangas de plástico negro, siendo quizás este último sistema el que proporciona un apio de mejor calidad, (Vigliola, 1992).

### **3.6.4. Cosecha**

El mismo autor describe que la recolección normalmente se realiza manualmente, con el uso de un cuchillo bien afilado, una espátula de borde cortante o una hoz. Las piezas son cortadas al ras del suelo, posteriormente recortadas en su parte superior y finalmente colocadas en cajas y son transportados al embalaje. Una hectárea de apio puede requerir en su recolección 50-60 jornales de ocho horas de obreros agrícolas.

### **3.6.5. Rendimiento**

En el cultivo de apio la producción en suelo, en carpas solares se ha obtenido un rendimiento de 13t/ha, equivale a 1.3kg/m<sup>2</sup> y en lo hidropónico 3.5kg/m<sup>2</sup>, (Marulanda, 2003).

### **3.6.6. Conservación**

Una vez hecha la selección de calidad en función de longitud de pencas, estado de las mismas y peso. Conservarlos a temperaturas de 0° a 1C° y humedades relativas comprendidas entre 90 y 95%, el apio puede ser conservado durante varias semanas e incluso meses, (Vigliola, 1992).

### **3.7. Agricultura orgánica**

La agricultura orgánica, ecológica o biológica esta frecuentemente entendida como una agricultura que prescinde del uso de agroquímicos, fertilizantes solubles y otros productos químicos. Sin embargo la agricultura orgánica es desarrollar sistemas en las cuales el hombre produce alimentos minimizando los efectos negativos sobre el ambiente. Estos nuevos métodos alternativos de la agricultura, son desarrolladas a través de la aplicación de un complejo de sistema de técnicas agronómicas y lograr alimentos saludables de elevado valor nutritivo, libres de residuos de agroquímicos, (FAO, 2005).

La agricultura biológica es la consecuencia de una nueva consideración, clave de la corriente ecológica moderna. Los cuales se producen para la alimentación del hombre, opta por este modo de cuidar el suelo, representa una acción práctica y real o positiva frente a los errores de la agricultura química, (Marulanda, 2003).

Es un sistema de producción que evita o excluye en gran medida la utilización de fertilizantes o compuestos sintéticos, plaguicidas, reguladores de crecimiento y aditivos para la alimentación del ganado. En la mayor medida, en lo posible, los sistemas de agricultura ecológica se basan en el mantenimiento de la producción del suelo y su estructura, la aportación de nutrientes, el control de insectos y malezas, la utilización de abonos verdes y aspectos en el control biológico de las plagas, (Lampkin, 1998).

### **3.8. Abonos orgánicos**

La fuente de abono orgánico en las huertas es el estiércol, que por su aporte de materia orgánica posee una acción física, pues favorece la agregación, una acción biológica por el aporte de microorganismos que elaboran sustancias cementantes y aglutinantes, y también una acción química, ya que la descomposición de materia

orgánica libera ácidos que solubilizan nutrientes de compuestos orgánicos insolubles, como el fosfato tricálcico, (Vigliola, 1992).

La incorporación al suelo de abonos orgánicos ayuda a modificar las condiciones físicas del suelo, al mejorar la capacidad de retención de agua, como también proporcionar energía necesaria para el aumento de la actividad microbiana y ayudan también a proteger a cultivos de grandes excesos de sales minerales y sustancias tóxicas, gracias a su alta capacidad de adsorción que ejerce una acción amortiguadora, (Lampkin, 1998).

### **3.8.1. Características de los abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos, se conocen como enmiendas, fertilizantes orgánicos, existen diversas fuentes orgánicas como ser: abonos verdes, estiércoles, compost, humus de lombriz, bio abonos, verificando su composición química, su proceso de preparación e insumos que se emplean. Estos evolucionan en dos formas: se mineralizan y se humifican, (Vigliola, 1992).

En nuestro país los agricultores de valles y altiplanos utilizan estiércoles de forma tradicional, presentando problemas de mal manejo produciendo una eficiencia agronómica baja de 30 a 50%. Por este motivo es necesario estudios de cantidades adecuadas de abonos orgánicos, que aumentan la productividad de los cultivos, (FAO, 1990).

### **3.8.2 Composición química de abonos**

Es muy difícil precisar cifras exactas del estiércol mezclado que generalmente se aplica sobre la tierra, (Buckman & Brady, 1993).

Esto es a causa de un número variable de factores que entran en juego y pueden cambiar radicalmente las cantidades y proporciones de nitrógeno, ácido fosfórico y potasa presentes.

Los factores más importantes son: la clase de animal; edad condición e individualidad de los mismos; alimento consumido; cama usada; manejo y almacenamiento que el estiércol recibe antes de ser repartido sobre la tierra, (Buckman & Brady, 1993; Fundación la caixa, 1993; CLADES, 2000).

### **3.9. Estiércol de ovino**

Las principales ventajas que se logra con la incorporación de estiércol de ovino, es el aporte de nutrientes, incrementa la retención de humedad y mejora la actividad biológica con la cual incrementa la productividad del suelo. La materia orgánica del suelo es la más importante para determinar la productividad del suelo en forma sostenida, razón por la cual se convierte en el factor principal a ser considerado cuando se plantea un manejo ecológico del suelo, (Guerrero, 1990).

El estiércol de ovino es uno de los mejores abonos que es más utilizado por su calidad, puesto que desempeña una función importante en el enriquecimiento del suelo (Rodríguez, 1991).

#### **3.9.1. Características del estiércol de ovino**

El estiércol de oveja es considerado un abono orgánico, con 64% de humedad, 60% de materia orgánica y 1-2% de N, 0.7-1% de  $P_2O_5$ , 1-2.5% de  $K_2O$ . Sin embargo el estiércol de oveja es más rico que el de caballo; especialmente en ácido fosfórico, (Gros, 1986).

El estiércol de ovino contiene elementos en 100% de materia seca: N = 1.73;  $P_2O_5$  = 1.23;  $K_2O$  = 1.62; Ca = 1.10; Mg = 0.5; MO = 68.80; pH = 7.8. Existen tres formas de abono de ovino utilizado en la agricultura andina: La “jira”, con alta concentración de nutrientes, hormonas y enzimas; el cual es acumulado en el corral con una coloración verde, semipastosa y olor penetrante; el más fresco con una humedad del 50%, compactado por el pisoteo de las ovejas, deyecciones, agua de lluvia, etc. El “wanu”, contiene un color amarillento – café oscuro, medianamente húmedo (30%), se produce también por pisoteo de los ovinos que forman una capa medianamente compacta, la de mayor proporción en el corral, (Valdez, 1995).

Y por ultimo la “Tha’ja”, es un estiércol granulado y de forma ovoide, color negro en su parte central, se observa el pasto seco de color amarillo, se acumula durante los meses más secos del año.

### **3.10. Fertilización orgánica**

El abonamiento orgánico que no se suministra nunca en cantidad menor de 10Kg/m<sup>2</sup>, no se debe bajar de 6Kg/m<sup>2</sup> en huertas, (Ruiz, 1993).

Informa que una aplicación de 25t/ha de estiércol de granja aporta alrededor de 125kg de N, 75kg de P y 125kg de K, sin embargo para el primer cultivo solo un tercio de N, dos tercios de P y casi la totalidad de potasio son disponibles. El mismo autor menciona que aplicar 25t/ha de estiércol, corresponde aplicar la siguiente dosis: 40kg de N, 50kg de P y 100 kg de K para el primer cultivo, (Cooke, 1983).

Los abonos orgánicos para el mantenimiento de la fertilidad y de la estructura del suelo se aplican las siguientes cantidades: hasta 20t/ha de estiércol de animales mayores, hasta 50t/ha de estiércol de animales menores, hasta 20 t/ha de gallinaza y hasta 50t/ha de compost, el estiércol no debe usarse en estado fresco, (Van Haeff, 1992).

### **3.11. Descomposición de la materia orgánica**

La incorporación de residuos orgánicos (animales o vegetales) al suelo es transformado por microorganismos de forma gradual, con liberación de energía (calor) y los nutrientes minerales en el contenido del cual se pierde como CO<sub>2</sub> dióxido de carbono, H<sub>2</sub>O agua, energía etc. (Chilon, 1997).

#### **3.11.1. Proceso de mineralización**

El proceso de mineralización es una descomposición rápida de los residuos orgánicos, convirtiéndose en compuestos minerales que poseen una formación química más simple como son:

Bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que es un gas, agua (H<sub>2</sub>O), amonio (NH<sub>4</sub>), fosfatos (PO<sub>4</sub>=), sulfatos (SO<sub>4</sub>=), compuestos potásicos, etc. (Rodríguez, 1991).

La mineralización es un proceso de transformación bastante lento (1-8%) que desde un punto de vista agrícola debe ser realizado por microorganismos aeróbicos, como resultado la liberación de nutrientes para la planta, (Chilon, 1997).

### 3.11.2. Proceso de Humificación

Humificación es el conjunto de procesos bastante rápidos, realizado por microorganismos aeróbicos y anaeróbicos que conducen a la formación de humus, (Chilon, 1997).

El humus es el resultado de la descomposición cíclica de la materia orgánica a consecuencia de la actividad del edafon, que solubiliza y libera nutrientes, (FAO, 1990).

### 3.12. Funciones de los elementos nutritivos

Los macro nutrientes: N, P, K, Ca, Mg y S, son consumidos por las plantas en grandes cantidades, durante su ciclo vegetativo, donde los tres primeros son los más importantes que los otros.

Que los 16 elementos químicos considerados esenciales para el crecimiento saludable de las plantas, 14 son nutrientes minerales. Ellos en condiciones naturales de cultivo, entran a la planta a través de las raíces, desde la solución del suelo. El déficit de uno de ellos limita o puede disminuir el rendimiento, por lo tanto las utilidades del cultivador. De acuerdo con la cantidad, que la planta consume de cada uno de ellos (no todos son consumidos en igual cantidad) los 14 nutrientes extraídos normalmente del suelo, son clasificados en tres grupos: Nutrientes mayores (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), nutrientes secundarios (Calcio, Azufre y Magnesio) y micro nutrientes (Cobre, Boro, Hierro, Manganeso, Zinc, Molibdeno y Cloro), (Resh, 1987).

A continuación se expone la sintomatología de carencias de macro elementos en el apio:

**a) Nitrógeno:** los primeros síntomas son una reducción del crecimiento vegetativo, amarillosos y decaimientos de las hojas. Si la deficiencia es muy acusada el crecimiento se paraliza, tiene lugar un amarillamiento en toda la planta y se pueden observar manchas cloróticas internerviales en los limbos que evolucionan a moteado necrótico.

**b) Fósforo:** al principio provoca una disminución del vigor de la planta, las hojas jóvenes se debilitan y las muy desarrolladas tienen un crecimiento muy erguido. Si la deficiencia es muy acusada los limbos foliares se reducen, apareciendo necrosados el borde de algunos foliolos.

c) **Potasio**: se manifiesta inicialmente por una reducción del crecimiento vegetativo y la aparición de amarillamiento ocre en las hojas más adultas, especialmente en la periferia de los folíolos. También pueden aparecer en los folíolos puntos de color marrón rojizo.

d) **Calcio**: los síntomas iniciales son: reducción del crecimiento, clorosis en la periferia de folíolos y nervios, color marrón de las hojas del centro de la planta y zonas necróticas en el pecíolo. Cuando la carencia es severa las hojas centrales evolucionan a necrosis "corazón negro".

e) **Magnesio**: se manifiesta inicialmente con la aparición de clorosis internervial que va desde el centro del folíolo hacia los bordes. Si la deficiencia es acusada la mayoría de los folíolos se tornan amarillos con el nervio central de color verde claro y desecación de los bordes del folíolo.

### **3.13. Accidentes, Plagas y enfermedades**

#### **3.13.1. Accidentes**

**3.13.1.1. Heladas:** Se manifiestan en principio por el amarillamiento de las hojas superiores, seguido del ahuecado de pencas desde arriba hacia abajo. En caso de heladas severas, las pencas se acristalan y la epidermis se separa del resto de los tejidos, apareciendo descaminaciones.

#### **3.13.1.2. Floración prematura;**

Es un accidente fisiológico que se produce principalmente cuando las plantas, siendo de pequeño tamaño, se ven sometidas durante un periodo superior a 10 días a bajas temperaturas.

Con todo, la mayor o menor susceptibilidad a este accidente en el apio depende mucho de la variedad cultivada.

#### **3.13.2 Plagas**

Varios insectos y enfermedades pueden atacar al apio, (Maroto, 1990).

- ❖ Araña roja (*Tetranychus telarius*).



- ❖ Gusanos grises (*Agrotis* sp.)
- ❖ Mosca de la zanahoria (*Psylla rosae* (Fab))
- ❖ Mosca del apio (*Phylophyllo heraclei* L.)
- ❖ Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).
- ❖ Orugas (*Distintas larvas de Lepidópteros*).
- ❖ Pulgones (*Aphis* spp., *Myzus persicae*)
- ❖ Trips (*Thripstabaco*)
- ❖ Nemátodos (*Dytilenchus dipsaci* Kuehm.)

### 3.13.3. Enfermedades

- ❖ Mildiu del apio (*Plasmopara nivea* Schr.)
- ❖ Mancha foliar o tizón (*Cercospora apii* Fres.)
- ❖ Roya (*Puccinia apii*)
- ❖ Fusarium (*Fusarium oxisporum* var. *Apii*).

### 3.14. Sistemas atemperados

Los sistemas atemperados son ambientes propicios para el cultivo de las hortalizas, por su mayor tamaño, además que aprovecha la energía solar positiva, recibir luz, temperatura, evapotranspiración que beneficia al desarrollo de los cultivos. La construcción por lo general es sencilla, se utilizan adobes para los muros, madera o callapos para el armazón del techo y agrofilm para la cubierta, (Hartman, 1990).

#### 3.14.1. Importancia del ambiente protegido

Existen distintos tipos de construcciones como invernaderos, ambientes protegidos, carpas solares, con el fin de proteger las cosechas, conseguir un adelanto o retraso de su ciclo, controlar riego humedad y radiación. Los ambientes protegidos son cubiertas que evitan el descenso de temperaturas a niveles críticos, la energía solar es la fuente para calentar estos ambientes, siendo los más comunes en la región andina de Bolivia, (Valdez, 1995).

### **3.15. Orientación**

Las carpas solares deben ser debidamente orientadas, esto permitirá captar la mayor concentración de luz/temperatura/horas/día/planta, lo que favorecerá para obtener cultivos y plantas con un buen desarrollo vegetativo, obteniendo excelentes rendimientos, (CEDEFOA, 2002).

Es muy importante situar la carpa solar donde capte la mayor concentración de luz, temperatura cerca de una fuente de agua; en cuanto al suelo elegir con preferencia terrenos planos; lugares desprotegidos donde no existen árboles que puedan proyectar sombras a la carpa solar, (Flores, 1999).

Recomienda, que el techo o lámina de protección de un ambiente atemperado en el hemisferio sur debe orientarse al norte con el objetivo de captar una mayor radiación solar, de esta manera el eje longitudinal esta orientado de Este a Oeste, (Hartman, 1990).

### **3.16. Variables micro climáticas en carpa solar**

#### **3.16.1. Temperatura**

La temperatura influye en las funciones vitales de los vegetales como la transpiración, respiración, fructificación; las temperaturas máximas y mínimas que soportan la mayoría de los vegetales es de 0 a 60°C fuera de estos límites casi todos mueren o quedan en estado de vida latente, (Serrano, 1979 citado por Estrada, 2003).

La temperatura tiene mucha importancia en el desarrollo de las plantas, afecta a la intensidad y velocidad de los procesos fisiológicos, actúa en forma directa sobre la humedad y la evaporación incidiendo en la morfología vegetal, (Flores, 1999).

#### **3.16.2. Humedad Relativa**

La mayoría de las plantas desarrollan en un medio ambiente de una humedad relativa del aire que oscila entre los 30 y 70%. Una baja humedad relativa en las plantas, provocan marchites y por un exceso invita a la proliferación de plagas y enfermedades.

Por otra parte, un ambiente seco dentro de las carpas solares, influye en la duración del agrofílm lo cual llega a deteriorarse rápidamente, (Flores, 1999).

Las plantas se desarrollan bien donde la humedad relativa fluctúa entre 30 a 70% por debajo del 30% las hojas y tallos se marchitan, por encima del 70% la incidencia de enfermedades es un problema, (Serrano, 1979 citado por Estrada, 2003).

### **3.16.3. Luminosidad**

La luminosidad es considerada uno de los factores más importantes del medio, ya que es parte integrante del proceso de fotosíntesis de la clorofila en las plantas, el crecimiento, el fototropismo, la morfogénesis, fotoperiodismo, la formación de pigmentos y vitaminas. El anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) junto a la luz más la temperatura ayudan a la fotosíntesis, para obtener mayores resultados cuantitativos, precocidad y buena calidad, (Flores, 1999).

### **3.16.4. Ventilación**

Una mala ventilación trae consigo problemas de asfixiamiento, debilitamiento de las plantas y como también la proliferación de plagas y enfermedades, (Flores, 1996).

La mayor parte de los ambientes protegidos requieren de un eficiente sistema de ventilación por tres razones: a) para abastecimiento de CO<sub>2</sub>, utilizado por las plantas para la fotosíntesis, b) para limitar y controlar la elevación de temperatura en el ambiente; c) para reducir la humedad procedente de la transpiración de las plantas, (Guzmán, 1993).

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. Características generales**

#### **4.1.1. Localización**

El presente trabajo se realizó en el Proyecto Micro Huertas Populares de El Alto, que ejecutan el GMEA con el apoyo técnico de la (FAO).

El cual se encuentra ubicado en la zona 14 de septiembre, en la Unidad Educativa Avelino Siñani Fe y Alegría, de la ciudad de El Alto, provincia Murillo del departamento de La Paz, 5 Km. al sureste de la Ceja de El Alto.

#### **4.1.2. Ubicación geográfica**

La ciudad de El Alto se encuentra 68°17´ de longitud oeste y 16° 30´ de latitud sur en el altiplano a una altura de 4000msnm. Al noroeste limita con la provincia Los Andes, al este con la ciudad de La Paz, al sur con la Provincia Ingavi y al sureste con el municipio de Achocalla. (INE, 2002)

#### **4.1.3. Descripción del área de estudio**

##### **4.1.3.1. Clima**

La ciudad de El Alto presenta una temperatura promedio anual de 8°C, una precipitación anual de 550 a 600mm y una evapotranspiración potencial (ETP) máximo en verano (noviembre – marzo) con un promedio de 300mm y la mínima en invierno (mayo – agosto) con 114mm, siguiendo principalmente la evolución de la radiación neta y la radiación solar global promedio anual de 533 cal/cm<sup>2</sup>/día, (ZONISIG, 1998).

##### **4.1.3.2. Suelo**

La zona se caracteriza por tener un suelo de textura franco arcilloso. El suelo del sector tiene: estructura media, estas características permiten la infiltración del agua.

## **4.2. Materiales**

### **4.2.1. Material Vegetal**

Se utilizó la semilla del cultivo de apio (*apium graveolens L.*), el cual fue proveniente de la semillería “El clavel”, con un porcentaje de germinación de 81.02% y con un 99% de pureza.

Las variedades de apio se diferenciaron:

Variedades verdes: (Tall-utah 52-70), son variedades rústicas, de fuerte crecimiento vegetativo y más fácil de cultivar.

Variedades amarillas: (Golden blanchino), su cultivo resulta más dificultoso. Son más apreciadas en los grandes mercados, esta variedad se blanquea por sí sola, (Vigliola, 1992).

### **4.2.2. Siembra.**

El apio es una planta de ciclo vegetativo bianual, la siembra en almaciguera se efectuó a choro continuo entre surcos 8cm, en almaciguera durante 45-60 días para luego estar listo para el respectivo trasplante cuando los plantines tenían de 4 a 5 hojas verdaderas, con una distancia de 30cm entre surcos y entre planta 25cm esto equivale a 100000 plantas /ha.

### **4.2.3. Material Orgánico**

El estiércol de ovino es proveniente de bajo milluni de la Ciudad de El Alto. La mezcla utilizada en el medio orgánico fue compuesto de: suelo del lugar 50%, turba 30%, arena 20%, esto equivale a (10, 6 y 4 carretillas respectivamente) un total de 20 carretillas/tratamiento incorporado a fondo y el estiércol de ovino se incorporo en diferentes niveles 0.95kg/m<sup>2</sup>; 1.9kg/m<sup>2</sup> y 3.8kg/m<sup>2</sup> respectivamente de acuerdo al diseño.

### **4.2.4. Material de Campo**

Se utilizaron: Palas, picotas, carretilla, estacas, cuerdas, vernier, Balanza, cintas métricas, chontas, rastrillos, letreros, carteles, regadera, manguera y bolsas plásticas.

#### **4.2.5. Material de Gabinete**

Se llegó a utilizar rollos de slide, películas, cámara digital, libreta de registros, computadora y disquetes.

#### **4.2.6. Materiales para la construcción de las platabandas**

Cemento, ladrillos, arena y piedras

#### **4.2.7. Características de la carpa solar**

El experimento se realizó en una carpa solar modelo de dos aguas, cuya estructura está formada por piedra, cemento, adobes, callapos de eucaliptos, con una altura de 1.50m y para sujetar el plástico, se utilizó bandas de goma clavadas a los callapos con clavos de 2 pulgadas.

La carpa solar tiene una pared frontal de 2.50m y las paredes laterales de 1.40m de alto. La superficie útil de la carpa solar es de  $90\text{m}^2$ . El material de cubierta del techo es con agrofilm de fabricación nacional de 250 micrones y 4 metros de ancho.

#### **4.2.8. Instrumento Meteorológico**

Un termómetro ambiental.

#### **4.2.9. Insumos**

Se utilizaron productos naturales para el control de plagas y enfermedades: plantas repelentes, extractos, etc.

### **4.3. Metodología**

#### **4.3.1. Procedimiento Experimental**

##### **4.3.1.1. Construcción de almacigueras**

Se construyeron 4 almacigueras de madera que tienen las siguientes dimensiones: ancho 40cm, largo 60cm y con una profundidad de 10cm.

#### **4.3.1.2. Preparación del sustrato para almaciguera**

Se procedió con el preparado del sustrato, que contenía tierra del lugar previamente cernida, estiércol de ovino cernido, turba cernido, ceniza y arena fina, en una relación de ( 40:20:10:10:20% respectivamente) esto equivale a (4, 2, 1, 1,1 y 2 palas respectivamente), para un total de 4 almacigueras, de la siguiente manera:

- Primero cernir la tierra, estiércol, turba respectivamente en una malla milimetrada para no tener partículas grandes.
- Alistar la ceniza y arena, las partículas deben ser finas.
- Vaciar en un recipiente grande tierra del lugar, estiércol de ovino, turba, ceniza y arena en una relación de (40:20:10:10:20) %, luego mezclar bien y a continuación vaciar en las almacigueras, para luego nivelarlo y un riego con la regadera listo para la siembra de la semilla.

#### **4.3.1.3. La siembra de la semilla de apio**

La siembra se efectuó el 30 de marzo de 2006. Después de abrir los surcos, se procedió a la siembra de las dos variedades manualmente dispersando a chorro continuo, distribuyendo lo más homogéneamente posible en las 4 almacigueras. Luego se cubre con el mismo suelo preparado (3 a 4 veces el tamaño de la semilla), teniendo cuidado de no taparlos mucho.

Posteriormente se procedió al tapado con paja esto con el fin de mantener la humedad en las almacigueras, luego se hizo el riego suavemente con una regadera, evitando que las gotas de agua logren encharcar las semillas, se quitó la paja a los 13 días de la siembra cuando emergieron en un 80%.

La frecuencia de riego va disminuyendo a medida que la planta desarrolle, en los primeros 25 días la frecuencia de riego fue tres veces por semana y luego se fueron disminuyendo hasta realizar de 1 a 2 veces por semana hasta que los plantines estén ya como para trasplantar.

#### **4.3.1.4. Ubicación de las parcelas**

Se procedió a la ubicación correcta de las parcelas según el croquis y el diseño dentro la carpa solar.

#### **4.3.1.5 Construcción de las platabandas**

Se procedió a la construcción de las platabandas que tenía la siguiente dimensión un largo de 2m y ancho de 1.50m.

Se construyeron un total de 18 platabandas con ladrillo y mezcla de cemento, con las siguientes dimensiones: largo de 2m y un ancho de 1.50m, profundidad de 0.30m. Se siguieron los siguientes pasos:

- Primero se realizó el trazado de las parcelas 2m por 1.50m y con un pasillo de 0.5m.
- Luego se procedió al excavado, colocado de cimientó con piedra y mezcla de cemento.
- Después del levantamiento del cimientó se realizó dos filas de tabique de ladrillo con mezcla de cemento.

#### **4.3.1.6. Preparación del sustrato para las platabandas**

Se procedió con el preparado del sustrato, que contenía tierra del lugar, arena fina y turba (incorporación a fondo), con una relación de (50%:20%:30%), equivale a (10, 4 y 6 carretillas respectivamente) según el diseño, para un total de 18 platabandas, de la siguiente manera:

- Primero el cernido tierra del lugar para que no tenga terrones de suelo.
- Luego medir con carretilla las cantidades de tierra, turba y arena.
- Mezclado con pala, tres a cuatro veces de manera homogénea.
- Incorporación de sustrato preparado a las platabandas (20 carretillas por cada platabanda).
- Incorporación de estiércol de ovino previamente pesado con la balanza de acuerdo a los niveles de fertilización (0.95kg/m<sup>2</sup>, 1.9kg/m<sup>2</sup> y 3.8kg/m<sup>2</sup>) según el diseño respectivamente.



#### **4.3.1.7. Muestreo del suelo**

Una vez preparado el substrato se procedió a tomar muestras, primeramente del substrato preparado a fondo y el estiércol de ovino antes de incorporar. Posteriormente se procedió con el análisis químico, físico respectivamente.

#### **4.3.1.8. Nivelado de las platabandas**

Se realizó el nivelado de todas las platabandas y se aplicó un riego con regadera un día antes del trasplante a capacidad de campo.

#### **4.3.1.9. Trasplante de apio**

El trasplante se efectuó el 22 de mayo del 2006. Después de la apertura de hoyos con el trasplantador entre surco 0.30m y entre planta 0.25m se procedió al trasplante presionando el sustrato hacia el cuello del plantin con el índice y pulgar del dedo, después se aplicó el riego correspondiente.

#### **4.3.1.10. Labores culturales**

Durante el trabajo de investigación se realizaron las siguientes labores culturales.

##### **a) Refalle**

El refalle de las plantas se hizo a los 7 y 10 días después del trasplante para remplazar plantas perdidas y dañadas por plagas (gusano gris en estado larval); esta práctica se efectuó con el propósito de uniformizar la población de diferentes tratamientos, la reposición de las plántulas ha sido en un 8% de la población, de este porcentaje de pérdida de plántulas no se debió por el daño de animales.

##### **b) Riego**

Se regaron con regaderas caseras que se hicieron en forma manual con frecuencia máxima de 3 a 4 veces por semanas durante todo el experimento. Estas prácticas culturales se realizaron durante el ciclo vegetativo de la planta, hasta la quinta cosecha, en la producción orgánica de apio.

##### **c) Escarda**

Al aplicar diariamente los riegos y con el paso del tiempo se van formando costras sobre la superficie que impiden que el aire penetre en sus espacios porosos, limitándose así la toma de agua y alimentos. Para evitar esto, se procedió a romper las

costras de la superficie (dos a tres veces por semana), con un escardador de madera, si es necesario con chontilla (muy pequeña), teniendo el cuidado de no hacer daño a las raíces secundarios.

La escarda después de la primera cosecha se realizó solo en cada cosecha por que el tiempo de cosecha es cada vez menor y es difícil realizar esta práctica debido a que las raíces son muy superficiales.

#### **d) Deshierbe**

El deshierbe se realizó, después del trasplante a los 25, días y una vez por semana respectivamente, sacando las malas hierbas manualmente, teniendo cuidado de no maltratar las plántulas. Esta no se realizó con mucha frecuencia debido a que no había muchas hierbas.

#### **e) Formación de la planta**

Para la formación se procedió a quitar las pencas más pequeñas (mal desarrolladas) de los bordes a los 30 días del trasplante, esto con el objetivo de tener pencas de buena calidad.

#### **f) Deschuponado**

Con esta práctica se procedió a los 35 días del trasplante, en las dos variedades dos o una vez por semana.

#### **g) Aporque**

Que durante el desarrollo vegetativo se ha realizado el aporque a los 45 días del trasplante, tomando en cuenta que el “corazón” de la planta no se cubra con tierra. Con esta operación se obtuvo un aumento significativo de la longitud del tallo.

#### **h) Control de plagas**

En el transcurso del ensayo se presentó a los 4 días del trasplante el gusano gris (*Agrotis sp*) en estado larval dejando marchitados los plantines devorando desde el cuello de la raíz, este mismo gusano en estado larval devoran los tallos y hojas dejándolos transparentes (como seda), la planta se torna de color amarillo y se marchita. Esto se presentó hasta los 30 días desde el trasplante. Por lo tanto a los 60 días desde el trasplante se presentó el ataque de pulgones (*Myzus persicae*). El producto utilizado para combatir esta plaga fue algunos extractos como medida de prevención contra plagas y enfermedades, dos veces por semana.

Se acudió al uso de 70gr de hojas de eucalipto tiernos macerado en dos litros de agua hervida durante 2 a 3 días, también se procedió al uso de macerado de ajo una cabeza de ajo y una cebolla mediana bien molidos, se cuele el extracto a un litro de agua, la dosis del extracto 500cc/litro de agua y luego el fumigado sobre la planta; otra forma de controlar es manualmente eliminando los pulgones antes que se infeste de esta plaga.

#### **i) Blanqueamiento**

El blanqueamiento se ha realizado en el cultivo de apio verde, que requiere ser blanqueado, para evitar la formación de clorofila tanto en las pencas de las hojas exteriores como en las hojas interiores, Esto se ha hecho dos semanas antes de la cosecha, la cual se ha realizado con la siguiente técnica:

- Recubriendo las pencas de apio con mangas de plástico negro, para así con este sistema nos proporcione un apio de mejor calidad.

#### **j) Cosecha**

La recolección se la realizó manualmente por tratamiento, cosechando de manera escalonada a los 90días, 105días, 117días, 127días y 134días respectivamente, las pencas mejor desarrolladas (comerciales) posteriormente se llegó a pesar con una balanza para llevar en una hoja de registros todos los datos. A continuación se lavo, seleccionó para luego ser comercializado.

#### **4.3.1.11. Toma de datos**

Se tomaron 10 muestras al azar de cada platabanda o tratamiento, descartando los que estaban en los pasillos y sus extremos. Los cuales eran evaluados en cada cosecha del cultivo, llevando un registro de ello.

#### **4.3.1.12. Análisis estadístico**

Para demostrar las diferencias entre los tratamientos, número y distancia entre plántulas, se utilizó el análisis de varianza (ANVA) y las pruebas de significancia mediante las pruebas de Tukey, procesados por el paquete de diseños experimentales S.A.S. versión 6.2.

#### **4.3.1.13. Registro de Temperatura**

El registro diario de la temperatura mínima, máxima en la carpa solar se lo obtuvo con un termómetro meteorológico, en dos horarios a las 7:00 a.m., 14:00 p.m., analizándose

los datos con los promedios semanales y mensuales, así conocer su influencia en el desarrollo del cultivo.

#### **4.3.1.14. Evaluación de los costos de producción**

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

#### **4.3.2. Diseño Experimental.**

El diseño experimental que se utilizó fue: Bloques Completos al Azar con arreglo en Parcelas Divididas, se utilizó bloques por que había diferencias entre bloques, debido a la cantidad de luz, ventilación, etc. y parcelas divididas por que el factor A (Variedades), necesariamente tiene que distribuirse en parcela grande y el factor B (Niveles de estiércol), en parcela pequeña y para tener mejor evaluación sobre la interacción de estos factores, también para tener una mayor precisión en la evaluación del factor B, (Calzada, 1982).

Los factores en estudio fueron:

**FACTOR (A):** Variedades

**FACTOR (B):** Niveles de Estiércol

a1 = Tall-utah 52-70

a1 = Estiércol de ovino 9.5t/ha

a2 = Golden blanchino

a2 = Estiércol de ovino 19 t/ha

a3 = Estiércol de ovino 38 t/ha

#### 4.3.2.1. Modelo Lineal Aditivo: (Calzada, 1982)

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ji} + \lambda_k + \alpha\lambda_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media poblacional

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo bloque

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo variedad del factor A (variedades)

$\varepsilon_{ji}$  = Error de la parcela grande

$\lambda_k$  = Efecto del k-ésimo nivel del factor B (Niveles de estiércol)

$\alpha\lambda_{ik}$  = Interacción A x B

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental

#### 4.3.2.2. Características de los tratamientos

De acuerdo a los factores experimentales se formularon 6 tratamientos, a saber:

T1 = a1b1 = Tall – utah 52-70 x Nivel 1(0.95kg)

T2 = a1b2 = Tall – utah 52-70 x Nivel 2(1.9kg)

T3 = a1b3 = Tall – utah 52-70 x Nivel 3(3.8kg)

T4 = a2b1 = Golden blanchino x Nivel 1(0.95kg)

T5 = a2b2 = Golden blanchino x Nivel 2(1.9kg)

T6 = a2b3 = Golden blanchino x Nivel 3(3.8kg)

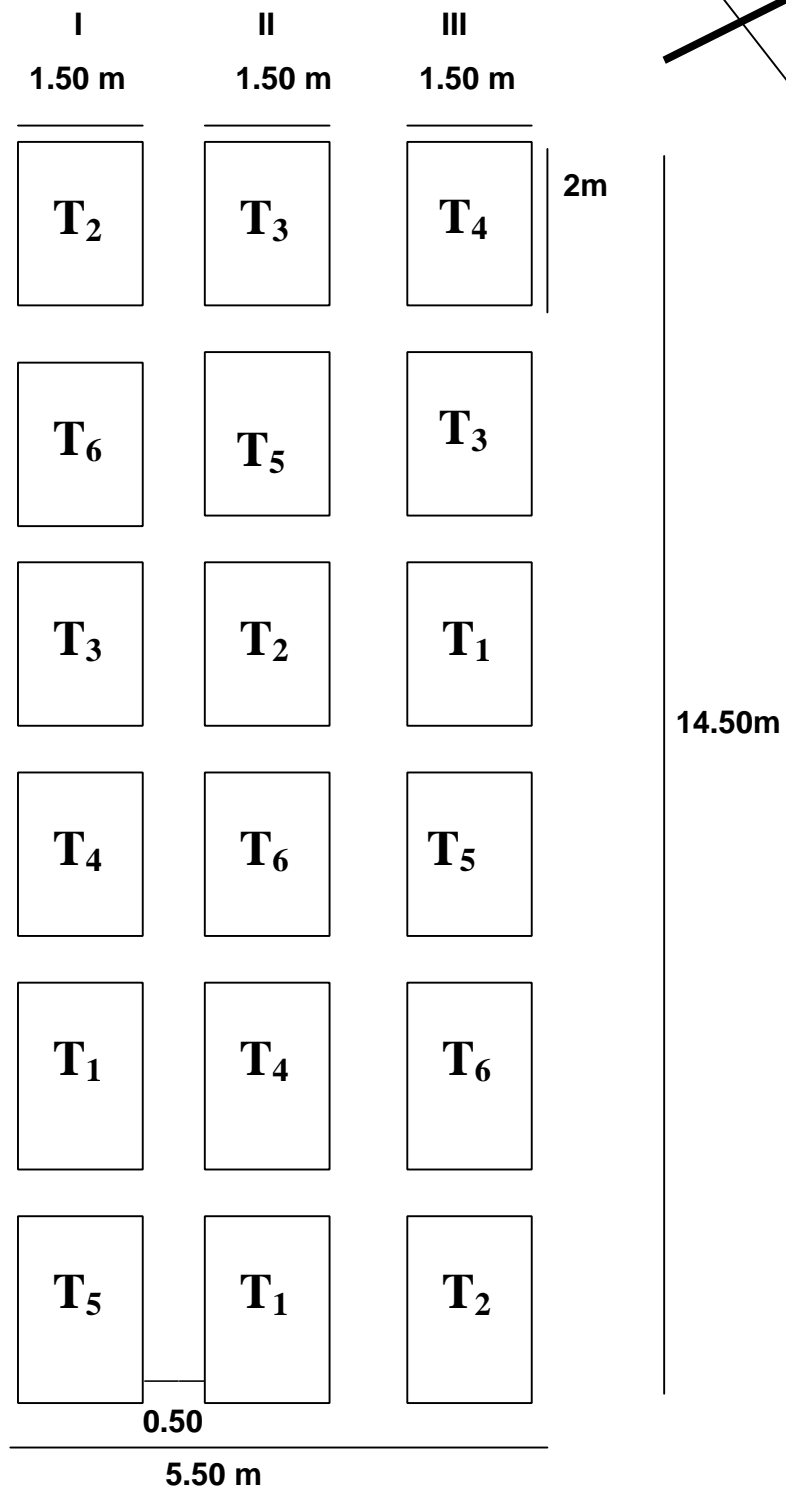
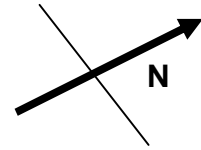
#### 4.3.2.3. Características del área experimental

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

Largo de la carpa solar	:	15m
Ancho total de la carpa	:	6m
Superficie total de la carpa	:	90m <sup>2</sup>
Número de platabandas	:	18
Largo de la platabanda	:	2m
Ancho de la platabanda	:	1.50m
Área de la platabanda	:	3m <sup>2</sup>
Área total del ensayo	:	54m <sup>2</sup>
Distancia entre plantas	:	0.25m
Distancia entre surcos	:	0.30m.
Número de surcos x platabanda	:	6
Número de plantas x platabanda	:	30

4.3.2.4. Croquis del experimento

Esc: 1:100



### **4.3.3. Variables de Respuesta Agronómicas**

Se consideraron las siguientes variables:

#### **4.3.3.1. Días a la cosecha**

Se ha realizado la primera cosecha a los 90 días, segunda cosecha a los 105 días, la tercera cosecha a los 117 días, la cuarta cosecha a los 127 días y la quinta cosecha a los 134 días.

#### **4.3.3.2. Altura de la planta**

Se procedió a medir la altura de la planta con el flexómetro, en cada una de las cosechas escogiendo la penca más grande.

#### **4.3.3.3. Diámetro del cuello de la raíz**

El diámetro del cuello de la raíz se midió con vernier en cada una de las cosechas respectivamente.

#### **4.3.3.4. Número de pencas**

El número de pencas se cuantificó en cada cosecha, en cada muestreo de planta que tenga pencas más desarrolladas (comerciales).

#### **4.3.3.5. Rendimiento en Materia Verde**

Para su evaluación se pesaron las muestras de cada tratamiento, para luego pesar cada platabanda. Las unidades utilizadas fueron de kg./planta/m<sup>2</sup>, la cual fue llevada a t/ha. Considerando el número de plantas que entran en cada platabanda.

### **4.3.4. Análisis económico**

El análisis económico es considerado de mucha importancia debido a que nos proporciona información económica, procurando siempre hacer desde la perspectiva del agricultor, para poder informar los beneficios que podría obtener en términos de rentabilidad.

#### **4.3.4.1 Costos variables**

Los costos variables son aquellos costos que varían en una producción agrícola que incluyen los insumos y la mano de obra requerida.



#### **4.3.4.2. Costo de producción**

Para el análisis económico, se utilizó el método de presupuestos parciales, recomendada por el CIMMYT, (1988) permitiendo determinar las aplicaciones económicas en costos y beneficios.

Primeramente se determinaron los costos de insumos en base a valores regionales, posteriormente los costos de producción, con la cantidad de insumos variables y la mano de obra utilizada en la fase de campo. Con estos datos se elaboró el presupuesto parcial en función al rendimiento promedio de Kg/m<sup>2</sup>, ajustando el mismo al 10%.

El análisis marginal y el presupuesto parcial nos sirvieron para determinar las implicaciones económicas de los tratamientos en la investigación.

#### **4.3.4.3. Beneficio Neto**

El beneficio neto es el valor de todos los beneficios de una producción que se percibirá, menos el costo total de producción (Perrin et.al 1982) citado por palacios 1999).

#### **4.3.4.4. Beneficio/costo B/C**

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

Que la regla básica del beneficio/costo B/C, es que una inversión será rentable, si los beneficios son mayores que la unidad ( $B/C > 1$ ), aceptable si es igual a la unidad ( $B/C = 1$ ) y no es rentable si es menor a la unidad ( $B/C < 1$ ). IBTA Y PROINPA (1995).

#### **4.3. 4.5. Análisis de laboratorio**

El análisis físico y químico del estiércol de ovino y del suelo que se llevó a cabo en IBTEN, antes del trasplante y después de toda la cosecha realizada, los cuales nos permitieron ver la cantidad de nutrientes presentes en el sustrato preparado y cuanto utilizó el cultivo de apio de los distintos elementos que contenía el suelo.

## **V. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

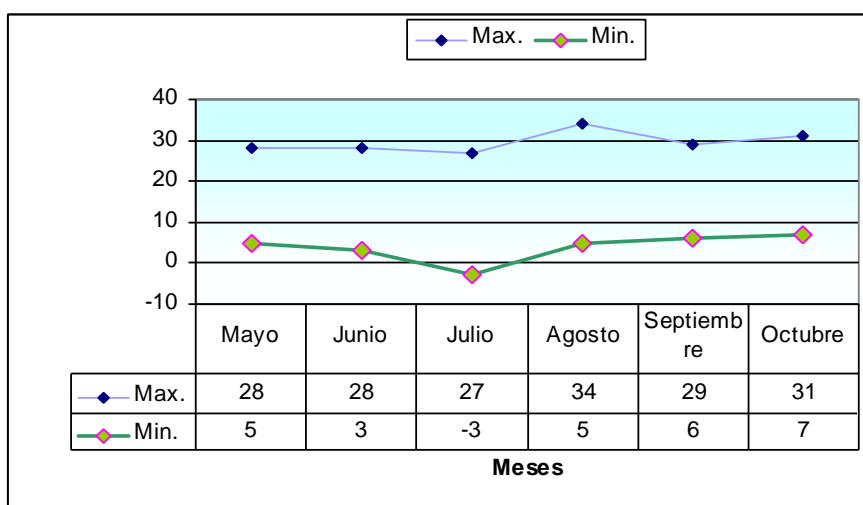
Los resultados que a continuación se presentan, muestran los efectos de los factores estudiados en el presente trabajo de investigación sobre el comportamiento del cultivo de apio en la producción orgánica.

## 5.1. Variables de estudio

### 5.1.1. Temperaturas en la carpa solar durante la investigación

Dentro de los ambientes atemperados las fluctuaciones climáticas son muy variadas de acuerdo a la época del año y horas del día, de la noche en sus parámetros de temperaturas, humedad etc. que influyen en el comportamiento fisiológico del cultivo.

Las temperaturas han sido registradas con un termómetro ambiental, diariamente a partir del 22 de mayo hasta 5 de octubre, con lecturas a las 7:00 a.m. y a las 14:00 p.m., esto para adquirir toda la información posible.



**Figura 1.** Variación de la temperatura mínima y máxima al interior de la carpa solar, durante el desarrollo del cultivo.

En la figura 1, muestran las fluctuaciones de temperatura durante la investigación del cultivo al interior de la carpa solar en el mes de agosto y octubre, las temperaturas máxima son de 34 a 31°C ocurre generalmente a horas de 12:00 a 15:00pm esto por la posición del sol a la carpa solar, mientras tanto las temperaturas mínimas (criticas) registradas fue el mes de julio, con -3°C bajo cero existe mayor perdida de temperatura por la puerta, las ventanas y el techo del agrofilm donde por las mañanas se vieron

congelados todas las paredes del agrofilm, mientras que afuera se registraba -6°C bajo cero.

Durante todo el desarrollo del experimento se observaron efectos negativos de las temperaturas mínimas y máximas, es decir, que este factor climático no se mantuvo dentro de los rangos que el cultivo de apio exige, cuando se cultiva en condiciones de temperaturas alteradas en la carpa solar, no favorecieron al cultivo de apio, provocando el rápido entallamiento y floración.

El cultivo de apio requiere para un desarrollo fisiológico adecuado, las temperaturas medias óptimas que deben ser de 15 a 8°C, la máxima de 24°C y mínima que deben ser de 7°C (Vigliola 1992).

La temperatura al interior de la carpa solar, depende en gran medida de la radiación solar que llega a la cobertura y por la impermeabilidad de los materiales de recubrimiento. La radiación atrapada es la que calienta el interior de la carpa solar. (Hartman, 1990).

### 5.1.2. Análisis Físico y Químico del suelo antes y después de la cosecha.

En cuanto a las propiedades químicas se tomaron los siguientes parámetros como: Macro nutrientes (N, P y K) respectivamente, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio cationico que se describe cada una de ellas a continuación.

**Cuadro 2.** Cuadro comparativo del análisis del suelo antes y después de la cosecha.

Niveles de estiércol	Nitrógeno Kg/ha		Fósforo Kg/ha		Potasio Kg/ha		CIC Meq/100gr suelo		CE mS/cm	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
N1= 9.5t/ha	65	5.4	25	6.15	100	30.3	37	14	1.55	0.25
N2= 19t/ha	130	10.53	50	9.29	200	49.28	45	22	2.68	1.86
N3= 38t/ha	260	31.5	100	13.94	400	103.2	62	36	3.5	2.32

Fuente: Elaboración IBTEN (2006)

Al comparar los análisis del suelo se puede observar en el cuadro 2, por lo tanto estos datos fueron obtenidos mediante los cálculos, tomando en cuenta todos los parámetros necesarios antes y después de la cosecha (anexo 5):

El nitrógeno total en kg/ha, en nutrientes presentes en el suelo más la incorporación del estiércol de ovino en diferentes niveles al inicio, por lo tanto muestra que fueron disminuyendo de acuerdo a las cantidades aplicadas de estiércol, esto nos indica que la planta fue aprovechando de acuerdo a las cantidades disponibles de nitrógeno.

En cuanto al fósforo asimilable y potasio intercambiable fueron absorbidos o aprovechados por el cultivo de manera significativa de acuerdo a las cantidades de estiércol aplicado mayor nivel de estiércol de ovino mayor fue la pérdida de nutrientes que son aprovechados mediante la absorción de nutrientes por el cultivo durante toda su fase de desarrollo fisiológico.

Como nivel dos de estiércol de ovino aplicado que es de acuerdo al requerimiento del cultivo no fue aprovechado en su totalidad, esto quiere decir que si se aplica el doble de lo requerido la planta aprovecha de manera adecuada y así suben los rendimientos.

Las hortalizas de hoja extraen nitrógeno del suelo y que el contenido de nitrógeno al final en el suelo es menor al inicial que corrobora el presente trabajo, (Palacios, 1999).

Cuando la materia orgánica no completa su descomposición en el suelo los microorganismos siguen transformándose y consumiendo nitrógeno del suelo, para ponerlas a disponibilidad de las plantas lo que puede generar a corto plazo un efecto depresivo temporal, reestableciendo el equilibrio con el paso del tiempo, (Quino, 1999).

Un porcentaje mayor al 0.2%, está en niveles altos, el suelo y el cultivo pueden verse favorecidos tanto en su estructura como en el rendimiento respectivamente. También menciona que de 0.1 a 1.0% de nitrógeno en el suelo, es considerado como un suelo con contenido medio, lo que se ve después de la cosecha, (Chilon, 1997).

El nitrógeno, forma parte de todo el proceso de la fotosíntesis, cuando la planta la absorbe en gran cantidad, desarrollara mejor las hojas y también influye sobre el momento de la cosecha, acelerando la madurez comercial en las hortalizas cuya parte comestible es la vegetativa, (Vigliola, 1992).

Las hortalizas cuya parte comestible es la hoja, la deficiencia de potasio disminuye la calidad, provocando una clorosis marginal, (Vigliola, 1992).

En cuanto al CIC después de toda la cosecha se puede observar el cuadro 2, Que disminuye de acuerdo a las cantidades de estiércol de ovino aplicado respectivamente, esto puede ser, que a medida que los nutrientes fueron aprovechados también baja el CIC, pero no en su totalidad por que a un existe nutrientes en el suelo, la disminución del CIC tuvo mucha relación con los niveles de estiércol, es decir mayor cantidad de estiércol de ovino aplicado mayor fue el CIC, o viceversa. Mientras tanto la CE de igual manera disminuyo esto es debido a la aplicación de agua de riego la cual disolvió las sales y provoco un lavado del mismo favoreciendo a que exista un menor contenido de sales en el suelo por lo tanto una menor CE que favorece el desarrollo del cultivo.

Cuando todo el tratamiento se mantiene con una conductividad eléctrica menores a 2 mmHos/cm<sup>3</sup> indica suelo sin problemas de salinidad ni sodicidad lo que quiere decir que los datos pertenecen a un suelo sin problemas de sales, (Chilon, 1997).

En su trabajo de campo abierto comparo tres tipos de abonos orgánicos, y encontró que el estiércol de ovino y compost presentaron una mayor conductividad eléctrica, que confirma los resultados obtenidos, (Laura, 1999).

Que al ser incorporado al suelo el compost, va mejorar la CIC del mismo, aumentando la disponibilidad de nutrientes en beneficio de las plantas, (Díaz, 1998).

Que datos mayores a 20meq/100g son valores que pertenecen a un rango alto de CIC., lo que nos indica que los tratamientos tienen una capacidad de intercambio cationico

alto, todo los tratamientos tendrán fácilmente los nutrientes a disposición de las plantas, (Chilon, 1997).

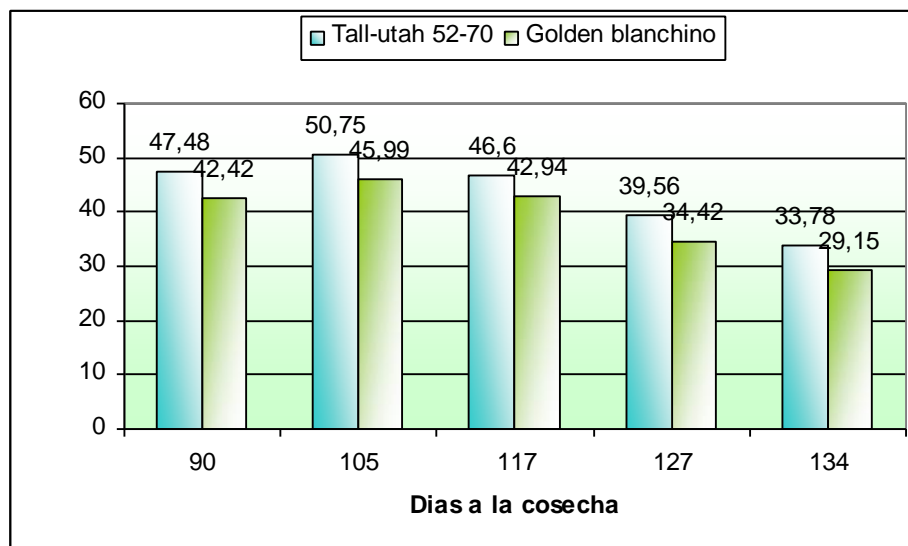
Que al ser incorporado al suelo el estiércol, va mejorar la CIC del mismo, aumentando la disponibilidad de nutrientes en beneficio de las plantas, (Gonzáles, 1998).

## 5.2. Variables agronómicas a la cosecha

### 5.2.1. Días a la cosecha

Podemos mencionar que las cosechas fueron realizadas viendo las características fisiológicas “como el empiezo de amarillamiento de los bordes de las hojas” y la calidad comercial del cultivo en las diferentes cosechas, la primera cosecha se ha realizado a los 90 días desde el trasplante y las otras de manera escalonada a los 105, 117, 127 y 134 días, respectivamente.

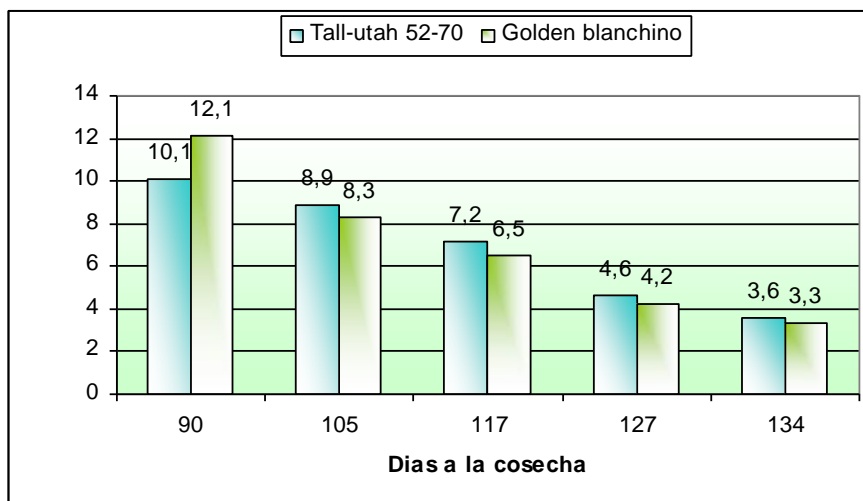
Para poder observar y explicar el comportamiento que presentaron las diferentes variables durante el desarrollo del ensayo se presentan a continuación.



**Figura 2.** Comparación de medias, altura de la planta de las variedades

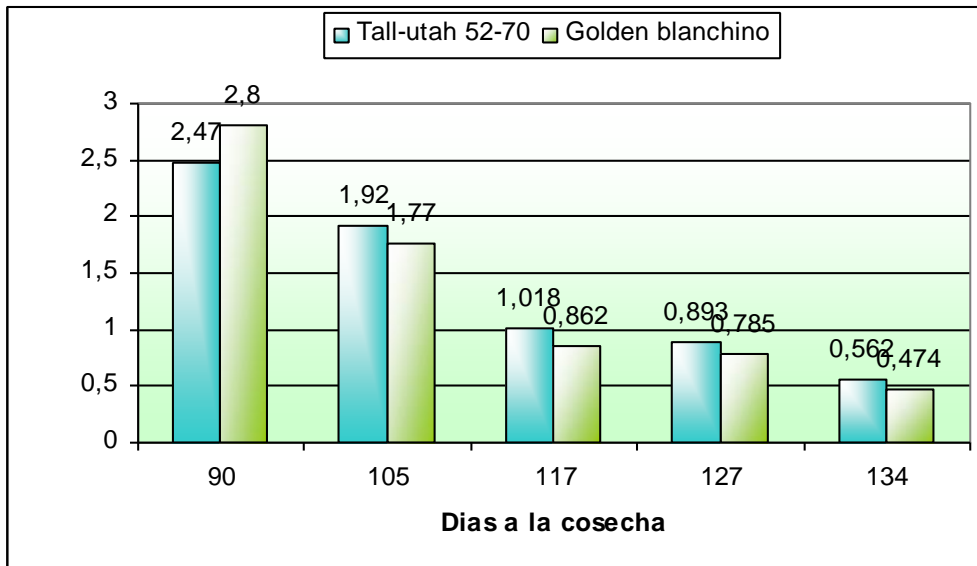
La figura 2, muestra un comportamiento diferente entre las variedades en todas las cosechas respecto a la altura de la planta. Por lo tanto las variedades Tall-utah 52-70 y

Golden blanchino tuvieron un comportamiento fisiológico similar, pero con diferencias en altura de la planta a los 90 días ambas variedades alcanzaron alturas significativas, llegando a una máxima altura a los 105 días y las dos variedades bajaron paulatinamente en las siguientes cosechas efectuadas, se atribuye a la disminución en el desarrollo fisiológico. Por lo tanto la variedad Tall-utah fue superior en altura en las cinco cosechas, esto es debido a las características morfológicas que tiene como (largo del pecíolo), lo cual debido a esta característica tuvo pencas mejor desarrolladas, mientras tanto no mostró esa característica la variedad Golden blanchino.



**Figura 3.** Comparación de medias en número de penca de las variedades

En la figura 3, como se puede observar para la variable número de pencas, en la primera cosecha a los 90 días la variedad Golden blanchino fue superior a la variedad Tall-utah en número de pencas. Debido a que la variedad Golden blanchino presentó mayor desarrollo en número de pencas y en cada una de las pencas tuvo uno o dos chupones bien desarrolladas y estos se tomaron en cuenta. Por lo tanto en las siguientes cosechas efectuadas la variedad Tall-utah fue superior debido a que tuvo un desarrollo fisiológico rápido y un diámetro superior a la otra variedad, mientras tanto la otra variedad viceversa. Por lo cual a los 127 días el número de pencas en ambas variedades fueron casi similares, también a los 134 días esto es debido a las continuas cosechas realizadas.



**Figura 4.** Comparación de rendimiento de materia verde de las variedades.

En la figura 4, se puede observar a los 90 días de cosecha que la variedad Golden blanchino mostró un rendimiento mejor que la variedad Tall-utah, esto es debido a que la variedad Golden blanchino tuvo mayor número de pencas, mientras tanto la variedad Tall-utah en los siguientes días de cosechas realizadas tuvo rendimientos superior a la variedad Golden blanchino, esto es debido a que la variedad Tall-utah presenta mayor desarrollo fisiológico, por lo cual tiene mayor diámetro, mayor número de pencas y mayor altura y por supuesto mayor rendimiento. Por lo tanto ambas variedades tuvieron similar comportamiento en la madures fisiológica de la planta, esto implica que se realicen las cosechas el mismo día.

La producción hidropónica del cultivo de apio (tall-utah 52-70) la cosecha se realizó, entre los 80 y 90 días después del trasplante las diferencias de días fueron por la aparición del tallo floral en la densidad (D) 6plantas/surco y en las densidades de 4 y 5plantas/surco fue a los 90días, por lo tanto con rendimientos diferentes D4 = 4.13kg/m<sup>2</sup>, D5 = 4.61kg/m<sup>2</sup> y D6 = 3.01kg/m<sup>2</sup> respectivamente. Corroborar los resultados obtenidos que el tiempo de cosecha fueron similares, (Medrano 2002).



## 5.2.2. Altura de la planta

Los resultados que a continuación se presentan, muestran los efectos de los factores estudiados en el presente trabajo de investigación sobre el comportamiento de dos variedades de apio a tres niveles de estiércol de ovino y cinco cosechas realizadas en cultivo orgánico.

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para la altura de planta

		<i>Cosecha 1</i>	<i>cosecha 2</i>	<i>cosecha 3</i>	<i>cosecha 4</i>	<i>cosecha 5</i>
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>
<b>Bloques</b>	2	34.3767*	59.4592**	2.0815ns	4.0686ns	7.3700ns
<b>Variedades</b>	1	115.5200**	101.6263**	60.7937**	119.1453**	96.5123**
<b>Error (A)</b>	2	12.5976	18.8077	1.8057	46.0145	5.9211
<b>Niveles</b>	2	793.9046**	613..9819**	464.4265**	350.8857**	167.9851**
<b>Niveles*Variedad</b>	2	18.9050ns	5.5687ns	4.3758ns	2.6248ns	1.1094ns
<b>Error (B)</b>	8	3.9507	0.8919	11.4868	2.9914	49.6839

\*\* = Altamente significativo, \* = Significativo, ns = No significativo

Fuente: Elaboracion propia

El análisis de varianza cuadro 3, para la variable altura de planta (en las cinco cosechas), en los bloques es significativo en la primera y segunda cosecha y el resto no significativo debido a las continuas cosechas realizadas. El factor niveles de estiércol de ovino y variedades presenta altamente significativo a una probabilidad de ( $p < 0.01$ ), esto refleja que los niveles de fertilización con estiércol tuvieron un efecto favorable en altura de la planta, por otro lado no reportó diferencias estadísticas para la interacción (niveles\*variedades) lo que manifiesta que cada factor actúa independientemente uno del otro, a una probabilidad de ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 4.** Comparación de medias según la prueba de Tukey, variable altura de planta

Cosecha 1 Cosecha 2 Cosecha 3 Cosecha 4 Cosecha 5

F A	Variedad	Promedio (cm)	Promedio (cm)	Promedio (cm)	Promedio (cm)	Promedio (cm)	Tukey (5%)
V1	Tall-utah	47.48	50.75	46.61	39.56	33.78	A
V2	Golden b.	42.42	45.99	42.94	34.42	29.15	B
F B	Niveles de estiércol	Promedio (cm)	Promedio (cm)	Promedio (cm)	Promedio (cm)	Promedio (cm)	Tukey (5%)
N3	3.8kg/m <sup>2</sup>	56.96	59.64	54.01	44.16	36.87	A
N2	1.9kg/m <sup>2</sup>	43.87	45.39	43.81	37.87	31.24	B
N1	0.95kg/m <sup>2</sup>	34.03	40.07	36.49	28.94	26.29	C

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 4, realizando la discriminación de medias por el método (Tukey,  $p < 0,05$ ), para la variable altura de la planta nos muestran diferencias estadísticas entre los niveles de estiércol de ovino aplicado, se atribuye a las cantidades de estiércol aplicado que proporciona macro y micro nutrientes en las distintas cosechas. Por lo tanto mostró una disminución en altura, puede ser debido a la poca disponibilidad de nutrientes y a las constantes cosechas realizadas.

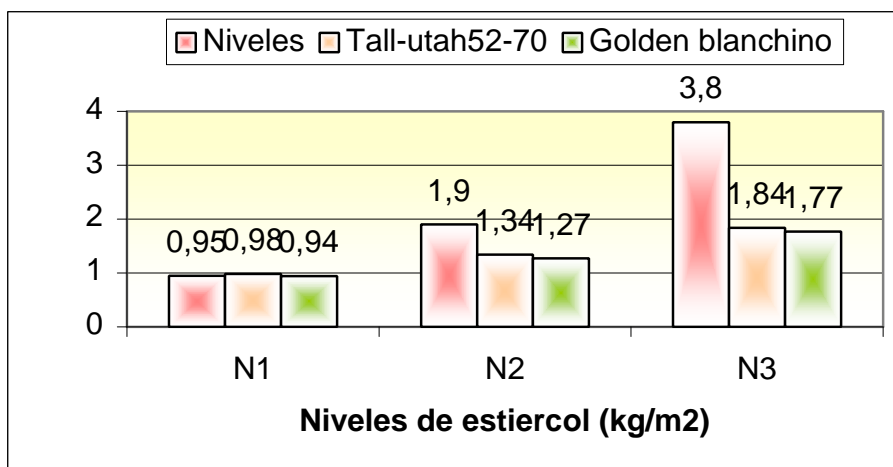
En cuanto las diferencias entre variedades, la variedad Tall-utah, es mejor en las cinco cosechas que la variedad Golden blanchino en cuanto a la altura de planta, se debe a las características morfológicas de cada variedad. Donde la variedad Tall-utah clasificado como (A) y la variedad Golden blanchino clasificado como (B).

**Cuadro 5.** Promedio altura de la planta

Variedades	Niveles de estiércol de ovino			Promedio(cm)
	N1	N2	N3	
Tall-utah 52-70	35.05	42.54	53.32	43.64
Golden blanchino	31.29	38.33	47.35	38.99
Promedio (cm)	33.17	40.44	50.34	41.32

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el cuadro 5, las variaciones entre los niveles de estiércol aplicado y entre variedades, mayor efecto que tuvo es el nivel tres 3.8kg/m<sup>2</sup>, con la misma cantidad de estiércol se comportó mejor la variedad Tall-utah frete a la variedad Golden blanchino por sus características morfológicas especialmente, se puede observar y explicar mejor en la siguiente figura.



**Figura 5.** Promedio altura de la planta

En la figura 5, se puede observar que existen diferencias entre Niveles en las diferentes cosechas realizadas, teniendo ya como promedio con respecto a la altura de la planta, las variaciones entre niveles se atribuyen a las siguientes características, donde el nivel tres presentó mayor altura frente a los niveles dos y uno, lo cual se puede explicar que la cantidad aplicada satisface las necesidades del cultivo, también a través de su etapa vegetativa estaba experimentando valores de pH 6.5 favoreciendo la inmediata disponibilidad de nutrientes como el fósforo, nitrato, hierro y otros micro nutrientes que inducen la proliferación de las raíces y que esta relacionado con la aparición de las grandes concentraciones de nitrógeno y fósforo en las células y aceleran su división y elongación, estimulando a si su ramificación que va aumentando de los reguladores de crecimiento como las auxinas que también influyen en el incremento en la producción de las pencas de mejor calidad, síntesis de proteínas y azúcares en el proceso de respiración, este último se transforma en agua, dióxido de carbono y energía que se utiliza para realizar trabajos mecánicos (crecimiento y desarrollo).

En el caso el nivel dos de estiércol de ovino que es de acuerdo al requerimiento de nutrientes, el menor desarrollo en altura se atribuye al escaso nivel de abonamiento, que no pudo satisfacer los mínimos requerimientos minerales para cumplir con sus funciones vitales, especialmente durante la fase de desarrollo de la planta. Por lo tanto con el nivel uno se obtuvo valores mucho menores que las anteriores, por lo que es insuficiente la disponibilidad de nutrientes.

En la segunda cosecha mostró mayor desarrollo en altura, esto es debido a que todo cultivo tiende a llegar a su máximo desarrollo fisiológico, para después bajar de acuerdo a las cosechas realizadas, esto se atribuye a que también van bajando su capacidad vegetativa hasta tener una altura mínima, por lo cual influye hasta la quinta cosecha el nivel de abonamiento.

En cuanto a las variedades existen diferencias entre variedades en las diferentes cosechas realizadas con respecto a la altura de la planta, pero en la segunda cosecha mostraron un máximo desarrollo en altura y fue bajando paulatinamente, debido a las constantes cosechas realizadas, por lo tanto la variedad Tall-utah 52-70 es superior a la variedad Golden blanchino, durante el desarrollo vegetativo para la primera cosecha se presentó bajas temperaturas (anexo 2), de alguna manera dificultó el normal desarrollo y esto implica en toda la fase de desarrollo, hasta probablemente la disminución de más número de cosechas, por lo tanto causando el entallamiento y la floración, entonces en la segunda cosecha tuvo un desarrollo fisiológico inmediato, además la variedad Tall-utah mostró una característica morfológica superior (largo del pecíolo) mientras tanto la variedad Golden blanchino no tuvo esa característica por eso en altura es menor.

Se sostiene que la aplicación de estiércol sufre procesos de mineralización que es una descomposición rápida en compuestos minerales con forma química más simple y la humificación es una actividad realizada por los microorganismos que transforman en complejos orgánicos como el humus. La flora y la fauna edáfica actúa sobre el estiércol de ovino, de alguna manera directa o indirecta, estos procesos favorecieron en la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo tal como indica y corrobora los resultados obtenidos según (Chilon, 1997 y Rodríguez, 1991).

Donde la producción hidropónica en la época de primavera de la variedad Tall-utah 52-70 a diferentes densidades (D), se ha obtenido diferentes alturas (D1 = 25plantas/m2 con altura de 69.93cm, D2 = 31plantas/m2 con altura de 74.40cm y D3= 42plantas/m2 con altura de 77.37cm), donde se realizó un solo corte, la cual la D3 presentó mayor altura pero el grosor del tallo fue menor y esto no es requerido en el mercado. Por lo tanto esto corrobora que la época de producción puede influir el normal desarrollo fisiológico de la planta en cuanto a la altura de planta, (Medrano, 2002).

### 5.2.3. Diámetro del cuello de la raíz

Este parámetro es de importancia para saber si influye en el número de pencas y rendimiento del cultivo.

Los datos del diámetro del cuello de la raíz se obtuvieron en cada cosecha a los (90 días, 105 días, 117 días, 127 días y 134 días), después del trasplante, para este fin influyeron, las condiciones micro climático del ambiente atemperado y otros factores que determinan su desarrollo.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para el diámetro del cuello de la raíz

		<i>Cosecha 1</i>	<i>cosecha 2</i>	<i>cosecha 3</i>	<i>cosecha 4</i>	<i>cosecha 5</i>
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>
<b>Bloques</b>	2	0.0114ns	0.0082ns	0.0592ns	0.0629ns	0.0607ns
<b>Variedades</b>	1	0.6506*	0.4646**	0.3785**	0.3584**	0.3584**
<b>Error (A)</b>	2	0.1579	0.0269	0.0181	0.0396	0.0389
<b>Niveles</b>	2	4.5123**	5.0250**	5.3785**	5.2571**	5.2571**
<b>Niveles*Variedad</b>	2	0.1942ns	0.1141ns	0.0862ns	0.1597ns	0.1598ns
<b>Error (B)</b>	8	0.0470	0.0314	0.0294	0.0712	0.0719

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza cuadro 6, para la variable diámetro del cuello de la raíz (en las cinco cosechas), en los bloques no es significativo, por lo tanto los bloques son homogéneos debido a que no influye mucho la radiación solar y la temperatura en el desarrollo en las variedades. El factor niveles de estiércol de ovino y variedades

presentan altamente significativo. Mientras tanto la interacción (niveles\*variedad) nos muestra no significativo esto es debido a que cada factor actúa de manera independiente o viceversa.

**Cuadro 7.** Comparación de medias según la prueba de Tukey, variable diámetro del cuello de la raíz

		Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Cosecha 4	Cosecha 5	
<b>F A</b>	<b>Variedad</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Tukey (5%)</b>
<b>v1</b>	Tall-utah	3.25	3.26	3.57	3.78	3.84	<b>A</b>
<b>v2</b>	Golden b.	2.87	2.93	3.28	3.49	3.56	<b>B</b>
<b>F B</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Tukey (5%)</b>
<b>N3</b>	3.8kg/m <sup>2</sup>	4.00	4.09	4.35	4.61	4.67	<b>A</b>
<b>N2</b>	1.9kg/m <sup>2</sup>	2.88	2.91	3.47	3.55	3.62	<b>B</b>
<b>N1</b>	0.95kg/m <sup>2</sup>	2.29	2.29	2.46	2.74	2.81	<b>C</b>

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 7, realizando la discriminación de medias por el método (Tukey,  $p < 0,05$ ), para la variable diámetro del cuello de la raíz nos muestran diferencias estadísticas entre los niveles de estiércol de ovino aplicado.

Por lo tanto refleja las diferencias entre variedades, la variedad Tall-utah, es mejor en las cinco cosechas que la variedad Golden blanchino, con la variedad Tall-utah clasificado como (A) y la variedad Golden blanchino clasificado como (B).

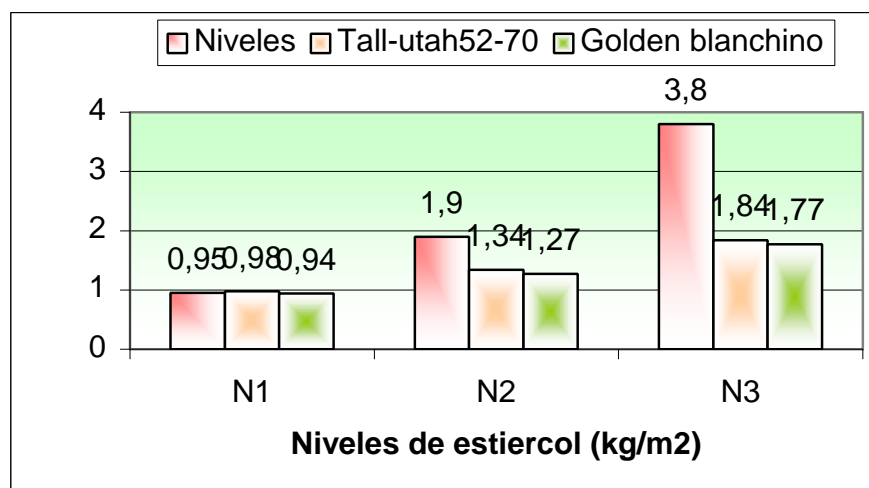
Estas variaciones se la pueden explicar mejor con la figura 6, para poder apreciar mejor las diferencias obtenidas y su posterior interpretación.

**Cuadro 8.** Promedio diámetro del cuello de la raíz

Variedades	Niveles de estiércol de ovino			Promedio(cm)
	N1	N2	N3	
Tall-utah 52-70	2.64	3.54	4.45	3.54
Golden blanchino	2.46	2.89	4.25	3.20
Promedio (cm)	2.55	3.22	4.35	3.37

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el cuadro 8, los promedios en diámetro del cuello de la raíz, el tamaño del diámetro fue de acuerdo a la cantidad de estiércol aplicado y mostrando con mayor diámetro la variedad Tall-utah que la variedad Golden blanchino. Estos resultados se puede observa mejor en la siguiente figura para poder apreciar mejor las diferencias obtenidas y su posterior interpretación.



**Figura 6.** Promedio diámetro del cuello de la raíz

En la figura 6, se puede observar que existen diferencias entre niveles en promedio con respecto al diámetro del cuello de la raíz, donde el nivel tres de estiércol de ovino aplicado fue superior en diámetro que el nivel dos y uno, a medida que se iban cosechando el grosor del diámetro fue aumentando, se puede atribuir las diferencias en diámetro a las cantidades de estiércol de ovino aplicado, de acuerdo a esto tendrán la disponibilidad de nutrientes, esto también implica una mejora en las características físicas, químicas y biológicas del suelo además esto tiene efecto para el libre desarrollo

de las raíces, también mayor absorción de nutrientes y esto incide en el mayor desarrollo del diámetro del cuello de la raíz. Por lo tanto el comportamiento es viceversa si se aplica menor cantidad de abono, por que las propiedades del suelo no favorecen en el desarrollo del cultivo.

La preparación del sustrato tuvo la misma relación, pero si con diferentes niveles de estiércol de ovino. Por lo tanto las características físicas y químicas del abono de ovino, pueden ser indicadores en cuanto al comportamiento de este en el interior de la carpa solar y su interacción con el suelo, estas características muestran que el abono tuvo mejores condiciones para proporcionar elementos como el nitrógeno, fósforo y potasio, por el hecho de que tiene un pH adecuado y conductividad eléctrica elevada.

En cuanto a las variedades se puede observar en promedio que existen diferencias con respecto al diámetro del cuello de la raíz, donde las variedades Tall-utah y Golden blanchino en diámetro fueron aumentando paulatinamente de acuerdo a las cosechas realizadas. Por lo tanto la variedad Tall-utah 52-70 fue mejor a la variedad Golden blanchino, esto puede ser debido a las características morfológicas, genéticas y fisiológicas propias de cada variedad.

Por lo tanto se han obtenido resultados en la producción hidropónica el diámetro del cuello de la raíz a diferentes densidades (D), en la variedad Tall-utah52-70 donde D1, D2, D3 (7.6, 7.4, 6.1cm respectivamente), se atribuye a mayor densidad menor diámetro por que existe competencia de luz y nutrientes. Corrobora que la variedad tall-utah puede tener mayor diámetro, (Medrano 2002).

Que los elementos como el nitrógeno, fósforo pueden estar disponibles en mayor proporción en el suelo cuando el pH del medio fluctúa entre valores de 7 y 8, influyendo sobre estos la humedad y temperatura, (Rodríguez 1991).



## 5.2.4. Número de pencas

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para el número de pencas

		Cosecha 1	cosecha 2	cosecha 3	cosecha 4	cosecha 5
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>
<b>Bloques</b>	2	2.6517**	0.0117ns	0.0072ns	0.0939ns	0.1950ns
<b>Variedades</b>	1	0.2850*	0.2850*	2.0000**	0.8450*	0.2689*
<b>Error (A)</b>	2	0.0717	0.6650	0.2917	0.0422	0.1906
<b>Niveles</b>	2	25.8467**	10.1450**	19.4572**	6.4339**	3.1850**
<b>Niveles*Variedad</b>	2	0.1267ns	0.3277ns	0.2517ns	0.1717ns	0.0239ns
<b>Error (B)</b>	8	0.3983	0.2433	0.3544	0.2589	0.0153

Fuente: Elaboración propia

El análisis de Varianza cuadro 9, para la variable número de pencas (en las cinco cosechas), en la primera cosecha en bloques es altamente significativo y el resto no significativo. El factor niveles de estiércol de ovino y variedades presentan altamente significativos. Mientras tanto la interacción (niveles\*variedad) nos muestra no significativo esto es debido a que cada factor actúa de manera independiente.

**Cuadro 10.** Comparación de medias según la prueba de Tukey, variable número de pencas

		Cosecha 1		Cosecha 2	Cosecha 3	Cosecha 4		Cosecha 5	
<b>FA</b>	<b>Variedades</b>	Promedio (u)	Tukey (5%)	Promedio (u)	Promedio (u)	Promedio (u)	Tukey (5%)	Promedio (u)	Tukey (5%)
<b>V1</b>	<b>Tall-utah</b>	10.3	<b>A</b>	8.9	7.2	4.6	<b>A</b>	3.6	<b>A</b>
<b>V2</b>	<b>Golden b.</b>	12.1	<b>B</b>	8.3	6.5	4.2	<b>B</b>	3.3	<b>B</b>
<b>FB</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	Promedio (u)	Tukey (5%)	Promedio (u)	Promedio (u)	Promedio (u)	Tukey (5%)	Promedio (u)	Tukey (5%)
<b>N3</b>	<b>3.8kg/m2</b>	11.97	<b>A</b>	9.9	8.8	5.5	<b>A</b>	4.3	<b>A</b>
<b>N2</b>	<b>1.9kg/m2</b>	10.85	<b>B</b>	8.6	6.5	4.4	<b>B</b>	3.2	<b>B</b>
<b>N1</b>	<b>0.95kg/m2</b>	10.78	<b>B</b>	7.4	5.2	3.4	<b>C</b>	2.9	<b>B</b>

Fuente. Elaboración propia u = unidades

En el cuadro 10, realizando la discriminación de medias por el método (Tukey,  $p < 0,05$ ), para la variable diámetro del cuello de la raíz nos muestran diferencias estadísticas

entre los niveles de estiércol de ovino aplicado, nos muestra con el nivel tres mayor número de pencas de estiércol, puede ser debido a que este nivel es el doble de lo requerido de nutrientes que se aplicó y esto tuvo mayor efecto en las pencas, mientras tanto con nivel dos la aplicación fue de acuerdo a su requerimiento pero no fue suficiente y en número de pencas es menor que el nivel tres de estiércol.

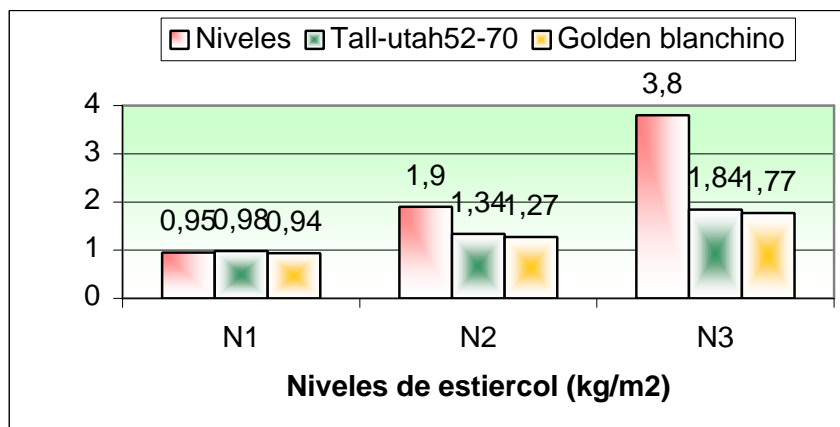
También existen diferencias entre variedades, La variedad Tall-utah, es mejor que la variedad Golden blanchino en cuanto al diámetro del cuello de la raíz, esto hace que tenga mayor número de pencas y más desarrolladas, la variedad Tall-utah clasificado como (A) y la variedad Golden blanchino clasificado como (B).

**Cuadro 11.** Promedio número de pencas

Variedades	Niveles de estiércol de ovino			Promedio(u)
	N1	N2	N3	
Tall-utah 52-70	5.7	6.7	8.5	6.9
Golden blanchino	5.6	6.6	8.3	6.8
Promedio (u)	5.6	6.5	8.4	6.9

Fuente: Elaboración propia u = unidades

Como se puede observar en el cuadro 11, los resultados en promedio, con la variedad Tall-utah tuvo mayor número de pencas con relación a la variedad Golden blanchino, con la aplicación las mismas cantidades de estiércol de ovino, se puede observar mejor y explicar en la siguiente figura.



**Figura 7.** Promedio número de pencas

En la figura 7, se puede observar en promedio que existen diferencias entre niveles, se pueden atribuir a que mostró durante las cosechas realizadas con respecto al número de pencas, donde al aplicar con el nivel tres de estiércol de ovino fue superior en número de pencas respecto al nivel dos y uno en las cinco cosechas, a medida que se iban cosechando fueron disminuyendo paulatinamente, esto es debido a las constantes cosechas realizadas y a consecuencia de esto va perdiendo la capacidad de desarrollo fisiológico, mientras tanto el nivel dos de acuerdo al requerimiento del cultivo mostró en la primera cosecha casi similar respecto al nivel uno, en cambio en las otras cuatro siguientes cosechas presenta diferencias en número de pencas de acuerdo al nivel de estiércol aplicado. Por lo tanto se puede atribuir las diferencias a las cantidades de estiércol aplicado, esto hace que disponga de nutrientes en cantidades diferentes, también implica el diámetro del cuello de la raíz, mayor diámetro mayor fue el número de pencas, si existe similitud como en la primera cosecha entre los niveles dos y uno pero estos no son iguales en tamaño y peso. Las diferencias existentes entre los niveles de estiércol durante las cinco cosechas realizadas que tuvo un continuo efecto especialmente en la primera cosecha, pueden ser debido al proceso de mineralización de acuerdo a la cantidad de estiércol aplicado. La disminución en número de pencas en cada cosecha puede ser debido a las cosechas realizadas de manera escalonada, por que también bajó la capacidad del desarrollo fisiológico y la disminución de nutrientes por la constante absorción por cada cosecha efectuada, por que para un desarrollo fisiológico en cada cosecha absorbe una cierta cantidad de nutrientes.

Se puede observar que existen diferencias o poca variación entre variedades en número de pencas al aplicar la misma cantidad de estiércol de ovino esto es debido al comportamiento durante la fase de desarrollo, donde en la primera cosecha la variedad Tall-utah fue menor que la variedad Golden blanchino, esto se debió a que la variedad mostró 6-8 chupones promedio algunos eran muy desarrolladas que se tomaron en cuenta, al deschuponado era muy susceptible hasta se perdía la penca comercial, mientras tanto la variedad Tall-utah no mostró esas características, debido a que tuvo más desarrollo de las pencas en altura y presento pocos chupones y fueron fácilmente manejables. Ambas variedades tuvieron esas características en las cosecha, pero desde la segunda cosecha tuvieron chupones no tan desarrolladas, también en número de pencas comerciales fueron bajando, esto es debido a las cosechas realizadas de

manera escalonada, puede ser también al ciclo del cultivo que baja la capacidad de desarrollo fisiológico y a la época de producción de alguna manera tuvo efecto, acortando el normal desarrollo fisiológico. Por lo cual las diferencias entre las variedades se atribuye a las características genéticas, morfológicas y adaptabilidad de cada variedad.

La temperatura tiene mucha importancia en el desarrollo de las plantas, afecta a la intensidad y velocidad de los procesos fisiológicos, actúa en forma directa sobre la humedad y la evaporación incidiendo en la morfología vegetal, (Flores, 1999).

Se afirma que cuando se sumista mayor cantidad de estiércol, indirectamente se esta aplicando nitrógeno en cantidades elevadas la cual favorece a la planta para su alta velocidad de crecimiento, al contrario de una adición en menor cantidad de estiércol el desarrollo es inferior en altura, como también a un aumento de suministro de nitrógeno hace crecer más la parte aérea y no así las raíces de la planta, esto corrobora los resultados tal como menciona, (Chilon, 1997).

Producción hidropónica de apio variedad Tall-utah 52-70 se obtuvieron diferentes en numero de pencas a diferentes densidades (D) de trasplante (D1=10.2, D2= 10.1 y D3=11.9 numero de pencas respectivamente), corrobora con los resultados que si con esta variedad Tall-utah se puede obtener mayor numero de pencas, (Medrano, 2002).

### 5.2.5. Rendimiento de materia verde

**Cuadro 12.** Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde

		<i>Cosecha 1</i>	<i>cosecha 2</i>	<i>cosecha 3</i>	<i>cosecha 4</i>	<i>cosecha 5</i>
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>
<b>Bloques</b>	2	0.2354*	0.0106ns	0.0082ns	0.0012ns	0.00140ns
<b>Variedades</b>	1	0.4867**	0.1136**	0.1104**	0.0078**	0.0347**
<b>Error (A)</b>	2	0.0126	0.0040	0.0011	0.0017	0.0012
<b>Niveles</b>	2	5.5762**	0.9685**	0.6786**	0.3819**	0.1926**
<b>Niveles*Variedad</b>	2	0.0451ns	0.00037ns	0.0241ns	0.0012ns	0.0096ns
<b>Error (B)</b>	8	0.0315	0.0091	0.0052	0.0019	0.0018

Fuente: Elaboración propia

Análisis de Varianza cuadro 12, para la variable rendimiento de la materia verde (para las cinco cosechas), en la primera cosecha muestra significativa y el resto no significativo en los bloques esto es debido a que en la primera cosecha tuvo mayor tiempo de desarrollar mientras tanto las otras viceversa. El factor niveles de estiércol de ovino y variedades presentan altamente significativos a una probabilidad de 1%. Por lo tanto la interacción (niveles\*variedad) nos muestra no significativo esto es debido a que cada factor actúa de manera independiente.

**Cuadro 13.** Comparación de medias según la prueba de Tukey, variable rendimiento de materia verde.

		Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Cosecha 4		Cosecha 5	
<b>FA</b>	<b>Variedades</b>	<b>Promedio (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tukey (5%)</b>	<b>Promedio (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tukey (5%)</b>
V1	Tall-utah	2.47	1.92	1.018	0.893	A	0.562	A
V2	Golden b.	2.80	1.77	0.862	0.785	B	0.474	B
<b>FB</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>Promedio (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tukey (5%)</b>	<b>Promedio (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tukey (5%)</b>
N3	3.8kg/m <sup>2</sup>	3.66	2.26	1.296	1.118	A	0.697	A
N2	1.9kg/m <sup>2</sup>	2.51	1.81	0.896	0.773	B	0.520	B
N1	0.95kg/m <sup>2</sup>	1.75	1.46	0.626	0.626	C	0.338	B

Fuente. Elaboración propia

El cuadro 13, refleja las diferencias entre variedades, realizando la discriminación de medias por el método tukey ( $p < 0,05$ ). La variedad Tall-utah, es mejor que la variedad Golden blanchino en cuanto al rendimiento, es debido a que la variedad Tall-utah mostró características morfológicas, mayor diámetro, esto proporcione que tenga mayor número de pencas y mayor altura estas características tuvo durante el desarrollo fisiológico esto hace que tenga mayor rendimiento y la variedad Golden blanchino fue viceversa. Donde la variedad Tall-utah clasificado como (A) y la variedad Golden blanchino clasificado como (B).

Para la variable rendimiento de la materia verde nos muestran diferencias estadísticamente entre los niveles de estiércol de ovino aplicado, a mayor nivel de

estiércol aplicado se obtuvo mayores rendimientos en las cinco cosechas realizadas, pero a las cosechas realizadas de manera escalonada fueron disminuyendo en rendimiento, puede ser debido también a la disminución de nutrientes disponibles.

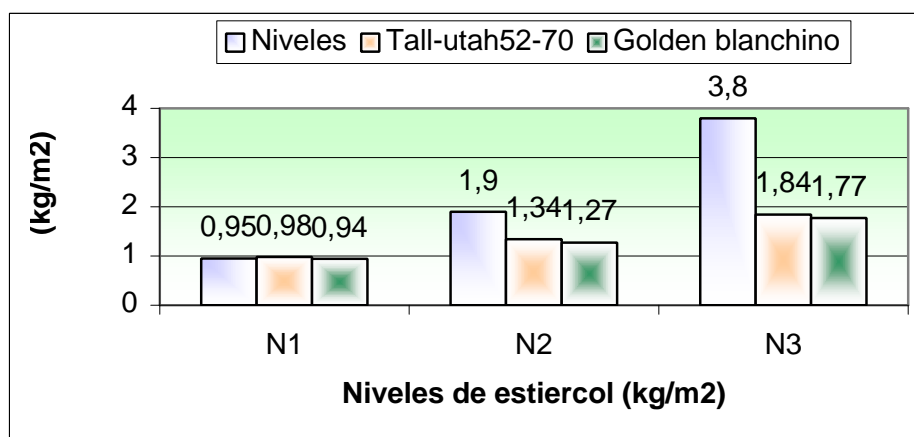
Estas diferencias se la presentan en la figura 8, para poder apreciar mejor y su posterior interpretación.

**Cuadro 14.** Promedio rendimiento de la materia verde

Variedades	Niveles de estiércol de ovino			Promedio(kg/m2)
	N1	N2	N3	
Tall-utah 52-70	0.98	1.34	1.84	1.39
Golden blanchino	0.94	1.27	1.77	1.33
Promedio (kg/m2)	0.96	1.31	1.81	1.36

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el cuadro14, las variaciones en promedio entre variedades a la aplicación la misma cantidad de estiércol de ovino, la variedad Tall-utah tuvo mayor rendimiento que la variedad Golden blanchino se debe a las características morfológicas.



**Figura 8.** Promedio rendimiento de la materia verde

En la figura 8, se puede observar que existen diferencias en promedio entre niveles de estiércol, donde se puede atribuir a los diferentes parámetros con respecto al rendimiento de la materia verde, donde en la primera cosecha con nivel tres de estiércol

tuvo efecto en rendimiento, debido a que tuvo mas tiempo (90 días) para alcanzar un desarrollo adecuado, también la cantidad de estiércol es el doble de lo requerido de nutrientes del cultivo, mientras tanto con el nivel dos que es de acuerdo al requerimiento de nutrientes del cultivo mostró un rendimiento intermedio, por lo tanto con el nivel uno los resultados fueron mucho menores en relación a los otros niveles, las diferencias se atribuyen de acuerdo a las cantidades de estiércol de ovino aplicado y esto dispone cantidades diferentes de nutrientes que determinaron el desarrollo del cultivo, también influyen en las propiedades del suelo y la actividad microbiana. Por lo cual fueron disminuyendo en rendimiento paulatinamente de acuerdo a las cosechas realizadas pero con las diferencias entre niveles de estiércol, se atribuye que cuando es bajo el nivel de abono el suelo es pobre en sus propiedades físicas y las labores culturales no se pudieron efectuar adecuadamente, por cada cosecha realizada presentó mayor cantidad de raíces secundarios en la superficie del suelo y estas raíces no absorben nutrientes al contrario fueron dañados y expuesto al sol, por lo tanto se atribuye que existe una disminución en el desarrollo fisiológico, esto mostró en los tres niveles de estiércol aplicado.

Con el nivel tres presento los mayores rendimientos frente a los niveles dos y uno, lo cual se puede explicar que el cultivo en toda su fase de desarrollo estuvo experimentando valores de pH, conductividad eléctrica adecuada y una alta capacidad de intercambio cationico favoreciendo la inmediata disponibilidad de macro-micro nutrientes estos en las células aceleran su división y elongamiento estimulando así su ramificación que va aumentando los reguladores de crecimiento como las auxinas que también influyen en el incremento de la producción de las hojas de mejor calidad. En cambio con el nivel dos no fueron suficientes como para satisfacer las cantidades de nutrientes y el comportamiento en rendimientos fueron menores.

En cuanto a las variedades se puede observar que existen diferencias en promedio las mismas cantidades de estiércol aplicado como niveles, con respecto al rendimiento de la materia verde, todo esto se atribuyen al comportamiento durante el ensayo, donde en la primera cosecha la variedad Golden blanchino fue mejor que la variedad Tall-utah esto es debido al tiempo de desarrollo que tuvieron, por lo cual tuvo mayor desarrollo en número de pencas esto solo mostró en la primera cosecha, para luego fue menor en

rendimiento desde la segunda cosecha, debido a que la variedad Tall-utah tiene un mejor desarrollo en altura, número de pencas mayor diámetro y esto implica que tenga mayor rendimiento. Por lo tanto el rendimiento fue disminuyendo debido a las cosechas realizadas y también se puede resaltar a la época de producción del apio que a sido crítico con bajas y altas temperaturas (anexo 2) que mostró alteraciones fisiológicas como en la última cosecha ya tuvo 2-3 plantas entalladas por cada 30 plantas/tratamiento en ambas variedades, esto implica que baje la capacidad de desarrollo fisiológico, pero con diferencias entre variedades esto se atribuye que sea a las características genéticas, morfológicas (Largo del pecíolo) y adaptabilidad de cada variedad.

El efecto que presento al aplicar diferentes niveles de estiércol de ovino en cultivo de lechuga, con el nivel tres 5kg/m<sup>2</sup>, con rendimiento de 2.91kg/m<sup>2</sup> no tuvo efecto debido a que tenía pH inferior de 5.5, que perjudicó el proceso de nitrificación del nitrógeno orgánico y además disminuyendo considerablemente la disponibilidad del fósforo y molibdeno para el cultivo, obstaculizando de esta manera todo los procesos fisiológicos y metabólicos de la planta, por otro lado con el nivel dos 3kg/m<sup>2</sup> con rendimiento de 3.69kg/m<sup>2</sup>, mostró un efecto considerable debido a que tuvo pH de 5.5 a 7 y esto nos indica que no fueron obstaculizados todos el proceso fisiológico y metabólicos y la disponibilidad de nutrientes fueron efectivos. En cambio con el nivel uno 1kg/m<sup>2</sup> de estiércol de ovino con un rendimiento de 2.35kg/m<sup>2</sup> similar al nivel tres, en este caso no fue suficiente la disponibilidad de nutrientes a pesar de que tenga un pH adecuado. Los resultados obtenidos corroboran con el nivel tres a pesar que es otro cultivo de hortaliza, (Centellas 1999).

La producción del cultivo de apio en el suelo, en carpa solar se ha obtenido un rendimiento promedio de 13t/ha equivale a 1.3kg/m<sup>2</sup> con numero de cosechas dos por año/1m<sup>2</sup>, y en lo hidropónico 3.5kg/m<sup>2</sup> con tres cosechas/año, (Marulanda, 2003).

Se afirma que cuando se sumista mayor cantidad de estiércol, indirectamente se esta aplicando nitrógeno en cantidades elevadas la cual favorece a la planta para su alta velocidad de crecimiento, al contrario de una adición en menor cantidad de estiércol el desarrollo es inferior en altura, como también a un aumento de suministro de nitrógeno



hace crecer mas la parte aérea y no así las raíces de la planta, esto corrobora los resultados tal como menciona (Chilon, 1997).

Se han realizado la producción hidropónica en la época de primavera de un solo corte de la variedad Tall-utah 52-70 a diferentes densidades (D) de trasplante D1 = 25plantas/m<sup>2</sup> con rendimiento de 4.13kg/m<sup>2</sup>, D2 = 31plantas/m<sup>2</sup> con 4.61kg/m<sup>2</sup> y D3 = 42plantas/m<sup>2</sup> con un rendimiento de 3.01kg/m<sup>2</sup>, por lo cual a mayor densidad menor rendimiento debido a que tuvo menor espacio competencia de luz y nutrientes, por lo tanto se puede corrobora con los resultados, que si se puede obtener mayor rendimiento con esta variedad pero en una época adecuada, (Medrano, 2002).

### 5.3. Análisis de correlación parcial y regresión simple

Según Calzada (1970) indica que por medio de la correlación se puede estudiar el grado de asociación que existe entre dos variables, de tal manera un aumento o disminución en una va generalmente asociada con un aumento o disminución de la otra, en el caso de correlaciones negativas, estas no se relacionan en absoluto de manera matemática.

Según el análisis de correlación se obtuvo correlaciones positivas y negativas.

**Cuadro 15.** Matriz de correlación parcial de las variables altura de la planta (X1), numero de pencas (X2), diámetro del cuello de la raíz (X3), rendimiento (Y).

<b>Variables</b>	<b>Altura de la Planta X1</b>	<b>Número de pencas X2</b>	<b>Diámetro del cuello de la raíz X3</b>	<b>Rendimiento Y</b>
<b>X1</b>	1,00			
<b>X2</b>	0.84	1.00		
<b>X3</b>	-0.66	-0,96	1.00	
<b>Y</b>	0.71	0.96	-0,94	1.00

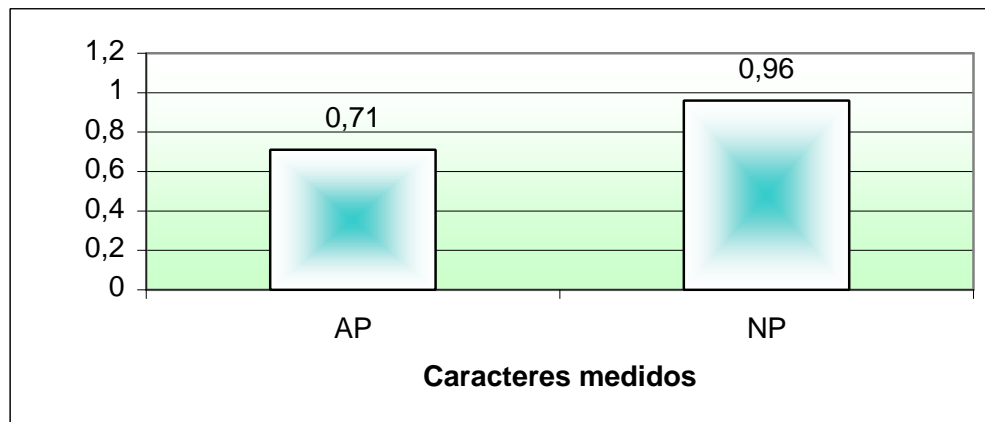
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el cuadro 15, las siguientes variables presentaron correlaciones positivas:

La altura de la planta, con el número de pencas ( $r = 0.84$ ) y rendimiento ( $r = 0.71$ ). Es decir que un aumento o disminución de la altura de la planta va asociado con un aumento o disminución del número de pencas y rendimiento.

El número de pencas, con el rendimiento ( $r = 0.96$ ). Es decir que un aumento o disminución del número de pencas va asociado con un aumento o disminución del rendimiento.

El diámetro del cuello de la raíz, al presentar correlación negativa con el número de pencas, indica no relacionarse en absoluto de manera matemática con los caracteres ya citados. De la misma forma presento la altura de la planta con el diámetro del cuello de la raíz.



**Figura 9.** Correlación parcial de dos caracteres en el rendimiento

Como se muestra en la figura 9, se obtuvo correlaciones positivas como negativas, las correlaciones positivas en las variables altura de la planta (AP), número de pencas (NP). Sin embargo, correlaciones negativas para el variable diámetro del cuello de la raíz (DCR).

Por lo tanto concluimos que con el coeficiente de correlación ( $r$ ) indica que existe una asociación positiva entre estos parámetros es decir a mayor altura de la planta y mayor número de pencas se tendrá mayores rendimientos.

## 5.4. Análisis económico

El análisis económico es considerado de mucha importancia debido a que nos proporciona información económica, procurando siempre hacer desde la perspectiva del agricultor, para poder informar los beneficios que podría obtener en términos de rentabilidad.

### 5.4.1. Costos variables

Los costos variables son aquellos costos que varían en una producción agrícola se incluyen los insumos y la mano de obra requerida. El cuadro 16, nos muestra los costos variables del Factor A expresados en bolivianos por hectárea. En el cuadro. Se observa el valor del costo fijo en bolivianos por hectárea.

**Cuadro 16.** Costos variables en Bs/ha

<b>Factor A</b>	<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>a3</b>
Mano de obra	123	123	123
Semilla	185	185	185
Abono	741	1111	1852
Total	1049	1419	2160

Fuente: Elaboración propia

### 5.4.2. Costo fijo

Costo total = 26076Bs/ha

### 5.4.3. Costos de producción

Para el análisis económico, se utilizó el método de presupuestos parciales, recomendada por el CIMMYT, (1988) permitiendo determinar las aplicaciones económicas en costos y beneficios, ver el cuadro 17.

#### **Cuadro 17. Costos de producción**

<b>Factor A</b>	<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>a3</b>
Costos variables	1049	1419	2160
Costo fijo	26076	26076	26076
Total costos de producción	27126	27496	28237

Fuente: Elaboración propia

#### **5.4.4. Beneficio Neto**

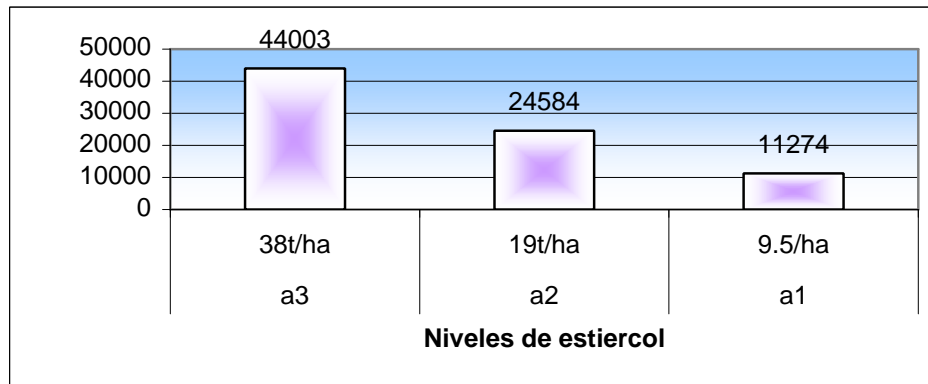
El beneficio neto es el valor de todos los beneficios de una producción que se percibirá, menos el costo total de producción (Perrin et.al 1979) citado por palacios 1999), ver cuadro 18.

#### **Cuadro 18. Beneficio Neto Bs/ha**

<b>Factor A</b>	<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>a3</b>
Beneficio bruto	38400	52080	72240
Costo de producción	27126	27496	28237
Beneficio Neto	11274	24584	44003
Beneficio costo	1.4	1.9	2.6

Fuente: Elaboración propia

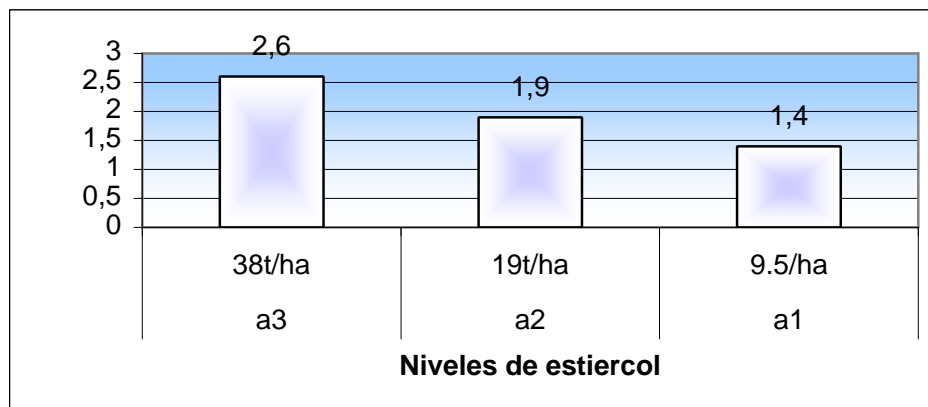
El mayor valor de beneficio neto que alcanzó es con el nivel tres (a3), 38t/ha de estiércol de ovino que obtuvo un beneficio neto de 44003 Bs/ha, seguido por el nivel dos 19t/ha de estiércol de acuerdo al requerimiento del cultivo que tiene un beneficio de 24584Bs/ha mientras tanto con el nivel uno 9.5t/ha de estiércol mostró menor beneficio de 11274Bs/ha, como se puede observar en la figura 10.



**Figura 10. Beneficio neto**

#### 5.4.5. Beneficio costo

La aplicación de estiércol de ovino influye de acuerdo a la cantidad, aumento en los beneficios como se observa en la figura 11, donde el nivel a3 del Factor B es el que mejor beneficio aporta en el cultivo de apio llegando a tener por cada un boliviano invertido tiene una ganancia de 2.6bs, el nivel a2 tiene un beneficio de 1.9bs, El nivel uno a1 tiene un beneficio de 1.4bs, inferior a los de mas niveles debido a lo que se aplicó muy poca cantidad de estiércol de ovino y se obtuvo bajos rendimientos.



**Figura 11. Beneficio costo**

El análisis económico realizado muestra que con la utilización de estiércol de ovino en diferentes niveles aplicadas al suelo se incrementa los beneficios de acuerdo a la cantidad de estiércol de ovino aplicado, por lo cual el agricultor puede mejorar su ingreso económico al cultivar en carpa solar.

## VI. CONCLUSIONES

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

De acuerdo a la evaluación se tuvo resultados en altura de planta con los diferentes niveles con la variedad Tall-utah 52-70 (N1=35.05, N2=42.54 y N3=53.32cm respectivamente), mientras tanto con la variedad Golden blanchino se tiene con (N1=31.29, N2=38.33 y N3=47,35cm respectivamente).

Por lo tanto, al aplicar 1.9kg/m<sup>2</sup> que es de acuerdo al requerimiento del cultivo, no tuvo un efecto óptimo en la parte aérea. Mientras tanto al aplicar 3.8kg/m<sup>2</sup> que es el doble del requerimiento tuvo mayor efecto en el desarrollo fisiológico en altura de la planta.

Por lo cual las diferencias de las variedades en altura de la planta, es debido a las características morfológicas (largo del pecíolo) que mostró la variedad Tall-utah durante todo el ensayo. Pero las dos variedades fueron bajando en altura de manera paulatina, se atribuye a las cosechas realizadas de manera escalonada, al ciclo del cultivo y la época de producción.

La variable Diámetro del cuello de la raíz y número de pencas, los niveles de fertilización tuvieron efecto de acuerdo a la cantidad de estiércol aplicado en la parte aérea y diámetro, además a mayor diámetro mayor fue en número de pencas o viceversa en las variedades, por lo tanto en el diámetro y número de pencas en promedio la variedad tall-utah 52-70 fue superior a la variedad Golden blanchino, se atribuyen a las características genéticas y morfológicas propias de cada variedad.

La variable rendimiento de la materia verde tuvieron resultados en las variedades a la aplicación de diferentes niveles de estiércol de ovino con la variedad Tall-utah 52-70 se obtuvo en promedio con (N1=0.98, N2=1.34 y N3=1.84kg/m<sup>2</sup> respectivamente), que es mayor en relación a la variedad Golden blanchino, esto es debido a mayor altura, diámetro y número de pencas, mientras tanto la variedad Golden blanchino con rendimiento de (N1=0.94, N2=1.27 y N3=1.77kg/m<sup>2</sup> respectivamente) nos indica que a

mayor nivel de estiércol mayor efecto tuvieron en las variedades y a menor nivel de estiércol fue viceversa.

Con respecto al coeficiente de correlación (r) nos indica que existe una asociación positiva altura de la planta y número de pencas, estos parámetros tienen una relación con el rendimiento.

Las variaciones de temperaturas máximas 34 y 31°C y las mínimas de -3°C influenciaron en el normal desarrollo del cultivo de apio provocando alteraciones fisiológicas como el entallamiento y posterior floración.

El análisis económico que se realizó en el cultivo de apio nos muestra que los beneficios se obtienen de acuerdo a las cantidades de estiércol aplicado, con el nivel tres 3.8kg/m<sup>2</sup> es el que mejor beneficio costo aporta llegando a tener una ganancia de 2.75bs, con el nivel dos 1.9kg/m<sup>2</sup> con un beneficio costo de 2.5bs y con el nivel uno 0.95kg/m<sup>2</sup> de estiércol con un beneficio costo 2.4bs.

## VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se plantea las siguientes recomendaciones.

Se recomienda la producción de la variedad Tall-utah 52-70 por las características morfológicas, mejor desarrollo fisiológico y adaptabilidad en el medio, obteniéndose 1.373kg/m<sup>2</sup> de rendimiento en promedio.

Realizar la producción con la variedad Golden blanchino en la época de primavera y verano, por su capacidad de desarrollo en numero de pencas en la primera fase de desarrollo fisiológico.

Realizar estudios con otras variedades en diferentes épocas del año con diferentes estiércoles ya sean mayores o iguales al ya estudiado.

Realizar investigaciones con las mismas variedades en la época de primavera y verano y ver el comportamiento en rendimiento y comparar.

Se recomienda aplicar el estiércol de ovino el doble del requerimiento (3.8kg/m<sup>2</sup>) del cultivo de apio, siempre y cuando este descompuesto.

Realizar trabajos de investigación con la aplicación de otros estiércoles que sea de acuerdo al requerimiento del cultivo y comparar los resultados.

Aplicar abundante riego en las primeras semanas del trasplante y en cada cosecha para contrarrestar las temperaturas extremas.

Realizar la producción en un sistema hidropónico y orgánico, luego comparar los rendimientos.

Incentivar a los agricultores, la producción orgánica en cultivos intensivos de hortalizas, por que no solo mejora los rendimientos del cultivo si no que tiene un efecto directo



sobre la estabilidad estructural del suelo y sobre la población de microorganismos; de esta manera garantizar la sostenibilidad productiva y seguridad alimentaría.

Realizar investigaciones en cuanto a las plagas y enfermedades que presenta este cultivo.

Se recomienda la producción de apio (*apium graviolens*), por su adaptabilidad a las temperaturas críticas y por su composición nutritiva.

Se recomienda hacer estudios sobre la importancia nutricional y medicinal con este cultivo.

Se recomienda abaratar los costos en la construcción de una carpa solar especialmente en la construcción de las platabandas para que sea económicamente rentable, socialmente aceptable.

## VIII. LITERATURA CITADA

BUCKMAN, H. & N. BRADY, 1993, naturaleza y propiedades de los suelos.

Editorial Limusa, S.A. México, 590p.

BELLETTI, 1990, Sedano. En: V. Bianco, F. Pimpini (ed.). Orticoltura patron Editore, Bologna, Italia, 192-201.

CASSERES, E. 1994. Producción de hortalizas, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José - Costa Rica. pp. 20-25.

CENTELLAS, R. 1999. Respuesta del cultivo de lechuga en condiciones de invernadero a tres distancias de plantación y tres niveles de estiércol de ovino. Tesis de Grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.

CLADES, 2000. Agro ecología desarrollo rural 2da. ed. Lima Perú. Pp. 43 - 81.

CALZADA, J. 1982. Métodos Estadísticos para la investigación. Editorial, Jurídica, cuarta edición. Lima – Perú.

CEDEFOA, 2002. Carpas Solares. Técnicas de Construcción y Técnicas de producción de hortalizas. La Paz – Bolivia. pp. 3-18.

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

CIMMYT, 1988, Un manual metodológico de evaluación económica, México D.F.

COOKE, G. W. 1983. Fertilización para rendimientos máximos, continental S. A. Medico, 383p.

DIAZ, R. 1998. Aplicación fraccionada de nitrógeno en tres densidades de plantación en lechuga bajo carpa solar Pp. 68 – 89

- ESTRADA, J. 2003. Aplicación fraccionada de nitrógeno y análisis de crecimiento en dos variedades de espinaca. Tesis de Grado. UMSA Facultad de Agronomía.
- FAO. 2005. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el Reino de Bélgica.
- FAO, 1990, "Seminario nacional sobre fertilidad de suelos y uso de fertilizantes en Bolivia" Santa Cruz, Bolivia.
- FLORES, J. 1999. Carpas solares, técnicas de construcción. Editorial Huellas. La Paz – Bolivia. pp. 10-28.
- GROS, A. 1986. Guía práctica de la fertilización, enmiendas orgánicas. Ed. Mundi Prensa. 7ma edición, reimpresso en; Madrid – España. 556p.
- GUZMAN, M. 1993. Construcción y manejo de invernaderos, Memorias. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. pp. 3-7.
- GUERRERO, A. 1990. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ed. Mundi Prensa, Madrid – España. pp. 1-44.
- GONZALES, J. 1998. Horticultura. México. AGT. Editor S.A. p.240.
- HARTMAM, F. 1990. Invernaderos y ambientes atemperados. FADES. La Paz – Bolivia. pp. 30,38-90.
- I.N.E. 2002. Instituto Nacional de Estadísticas. La Paz – Bolivia.
- LAMPKIN, N. 1998. Agricultura ecológica, una agricultura con futuro. Ediciones Mundi Prensa Madrid España p. 5 a 7 de 109 a 117.
- LAURA, J. 1999. Aplicación de abonos orgánicos en rotación de hortalizas y su efecto en el suelo en el micro cuenca de Achocalla Tesis Ing. Agr. La Paz- Bolivia

UMSA Facultad de Agronomía Pp. 79.

MAROTO, J. V. 1990. Elementos de Horticultura Genmeral, 1ª edicion Editorial MUNDI  
PRENSA. MADRID, España, 568p.

MEDRANO R. G. 2002. Respuesta del Apio de tallo (*Apium graveolens*), a diferentes  
densidades de plantación en sistema de cultivo hidropónico bajo condiciones  
de semi sombra. Tesis de Grado UMSS Facultad de ciencias Agrícolas y  
Pecuaria. Cochabamba-Bolivia. 70p.

MARULANDA, C. 2003. Hidroponía Familiar. Editorial Optigraf. Armenia-Colombia.

MENDEZ, F. 1993. Determinación del área foliar en plantas de caña de azúcar.

Disponible en: [http://www.Ceniap.gov.bdigital/canal102/texto,htm](http://www.Ceniap.gov.bdigital/canal102/texto.htm).

PALACIOS, N. 1999. Efecto de aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de lechuga  
(*Lactuca sativa*) y en el suelo, bajo carpa solar (municipio de achocalla, provincia  
murillo Departamento de La Paz). Tesis de Grado. Universidad Mayor de San  
Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia 113pp.

PERRIN R. 1979. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos

CYMMYT, folleto de información No. 7, México DF.

QUINO, ELISEO. 1999. Dinámica de la compactación del suelo un Cultivo de cebada,  
bajo tres tipos de labranza y tres niveles de materia Orgánica. Tesis Ing.  
Agrónomo. Facultad de agronomía. UMSA La Paz - Bolivia

RUBATZKI, V.E., M. YAMAGUCHI. 1997. WOrld vegetables. Principales, produccion,

and nutritive values. Second Edition, Chapman and Hall, New York, U. S. A.  
843p.

RUIZ D. T. 1993. Manual de horticultura, Facultad de Agronomía UMSA, La Paz-Bolivia  
96 Pp.

RODRIGUEZ, M. 1991. Fisiología Vegetal. 2ª ed. Cochabamba –La Paz. Ed. Los  
amigos del libro. pp. 344 - 360.

RESH, H. (1987), Cultivos Hidropónicos. Segunda Edición. Editorial ICTHUS. Madrid,  
España. pp. 238-296.

VAN HEAFF, J. N. M. 1992. Horticultura. Trillas. México. 39pP.

VALDEZ. A. 1995. Abonos, insecticidas y fungicidas orgánicos. 1ra. Edición. La Paz –  
Bolivia. pp. 13 – 26.

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

ANEXOS

**ANEXO 1**  
**BASE DE DATOS**

**Anexo 1.1.** Variable: Altura de la planta (cm.)

*Promedio altura del cultivo del apio primera cosecha a los (90 días)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Variedades</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
T1	a1	b1	34.52	37.49	32.54
T2	a1	b2	47.86	49.22	41.76
T3	a1	b3	60.19	65.25	58.53
T4	a2	b1	29.91	33.86	35.83
T5	a2	b2	40.47	45.42	38.51
T6	a2	b3	49.82	54.98	52.96

Fuente: Propia

*Promedio altura del cultivo del apio segunda cosecha a los (105 días)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Variedades</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
T1	a1	b1	38.99	44.75	41.78
T2	a1	b2	43.53	51.03	47.26
T3	a1	b3	60.73	67.06	61.59
T4	a2	b1	38.58	41.25	35.10
T5	a2	b2	44.04	48.25	38.27
T6	a2	b3	56.85	59.37	52.24

Fuente: Propia

*Promedio altura del cultivo del apio tercera cosecha a los (117días)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Variedades</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
T1	a1	b1	33.96	38.43	39.88
T2	a1	b2	47.19	46.49	43.65
T3	a1	b3	59.55	52.68	57.67
T4	a2	b1	37.96	32.99	35.76
T5	a2	b2	42.84	45.18	37.51
T6	a2	b3	51.08	49.98	53.12

Fuente: Propia

*Promedio altura del cultivo del apio cuarta cosecha a los (127días)*

Tratamientos	Variedades	Niveles de estiércol	bloque I	Bloque II	Bloque III
T1	a1	b1	31.49	30.46	34.72
T2	a1	b2	37.47	40.96	42.56
T3	a1	b3	41.65	48.99	47.76
T4	a2	b1	29.38	25.97	21.62
T5	a2	b2	36.52	37.09	32.62
T6	a2	b3	44.97	43.62	37.96

Fuente: Propia

*Promedio altura del cultivo del apio quinta cosecha a los (134días)*

Tratamientos	Variedades	Niveles de estiércol	bloque I	Bloque II	Bloque III
T1	a1	b1	26.93	28.36	31.41
T2	a1	b2	31.84	37.98	29.35
T3	a1	b3	39.96	41.38	36.82
T4	a2	b1	25.32	20.92	24.82
T5	a2	b2	27.46	30.96	29.82
T6	a2	b3	35.61	36.52	30.92

Fuente: Propia

**Anexo 1.2.** Variable: Diámetro del cuello de la raíz (cm.)

*Promedio diámetro del cuello de la raíz primera cosecha a los (90 días)*

Tratamientos	Variedades	Niveles de estiércol	bloque I	Bloque II	Bloque III
T1	a1	b1	2.422	2.569	2.429
T2	a1	b2	3.431	3.331	2.996
T3	a1	b3	4.096	4.048	3.910
T4	a2	b1	2.148	2.105	2.100
T5	a2	b2	2.204	2.190	3.109
T6	a2	b3	3.914	3.931	4.109

Fuente: Propia

*Promedio diámetro del cuello de la raíz segunda cosecha a los (105 días)*

Tratamientos	Variedades	Niveles de estiércol	bloque I	Bloque II	Bloque III
T1	a1	b1	2.410	2.390	2.400
T2	a1	b2	3.481	3.381	2.800
T3	a1	b3	4.010	4.198	4.200
T4	a2	b1	2.198	2.155	2.150
T5	a2	b2	2.560	2.620	2.590
T6	a2	b3	3.964	3.981	4.160

Fuente: Propia



*Promedio diámetro del cuello de la raíz tercera cosecha a los (117 días)*

Tratamientos	Variedades	Niveles de estiércol	bloque I	Bloque II	Bloque III
T1	a1	b1	2.510	2.490	2.620
T2	a1	b2	3.720	3.950	3.590
T3	a1	b3	4.100	4.790	4.390
T4	a2	b1	2.390	2.340	2.420
T5	a2	b2	3.190	3.160	3.210
T6	a2	b3	4.140	4.490	4.210

Fuente: Propia

*Promedio diámetro del cuello de la raíz cuarta cosecha a los (127 días)*

Tratamientos	Variedades	Niveles de estiércol	bloque I	Bloque II	Bloque III
T1	a1	b1	2.750	2.650	2.710
T2	a1	b2	3.790	3.990	3.710
T3	a1	b3	4.850	4.790	4.750
T4	a2	b1	3.450	2.390	2.510
T5	a2	b2	3.260	3.250	3.320
T6	a2	b3	4.390	4.590	4.290

Fuente: Propia

*Promedio diámetro del cuello de la raíz quinta cosecha a los (134 días)*

Tratamientos	Variedades	Niveles de estiércol	bloque I	Bloque II	Bloque III
T1	a1	b1	2.815	2.715	2.775
T2	a1	b2	3.855	4.055	3.775
T3	a1	b3	4.915	4.815	4.855
T4	a2	b1	3.515	2.455	2.575
T5	a2	b2	3.325	3.315	3.385
T6	a2	b3	4.455	4.655	4.355

Fuente: Propia

**Anexo 1.3.** Variable: Numero de pencas en unidades

*Promedio numero de pencas del cultivo de apio primera cosecha a los (90 días)*

Tratamientos	Variedades	Niveles de estiércol	bloque I	Bloque II	Bloque III
T1	a1	b1	7.9	9.9	8.5
T2	a1	b2	9.8	10.3	8.9
T3	a1	b3	11.9	13.4	12.4
T4	a2	b1	9.9	11.5	9.1
T5	a2	b2	11.7	12.2	10.9
T6	a2	b3	13.9	14.5	14.9

Fuente: Propia

*Promedio numero de pencas del cultivo de apio segunda cosecha a los (105 días)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Variedades</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
T1	a1	b1	8.1	7.3	7.1
T2	a1	b2	8.6	8.7	9.1
T3	a1	b3	11.4	10.2	9.9
T4	a2	b1	7.2	7.5	6.9
T5	a2	b2	7.9	8.2	9.1
T6	a2	b3	8.9	9.7	9.6

Fuente: Propia

*Promedio numero de pencas del cultivo de apio tercera cosecha a los (117 días)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Variedades</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
T1	a1	b1	6.4	5.5	5.1
T2	a1	b2	6.7	6.1	7.1
T3	a1	b3	8.9	9.2	9.4
T4	a2	b1	3.9	5.3	4.9
T5	a2	b2	6.9	6.1	6.3
T6	a2	b3	8.2	8.9	7.9

Fuente: Propia

*Promedio numero de pencas del cultivo de apio cuarta cosecha a los (127 días)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Variedades</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
T1	a1	b1	3.9	3.5	3.1
T2	a1	b2	3.9	4.8	4.9
T3	a1	b3	5.9	5.7	6.1
T4	a2	b1	3.7	3.2	3.2
T5	a2	b2	3.9	4.8	4.9
T6	a2	b3	5.1	5.6	4.6

Fuente: Propia

*Promedio numero de pencas del cultivo de apio quinta cosecha a los (134 días)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Variedades</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
T1	a1	b1	3.1	3.3	2.4
T2	a1	b2	3.4	3.7	3.1
T3	a1	b3	4.4	4.7	4.2
T4	a2	b1	2.6	3.0	2.9
T5	a2	b2	2.9	3.1	3.2
T6	a2	b3	4.1	4.2	4.1

Fuente: Propia

**Anexo 1.4.** Variable: Rendimiento de materia verde (kg/m<sup>2</sup>)

*Promedio rendimiento de materia verde primera cosecha a los (90 días)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Variedades</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
T1	a1	b1	1.390	1.780	1.310
T2	a1	b2	2.240	2.650	2.400
T3	a1	b3	3.440	3.650	3.400
T4	a2	b1	1.500	2.290	2.200
T5	a2	b2	2.460	2.850	2.450
T6	a2	b3	3.820	3.930	3.720

Fuente: Propia

*Promedio rendimiento de materia verde segunda cosecha a los (105 días)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Variedades</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
T1	a1	b1	1.580	1.620	1.400
T2	a1	b2	1.790	1.990	1.890
T3	a1	b3	2.400	2.340	2.310
T4	a2	b1	1.350	1.310	1.500
T5	a2	b2	1.690	1.810	1.710
T6	a2	b3	2.140	2.290	2.090

Fuente: Propia

*Promedio rendimiento de materia verde tercera cosecha a los (117 días)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Variedades</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
T1	a1	b1	0.750	0.690	0.610
T2	a1	b2	0.870	0.920	0.990
T3	a1	b3	1.390	1.540	1.410
T4	a2	b1	0.590	0.620	0.510
T5	a2	b2	0.790	0.920	0.890
T6	a2	b3	1.190	1.200	1.050

Fuente: Propia

*Promedio rendimiento de materia verde cuarta cosecha a los (127 días)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Variedades</b>	<b>Niveles de estiércol</b>	<b>bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
T1	a1	b1	0.560	0.690	0.680
T2	a1	b2	0.790	0.820	0.880
T3	a1	b3	1.230	1.210	1.180
T4	a2	b1	0.590	0.610	0.630
T5	a2	b2	0.710	0.690	0.750
T6	a2	b3	1.070	1.020	0.999

Fuente: Propia

Promedio rendimiento de materia verde quinta cosecha a los (134 días)

Tratamientos	Variedades	Niveles de estiércol	bloque I	Bloque II	Bloque III
T1	a1	b1	0.370	0.400	0.310
T2	a1	b2	0.670	0.620	0.540
T3	a1	b3	0.720	0.690	0.740
T4	a2	b1	0.340	0.290	0.320
T5	a2	b2	0.440	0.460	0.390
T6	a2	b3	0.650	0.670	0.710

Fuente: Propia

**Anexo 2.** Variable. Temperaturas promedio durante el desarrollo del cultivo.

TEMPERATURAS EN LA CARPA SOLAR					TEMPERATURAS EN LA CIUDAD DE EL ALTO DE LA PAZ	
Meses de 2006	Semanas	Horas a.m. y p.m	Temperatura (Máximas)°C	Temperatura (Mínimas)°C	Temperaturas (maximas)°C	Temperaturas (Minimas)°C
Mayo	4 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	27.6	5.5	14.8	-5.8
Junio	1 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	27	5.1	13.9	-3.2
Junio	2 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	28	5.1	14.2	-3.3
Junio	3 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	28.9	4.7	13.9	-6.5
Junio	4 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	28.6	5	13.4	-5.0
Julio	1 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	32	-5.7	14.2	-6.7
Julio	2 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	27.1	-3.6	13.8	-5.8
Julio	3 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	24.7	2	14.1	-6.2
Julio	4 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	24.4	-3	14.5	-4.6
Agosto	1 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	32.9	3.7	15.3	-4.6
Agosto	2 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	35.1	1.3	14.8	-3.7
Agosto	3 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	32.9	3.1	14.2	-1.6
Agosto	4 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	33.9	2.8	14.9	-1.8
Septiembre	1 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	28.3	4.4	16.4	-3.4
Septiembre	2 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	29	4.9	14.7	-2.7
Septiembre	3 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	28.7	3.9	16.3	-0.2
Septiembre	4 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	29	4.4	14.7	-0.3
Octubre	1 <sup>o</sup>	7:00 y14:00	31	7	16.4	-0.6
FUENTE. PROPIA (2006).					FUENTE: SENAMHI (2006).	

### ANEXO 3

#### Anexo 3.1. Análisis Físico y Químico del suelo

Niveles	Nitrógeno Kg/ha		Fósforo Kg/ha		Potasio Kg/ha		CIC Meq/100gr suelo		CE mS/cm		pH	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
N1= 0.95kg/m2	65	5.4	25	6.15	100	30.3	37	14	1.55	0.25	6.5	6.2
N2= 1.9kg/m2	130	10.53	50	9.29	200	49.28	45	22	2.68	1.86	6.7	6.5
N3= 5kg/m2	260	31.5	10	13.94	400	103.2	62	36	3.5	2.32	6.8	6.5

Fuente: IBTEM

### ANEXO 4

#### COSTOS DE PRODUCCIÓN

##### Anexo 4.1. Costo de la construcción de las platabandas (18

Unidades) Bs./54m2

Detalle	Cantidad	Unidad	Total (Bs)
Ladrillo	500	piezas	175
Cemento	4	Bolsas	172
Arena fina	1/2	M3	30
Mano de obra	2	jornal	40
Total			417
Costo total Bs/ha			77222.2
Costo total Bs/ha con vida util 8años			9652.7

Costo fijo = 9653Bs/ha

##### Anexo 4.2. Costos variables Bs/54m2

Detalle	Cantidad	Precio parcial (Bs)	Precio total (Bs)
Estiércol de ovino	4 sacos	10	40
Arena fina	2m3	60	120
Turba	2m3	50	100
Semilla	1g	1	1
Mano de obra	2	20	40
Total costos variables			401

Costos totales Bs/ha = 74259

**Anexo 4.3. Costos fijos**

<b>detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio parcial (Bs)</b>	<b>Precio total (Bs)</b>
Picota	u	25	25
Rastrillo	u	10	10
Manguera	10m	20	20
Pala	u	25	25
Total costos fijos Bs/90m <sup>2</sup>			80
Costo total Bs/ha			8889
Costo total Bs/ha con vida util 8años			1111

**Costo fijo = 1111Bs/ha****Anexo 4.4. Costo para la construccion de la carpa solar en 90m<sup>2</sup>**

<b>Discripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total Bs</b>
<b>Adobes</b>	<b>piezas</b>	<b>1500</b>	<b>0.30</b>	<b>450</b>
<b>Ventana</b>	<b>piezas</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>160</b>
<b>Puerta</b>	<b>pieza</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Agrofilm</b>	<b>ml</b>	<b>50</b>		<b>1500</b>
<b>Clavos</b>	<b>3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"</b>	<b>3kg</b>	<b>8</b>	<b>24</b>
<b>Clavos</b>	<b>2"</b>	<b>4kg</b>	<b>8</b>	<b>32</b>
<b>Chatuelas</b>	<b>¼kg</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Vigas</b>	<b>2x4"</b>	<b>3 (5m)</b>	<b>20</b>	<b>60</b>
<b>Listones</b>	<b>2x2"</b>	<b>20 (5m)</b>	<b>12</b>	<b>240</b>
<b>Alambre</b>	<b>kg</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Callapos</b>	<b>piezas</b>	<b>22 (4.5m)</b>	<b>10</b>	<b>220</b>
<b>Pilotes</b>	<b>piezas</b>	<b>5 (3m)</b>	<b>12</b>	<b>60</b>
<b>Mano de obra</b>	<b>Jornal</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>200</b>
<b>Total Bs/90m<sup>2</sup></b>				<b>3060</b>
<b>Costo total Bs/ha</b>				<b>340000</b>
<b>Costo total Bs/m<sup>2</sup></b>				<b>42500</b>
<b>Con vida util de 8años</b>				

**Costo fijo = 42500bs/ha**

**Anexo 4.5. Costo de la semilla de apio.**

<b>Detalle</b>	<b>Precio 1 onza (Bs)</b>	<b>Precio 1 g. (Bs)</b>
Apio (Tall-utah y Goldeen)	26	1

Costo de semilla para la carpa solar =1Bs/54m<sup>2</sup>

Costo de semilla = 185 Bs/há

**Anexo 4.6. Análisis de beneficio costo para una ha, en las dos variedades de cultivo.**

<b>Variedades</b>	<b>Precio Bs/Kg</b>	<b>Rendimiento en Kg/ha</b>	<b>Costos producción (Bs/ha)</b>	<b>Ingreso Bruto (Bs/ha)</b>	<b>Beneficio/Costo</b>
Tall-utah	4	13730	151481	54920	0.36
Golden b.	4	13380	151481	53520	0.35

## ANEXO 5.

### Anexo 5.1.

#### PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE NUTRIENTES EN EL SUELO, A PARTIR DE DATOS DE ANALISIS DEL SUELO

##### Calculo de peso de la capa arable de la parcela experimental:

$$PCA = (10000\text{m/ha}) \times 0.30 \times 1500\text{kg/m}^3 = 4500000\text{kg de suelo /ha}$$

##### a) Calculo de Nitrógeno total:

$$\begin{array}{l} 4500000\text{kg de suelo} \text{ -----} 100\% \\ X \text{ -----} 0.17\% \quad X = 7650\text{kg de Nitrógeno total/ha} \end{array}$$

##### b) Calculo de Fósforo asimilable:

Relación: 6.72ppm = 6.72kg de fósforo/1000000 kg de suelo.

$$\begin{array}{l} 1000000\text{kg de suelo} \text{ -----} 6.72\text{kg de fósforo asimilable} \\ 4500000\text{kg de suelo/ha} \text{ -----} X \quad X = 30.240\text{kg de fósforo asimilable/ha} \end{array}$$

##### c) Calculo de potasio:

$$\begin{array}{l} 0,21\text{meqK} \times 1\text{eqK} \times 39\text{g K} = 0.00819\text{g K/100g suelo} = 0.00819\text{kg K/100Kg suelo} \\ \text{-----} \quad \text{-----} \quad \text{-----} \\ 100\text{g suelo} \quad 1000\text{meqk} \quad 1 \text{ eq K} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 100\text{Kg de suelo} \text{ -----} 0.00819\text{kg K} \\ 4500000\text{kg suelo} \text{ -----} X \quad X = 368.55\text{kg de potasio cambiabile/ha} \end{array}$$

Transformar los resultados de los incisos a, b y c en valores de N, P, K disponibles o asimilables:

**Para Nitrógeno:** Considerando el coeficiente de mineralización de 2% para trópicos:



7650kg de Nitrógeno total/ha x 0.02 = 153kg N-NO<sub>3</sub>/ha/año

Por otro lado, considerando el ciclo del cultivo de apio de 6 meses, tenemos:

153kg nitrógeno mineral/ha/año) / 2 = 76.5kg Nitrógeno mineral asimilable/ha/6meses

**Para Fósforo:** Ya esta en términos de fósforo disponible.

**Para Potasio:** Se considera que el 50% de potasio es disponible para la mayoría de los cultivos.

368.55kg de potasio cambiante/ha x 0.5 = 184,27kg K disponible/ha

**Transformar los valores de N, P, K disponible, a la forma de oxido:**

**Para Nitrógeno:** 76.5kg Nitrógeno mineral asimilable/ha/6meses

**Para Fósforo:** 30.240kg de fósforo disponible/ha x 2.29 = 69.25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

**Para Potasio:** 184,27kg K disponible/ha x 1.2 = 221.12 kg K<sub>2</sub>O/ha

Por lo tanto, el nivel de Nutrientes en el suelo es:

76.5 - 69.25 - 221.12 N – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – K<sub>2</sub>O

**Considerando la eficiencia de absorción de nutrientes por las plantas es de:**

N = 30% P = 15% K = 30%

**Para Nitrógeno:** 76.5 x 0.30 = 22.95 kg N/ha

**Para Fósforo:** 69.25 x 0.15 = 10.39 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

**Para Potasio:** 221.12 x 0.30 = 66.34 kg K<sub>2</sub>O/ha

Cantidad de nutrientes en el suelo antes del transplante:

## Anexo 5.2.

### PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE ELEMENTOS NUTRITIVOS PRESENTES EN LOS NIVELES DE ESTIERCOL, A PARTIR DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE ESTIERCOL DE OVINO.

	N	P	K
Requerimiento del cultivo de apio es:	130	50	200
Nutrientes en el suelo:	23	10	66
	-----		
Nutrientes que faltan	107	40	134

#### Considerando el análisis de estiércol de ovino:

##### a) Para nitrógeno

100 kg de estiércol seco ----- 0.93 kg de nitrógeno

X -----107 kg Nitrógeno /ha

X = 11505.38 kg de estiércol seco/ha

100 kg de estiércol fresco ----- 81.86kg de estiércol seco

X ----- 11505.38 kg de estiércol seco/ha

X = 14054.94kg de estiércol fresco /ha

##### b) Para Fósforo:

100 kg de estiércol seco ----- 0,31kg de fósforo

X -----40 kg fósforo /ha

X = 12903,23kg de estiércol seco/ha

100 kg de estiércol fresco ----- 81.86kg de estiércol seco

X ----- 12903.23 kg de estiércol seco/ha

X = 15762,55kg de estiércol fresco /ha

##### c) Para Potasio:

100 kg de estiércol seco ----- 0.84kg de potasio  
 X -----134kg potasio/ha  
 X = 15952,38kg de estiércol seco/ha

100 kg de estiércol fresco ----- 81.86kg de estiércol seco  
 X ----- 15952,38 kg de estiércol seco/ha  
 X = 19487,39kg de estiércol fresco /ha

La incorporación de estiércol de ovino se realizo, completando en base a al potasio de 1.9kg/m<sup>2</sup>.

Incorporación de nutrientes al suelo antes del transplante se realizo de acuerdo al requerimiento del cultivo de apio que es: 130 kg N/ha – 50kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha – 200kg K<sub>2</sub>O/ha, respectivamente.

#### **ANEXO 6.**

### **PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE NUTRIENTES EN EL SUELO, A PARTIR DE DATOS DE ANALISIS DE SUELO, DESPUES DE TODA LA COSECHA POR NIVELES DE FERTILIZACION**

#### **Calculo para nivel uno:**

Calculo de peso de la capa arable de la parcela experimental:

$$PCA = (10000m/ha) \times 0.30 \times 1200kg/m^3 = 3600000kg \text{ de suelo /ha}$$

#### **a) Calculo de Nitrógeno total:**

3600000kg de suelo -----100%  
 X -----0.05%      X = 1800kg de Nitrógeno total/ha

#### **b) Calculo de Fósforo asimilable:**

Relación: 4.97ppm = 4.97kg de fósforo/1000000 kg de suelo.

1000000kg de suelo -----4.97kg de fósforo asimilable  
 3600000kg de suelo/ha-----X      X = 17.892kg de fósforo asimilable/ha

**c) Calculo de potasio:**

$$0,12\text{meqK} \times \frac{1\text{eqK}}{39\text{g K}} = 0.00468\text{g K}/100\text{g suelo} = 0.00468\text{kg K}/100\text{Kg suelo}$$

$$\frac{100\text{g suelo}}{1000\text{meqk}} \times 1\text{eq K}$$

$$100\text{Kg de suelo} \times 0.00468\text{kg K}$$

$$3600000\text{kg suelo} \times X \qquad X = 168.48\text{kg de potasio cambiabile/ha}$$

**Transformar los resultados de los incisos a, b y c en valores de N, P, K disponibles o asimilables:**

**Para Nitrógeno:** Considerando el coeficiente de mineralización de 2% para trópicos:

$$1800\text{kg de Nitrógeno total/ha} \times 0.02 = 36\text{kg N-NO}_3\text{/ha/año}$$

Por otro lado, considerando el ciclo del cultivo de apio de 6 meses, tenemos:

$$36\text{kg nitrógeno mineral/ha/año} / 2 = 18\text{kg Nitrógeno mineral asimilable/ha/6meses}$$

**Para Fósforo:** Ya esta en términos de fósforo disponible.

**Para Potasio:** Se considera que el 50% de potasio es disponible para la mayoría de los cultivos.

$$168.48\text{kg de potasio cambiabile/ha} \times 0.5 = 84.2\text{kg K disponible/ha}$$

**Transformar los valores de N, P, K disponible, a la forma de oxido:**

**Para Nitrógeno:** 18kg Nitrógeno mineral asimilable/ha/6meses

$$\text{Para Fósforo: } 17.892\text{kg de fósforo disponible/ha} \times 2.29 = 40.973\text{kg P}_2\text{O}_5\text{/ha}$$

$$\text{Para Potasio: } 84.2\text{kg K disponible/ha} \times 1.2 = 10.108\text{ kg K}_2\text{O/ha}$$

Por lo tanto, el nivel de Nutrientes en el suelo es:

$$18 - 40.97 - 101.1 \quad \text{N} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{K}_2\text{O}$$

**Considerando la eficiencia de absorción de nutrientes por las plantas es de:**

N = 30% P = 15% K = 30%

**Para Nitrógeno:**  $18 \times 0.30 = 5.4 \text{ kg N/ha}$

**Para Fósforo:**  $40.973 \times 0.15 = 6.146 \text{ kg de } P_2O_5/\text{ha}$

**Para Potasio:**  $101.1 \times 0.30 = 30.33 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$

Cantidad de nutrientes en el suelo después de la cosecha:

Nota: El procedimiento de los cálculos es idéntico para los tres niveles de fertilización,

Por lo tanto tenemos:

Nutrientes que sobran en el suelo después de toda la cosecha.

Niveles de estiércol	N kg/ha	$P_2O_5$ kg/ha	$K_2O$ kg/ha
N1	5.4	6.15	30.3
N2	10.53	9.29	49.28
N3	31.5	13.94	103.2

INSTITUTO BOIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
DIVISION DE QUIMICA

## ANALISIS FISICO QUIMICO DE ESTIERCOL DE OVINO

### Antes del trasplante

INTERESADO: FAO- Proyecto micro Huertas populares

SOLICITUD: 013/2006

PROCEDENCIA: Dpto. LA PAZ, SAN ROQUE

FECHA DE RECEPCION: 12/enero/2006

FECHA DE ENTREGA. 21/enero/2006

Nº Lab	CODIGO	Carbono Organico %	Materia organica %	Nitrogeno %N	Fosforo % P205	Potasio %K20	Calcio %Ca	Magnesio %Mg	Hierro %mg/kg	pH en agua 1:05	CE en agua mS/cm	Humedad %	Materia seca %
0.15/2006	Muestra guano De oveja	10.53	18.19	0.93	0.31	0.84	0.70	0.15	544.50	7.61	2.55	18.14	81.86

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

INSTITUTO BOIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
DIVISION DE QUIMICA

## ANALISIS FISICO QUIMICO DEL SUELO

### Antes del trasplante

INTERESADO: Fidel martin machaca sosa

SOLICITUD: 054/2006

PROCEDENCIA: Dpto. La Paz, Pvcia. Murillo, El Alto-14 de Septiembre

FECHA DE RECEPCION: 13/abril/2006

FECHA DE ENTREGA. 24/abril/2006

Nº Lab.	CODIGO	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	Grava %	Nitrogeno %	Fosforo Total%	Potasio intercambiable meq/100gr
0.18/2006	Muestra de suelo	64,00	23,00	13,00	FYA	16,74	0,17	6,72	0,21

NIVEL UNO DE ESTIERCOL DE  
OVINO

Después de la quinta cosecha

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

INSTITUTO BOIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
DIVISION DE QUIMICA

## ANALISIS FISICO - QUIMICO DEL SUELO

INTERESADO: Fidel machaca sosa

SOLICITUD: 010/2006

PROCEDENCIA: Dpto. LA PAZ, pvcia. Murillo,

El Alto- 14 de septiembre

FECHA DE RECEPCION: 15/octubre/2006

FECHA DE ENTREGA. 30/octubre/2006

Nº Lab	CODIGO	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase textural	PH en agua 1:5	CE mS/cm 1:5	Cationes de cambio (meq/100gr suelo)		N Total %	P Asim. ppm
								K	CIC		
0.15/2006	Muestra estiércol de ovino	40	35	25	FY	6.2	0.25	0.12	14	0.05	4.97



## NIVEL DOS DE ESTIERCOL DE OVINO

Después de la quinta cosecha

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

INSTITUTO BOIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
DIVISION DE QUIMICA

## ANALISIS FISICO - QUIMICO DEL SUELO

INTERESADO: Fidel machaca sosa

SOLICITUD: 010/2006

PROCEDENCIA: Dpto. LA PAZ, pvcia. Murillo, El Alto-

14 de septiembre

FECHA DE RECEPCION: 15/octubre/2006

FECHA DE ENTREGA. 30/octubre/2006

Nº Lab	CODIG O	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase textural	PH en agua 1:5	CE mS/cm 1:5	Cationes de cambio (meq/100gr suelo)		N Total %	P Asim. ppm
								K	CIC		
0.15/2006	Muestra estiércol de ovino	45	35	20	FYA	6.5	1.86	0.18	22	0.09	6.94

NIVEL TRES DE ESTIERCOL DE OVINO

Después de la quinta cosecha

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

INSTITUTO BOIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
DIVISION DE QUIMICA

## ANALISIS FISICO - QUIMICO DEL SUELO

INTERESADO: Fidel machaca sosa

SOLICITUD: 010/2006

PROCEDENCIA: Dpto. LA PAZ, pvcia. Murillo,

El Alto- 14 de septiembr

FECHA DE RECEPCION: 15/octubre/2006

FECHA DE ENTREGA. 30/octubre/2006

Nº Lab	CODIGO	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase textura	PH en agua 1:5	CE mS/cm 1:5	Cationes de cambio (meq/100gr suelo)		N Total %	P Asim. ppm
								K	CIC		
0.15/2006	Muestra estiércol de ovino	50	30	20	FYA	6.5	2.32	0.35	36	0.23	19,32