

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



**TESIS DE GRADO**

**“EVALUACIÓN DEL RITMO DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE DOS  
VARIETADES DE PEPINILLO (*Cucumis sativus*) A DIFERENTES NIVELES DE  
ABONO DE OVINO Y SU EFECTO SOBRE EL SUELO, EN AMBIENTE  
ATEMPERADO EN LA ESTACIÓN DE COTA COTA, LA PAZ”**

**FILOMENA MAYDANA ALANOCA**

**LA PAZ-BOLIVIA**

**2015**

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

**“EVALUACIÓN DEL RITMO DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE DOS  
VARIETADES DE PEPINILLO (*Cucumis sativus*) A DIFERENTES NIVELES DE  
ABONO DE OVINO Y SU EFECTO SOBRE EL SUELO, EN AMBIENTE  
ATEMPERADO EN LA ESTACIÓN DE COTA COTA, LA PAZ”**

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

**FILOMENA MAYDANA ALANOCA**

**Asesores:**

Ing. Ph. D. David Cruz Choque .....

Ing. M. Sc. Eduardo Chilón Camacho .....

**Tribunal Examinador:**

Ing. Hugo Bosque Sánchez .....

Ing. Freddy Porco Chiri .....

Ing. René Calatayud Valdez .....

**Aprobada**

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

**LA PAZ-BOLIVIA**

**2015**

## INDICE

I.INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivos Específicos.....	2
2.3 Hipótesis.....	2
III. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
3.1 Origen de la especie.....	3
3.1.1 Clasificación taxonómica.....	3
3.2 Descripción botánica.....	4
3.3 Crecimiento y desarrollo del cultivo del pepinillo.....	5
3.4 Requerimiento del cultivo.....	6
3.4.1 Requerimiento de fertilización.....	6
3.4.2 Clima.....	7
3.4.3 Suelo.....	7
3.4.4 Humedad.....	8
3.4.5 Riego.....	8
3.4.6 pH.....	9
3.5.1 Polinización.....	9
3.5.2 Rendimiento.....	10

3.5.3 Usos.....	10
3.6.1 Importancia del ambiente protegido.....	11
3.6.2 Comportamiento del pepinillo en invernadero.....	11
3.6.3 Composición del estiércol.....	12
3.6.4 Características del estiércol de ovino.....	12
3.6.5 Características de suelos para hortalizas.....	13
3.6.6 Elementos esenciales.....	13
3.7 Propiedades del suelo.....	14
3.7.1 Propiedades Físicas.....	14
3.7.2 Propiedades Químicas.....	15
3.7.3 Propiedades Biológicas.....	16
IV. LOCALIZACIÓN.....	17
4.1 Ubicación Geográfica.....	17
4.2 Características de la Zona de Estudio.....	17
4.3 Vegetación y pecuaria.....	17
V. MATERIALES Y METODOS.....	18
5.1 Materiales.....	18
5.1.1 Insumos.....	18
5.1.2 Material de campo.....	18
5.1.3 Material de gabinete.....	18

5.2 METODOLOGÍA.....	19
5.2.1 Diño Experimental.....	19
5.2.1.1 Descripción de los factores.....	19
5.2.1.2 Descripción de los tratamientos.....	20
5.2.2 Modelo Lineal Aditivo.....	20
5.2.3 Dimensión y descripción del campo experimental.....	21
5.2.4 Procedimiento Experimental.....	22
5.3 Variables de respuesta para la evaluación del desarrollo del cultivo de pepinillo.....	25
5.3.1 Datos de temperatura.....	25
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	30
6.1 Comportamiento térmico del ambiente atemperado.....	30
6.2 Efecto sobre las características agronómica y rendimiento del cultivo.....	32
6.2.1 Sobre la altura de plantas (cm).....	32
6.2.2 Sobre los días a la floración.....	35
6.2.3 Sobre el periodo de días a la cosecha del fruto.....	38
6.2.4 Sobre el número de frutos por plantas.....	42
6.2.5 Sobre la longitud de frutos (mm).....	45
6.2.6 Sobre el diámetro del fruto (mm).....	48
6.2.7 Sobre el peso del fruto (g).....	51

6.2.8 Sobre el rendimiento (kg/m <sup>2</sup> ).....	53
6.3 Efecto del abono orgánico sobre las propiedades del suelo.....	57
6.3.1 Sobre las propiedades físicas del suelo.....	57
6.3.1.1 Densidad Aparente (Dap).....	57
6.3.1.2 Densidad Real del suelo (Dr).....	58
6.3.1.3 Porosidad del suelo (P).....	59
6.3.1.4 Textura del suelo.....	61
6.4 Sobre las propiedades químicas del suelo.....	62
6.4.1 pH.....	62
6.4.2 Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).....	63
6.4.3 Conductividad Eléctrica del Suelo (CE).....	65
6.4.4 Sobre los nutrientes primarios (N, P, K) y secundarios (Ca y Mg).....	66
6.5 Análisis económica preliminar del cultivo de pepinillo.....	68
6.5.1 Análisis económico.....	68
6.5.2 Costos variables.....	68
6.5.3 Ingreso bruto.....	68
6.5.4 Ingreso neto.....	69
5.5.5 Beneficios costos.....	69
VII. CONCLUSIONES.....	71
VIII. RECOMENDACIONES.....	74

IX. BIBLIOGRAFIA.....	75
ANEXOS.....	80

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza para la altura de planta en cosecha final (A los 133 días).....	32
Cuadro 2. Prueba de Duncan para la altura de planta de tres niveles de estiércol.....	34
Cuadro 3. Prueba de Duncan para la altura de planta de las dos variedad.....	34
Cuadro 4. Análisis de varianza para los días a la floración.....	35
Cuadro 5. Análisis de varianza para días a la cosecha del fruto.....	38
Cuadro 6. Prueba de Duncan para días a la cosecha del fruto de dos variedades.....	41
Cuadro 7. Prueba de Duncan para días a la cosecha del fruto de tres niveles de estiércol.....	42
Cuadro 8. Análisis de varianza para el número de frutos por plantas en la cosecha global.....	42
Cuadro 9. Prueba de Duncan para número de frutos por plantas en la cosecha global de dos variedades.....	45
Cuadro 10. Análisis de varianza para el longitud de frutos (mm).....	46
Cuadro 11. Prueba de Duncan para el longitud de frutos de dos variedades.....	48
Cuadro 12. Análisis de varianza para el diámetro de fruto (mm).....	49
Cuadro 13. Análisis de varianza para el peso del fruto (g).....	51
Cuadro 14. Análisis de varianza para el rendimiento (kg/m <sup>2</sup> ).....	53
Cuadro 15. Prueba de Duncan para el rendimiento de dos variedades.....	55

Cuadro 16. Prueba de Duncan para el rendimiento de tres niveles de estiércol...55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Temperaturas registradas en el ambiente atemperado.....	30
Figura 2. Comparación de medias en alturas de plantas (A los 133 días).....	33
Figura 3. Comparación de medias en días a la floración.....	36
Figura 4. Comparación de medias en días a la cosecha.....	40
Figura 5. Comparación de medias en número de frutos por planta en la cosecha global.....	44
Figura 6. Comparación de medias de longitud de frutos.....	47
Figura 7. Comparación de medias en diámetro del fruto.....	50
Figura 8. Comparación de medias en peso de fruto.....	52
Figura 9. Comparación de promedios en rendimiento.....	54
Figura 10. Densidades aparentes.....	57
Figura 11. Porosidad del suelo .....	59
Figura 12. Textura del suelo.....	61
Figura 13. El pH del suelo.....	62
Figura 14. Capacidad de intercambio catiónico .....	63
Figura 15. Conductividad eléctrica del suelo .....	65
Figura 16. Macronutrientes primarios (N, P, K) y secundarios (Ca, Mg).....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis de distribución de los tratamientos y vista interior del ambiente atemperado.....	80
Anexo 2. Registros de temperaturas máximas y mínimas en el ambiente atemperado.....	81
Anexo 3. Datos de campo para la altura de planta (cm), (133 días).....	82
Anexo 4. Datos de campo para días a la floración.....	82
Anexo 5. Datos de campo para días a la cosecha del fruto.....	83
Anexo 6. Datos de campo para el número de frutos por plantas en la cosecha global del pepinillo.....	83
Anexo 7. Datos de campo para el longitud de frutos (mm).....	84
Anexo 8. Datos de campo para el diámetro del fruto (mm).....	84
Anexo 9. Datos de campo para el peso del fruto (g).....	85
Anexo 10. Datos de campo para el rendimiento (kg/m <sup>2</sup> ).....	85
Anexo 11. Costos de producción del pepinillo por cada unidad experimental (UE= 1m <sup>2</sup> ).....	86
Anexo 12. Procedimiento para el cálculo de nutrientes en el suelo, a partir de datos de análisis del suelo.....	87
Anexo 12.2 Procedimiento para el cálculo de elementos nutritivos presentes en los niveles de estiércol, a partir del análisis químico de estiércol de ovino.....	88
Anexo 13. Procedimiento para el cálculo de nutrientes en el suelo, a partir de datos de análisis de suelo, después de toda la cosecha por niveles de fertilización.....	90

Anexo 14. Gráficos del proceso de investigación.....	92
Anexo 15. Ciclo fenológico del pepinillo ( <i>Cucumis sativus L.</i> ).....	96
Anexo 16. Análisis físico químico de suelos.....	97

## DEDICATORIA

*“A Dios, a mis queridos padres: Paulina Alanoca y Victor Maydana (+), a mis hermanos Rogelio, Clemente, Natividad y sobre todo a mi razón de mi vida Jorge Luis Maydana, por el amor, confianza y apoyo incondicional en la conclusión de mi carrera profesional.*

## AGRADECIMIENTO

El trabajo de tesis que es presentado a continuación no tendría lugar sin dar las gracias a:

El agradecer a Dios que me brindo la vida para acabar esta etapa en mi vida, y continuar con otros propósitos más grandes.

El apoyo moral y material de mis padres Víctor (+) y Paulina, como también el de mí familia.

El apoyo del ingeniero William Murillo de estación experimental de cota-cota donde se si realizó el trabajo de campo, por sus constantes apoyos, y por paciencia de su persona hacia los compañeros, por su amistad.

A mis asesores que me guiaron en el acabado de este trabajo, cuyos consejos supieron dar forma a este trabajo de tesis y también en la formación de mí persona.

A mis revisores por haber cooperado en el acabado de este documento, que, sin sus guías y consejos, este trabajo de tesis no estaría hoy en este lugar.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra manera me alentaron para seguir adelante.

La promesa de seguir superándome para el bien de mi persona y de la sociedad que me rodea.....

Gracias.

## RESUMEN

Actualmente, se están buscando nuevos productos como los abonos en la agricultura, que sean totalmente naturales. Es necesario disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, están obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles, para la agricultura ecológica, se le da gran importancia, cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos, como la fertilización orgánica y no podemos olvidarnos la importancia que tiene a mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido este tipo de abonos juega un papel fundamental, al aplicar abonos orgánicos aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos.

La población Boliviana va creciendo, los requerimientos y necesidades aumentan, por esta razón es necesario realizar agriculturas intensivas en superficies reducidas y con altos rendimientos, así cubriendo la demanda de productos agrícolas.

El presente trabajo de investigación titulado "Evaluación del ritmo de crecimiento y desarrollo de dos variedades de pepinillo (*Cucumis sativus*) a diferentes niveles de abono de ovino y su efecto sobre el suelo, en ambiente atemperado en la estación de cota cota, La paz".

Para lo cual se utilizó el arreglo factorial de dos factores con una distribución de bloques al azar con tres repeticiones. Las variables de respuesta fueron: altura de plantas, Días a la floración, Días a la cosecha del fruto, Número de frutos por planta, Longitud y Diámetro de fruto, peso de fruto, Rendimiento y efectos sobre las Propiedades del Suelo.

Se utilizaron dos variedades de pepinillo con tres niveles de estiércol ovino aplicado de (1,2, 2,4, 4,8 kg abono/m<sup>2</sup>), respectivamente. Los resultados obtenidos sirvieron para comparar las dos variedades y para establecer cuál fue mejor aplicación de estiércol en diferentes niveles de  $b_1$  (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>),  $b_2$  (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>),  $b_3$  (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol aplicado.

Los principales resultados indicaron que los siguientes variables no son influidos por las aplicaciones de estiércol: días a la floración, días a la cosecha, longitud y

diámetro de fruto, peso de fruto. Los que se son influidos por la aplicación de estiércol es la altura de planta, número de fruto y rendimiento.

Los mayores alturas de planta se produjeron mediante la aplicación de estiércol b<sub>2</sub> (2,4 kg abono/m<sup>2</sup> con una media de 188,23 cm, para ambas variedades, a su vez la menor altura de planta se produjo con la aplicación de estiércol b<sub>1</sub> con una media de 144,61cm, 178,23 cm. En cuando en el número de fruto, en la variedad hibrido carolina fue el nivel dos con una media de 9,55 frutos/plantas y en la variedad SMR 58 con una media de 5,62 frutos/plantas esto fue con el nivel uno de estiércol.

En cuanto al rendimiento, los mejores niveles de estiércol ovino para incrementar el rendimiento fueron con las aplicaciones con nivel dos de estiércol (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>), en la variedad hibrido carolina con una media de 1,657 kg/m<sup>2</sup> y en la variedad SMR 58 fue con el nivel uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>) aplicado, con una media de 0,742 kg/m<sup>2</sup>.

En las propiedades físicas del suelo, tuvieron efectos sobre la densidad aparente (1,2 g/cm<sup>3</sup>), textura y también en la porosidad (54,72%) en el nivel uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol aplicado y en los niveles dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>), tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>), antes no tuvieron efectos.

En las propiedades químicas del suelo también muestran efectos en pH, C.I.C y antes, nivel dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol, de un pH (6,21 a 6,9) moderadamente ácido y en los niveles de uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>), tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) de un pH (7,06 a 7,29) neutro y la capacidad intercambio catiónico de los niveles uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>), dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>) fueron aumentando de acuerdo a las cantidades aplicadas de estiércol ovino, mientras en el nivel tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) muestra todo lo contrario que disminuye la C.I.C, esto nos indica que la planta fue aprovechando más cantidad de nutrientes.

En cuando al fósforo asimilable y calcio, magnesio, que estos elementos son absorbidos en cantidades mayores a diferencia de los elementos como es el nitrógeno y potasio, los cuales son absorbidos en cantidades menores, esta diferencia se observa en el nivel tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol aplicado de ovino.

## **I. INTRODUCCION**

El cultivo del pepinillo es uno de los cultivos utilizados como fuente de alimentación humana y sustento económico para los agricultores y es muy importante, ya que tiene un elevado índice de consumo, pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado. El cultivo de esta hortaliza es para consumo principalmente en encurtidos, con frutos de pequeños tamaños y de corteza de color verde.

En cuanto a su cultivo, el pepinillo es una planta que requiere de suficiente iluminación. Las temperaturas ideales deberían oscilar entre los 20 y los 22 grados. Esta especie no tolera las heladas, por lo que hay que poner mucho cuidado en la época del invierno y puede cultivarse en cualquier tipo de suelo siempre que cuente con un buen sistema de drenaje, (Muñoz, 2006).

El cultivo de pepinillo se adapta mejor a los medios, ricos en materia orgánica (estiércol) y el pH óptimo oscila entre 5,5 y 7 y es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa optima durante el día del 60 - 70% y durante la noche del 70 - 90%, (Maroto, 1995). Asimismo, este autor señal que el cultivo de pepinillo insuficiente dosis de nitrógeno puede restringir y modificar el crecimiento de los frutos, su color y su forma, un exceso de nitrógeno puede inducir una mayor acumulación de cucurbitácina. Se la fertilización suministrada es pobre en potasio, puede haber una mayor incidencia de frutos deformados.

La influencia benéfica de la materia orgánica sobre las propiedades físicas - químicas y biológicas del suelo y sobre el rendimiento de los cultivos, ha sido comprobada por numerosos investigadores, (Chilón, 1997).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Evaluar el ritmo de crecimiento y desarrollo de dos variedades de pepinillo (*Cucumis sativus*) a diferentes niveles de abono de ovino y su efecto sobre el suelo, en ambiente atemperado.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar el rendimiento de dos variedades de pepinillo con 3 niveles de abono de ovino y el desarrollo agronómico del cultivo.
- Evaluar el efecto de tres niveles de abono de ovino sobre las propiedades del suelo.
- Determinar los costos de producción en cultivo de pepinillos.

### **2.3 Hipótesis**

- No existen diferencias entre variedades de pepinillo con tres niveles de abono de ovino.
- No existen diferencias en el rendimiento en frutos de dos variedades de pepinillo bajo ambiente protegido.
- No existen diferencias entre tres niveles del abono de ovino sobre las propiedades del suelo.

### III. REVISION BIBLIOGRAFICA

#### 3.1 Origen de la especie

El origen del pepino se sitúa en las regiones tropicales del sur de Asia. En India se viene realizando su cultivo desde hace más de 3.000 años. Los pepinillos se obtienen con variedades de pepino particularmente fértiles, cuyos frutos se recogen muy jóvenes (y muy numerosos) para confitarlos en vinagre y estas variedades son de pequeño tamaño, con una longitud máxima de 15 centímetros y un peso medio de unos 125 gramos. Presentan piel verde con rayas de color amarillo o blanco y se utilizan para consumo en fresco o para la elaboración de encurtidos, (Messiaen, 1979).

##### 3.1.1 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica según, (Rojas, 2008).

Reino: Plantae

Sub reino: Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsita

Sub clase: Dillemiidae

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitácea

Género: *Cucumis*

Especie: *sativus*

Nombre común: Pepinillo

### 3.2 Descripción Botánica

- **Raíz**, las raíces son fibrosas, superficiales y muy ramificadas, el sistema radicular consiste en una raíz principal que alcanza de 1,0 a 1,2 m de largo, ramificándose en todas las direcciones, principalmente entre los primeros 25 a 30 cm del suelo, (Tiscornia, 1974).
- **Tallo**, los tallos son rastreros con vellosidades y pueden alcanzar, hasta 4 metros de longitud y si se les coloca cualquier elemento donde puedan agarrarse se convierten en trepadores. Del tallo principal se producen tallos laterales de hasta un metro, aunque debido a la competencia de unos con otros normalmente no alcanzan estas longitudes y la sección del tallo suele ser cuadrangular o su centro, a veces, se halla hueco, (Cotrina, 1979).
- **Hoja**, son palmeadas, con cinco lóbulos y se encuentran insertas en los tallos alternadamente. El haz tiene una coloración verde intensa mientras que el envés presenta una tonalidad más grisácea. Tanto uno como otro son algo ásperos y algunas de estas hojas se transforman en zarcillos, generalmente ramificados, los cuales sirven para que la planta se sujete al tutor cuando se hace el cultivo elevado. De las axilas de las hojas nacen, o bien las ramas laterales, o bien las flores, (Cotrina, 1979).
- **Flor**, las flores suelen ser unisexuales, aunque en algunas plantas suelen aparecer flores hermafroditas. Ahora bien, en una misma planta se presentan flores femeninas y flores masculinas y el número de flores de cada sexo varía en mayor o menor medida hasta cierta longitud, quedando exclusivamente flores hermafroditas, (Cotrina, 1979).
- **Fruto**, es una baya en pepónide que si se recolecta en su plena madurez fisiológica presenta una corteza dura, marrón con manchas amarillentas

fuentes espinas. La recolección comercial del pepinillo para encurtido se efectúa cuando el fruto apenas ha iniciado su crecimiento y suelen ser frutos oblongos con abundantes pelos y de consistencia diferentes, según las variedades, (Cotrina, 1979).

- **Semillas**, el pepinillo para encurtidos se obtiene de unas variedades de la especie *Cucumis sativus* adaptadas a producir frutos de reducido tamaño, (Cotrina, 1979).

### **3.3 Crecimiento y desarrollo del cultivo**

Claros (2000), indica que existen diferencias en el piso ecológico donde las semillas de las variedades encontraron mejores condiciones para su desarrollo además de las características genotípicas de la variedad que también influyen en el desarrollo de la planta.

La emergencia en las variedades Poinsett 76 se presenta a los 8 días, en la Marketmore 76 se presenta a los 7 días y la variedad S.M.R. 58 una emergencia a los 10 días, retardándose con referencia a las otras variedades, (Cutili, 2003).

El cultivo de pepinillo se hace la siembra en primavera, al aire libre, una vez que haya desaparecido el peligro de las heladas tardías, para su desarrollo y crecimiento, las plantitas se procede a efectuar un raleo, dejando solamente una o dos de las más fuertes y sanas, (Tiscornia, 1974).

Cuando una semilla madura se coloca en condiciones adecuadas, germina y da lugar a un brote que crece hasta transformarse en una planta. Este conjunto de procesos generalmente recibe el nombre de crecimiento y desarrollo vegetativo, por lo tanto, necesarias para que se inicie dicho proceso reproductor es, semilla, germinación de la semilla, estado vegetativo de la planta, floración, formación de las semillas y frutos maduros, (Vázquez, 1987).

### 3.4 Requerimiento del cultivo

#### 3.4.1 Requerimiento de fertilización

Maroto (1995), indica como cifras medias de abonado por ha en producciones al aire libre, los diversos autores consultados dan las siguientes:

- 10 – 35 t/ha de estiércol.
- 50 - 130 UF de N
- 100 - 150 UF de  $P_2O_5$
- 100 - 200 UF de  $K_2O$

Según Machaca (2007), recomienda aplicar el estiércol de ovino el doble del requerimiento ( $3,8 \text{ kg/m}^2$ ) del cultivo de apio, siempre y cuando este descompuesto. Por lo tanto, al aplicar  $1,9 \text{ kg/m}^2$  que es de acuerdo al requerimiento del cultivo, no tuvo un efecto óptimo en la parte aérea, mientras tanto al aplicar  $3,8 \text{ kg/m}^2$  que es el doble del requerimiento tuvo mayor efecto en el desarrollo fisiológico en altura de la planta.

Delgado (1994), menciona que el abonamiento y fertilización de materia orgánica para el cultivo de pepinillo, es las siguientes dosis 120-50-50 kg/ha.

Martínez (1983), indica el estiércol como un producto que se emplea en cantidades importantes, ya que una aportación de 30.000 kg por hectárea representa una simple dosis media, llegándose frecuentemente a cifras de 40 y 50.000 kg por hectárea caso de querer conseguir una acusada mejora en las propiedades físicas de un suelo, en general.

Como dato recordatorio diremos que una estercoladura de 30.000 kg por hectárea representa una aportación media de 150 kg de nitrógeno, 90 de ácido fosfórico y 180 de potasa, lo que permite considerara al estiércol, además de un corrector de las propiedades físicas del suelo, como un verdadero fertilizante. La planta de pepinillo necesita cantidades mayores de potasio que otros elementos, para lo cual se recomienda fertilizantes como el 10-30-10, para la etapa de trasplante o

siembra se debe aplicar 16 gramos de fertilizantes 10-30-10 por planta en 1.000 m<sup>2</sup> son 50 kilos, (Muñoz, 2004).

### **3.4.2 Clima**

Exige para su germinación una temperatura mínima de 15,5 °C, estando comprendidos los valores óptimos de la temperatura, para que se produzca una buena germinación entre 20 y 35 °C. La temperatura óptima de crecimiento puede situarse entre 18 y 28 °C, siendo conveniente para asegurar un buen desarrollo del pepinillo, que durante la noche la temperatura se mantenga alrededor de los 18° C, (Maroto, 1995).

El cultivo de pepino es una hortaliza de clima cálido, cuya temperatura media mensual oscila entre 18 ° y 30 °C y son hortalizas de fruto y no toleran heladas, (Valadez, 1993).

### **3.4.3 Suelo**

Los suelos que van mejor a este cultivo son los de textura media, arenosa - arcillosa, aunque admite una gama amplia de suelos. Como este cultivo se desarrolla en poco espacio de tiempo y es planta muy productiva, necesita suelos de gran fertilidad. En los terrenos flojos es más precoz, aunque la producción no es elevada; en los suelos fuertemente arcillosos la recolección se retrasa, pero los rendimientos son altas, (Serrano, 1979).

El pepino puede crecer en todo tipo de suelos, desde los de textura arenosa los más apropiados para producciones precoces hasta los suelos algo arcillosos, siempre y cuando no presenten problemas de encharcamientos. En términos generales se adapta mejor a los suelos medios, ricos en materia orgánica, fresco y aireados, (Maroto, 1995).

#### **3.4.4 Humedad**

Es muy exigente en temperatura y humedad del suelo, como es planta que necesita humedad en el suelo, pero no admite los encharcamientos, requiere terrenos que drenen bien y puedan regarse con frecuencia, (Serrano, 1979).

Valores excesivos de la humedad ambiental pueden repercutir negativamente en el cultivo del pepino, al propiciar el desarrollo de enfermedades criptogámicas, (Maroto, 1995).

Es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60 - 70% y durante la noche del 70 - 90%. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación no es frecuente. Para humedades superiores al 90% y con atmósfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fúngicas, (Martínez, 2001).

#### **3.4.5 Riego**

Los primeros estadios de vegetación, es conveniente que haya poca humedad en el suelo, con el fin de que el sistema radicular del pepino se fortalezca. Unos días antes de la siembra se dará un riego para suministrar humedad al suelo, después de este primer riego de siembra o plantación no se vuelve a regar hasta que haya pasado un espacio de tiempo comprendido entre veinte y treinta días. Desde que se inicia la floración, el pepino es muy exigente en agua del suelo y debe mantenerse una humedad constante, pero sin que se encharque. El riego, en los meses de máximo necesidad, debe hacerse cada dos a cuatro días, según la textura del suelo, (Serrano, 1979).

### **3.4.6 pH**

Puede soportar sin problemas la acidez del terreno hasta un pH de 5,5 es una hortaliza medianamente tolerante a la salinidad, a un nivel superior, (Maroto, 1995).

Este cultivo se considera como uno moderadamente tolerante a la acidez en el suelo y el pH óptimo para el crecimiento del cultivo es de 5,5 a 7,5. En este cultivo, la tolerancia máxima a sales del suelo es de 2,5 dS/m, (Martínez, 2001).

Para cultivo de pepino el intervalo de pH óptimo oscila entre 5,5 a 7,5, para asegurar la disponibilidad del mayor número de nutrientes en el suelo, (Lorente, 2007).

### **3.5 .1 Polinización**

La polinización es un factor determinante en la producción de frutos, debido a que necesitan un gran número de abejas u otros agentes polinizadores que transporten polen, caso contrario si las flores femeninas no son fecundizadas estas son abortados y se caen. Esta se traduce luego en pérdidas económicas para el agricultor, (Cutili, 2003).

El cultivo de pepino, basta observar si después de la caída de los pétalos flores algunos de los flores se marchitan secan y caen sin poder cuajar el fruto, síntoma evidente de la falta del concurso de las abejas, o bien que la variedad es auto estéril. La polinización, en todos los casos, siempre será favorable a la producción y a la calidad del fruto, (Juscafresa, 1977).

La polinización se efectúa principalmente a través de insectos, aunque es una planta que posee una cierta tendencia a la partenocarpia, (Maroto, 1995).

### **3.5.2 Rendimiento**

Quispe (2005), sostiene que con la aplicación foliar se generaron mejores rendimientos de fruto que con la aplicación radicular, donde sus rendimientos poblacionales fueron de 4,2 y 3,46 tn/ha respectivamente, en el cultivo de pepinillo, en Ciudad de El Alto.

Cutili (2003), asegura que con la polinización artificial obtiene los mejores resultados en cuanto al rendimiento de frutos en el cultivo de pepino, para cada variedad la media es distinta, así para la variedad SMR 58 es de 5,71 equivalente a 6 frutos; para la variedad Poinsett 76 reporta 5,12 equivalente a 5 frutos y finalmente para la variedad Marketmore 76 es de 4,45 equivalente a 4 frutos. En cada variable que se midió, se observó claramente que la variedad SMR 58 presenta los mejores resultados en cuanto a variables productivas, en este caso también hace lo propio, enseña la mayor cantidad de frutos producidos por planta, en Provincia Caranavi.

En un trabajo de introducción de pepinillos en el Altiplano, obtuvo un rendimiento final medio de 3,83 tn/ha de pepinillo, (Quispe, 2004 citado por Mamani, 2006).

Señal que entre los valores más destacados; la dosis media de 0,6 kg/planta de aplicación con humus, es la que posee un mayor rendimiento en peso de fruto de 2,09 kg/m<sup>2</sup> y en cuanto al compost, ante la aplicación de dosis baja de 0,3 kg/planta, es la que presenta mayor rendimiento en pesos de fruto de 1,74 kg/m<sup>2</sup>, esto en la variedad de SMR 58, en la Ciudad de El Alto, (Mamani, 2006).

### **3.5.3 Usos**

El pepinillo se consume mayormente en su etapa inmadura, cuando la semilla todavía está tierna, principalmente en su estado fresco para ensalada o para la conserva en encurtido. Se consume también cocida en diversos platos, en algunos lugares se consume la semilla, la cual produce un aceite comestible. En otros lugares se comen las hojas tiernas en ensalada o cocidas, como la espinaca. Se

considera que la planta, el fruto y la semilla tienen propiedades cosméticas o medicinales, (Fornaris, 2001).

### **3.6.1 Importancia del ambiente protegido**

Existen distintos tipos de construcciones como invernaderos, ambientes protegidos, carpa 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 temperatura 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).

### **3.6.2 Comportamiento del pepinillo en invernaderos**

En la variedad de pepinillo de híbrido Blitz, posee una mayor tolerancia a las variaciones de temperatura, en ambiente atemperado y una gran parte de los cambios de temperatura se relacionaron con los materiales de construcción del ambiente atemperado, ya que éste estuvo construido con ladrillo y cemento el cual afectó en la retención del calor durante la noche, en Ciudad del Alto, (Quispe, 2005).

El comportamiento de ocho variedades de pepino, en producción de semillas de las variedades largo saipina, tamor, poinset original, muestran un comportamiento similar seguidas de las variedades blanco y shimo shirazu; siendo la variedad natsu fusé la que obtuvo el menor rendimiento, (Claros, 2000).

El tallo de pepinillo principal cuando alcance el techo del invernadero, se debe guiar los tallos sencillos y corte los laterales a una distancia de dos hojas de los frutos. Retirando el ápices de crecimiento cuando las plantas han alcanzado una buena altura se anima el crecimiento de los tallos laterales, (Bonar, 1981).

### **3.6.3 Composición del estiércol**

Thompson (1962), señala que la composición de una tonelada de estiércol contiene 4,5 kg de N, 2,25 kg de  $P_2O_5$  y 4,5 kg de  $K_2O$ , casi la mitad del nitrógeno y más de la mitad de potasio se encuentran en los excrementos líquidos. Se puede deducir que si se conserva el estiércol de oveja es muy rico en nitrógeno y si sólo se recoge el material como es el estiércol no resulta tan rico para aplicar.

Chilón (1997), indica los suelos del Altiplano, Valles y el Chaco boliviano se caracterizan por ser pobres en materia orgánica, por ello se debe fomentar el uso de fuentes naturales orgánicas y la composición de los estiércoles de ovino es de 1,82% N, 0,28%  $P_2O_5$ , 1,06%  $K_2O$  y de bovino es de 1,62% N, 0,29%  $P_2O_5$ , 0,47%  $K_2O$ .

Lorente (2007), menciona que la composición del estiércol es muy variable, ya que depende de muchos factores tales como la especie y edad del ganado, el uso de camas, la inclusión o exclusión del excremento líquido y la magnitud de los procesos de descomposición y lavado que hayan tenido lugar durante el almacenamiento o compostaje. Además, son importantes la alimentación del ganado, la proporción de la paja respecto a las deyecciones, la forma de explotación del ganado, etc. El estiércol contiene también los demás nutrientes esenciales en cantidades diversas pero, casi siempre, en proporciones semejantes a las que requieren las plantas.

### **3.6.4 Características del estiércol de ovino**

El estiércol de oveja de corral es más concentrado y valdría unas dos veces más, este cálculo valoriza con exceso los elementos nutritivos del estiércol, en comparación con las de las fertilizantes comerciales, pero debe darse algún valor más al primero por incorporar materia orgánica al suelo y por mejorar la estructura de este suelo, (Worthen, 1980).

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<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1-2,5% de K<sub>2</sub>O. Sin embargo el estiércol de oveja es más rico que el de caballo, (Gros, 1986).

Al analizar los efectos de la aplicación de los tres niveles de estiércol de ovino en el cultivo de papa, encontramos que los rendimientos con la dosis de 0 TM/ha fueron los menores debido a que en el suelo no existió un aporte o incremento de nutrientes necesarios para la planta, frente a las dosis 15 y 30 TM/ha de estiércol los cuales mostraron sus efectos en los rendimientos, (Chuquimia, 2012).

El estiércol de oveja de corral es más concentrado y valdría unas dos veces más, este cálculo valoriza con exceso los elementos nutritivos del estiércol, en comparación con los de los fertilizantes comerciales, pero debe darse algún valor más al primero por incorporar materia orgánica al suelo y por mejorar la estructura de este suelo, (Worthen, 1980).

### **3.6.5 Características de suelos para hortalizas**

Casseres (1984), considera que los suelos, tienen tres factores claves para producir hortalizas de buena calidad en forma económica, son: 1) suelo en óptimas condiciones físicas y químicas; 2) agua, ya sea que provenga del riego o de la lluvia; y 3) drenaje adecuado que permita un fácil y rápido movimiento del exceso de agua del suelo, lo que favorecerá una alta tasa de difusión de oxígeno desde la atmósfera aérea hacia la atmósfera del suelo.

### **3.6.6 Elementos esenciales**

De los 16 elementos esenciales obtenidos del suelo por las plantas, 6 son usados relativamente en grandes cantidades, los cuales son designados como macro nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, y S), son denominados así porque el crecimiento de las plantas puede ser retardado por varias causas, entre las cuales tenemos: escasez de ellos en el suelo, porque su asimilación resulta ser demasiado lenta y

por qué no están adecuadamente equilibrados por los demás elementos nutritivos, (Quino, 2007).

Los elementos minerales esenciales de las plantas pueden ser clasificados de acuerdo con su movilidad en: muy móviles, móviles, poco móviles e inmóviles. El nitrógeno y el potasio son elementos muy móviles porque pueden trasladarse casi íntegramente hacia otras partes. El fósforo, el azufre y el magnesio son solamente móviles porque es menor la proporción de ellos que se traslada. Los microelementos, pues solo una pequeña porción se redistribuye, mientras que el calcio y el boro son totalmente inmóviles y una vez que entran a formar parte de un tejido permanecen indefinidamente en él, (Vásquez, 1978).

### **3.7 Propiedades del suelo**

La fertilidad del suelo está influenciada por diferentes propiedades físicas, químicas y biológicas y que caracterizan a este recurso, de las cuales seguidamente se describen las más importantes:

#### **3.7.1 Propiedades Físicas**

- **Textura**, se refiere al contenido porcentual de arena, limo y arcilla que un suelo presenta. Como estas fracciones tienen diferentes cualidades para transmitir o retener el agua, aire y nutrientes, consiguiendo las combinaciones de estas fracciones en diferentes proporciones le propician al suelo una fertilidad variada.

Los suelos con proporciones equilibradas de arena, limo y arcilla en general son suelos de mejor fertilidad natural que sus extremos (arenosos o arcillosos) debido a que existe una mejor relación entre los poros capilares (encargados de retener el agua) y los no capilares (transmisión del aire y agua), (Orsag, 2008).

Los suelos arenosos en general retienen poca agua y por consiguiente tienen mayor proporción de aire, mientras que los arcillosos por las características de sus poros retienen más agua y contienen poco aire necesarios para la respiración de las raíces de las plantas y los microorganismos, (Miranda, 2006).

Mientras la textura es indudablemente de gran importancia en la determinación de ciertas características de un suelo, es evidente que el tipo especial de los grupos de partículas que predominan debe ejercer también considerable influencia, (Buckman, 1977).

- **Estructura**, la estructura se refiere a como las diferentes fracciones (arena, limo y arcilla) del suelo se agrupan entre sí con ayuda de los cationes y la materia orgánica para desarrollar diferentes formas de agregados, (Orsag, 2008).

Suelos con estructura estable son neutros, saturados en calcio y magnesio y bastante ricos en materia orgánica: la actividad biológica desempeña un papel importante ya que va edificando una estructura “construida”, (Miranda, 2006).

### 3.7.2 Propiedades Químicas

- **PH**, las condiciones extremas de pH en el suelo (muy ácido o muy alcalino) determinan sobre una menor disponibilidad de la mayoría de los macro nutrientes y algunos micronutrientes para la mayor parte de los cultivos y por consiguiente incide en una menor producción. En ese sentido, los suelos más fértiles presentan reacciones cercanas al valor neutro, (Orsag, 2008).
- **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)**, es la capacidad que tiene un suelo para adsorber o retener nutrientes (cationes o aniones) en forma

intercambiable para las plantas. Los suelos arcillosos y con alto contenido de materia orgánica generalmente tienen una mayor CIC que los suelos arenosos o limosos y pobres contenidos orgánicos. Esto se debe a que la fracción fina del suelo (arcilla) y humus, tienen propiedades coloidales y por lo tanto presentan cargas (negativas o positivas) que le permite retener los nutrientes del suelo en forma intercambiable, (Orsag, 2008).

- **Conductividad Eléctrica (CE)**, la presencia de sales en exceso en el suelo, particularmente por encima de  $4\text{dS m}^{-1}$ , perjudica el crecimiento de las plantas, por su incidencia directa sobre el metabolismo de las mismas y por su efecto osmótico (aumento del potencial matricial del suelo que afecta la disponibilidad de agua para las plantas). En ese sentido los suelos libres de sales o con cantidades pequeñas ( $<4\text{dSm}^{-1}$ ), presentan una mejor fertilidad natural, (Orsag, 2008).

### 3.7.3 Propiedades Biológicas

- **Materia Orgánica**, se forma de las plantas muertas, restos recién cortados, hojas, frutos, tallos, ramas, cuerpos de insectos, gusanos y otros animales muertos y los distintos productos de la descomposición de los restos de animales y vegetales. La materia orgánica suministra energía y nutrientes para todas las formas de vida en el suelo, (Miranda, 2006).

## **IV. LOCALIZACIÓN**

### **4.1 Ubicación Geográfica**

El trabajo experimental se llevó a cabo en la Estación Experimental de Cota - Cota, perteneciente a la facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en la zona de Cota - Cota, provincia Murillo el departamento de La Paz. Se encuentra a 15 km del centro de la ciudad, con Latitud Sur de 16°32'00", Longitud Oeste 68°30'00", a una altitud de 3400 a 3445 m.s.n.m.

### **4.2 Características de la Zona de Estudio**

La zona de estudio se caracteriza por ser cabecera de valle, presenta un clima templado, la temperatura media oscila entre 13,5 °C, una precipitación promedio de 467 mm y humedad relativa de 46% en promedio y presenta topografía accidentada, suelos aluviales debido a la sedimentación del material arrastrado por los ríos.

### **4.3 Vegetación y pecuaria**

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

La producción agrícola se realiza a campo abierto mediante la rotación de cultivos y comprende: maíz, papa, haba, arveja, cebolla, betarraga entre otros. En ambiente protegido (carpa solares) la producción es hortofrutícola: frutilla, tomate, pepinillo, lechuga y otros de acuerdo a los trabajos de investigación que se desarrollen. La producción pecuaria comprende la crianza y manejo de aves (gallinas ponedoras), cuyes, porcinos, camélidos.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Materiales

#### 5.1.1 Insumos

- **Variedad uno híbrido carolina**, de procedencia americana, tiene una pureza del 99%, un porcentaje de germinación del 90%, (Semillero, 2012). Posee hojas de color verde oscuro, el fruto es de color verde claro, en gran parte de floración total o casi totalmente femenina y es especialmente cultivados para conservar en vinagre, (Maroto, 1995).
- **Variedad dos SMR 58**, de procedencia americana, tiene una pureza del 99%, un porcentaje de germinación del 90%, (Semillero, 2012). Posee hojas de color verde oscuro, generalmente tiene una mayor cantidad de flores masculinas que flores femeninas, el fruto es de color verde oscuro con protuberancias notorias, puede alcanzar en fruto una longitud de 17,8 cm y un diámetro de 4 cm, es especialmente cultivados para conservar en vinagre, (Mamani, 2006).
- **Estiércol de ovino**, se utilizó esta materia orgánica por ser más conocido como abono orgánico en cualquier zona se encuentra en venta o se puede adquirir en abundancia ya que los pobladores se dedican crianza ganado ovino y el estiércol ovino que se utilizó es proveniente de Provincia Los Andes de cota-cota, esto se obtiene del proceso de descomposición anaeróbico de los desechos orgánicos, en corrales de ovejas.

#### 5.1.2 Material de campo

- Se utilizaron: Picotas, palas, carretillas, estacas, cuerdas, vernier, Balanza, cintas métricas, chontas, letreros, carteles, regadera, manguera, nylon de polietileno, cintas de goteo, bolsas plásticas y termómetro de máximas y mínimas.

### **5.1.3 Material de gabinete**

- Se llegó a utilizar tablas de registro, bolígrafos, cámara digital, calculadora y equipo de computadora.

## **5.2 METODOLOGÍA**

### **5.2.1 Diseño Experimental**

El presente estudio se realizó mediante el arreglo con dos factores con diseño de Bloques al Azar y el ensayo estuvo conformado por seis tratamientos y tres repeticiones distribuidos en 18 unidades experimentales, donde el Factor A represento a las Variedades como es de las dos variedades de híbrido carolina y SMR 58 y uno segundo Factor B, que correspondió a los niveles del estiércol de oveja con diferentes dosis.

El diseño experimental que se aplicaron al estudio es de Diseños Bloques al Azar con arreglo factorial (2 factores), (Rodríguez, 1991).

#### **5.2.1.1 Descripción de los factores**

Los factores de estudio son los siguientes:

##### **Factor A: Variedades**

$a_1$  = Variedad híbrido carolina

$a_2$  = Variedad SMR 58

##### **Factor B: Abono ovino**

$b_1$  = Nivel de abono de oveja 1,2 kg/m<sup>2</sup>

$b_2$  = Nivel de abono de oveja 2,4 kg/m<sup>2</sup>

$b_3$  = Nivel de abono de oveja 4,8 kg/m<sup>2</sup>

Fuente: (Machaca, 2007).

### 5.2.1.2 Descripción de los tratamientos

Donde los tratamientos fueron los siguientes:

$T_1 = a_1 \times b_1 \Rightarrow$  Variedad híbrido carolina + Nivel de abono de oveja 1,2 kg/m<sup>2</sup>

$T_2 = a_1 \times b_2 \Rightarrow$  Variedad híbrido carolina + Nivel de abono de oveja 2,4 kg/m<sup>2</sup>

$T_3 = a_1 \times b_3 \Rightarrow$  Variedad híbrido carolina + Nivel de abono de oveja 4,8 kg/m<sup>2</sup>

$T_4 = a_2 \times b_1 \Rightarrow$  Variedad SMR 58 + Nivel de abono de oveja 1,2 kg/m<sup>2</sup>

$T_5 = a_2 \times b_2 \Rightarrow$  Variedad SMR 58 + Nivel de abono de oveja 2,4 kg/m<sup>2</sup>

$T_6 = a_2 \times b_3 \Rightarrow$  Variedad SMR 58 + Nivel de abono de oveja 4,8 kg/m<sup>2</sup>

### 5.2.2 Modelo Lineal Aditivo

El modelo lineal aditivo para un diseño bloques al azar con arreglo factorial de dos factores según Rodríguez (1991), es el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + B_k + \alpha_i + y_j + \alpha_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Una observación cualquiera.

$u$  = Media general.

$B_k$  = Efecto del  $k$  - ésimo Bloque

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$  - ésimo del Factor A

$y_j$  = Efecto del  $j$  - ésimo nivel del Factor B

$\alpha_{ij}$  = Efecto del  $i$  - ésimo nivel de Factor A, con el  $j$  - ésimo nivel del Factor B  
(interacción A x B)

$E_{ijk}$  = Error experimental

### 5.2.3 Dimensión y descripción del campo experimental

- **Unidad experimental**

Ancho: 1.15 m

Largo: 31 m

Número de plantas totales: 54 plantines

Unidades experimentales: 18 unidades

Tratamientos: 6 tratamientos

- **Bloque**

Ancho: 1,15 m

Largo: 6,15 m

Número de repeticiones: 3

#### 5.2.4 Procedimiento experimental

- **Almacigado**, en el presente estudio primero se realizó la construcción de almaciguera que se construye de tablas de maderas, sus dimensiones que son de siguientes: de 25 cm de altura, 70 cm de ancho y 1 m de largo y luego se procedió a preparar un sustrato como son: arena fina limpia, tierra negra del lugar y turba, esto se mezcló en partes iguales para almacigado.

Por último se realizó una buena nivelación de sustrato en almaciguera ya mezclado en partes iguales y luego se dividen en dos partes iguales la almaciguera para las dos variedades y faltando 2 días para la siembra se realizó el riego con una regadera de 5 litros a una capacidad de campo en almaciguera o sustrato ya preparado.

Se procedió a la siembra de las dos variedades de semillas de pepinillos al boleó a una profundidad de 2 cm de la variedad híbrida carolina y variedad SMR 58, después de la siembra se realiza el tapado con paja esto se lo realizó para proteger, que no picoteen los pajaritos y otros, la siembra se realizó en agosto (15-08-12).

- **Muestreo de la capa arable**, se delimito el área de estudio, tomando 20 muestras con pala en zigzag, a una profundidad de 25 cm. Las muestras después se mezclaron en partes iguales y se cuarteo, de la cual se obtuvo 2 kg para el respectivo análisis físico-químico del suelo, esto se realizó antes de la siembra y después de la cosecha, para llevar las muestras al Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear I.B.T.E.N.
- **Muestreo de abono**, de ovino donde se realizó a tomará una cantidad de muestra de abono de ovino para análisis físico-químico de fertilizante orgánico, esto para llevar la muestra al Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear I.B.T.E.N.

- **Preparación del suelo**, la remoción se realizó 20 días antes del trasplantes de pepinillos a una profundidad de 25 cm y es muy importante en el cultivo por los anteriores cultivos que existió, esto con el propósito de que algunas plagas mueran, con revolcando el pan de tierra. Por último se realizó nivelado, molledo y luego riego con manguera en área del estudio, faltando unos días para el trasplante de plantines de pepinillos de las dos variedades.
- **Incorporación de abono ovino a los tratamientos correspondientes**, para incorporar el estiércol de ovino se realizó los cálculos respectivos con los resultados de análisis físicos químicos del suelo y del estiércol, donde se obtiene en base al fósforo de 2,4 kg abono/m<sup>2</sup> que es el requerimiento del cultivo.

Los niveles que se aplicaron fueron de tres niveles de 1,2 kg abono/m<sup>2</sup> (baja), 2,4 kg abono/m<sup>2</sup> (media) y 4,8 kg abono/m<sup>2</sup> (alta), estos fueron respectivamente pesados cada uno de los niveles del estiércol por una balanza y después se aplicaron separadamente en cada unidad experimental, de ya aplicado el estiércol al unidad experimental se procede a nivelado del suelo para que este uniforme cada unidad experimental, la dosis de estiércol que se aplicó en los tratamientos que corresponden en el momento que ya estaban nivelados, divididos cada unidad experimental.

- **Tendido del sistema de riego**, se realizó tendido de las mangueras (cintas) del sistema de riego por goteo en la platabanda, dejando los emisores debajo del nylon de polietileno, esto para evitar que existan las malezas en el cultivo.
- **Trasplante de plantines de pepinillo**, se realiza en forma localizada en pequeños hoyos a una profundidad de 3 cm, a una densidad de trasplante de 0.60 m entre planta a planta y por lo tanto en cada unidad experimental

existen tres plantas, se trasplantaron los plantines de pepinillos de las dos variedades como es híbrido carolina y SMR 58 en los tratamientos correspondientes.

- **Riego**, se procedió según las recomendaciones de Maroto (1995), la cual establece que: el pepinillo es una planta que necesita una buena disponibilidad de agua a nivel radicular para conseguir altas producciones.

El riego se realizó todos los días teste en el momento en que se trasplantó las plántulas de pepinillos a unidades experimentales hasta que se prendieron las plántulas de pepinillos y las primeras semanas fueron realizados los riegos con la regadera de 5litros, esto fue durante una semana, esto para asegurar de que no se marchiten los plantines.

Después ya prendidos los plantines de definitivo en el lugar del estudio, el riego se realizó cada 7 días, de duración de 3 horas con sistema de riego por goteo en la platabanda y el riego fue realizado bien en la mañana o en la tarde.

- **Podas**, se realizó según las recomendaciones de Maroto (1995), la cual indica que la poda de esta planta se realiza por razones muy diversas, tales como: ayudar al en tutorado, mejorar la regularidad de la producción, conseguir una mayor precocidad, mejorar el estado fitosanitario, etc. La poda de cultivo de pepinillos de dos variedades, se realizó cada dos semana hasta finalizar el estudio de cultivo.
- **Entutorado**, se realizó según la recomendación de Serrano (1979), quien señala que en el invernadero es imprescindible hacer el en tutorado, y el procedimiento más económico es con simples cuerdas verticales colgadas de la techumbre del invernadero.

En el cultivo de pepinillos de dos variedades en tutorado se realizó con unas cuerdas, de una distancia de altura de 2 metros de la parte del superficie del suelo a parte alta del carpa donde se encuentran alambres de dos filas de largo de toda parte del platabanda por encima para colgaron los plantines.

- **Manejo de la carpa**, el manejo de la carpa es muy importante para un buen desarrollo del cultivo, la apertura de las ventanas para la ventilación con el fin de obtener una temperatura moderada y aire fresco, prevenir el traslado de patógenos con el uso de cal en la planta de los calzados en la entrada a la carpa solar, el suministro de riego por sistema de goteo hasta alcanzar la capacidad de campo con una frecuencia de cuatro veces por semana durante una hora.
- **Plagas y enfermedades**, se observó en el cultivo de pepinillo plagas como las moscas blancas y pulgones, por la razón de que existen diferentes cultivos como tomate, lechuga, frutilla, morón, ajé verde y otros, estas plagas se controlaron con las podas y también con el control preventivo de protectores naturales, como los macerados.

### **5.3 Variables de respuesta para la evaluación del desarrollo del cultivo de pepinillo**

#### **5.3.1 Datos de temperatura**

La temperatura del Ambiente Atemperado ha sido registrada diariamente, con un termómetro instalado en el interior del carpe solar, el cual está sujeto a un poste de madera y se encontraba ubicado en el centro de los cultivos a una altura de 1,5 m, por encima del suelo, se tomó las temperaturas máximas y mínimas.

La toma de datos se realizó cada 24 horas, las lecturas de datos de temperatura máxima y mínima se tomaron a las 9:00 de la mañana, donde ya se habían registrado la temperatura máxima del día anterior y la mínima durante la noche.

a) **Variables del cultivo**

- **Altura de planta**, se procedió a medir la altura de la planta con el flexómetro, se ha medido el tallo principal desde el cuello del suelo hasta ápice, como número de muestras se tuvo tres plantas por unidad experimental, en la última cosecha, (Serrano, 1979).
- **Días a la floración**, son los días transcurridos desde los trasplantes o siembra hasta el momento en que más del 50% de las plantas de tratamientos, emiten el primer botón floral y para la observación de esta variable se contaron los días desde los trasplantes del cultivo hasta que la planta haya emitido el primer botón floral, (Quispe, 2005).
- **Días a la cosecha del fruto**, este dato se evaluó en la primera cosecha, cuando los tratamientos emitieron sus frutos desde la implementación del cultivo. La cosecha que se realizó fueron a los 78 días de las dos variedades de pepinillos, (Quispe, 2005).
- **Número de frutos por plantas**, se determinó contando la cantidad de frutos cosechados en cada planta de las dos variedades de pepinillos, (Cutili, 2003).

- **Longitud de frutos (mm)**, después de la cosecha se procedió a medir la longitud en milímetros de los frutos de cada planta, llegando a sacar un promedio por planta. Para esto se utilizó el vernier (calibrador) con un error del 0,01%, donde el tamaño se midió desde la parte basal hasta el ápice del fruto, (Quispe, 2005).



- **Diámetro del fruto (mm)**, utilizando un vernier (calibrador) se midió la parte media del fruto en milímetros. Esta medición se realizó en cada uno de los frutos de las plantas, después de la cosecha, (Quispe, 2005).



- **Peso del fruto (g)**, después de la cosecha se procedió a pesar cada uno de los frutos y se realizó el cálculo del peso promedio de fruto por planta. Para pesar los frutos se utilizó una balanza analítica, (Cutili, 2003).



- **Rendimiento (kg)**, por último para el rendimiento es el total de pesos de los frutos por cada cosecha realizada y la sumatoria de cada una de los tratamientos de frutos, (Quispe, 2005).

#### b) **Variables del suelo**

- **Densidad aparente**, en suelo, se determinó antes y al terminar la evaluación de los tratamientos, la cual se estimó a partir de la textura del suelo, después de obtener los resultados de análisis físicos químicos del suelo, (Miranda, 2006).
- **Densidad real del suelo**, se realizó antes y al finalizar la evaluación de los tratamientos y se utilizó el valor medio de  $2,65 \text{ g/cm}^3$  con la certeza de que el error cometido será mínimo, (Lorente, 1997).
- **Porosidad del suelo**, se determinó antes y al finalizar la evaluación de los tratamientos, mediante la fórmula correspondiente.

- **Textura**, se realizó antes y al finalizar la evaluación de los tratamientos, en Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear I.B.T.E.N.
  - **pH**, se realizó antes y al finalizar la evaluación de los tratamientos, en Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear I.B.T.E.N.
  - **Capacidad de intercambio catiónico**, se determinó antes y al finalizar la evaluación de los tratamientos, en Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear I.B.T.E.N.
  - **Conductividad eléctrica**, se realizó antes y al finalizar la evaluación de los tratamientos, en Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear I.B.T.E.N.
  - **Nutrientes primarios y secundarios**, se determinó antes y al terminar la evaluación de los tratamientos, en Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear I.B.T.E.N.
- c) **Variable económicas**
- **Cálculos del Beneficio-costo**, se realizó al finalizar la evaluación y los cálculos del beneficio-costo, se calculó con los siguientes ecuaciones (Calatayud, 2006).

**Ingreso Bruto:**

$$\text{IB} = \text{Precio} \times \text{Rendimiento}$$

**Ingreso Neto:**

$$\text{IN} = \text{IB} - \text{Costo de Producción}$$

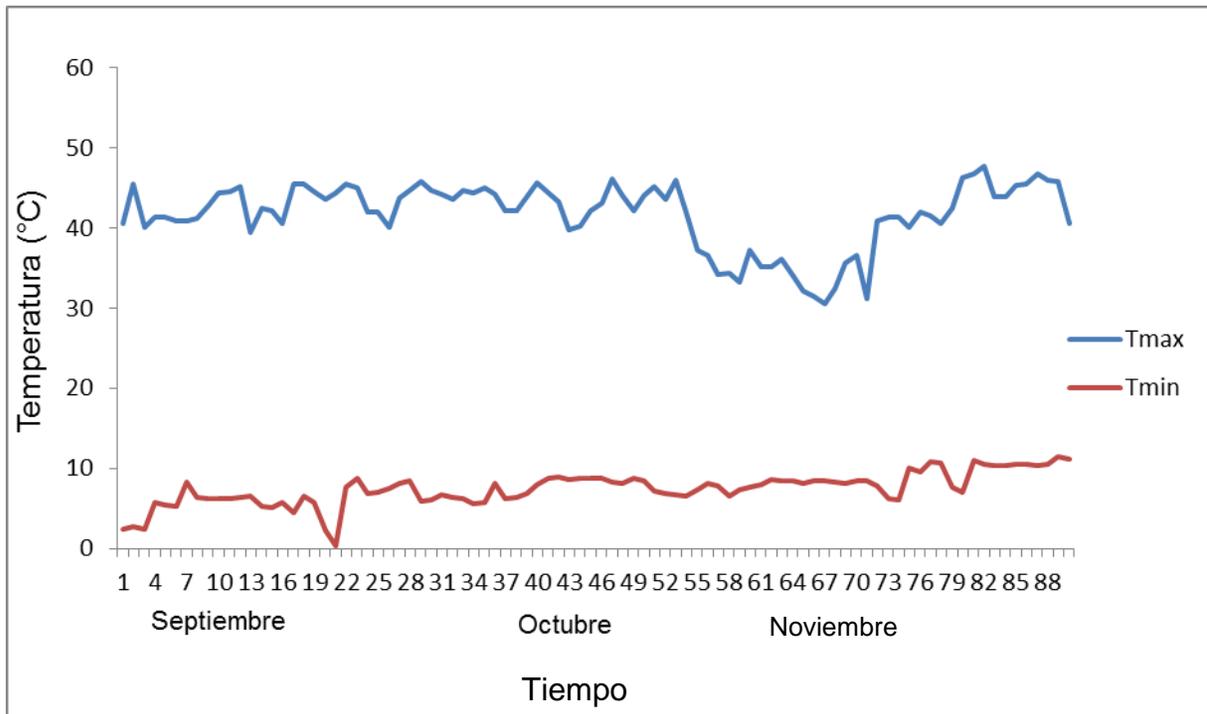
**Rentabilidad:**

$$\text{R} = \text{Beneficio} / \text{Costo Total}$$

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 6.1 Comportamiento térmico del ambiente atemperado

Las temperaturas registradas en el ambiente atemperado entre los meses de septiembre a noviembre, de 2012, en el proceso de investigación fueron las siguientes:



**Figura1. Temperaturas registradas en el ambiente atemperado**

En la Figura 1, se observa que las variaciones de temperatura entre el día y la noche dentro del invernadero, tuvieron cambios contrastantes, observándose que entre los meses de septiembre a noviembre las temperaturas máximas promedio registradas fueron de 42,99 °C, 41,71 °C y 40,11 °C respectivamente, y en cambio las temperaturas mínimas promedio registradas fueron de 5,76 °C, 7,52 °C y 9,19 °C respectivamente, durante el ciclo del cultivo de pepinillos.

Para todo el ciclo del cultivo de pepinillo, se registraron temperaturas promedio de máximas igual a 41,62 °C y temperaturas mínimas de 7,49 °C. Las temperaturas

máximas y mínimas sobrepasaron los límites de los requerimientos descritos por López (2003) para el cultivar de *Cucumis sativus* en general. Las temperaturas máximas registradas en los meses de septiembre a noviembre fueron de 45,8 °C (29-09-12), 46 °C (23-10-12) y 47,7 °C (21-11-12) respectivamente y las temperaturas mínimas fueron de 5,9 °C (29-09-12), 6,7 °C (23-10-12) y 10,5 °C (21-11-12) respectivamente.

Este cultivo se desarrolla muy bien en temperaturas de 18 a 25 °C; se sobrepasa los 40 °C el crecimiento de la planta se detiene, y cuando las temperaturas son inferiores a 14 °C el crecimiento cesa, y las plantas mueren cuando la temperatura desciende a menos de 1 °C, (López, 2003).

Las altas temperaturas registradas en los meses de septiembre a noviembre influyeron en la expresión del sexo en la floración sobre todo en las variedades de pepinillos, como es variedad híbrido carolina y variedad SMR 58 y en la variedad SMR 58 ha sido más afectado por determinados factores externos como es la expresión del sexo en la floración.

Así, los días cortos y las bajas temperaturas, principalmente nocturnas son factores feminizantes. Los días largos y las altas temperatura pueden tener un efecto masculinizante, (Maroto, 1995).

## 6.2 Efecto sobre las características agronómicas y rendimiento del cultivo

### 6.2.1 Sobre la altura de plantas (cm)

El efecto del abonamiento orgánico con estiércol de ovino sobre las observaciones fueron realizadas para la última cosecha, en razón de que la altura de planta aumenta a medida que la planta madura y la planta de pepinillo tiene tallos trepadores o rastreros muy ramificados en la base del peciolo, zarcillos simples.

**Cuadro 1. Análisis de varianza para altura de planta en la cosecha final (A los 133 días)**

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Bloques	2	829,666	414,833	2,551ns	4,10
Factor A (Variedades)	1	630,244	630,244	3,875ns	4,96
Factor B (Estiércol)	2	2631,177	1315,588	8,088*	4,10
Interacción AB	2	1069,899	534,949	3,289ns	4,10
Error	10	1626,418	162,642		
Total	17	6787,404			

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

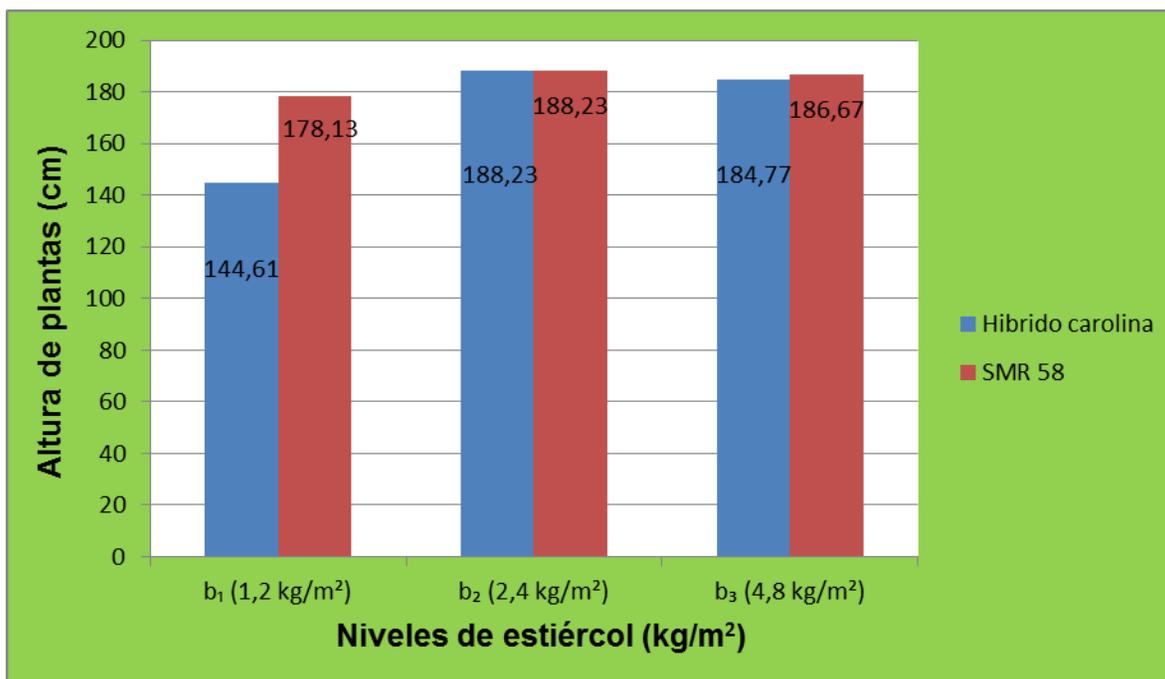
CV = 7,15%

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 pepinillos con tres niveles de estiércol aplicado de ovino, siendo adecuados al requerimiento del cultivo, para la última cosecha que fue realizada a los 133 días.

El análisis de varianza, para la altura de planta, muestra que existieron efectos significativos en el factor B (dosis de estiércol), demostrándose el efecto positivo de la aplicación del estiércol ovino, es decir que se sospecha que son deferentes en cuando al requerimiento nutricional o estiércol ovino, donde en la variedad SMR 58 es indiferente aplicación de estiércol ovino y mientras en la variedad híbrido carolina le afecto significativamente la falta de estiércol ovino.

El factor A (las dos variedades de pepinillos), no existió efectos significativos y también se observa que entre bloques e interacción de los factores, estadísticamente no existieron efectos significativos.

El coeficiente de variación fue de 7,15%, lo cual señaló que la dispersión de los datos en función de la media fue confiable para los análisis estadísticos.



**Figura 2. Comparación de medias en alturas de plantas en la cosecha final (A los 133 días)**

En la figura 2, se observa que el nivel dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>) cumple con el requerimiento del cultivo para ambas variedades de pepinillos y se aproxima el nivel tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) y nivel uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>) es diferente para ambas variedades del cultivo.

Se observa también que el nivel dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>) presentó mayor altura frente en comparación los niveles uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>) y tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>), lo cual se puede explicar porque la cantidad de abono orgánico aplicado, se puede suponer que satisface las necesidades de nutrientes del cultivo de pepinillo para

ambas variedades, observándose que el nivel uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>) está por debajo del requerimiento nutricional del cultivo, presentó menor altura de planta, el nivel dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>) responde al requerimiento del cultivo y el nivel tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) es el doble del requerimiento del cultivo del pepinillo.

**Cuadro 2. Prueba de Duncan para la altura de planta de tres Niveles de estiércol**

Niveles de estiércol	Altura de planta (cm)	Prueba de Duncan (5%)
b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	161,42	<b>c</b>
b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	188,23	<b>a</b>
b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	185,72	<b>b</b>

Según la prueba de Duncan, para los niveles de estiércol se presentó los mayores promedios de altura de planta, en los niveles dos y tres con promedios de altura de planta de 188,23 y 185,72 cm respectivamente, mientras los menores promedios se presentaron en el nivel uno con 161,42 cm, para ambas variedades.

En este caso se puede suponer, que es debido a la deficiencia del fósforo, donde según los cálculos realizados del suelo, el fósforo en el nivel uno es de 10,57 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, nivel dos es de 14,61 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y nivel tres es de 12,88 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, también Quino (2007) afirma que la deficiencia de fósforo provoca lento crecimiento y desarrollo, menor crecimiento y tamaño de las plantas.

**Cuadro 3. Prueba de Duncan para la altura de planta de las dos variedades**

variedades	Altura de planta (cm)	Prueba de Duncan (5%)
a <sub>1</sub> (hibrido carolina)	172,54	<b>b</b>
a <sub>2</sub> (SMR 58)	184.37	<b>a</b>

También se realizó la prueba de Duncan, para las dos variedades de pepinillos, observando que la variedad SMR 58 presentó a mayor altura de planta con 184,37 cm y mientras la variedad híbrido carolina presentó menor altura con 172,54 cm, esto puede ser a razón de falta de estiércol en nivel uno que le afectó; también se observó en el nivel uno, en las plantas que presentaron coloraciones de verde oscura los tallos, hojas y muy debiles las plantas en especial de la variedad híbrido carolina.

El efecto del tipos de fertilizantes foliares sobre la altura de planta, que obtuvo de los siguientes resultados fueron case similares, en Estación Experimenta de cota cota: aplicación de Nitrofoska Foliar fue de 2,03 m, Té de ovino fue de 1,95 m, Té de humus fue de 1,93 m y Té de bovino fue de 1,76 m, de alturas de plantas, (Plata, 2012).

### 6.2.2 Sobre los días a la floración

En general, el promedio poblacional de los días a la floración fue a los 54-56 días de dos variedades de pepinillos (Anexo 4), el análisis de varianza de cuadro 2, muestra que los días a la floración en todos los tratamientos fueron estadísticamente similares, es decir que no hubo efecto de las aplicaciones de niveles del estiércol de ovino y entre variedades de pepinillos.

**Cuadro 4. Análisis de varianza para días a la floración**

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Bloques	2	109,77	54,885	9,535*	4,10
Factor A (Variedades)	1	14,22	14,22	2,470ns	4,96
Factor B (Estiércol)	2	27,44	13,72	2,383ns	4,10
Interacción AB	2	2,117	1,054	0,183ns	4,10
Error	10	57,563	5,756		
Total	17	211,11			

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

CV = 4,34%

En el Cuadro 4, el análisis de varianza muestra que entre los bloques existieron diferencias significativas en los días a la floración, es decir que independientemente de los factores en estudio, las condiciones donde se desarrolló el cultivo influyeron significativamente en los días a la floración.

Por otro lado, la significancia observada en los bloques permitió establecer que el diseño experimental es el adecuado, así como la distribución de los bloques. Con la prueba de Duncan, para los bloques, se obtuvo un mejor resultado en el bloque uno (I) con un valor de 52 días a la floración y en cambio, de los bloques dos (II) y tres (III) fueron de 55 y 58 días a la floración respectivamente.

El coeficiente de variación fue de 4,34%, lo cual señala que el grado de dispersión de los datos en función de la media fue con fiables para análisis estadísticos. Se observó que el cultivo está dentro de los parámetros establecidos, y de acuerdo a Quispe (2005), indica que el cultivo de pepinillo presenta su floración a los 56 días.

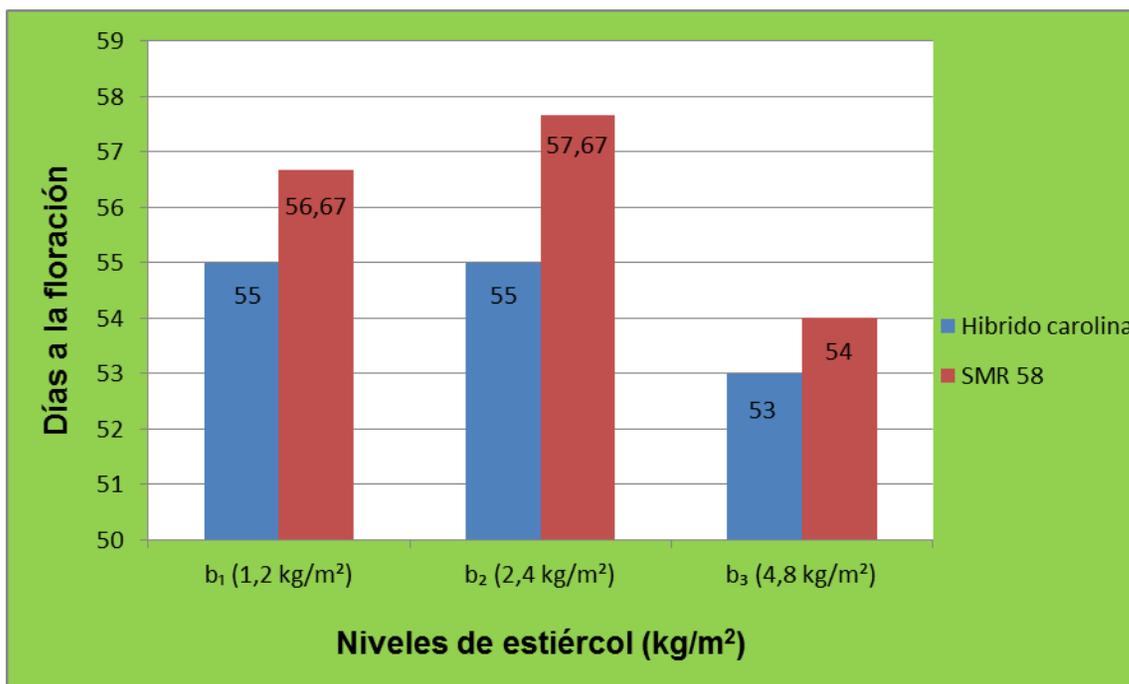


Figura 3. Comparación de medias en días a la floración

En la figura 3, se puede observar los días a la floración de dos variedades de pepinillos y por tanto, para establecer conclusiones específicas se realizó la prueba de comparación de medias para las variedades, observándose que las variedades híbrido carolina y SMR 58, presentaron diferencia de 1-2 días a la floración de pepinillos. En cuando la variedad híbrido carolina fueron estadísticamente iguales en nivel dos y uno, con promedios de 55 días a la floración respectivamente, en cambio en nivel tres los días a la floración disminuyeron a 53 días.

En la variedad SMR 58 fueron estadísticamente similares en nivel dos y uno, con medias de 57,67 y 56,67 días a la floración respectivamente, en cambio en nivel tres los días a la floración disminuyeron a 54 días, con tres niveles de estiércol aplicado de ovino.

También realizando los cálculos como es la prueba de Duncan, en los niveles de estiércol ovino aplicado se estableció en nivel tres con el valor de 53 días a la floración y de los niveles de uno y dos con los valores de 56 días a la floración, estos niveles generan iguales resultados lo que es en días a la floración de ambas variedades.

Comparando dos variedades en días a la floración fue de variedad híbrido carolina a los 54 días y mientras de la variedad SMR 58 fue a los 56 días a la floración. Al respecto (Cutili, 2003), indica que comparando tres variedades de pepino en días a la floración, la variedad SMR 58 es tardía, lo que confirma los resultados de la presente investigación.

### 6.2.3 Sobre el periodo de días a la cosecha del fruto

Podemos mencionar que las cosechas fueron realizadas viendo las características del fruto, de una longitud de 6 - 8 cm y un grosor de unos 2 cm (Maroto,1995) y la calidad comercial del cultivo en las diferentes cosechas realizadas, la primera cosecha se ha realizado a los 78 días desde el trasplante.

**Cuadro 5. Análisis de varianza para días a la cosecha del fruto**

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Bloques	2	269,44	134,72	1,954ns	4,10
Factor A (Variedades)	1	2990,22	2990,22	43,384**	4,96
Factor B (Estiércol)	2	27,11	13,555	0,196ns	4,10
Interacción AB	2	29,78	14,89	0,216ns	4,10
Error	10	689,23	68,923		
Total	17	4005,75			

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

CV = 7,47%

El análisis de varianza, en el cuadro 5, muestra diferencias altamente significativas entre las variedades de días a la cosecha, donde el factor A (Dos variedades de pepinillos) fue altamente significativo, es decir que entre dos variedades de pepinillos las diferencias es de 23 - 30 días aproximadamente y también determinó que no existió diferencias significativas en el factor B (Estiércol aplicada de diferentes dosis).

Estos resultados se debe a causa de la variedad SMR 58 que empieza a mostrar sus características genóticas que se traduce en desarrollo tardío en comparación a la otra variedad, existiendo una diferencia entre variedades en cuando en los días a la cosecha de los frutos.

Las diferencias son notorias porque en la primera cosecha se obtuvo uno fruto de la variedad SMR 58 y mientras que del híbrido carolina se cosecho cinco frutos;

desde el primer día de la cosecha de frutos, que se realizaron cada semana, la variedad híbrido carolina se obtuvo en cada cosecha los frutos representativos y mientras de la variedad SMR 58 no presentó frutos durante 30 días, en que recién presenta frutos para la variedad de SMR 58.

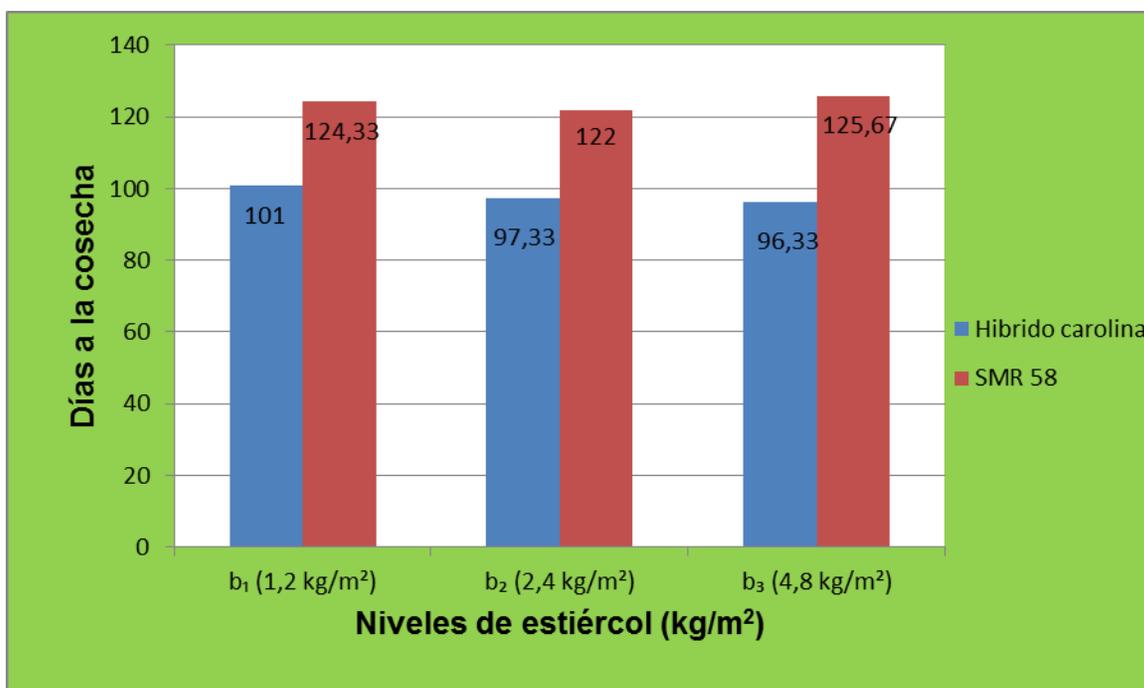
También se puede mencionar que la variedad SMR 58 presentó de 4-5 flores en axilas, observándose que llegan a formar frutos, pero a medida que pasó tiempo los frutos ya formados con un promedio de longitud de 2-3 cm se fue secando y luego se caen, antes de completar su desarrollo adecuado de longitud de frutos, es decir que no llega a desarrollarse por completo.

Esto sucedió con mayoría de los frutos ya formados, la diferencia, días a la cosecha es debido a esta razón y en la variedad híbrido carolina presentó de 2-3 flores en axilas, donde la mayoría llegaron completar el desarrollo de los frutos, presentándose el mismo proceso, descrito anteriormente, pero fue mínimo el efecto en la variedad híbrido carolina.

Es evidente que la variedad SMR 58 empieza a mostrar sus características genotípicas que se traduce en desarrollo tardío, susceptible a altas temperaturas, en comparación a la variedad híbrido carolina, esto debido que en el proceso de investigación las temperaturas fueron altas, observándose temperaturas máximas registrada en los meses de septiembre a noviembre fueron de 45,8 °C (29-09-12), 46 °C (23-10-12) y 47,7 °C (21-11-12) respectivamente y las temperaturas mínimas fueron de 5,9 °C (29-09-12), 6,7 °C (23-10-10) y 10,5 °C (21-11-12) respectivamente.

La temperatura para el desarrollo del pepino oscila entre 18 y 30 °C, siendo la óptima 25 °C; durante su desarrollo necesita buena intensidad de luz. Si se presentan temperaturas menores de 14 °C se detiene su crecimiento, y si estas temperaturas frescas permanecen hasta la floración las flores femeninas pueden abortar, (Valadez,1993).

En cuando los bloques e interacción de los factores no existieron diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 7,47%, el mencionado valor indicó que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, siendo que la dispersión de datos no es muy variable respecto a la media poblacional.



**Figura 4. Comparación de medias en días a la cosecha**

En la figura 4, se puede observar las medias en días a la cosecha de dos variedades de pepinillo con tres niveles de estiércol aplicado, donde muestra las diferencias considerables entre las variedades, la diferencia es de 23-30 días de cosecha. En cuando aplicaciones de estiércol de ovino no existió diferencias significativas, se hay diferencia es mínima como es de 2-4 días de cosecha.

En la variedad hibrido carolina con nivel de estiércol de ovino de tres y dos niveles fueron iguales, con medias de 96,33 y 97,33 días a la cosecha respectivamente, mientras en el nivel uno fue de 101 días a la cosecha. La variedad SMR 58 con nivel de estiércol de tres y uno se aproximaron, con promedios de 125,67 y 124,33

días a la cosecha respectivamente, mientras en el nivel dos disminuye a 122 días a la cosecha.

Esto se debe a las altas temperaturas que se presentó en el proceso de investigación, como el sometimiento de la planta de pepino a altas temperaturas es poco favorecedor, posee una mayor incidencia en la expresión del sexo del pepino, así, los días cortos y las bajas temperaturas principalmente nocturnas son factores feminizantes. Los días largos y las altas temperaturas pueden tener un efecto masculinizante, (Maroto, 1995).

**Cuadro 6. Prueba de Duncan para días a la cosecha del fruto de dos variedades**

variedades	Días a la cosecha	Prueba de Duncan (5%)
a <sub>1</sub> (hibrido carolina)	98,22	<b>a</b>
a <sub>2</sub> (SMR 58)	124	<b>b</b>

También se realizó la prueba de Duncan, en las variedades y niveles de estiércol aplicado de ovino, se presentaron con los promedios de 98,22 días a la cosechas de frutos en la variedad hibrido carolina, porque estos resultados de 98 días, se la primera cosecha asido a los 78 días.

En razón que en el nivel uno de estiércol aplicado no fue constante la cosecha de frutos, es evidente que la variedad hibrido carolina empieza a mostrar sus características genóticas, que se traduce en una afectación por los bajos niveles de estiércol aplicado de ovino, efecto de altas temperaturas y mientras en la variedad SMR 58 con promedios de 124 días a la cosecha de frutos y en los niveles de estiércol aplicado de tres dosis, se presentaron con siguientes promedios en el nivel dos con 109,66 días, nivel tres con 111 días y nivel uno con 112,66 días a la cosecha de frutos de pepinillos de las dos variedades.

**Cuadro 7. Prueba de Duncan para días a la cosecha del fruto de tres Niveles de estiércol**

Niveles de estiércol	Días a la cosecha	Prueba de Duncan (5%)
b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	112,66	<b>c</b>
b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	109,66	<b>a</b>
b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	111	<b>b</b>

#### 6.2.4 Sobre el número de frutos por planta

En esta variable de respuesta se tomó en cuenta el promedio de frutos por planta y las cosecha global, no se ha realizado los cálculos para el número de frutos por planta, porque no tiene caso, en razón que entre variedades las diferencias de número de frutos por plantas es muy alto, los resultados mostraron que no existieron diferencias significativas en el número de frutos por planta por efecto de las aplicaciones de niveles de estiércol lo que es el factor B.

**Cuadro 8. Análisis de varianza para número de frutos por plantas en la cosecha global**

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Bloques	2	15,551	7,775	3,331ns	4,10
Factor A (Variedades)	1	82,391	82,391	35,301**	4,96
Factor B (Estiércol)	2	2,449	1,225	0,525ns	4,10
Interacción AB	2	19,068	9,534	4,085ns	4,10
Error	10	23,345	2,334		
Total	17	142,804			

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

CV = 24%

En el cuadro 6, el análisis de varianza muestra que entre las variedades existieron diferencias altamente significativas en número de frutos por planta de las dos variedades de pepinillos, es decir que la variedad híbrido carolina presentó mayor

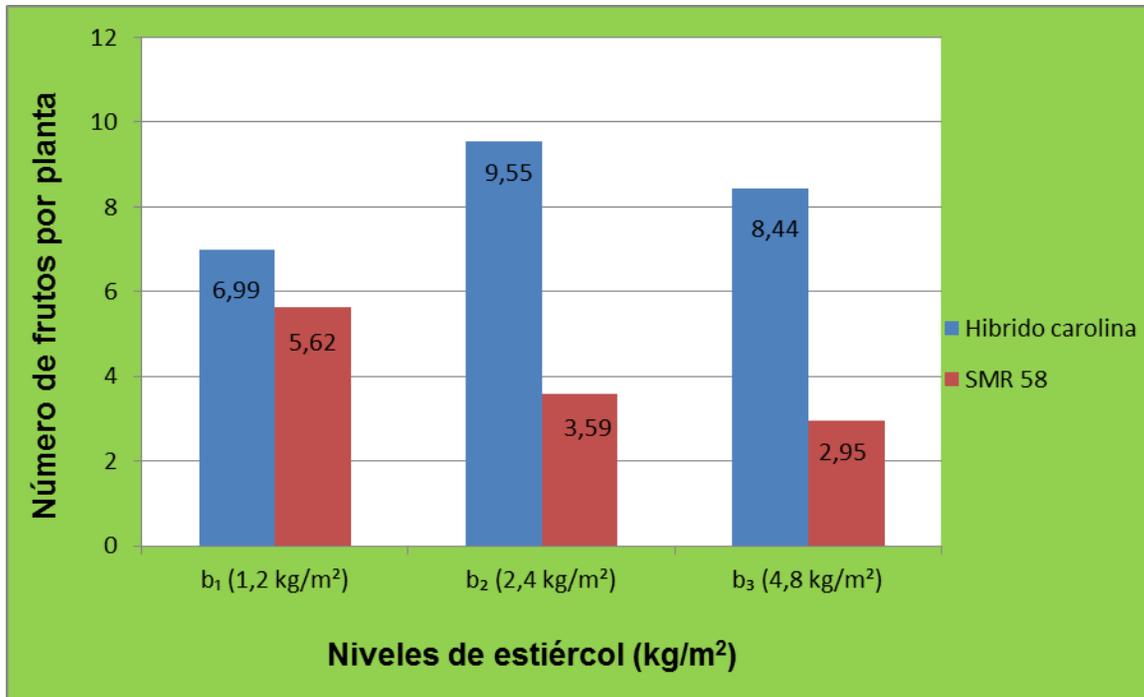
número de frutos y mientras que la variedad SMR 58 presentó menor número de frutos por plantas por cada cosecha, en el total o global de los frutos de todas las cosechas realizadas, debido a las características genotípicas de esta variedad, estas características son propias de cada variedad que la definen como precoz o tardía, con mayor follaje o poco follaje, mayor o menor tamaño de frutos y otras.

También se observó que el número de frutos fue influenciado por otros factores ajenos a los factores en estudio tales como la temperatura, polinización y la fecundación, Según Izquierdo (2003), el *Cucumis sativus* es una planta monoica de fecundación cruzada, que la realizan los insectos, a veces posee flores hermafroditas.

Por su parte Cutili (2003), señala la obtención de mayores números de frutos por planta por cada cosecha de 6 frutos, con polinización artificial en variedad SMR 58, en comparación con otras variedades de pepino.

En cuando los bloques e interacción de los factores en estudio, mostraron que no existieron efectos significativos.

El coeficiente de variación mostró que existe la variabilidad entre las variedades de datos aceptables para los análisis estadísticos, donde su valor fue de 24%, lo que significó que hubo un comportamiento regular entre las variedades.



**Figura 5. Comparación de medias en número de frutos por planta en la cosecha global**

En la figura 5, muestra comparaciones de medias de dos variedades de pepinillos a niveles de estiércol aplicado de diferentes dosis en número de frutos por planta en las cosechas realizadas, donde la variedad hibrido carolina presentó mayor número de frutos por planta que fue con nivel dos que es el requerimiento nutricional del cultivo y mientras la variedad SMR 58 presentó mayor número de frutos por planta fue con nivel uno que es el debajo del requerimiento nutricional del cultivo.

En conclusión observando la figura 5, o resultados se puede decir que las dos variedades de pepinillos son diferentes en cuando al requerimiento nutricional del cultivo, esto es debido por altas o bajas temperaturas, también se sospecha de la aplicación de estiércol ovino de baja, media y alta.

**Cuadro 9. Prueba de Duncan para número de frutos por planta en la cosecha global de dos variedades**

variedades	Número de frutos	Prueba de Duncan (5%)
a <sub>1</sub> (hibrido carolina)	8,33	<b>a</b>
a <sub>2</sub> (SMR 58)	4,05	<b>b</b>

Realizando la prueba de Duncan, en las dos variedades, se obtienen mayores promedios de número de frutos por plantas por cada cosecha en la variedad híbrido carolina con un valor de 8,33 frutos por plantas global, en cambio, los menores promedios de frutos se obtiene de la variedad SMR 58 con un valor de 4,05 frutos por plantas por cada cosecha, es decir que existe la diferencia o rango amplio que presenta en comparación con la otra variedad.

#### **6.2.5 Sobre la longitud de frutos (mm)**

Los resultados que a continuación se presentan, muestran los efectos de los factores de estudios en el presente trabajo de investigación sobre el comportamiento de dos variedades de pepinillos con tres niveles de estiércol de ovino aplicado y promedios de longitud de frutos.

Valdez (1993), indica para el pepinillo que se debe cosechar cuando tiene un promedio de longitud de 5 a 12 cm, donde los resultados de longitud obtenidas están dentro de los parámetros.

**Cuadro 10. Análisis de varianza para longitud de frutos (mm)**

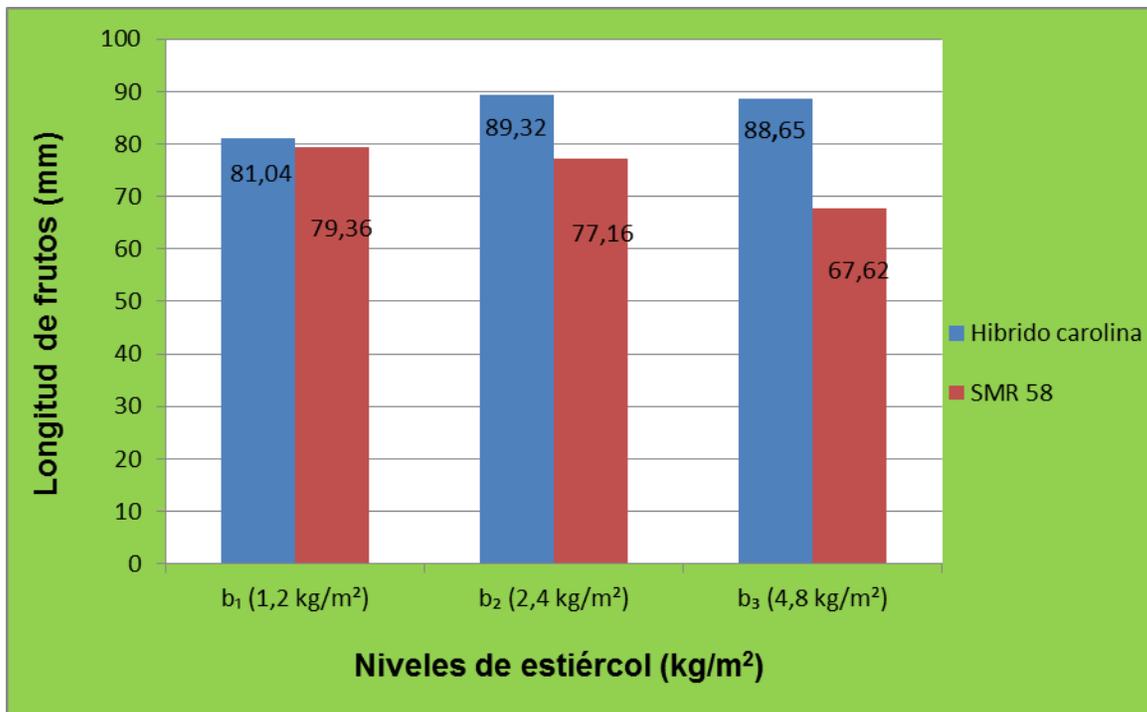
FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Bloques	2	234,969	117,485	2,994ns	4,10
Factor A (Variedades)	1	607,957	607,957	15,491*	4,96
Factor B (Estiércol)	2	79,242	39,621	1,009ns	4,10
Interacción AB	2	281,643	140,822	3,588ns	4,10
Error	10	392,476	39,247		
Total	17	1596,287			

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

CV = 7,77%

En análisis de varianza se terminó que existieron diferencias significativas entre las dos variedades en longitud de frutos, es decir que en el factor A ( de las dos variedades), hubo deferencias significativas, como es hibrido carolina y SMR 58, mientras en el factor B (estiércol aplicado de diferentes dosis) no hubo efectos significativos y también se puede mencionar que no existió interacción de factores, lo cual señaló que las aplicaciones de estiércol ovino y las variedades, afectan de manera independiente en la longitud de fruto, en cuando los bloques no existió diferencias significativas.

El coeficiente de variación fue de 7,77%, lo cual mostró que el manejo de las unidades experimentales fue aceptable ya que estuvo dentro el rango de aceptación en el manejo de una investigación agrícola.



**Figura 6. Comparación de medias de longitud de frutos**

En la figura 6, se observa medias de longitud de frutos con tres niveles de estiércol ovino aplicado en las dos variedades de pepinillos, donde se observa que los niveles de estiércol ovino de tres (b<sub>3</sub>) y dos (b<sub>2</sub>) generaron mayor longitud de frutos con un promedio de 88,65 mm y 89,32 mm respectivamente, a su vez nivel uno (b<sub>1</sub>) se produjo la menor longitud de fruto con promedio de 81,04 mm, lo que significó que aparentemente para esta variable el punto óptimo de desarrollo se logró con nivel dos (b<sub>2</sub>) de estiércol ovino aplicado, para variedad híbrido carolina.

En cambio para variedad SMR 58, es todo lo contrario donde el nivel dos (b<sub>2</sub>) y uno (b<sub>1</sub>) presentaron mayor longitud de frutos con un promedios de 77,16 mm y 79,36 mm respectivamente, a su vez nivel tres (b<sub>3</sub>) produjo la menor longitud de fruto con un promedio de 67,61 mm, lo que significó que para esta variables el punto óptimo de desarrollo se logró con nivel uno (b<sub>1</sub>).

**Cuadro 11. Prueba de Duncan para longitud de fruto de dos variedades**

variedades	Longitud de frutos (mm)	Prueba de Duncan (5%)
a <sub>1</sub> (hibrido carolina)	86,34	<b>a</b>
a <sub>2</sub> (SMR 58)	74,72	<b>b</b>

La prueba de Duncan, estableció que el mayor promedio de longitud de fruto fue de la variedad híbrido carolina con una media de 86,34 mm a la vez, la menor longitud fue de 74,72 mm de la variedad SMR 58, este resultado mostró que, es debido a las características genotípicas de propio de cada variedad.

En conclusión en variedad híbrido carolina fue con mayor longitud de frutos a comparación con la variedad SMR 58 que fue el menor longitud de frutos, las medias de longitud estuvo dentro de los parámetros, ya que según Valadez (1993) el indicador para la cosecha del pepinillo se da cuando tiene un promedio de longitud de 5 a 12 cm.

#### **6.2.6 Sobre el diámetro de fruto (mm)**

Los resultados de variable de respuesta fueron a través del análisis de varianza mostraron que no existieron diferencias significativas en los tratamientos por efecto de la interacción de los factores en estudio, a la vez, tampoco se evidenció diferencias estadísticas en los tratamientos por efecto de los niveles de estiércol de ovino como muestra en el cuadro 6, de factor B (Estiércol de ovino a diferentes dosis).

**Cuadro 12. Análisis de varianza para diámetro de fruto (mm)**

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Bloques	2	10,682	5,431	0,781ns	4,10
Factor A (Variedades)	1	97,115	97,115	14,194**	4,96
Factor B (Estiércol)	2	2,381	1,191	0,173ns	4,10
Interacción AB	2	21,171	10,585	1,547ns	4,10
Error	10	68,42	6,842		
Total	17	199,769			

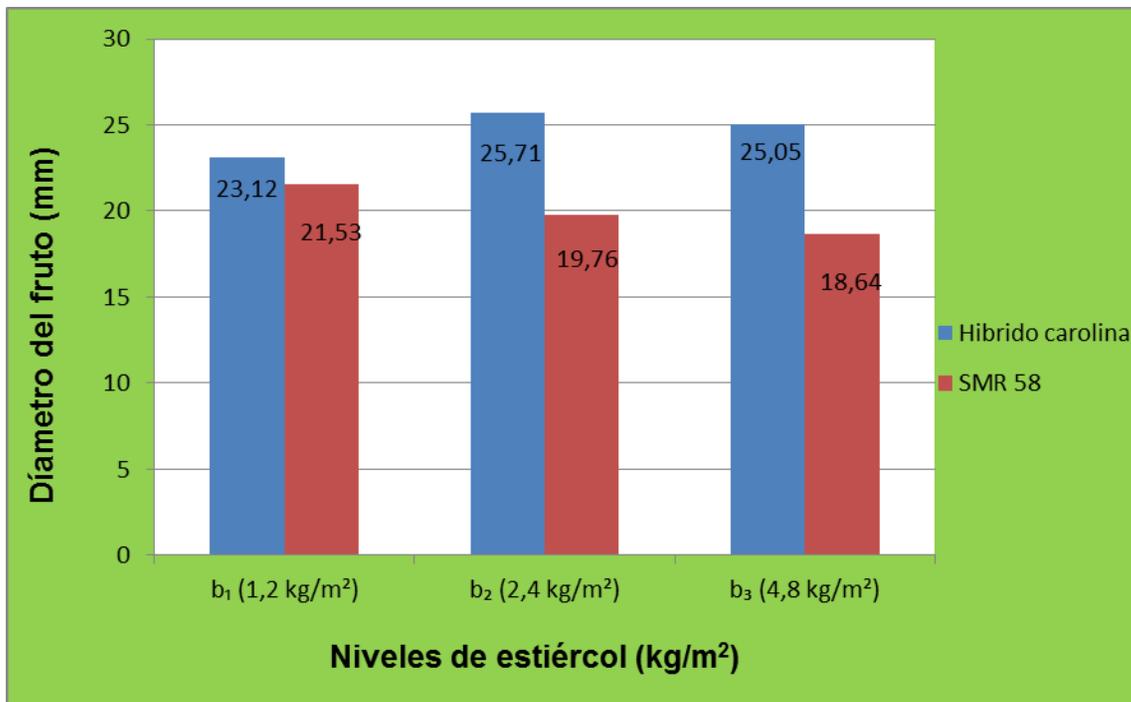
\*\*= Altamente significativo, \*= Significativo, ns= No significativo

CV = 11,73%

El análisis de varianza también determinó que existieron diferencias significativas en el diámetro de fruto entre variedades como es el factor A (Dos variedades), es decir que entre las variedades de pepinillos de híbrido carolina y SMR 58 el diámetro de fruto es diferente y no difieren significativamente en los bloques. Realizó la prueba de comparación de medias de Duncan con un nivel de significancia del 5%, en las dos variedades de pepinillos, se obtiene los resultados de diámetro de fruto con una media de 2,46 cm en la variedad híbrido carolina con mayores promedios de diámetro de frutos y en la variedad SMR 58 asimismo se obtiene con menor diámetro de fruto fue de 1,99 cm.

Según Quispe, (2005), en su trabajo obtiene un rango similar en el cultivo de pepinillo, para el diámetro de fruto, mencionando que la aplicación foliar generó mejores resultados en el diámetro de fruto, donde el promedio general del nivel de aplicación foliar tuvo un promedio general de 2,02 cm, mientras que con la aplicación radicular el promedio disminuyó a 1,95 cm.

El coeficiente de variación reportó un grado de dispersión de datos en 11,73% en torno de la media poblacional, lo cual indicó que el manejo de las unidades experimentales fue controlado de manera adecuada.



**Figura 7. Comparación de medias en diámetro del fruto**

En la figura 7, se observa que mediante los niveles de estiércol aplicado con los niveles tres y dos se produjeron los mayores promedios de diámetro de fruto, con valores de 25,71 y 25,05 mm respectivamente, lo cual se puede explicar que la cantidad aplicada satisface las necesidades del cultivo, mientras que con nivel un disminuyó a 23,12 mm esto para la variedad hibrido carolina.

También se puede mencionar para los niveles de estiércol aplicado de tres niveles de estiércol de ovino fueron, el nivel de estiércol uno fue debajo del requerimiento nutricional del cultivo, mientras que el nivel de estiércol dos fue el requerimiento del cultivo y el nivel de estiércol tres fue el doble del requerimiento del cultivo de pepinillo.

Para la variedad SMR 58 se observa todo lo contrario con niveles de estiércol aplicado con nivel uno presento mayor promedio de diámetro de fruto, con valor de 21,53 mm y mientras en los niveles tres y dos disminuyen a 18,64 y 19,76 mm. Para establecer conclusiones específicas sobre los niveles de estiércol aplicado

en dos variedades, se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan con un nivel significancia del 5% (Anexo 8), donde los niveles de estiércol ovino aplicado para dos variedades es diferente, como en la variedad híbrido carolina los niveles de estiércol que satisface fue los niveles de estiércol tres y dos y en la variedad SMR 58 fue nivel de estiércol uno.

### 6.2.7 Sobre el peso de frutos (g)

Las observaciones de esta variable a través del análisis de varianza determinaron que no existieron diferencias significativas en los promedios de las fuentes de variación (Cuadro 13), es decir que el peso del fruto no fueron influidos por aplicaciones de tres niveles de estiércol ovino en dos variedades de pepinillos.

**Cuadro 13. Análisis de varianza para peso del fruto (g)**

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Bloques	2	67,698	33,849	0,789ns	4,10
Factor A (Variedades)	1	0,662	0,662	0,015ns	4,96
Factor B (Estiércol)	2	18,383	9,192	0,214ns	4,10
Interacción AB	2	61,389	30,695	0,716ns	4,10
Error	10	428,562	42,856		
Total	17	576,694			

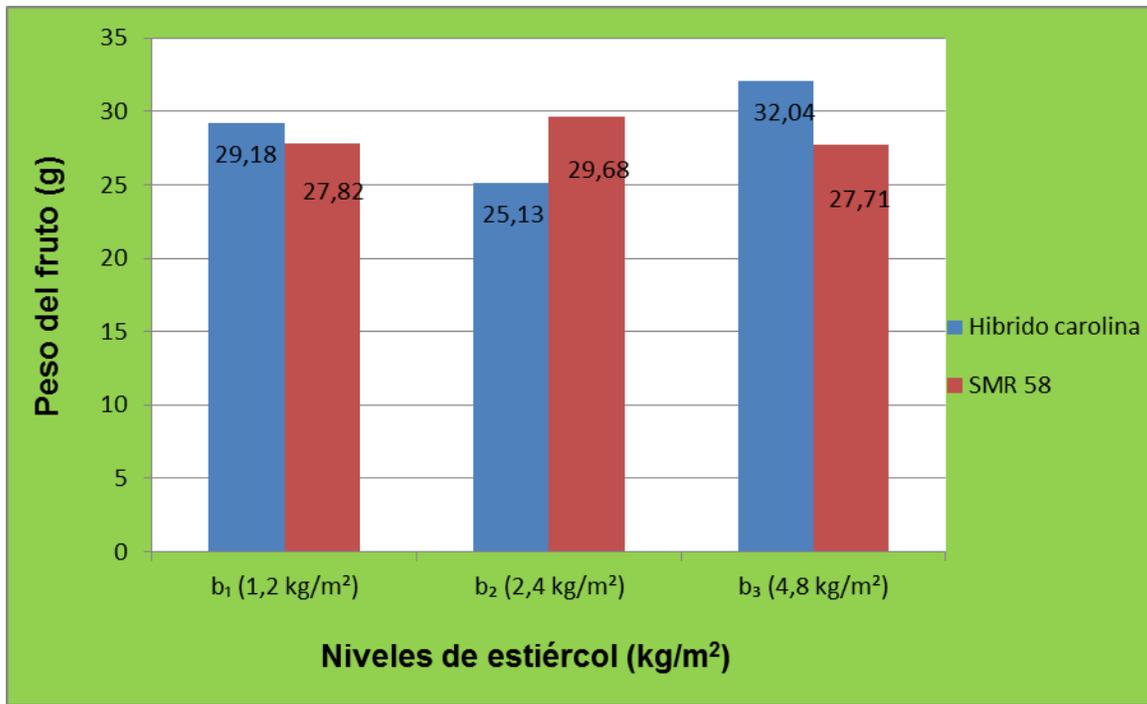
\*\*= Altamente significativo, \*= Significativo, ns= No significativo

CV = 22,89%

El análisis de varianza, también determinó que no existió interacción en los factores de estudio como en las dos variedades (Factor A) y con tres niveles de estiércol ovino aplicado (Factor B). En consecuencia los factores en estudio no dependieron uno del otro como efecto en el peso del fruto, por otro lado el peso del fruto no difieren significativamente en los bloques.

El coeficiente de variación fue de 22,89%, el cual indicó un grado de dispersión regular de los datos observados con respecto a la media poblacional, de acuerdo

a la escala establecida por (Calzada, 1970), la precisión del experimento correspondió a la categoría de regular.



**Figura 8. Comparación de medias en peso de fruto**

En la figura 8, se puede observar que existen diferencias numéricas entre niveles y variedades en el peso de fruto en las cosechas globales o totales realizadas de dos variedades de pepinillo, teniendo ya como promedio con respecto en el peso del fruto, las variaciones entre niveles se atribuyen a las siguientes características, donde el nivel tres presentó mayor promedio de peso del fruto frente a los niveles dos y uno, el cual fue el doble del requerimiento nutricional del cultivo, lo cual se puede explicar que la cantidad aplicada puede satisfacer las necesidades del cultivo, pero esto es solo para la variedad híbrido carolina.

Mientras para la variedad SMR 58 es todo lo contrario, como se observa en la figura 8, donde el nivel dos presentó mayor promedio de peso del fruto frente a los niveles tres y uno, el cual fue de acuerdo al requerimiento nutricional del cultivo, lo cual se puede explicar que la cantidad aplicada satisface las necesidades o es la

propia características genóticas de variedad SMR 58 y cabe destacar que, el peso promedio fue de 28 gramos de las dos variedades, donde Serrano (1979), señal que el peso de cada fruto varía entre 30 y 125 gramos de pepinillo.

Quispe, (2005), en su trabajo de investigación obtiene que los pesos de pepinillos, con la aplicación foliar generó mejores resultados, para nivel de aplicación de Biol fue de 18,13 gramos, el cual fue mayor que la aplicación radicular donde su promedio fue de 16,86 gramos.

### 6.2.8 Sobre el rendimiento (kg/m<sup>2</sup>)

El análisis de varianza (Cuadro 14), para la variable rendimiento de frutos, en las cosechas globales muestra que no existieron diferencias estadísticas entre bloques, pero si se presentaron diferencias altamente significativas en el factor A.

**Cuadro 14. Análisis de varianza para rendimiento (kg/m<sup>2</sup>)**

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Bloques	2	0,265	0,133	2,33ns	4,10
Factor A (Variedades)	1	2,577	2,577	45,21**	4,96
Factor B (Estiércol)	2	0,132	0,066	1,16ns	4,10
Interacción AB	2	0,467	0,234	4,11*	4,10
Error	10	0,577	0,057		
Total	17	4,018			

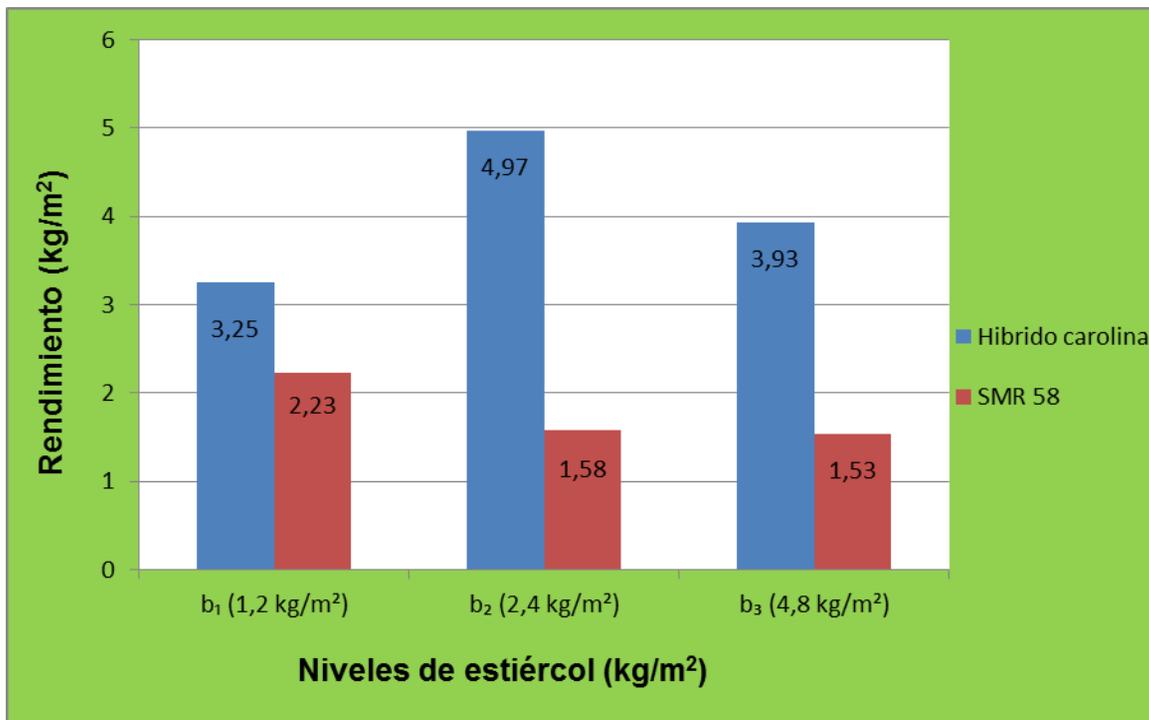
\*\*= Altamente significativo, \*= Significativo, ns= No significativo

CV = 24%

En el factor B se muestra que no existieron diferencias significativas estadísticamente, y mientras en la interacción AB hay diferencias significativas, decir que los factores actuaron dependientemente uno del otro como efecto de la interacción de los factores en el rendimiento de frutos de las dos variedades de pepinillos. Comparando el promedio de los rendimientos totales de frutos de pepinillos cosechados de las dos variedades, se tiene un rendimiento de 17,492

kg/m<sup>2</sup>, la variedad híbrido carolina fue de 12,151 kg/m<sup>2</sup> y mientras de la variedad de SMR 58 fue de 5,341 kg/m<sup>2</sup>.

El coeficiente de variación de 24%, cuyo valor mostró que el manejo de las unidades experimentales fue regular de acuerdo a lo establecido para los experimentos agrícolas, lo que también muestra la variabilidad entre las dos variedades de pepinillo.



**Figura 9. Comparación de promedios en rendimiento**

En la figura 9, se muestra la comparación numérica entre promedios de rendimientos de frutos totales de las dos variedades con tres niveles de estiércol de ovino aplicado en diferentes dosis. Se puede observar que los resultados de las dos variedades de pepinillos son diferentes y los niveles de estiércol aplicado de diferentes dosis, son también diferentes para ambas variedades.

La variedad híbrido carolina se presenta con los mayores promedios de rendimiento de frutos, con 4,97 kg/m<sup>2</sup>, con el nivel dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>) de

estiércol de ovino, aplicado lo que indica que cubre nutrientes los requerimientos nutricional del cultivo, de acuerdo a los cálculos realizados; esto debido a que la variedad híbrido carolina presentó un mayor número de cosechas realizadas, y a partir de la primeras cosechas a los 78 días se cosechó continuamente los frutos, mientras que en la variedad SMR 58, la cosecha no fue continua.

Sin embargo la variedad SMR 58 presentó menores promedios de rendimiento de frutos fue con valor de 2,23 kg/m<sup>2</sup>, con el nivel uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol de ovino.

**Cuadro15. Prueba de Duncan para el rendimiento de dos variedades**

variedades	Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )	Prueba de Duncan (5%)
a <sub>1</sub> (híbrido carolina)	1,35	<b>a</b>
a <sub>2</sub> (SMR 58)	0,59	<b>b</b>

En la prueba de Duncan, que se realizó, en las dos variedades en rendimiento de frutos, fueron diferentes estadísticamente entre las dos variedades, con medias de 1,35 kg/m<sup>2</sup> de la variedad híbrido carolina y mientras de la variedad SMR 58 con 0,59 kg/m<sup>2</sup>.

**Cuadro 16. Prueba de Duncan para el rendimiento de tres Niveles de estiércol**

Niveles de estiércol	Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )	Prueba de Duncan (5%)
b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	0,913	<b>b</b>
b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	1,092	<b>a</b>
b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	0,909	<b>c</b>

Realizando la prueba de Duncan, para el rendimiento de frutos en los niveles de estiércol aplicado, mejor resultado produjo fue el nivel dos (b<sub>2</sub>) con una media de 1,092 kg/m<sup>2</sup> de frutos, es decir que fue también mejor para la variedad híbrido carolina, en cuanto al requerimiento nutricional y mientras el nivel uno (b<sub>1</sub>) fue

segundo lugar con una media de 0,913 kg/m<sup>2</sup> de frutos, este nivel actuó mejor para la variedad SMR 58, por último el nivel tres fue de 0,909 kg/m<sup>2</sup> de frutos.

Cutili, (2003), reporta que estudiando el efecto de la polinización artificial sobre el rendimiento de tres variedades de pepino, mencionan que la variedad SMR 58 es más tardía por el rango amplio que presenta en comparación con las otras variedades y también obtiene los mejores rendimientos en la variedad SMR 58, en comparación con otras variedades.

Por su parte Mamani (2006) experimentando con la variedad de SMR 58 verificó los valores más destacados; la dosis de 0,6 kg/planta de aplicación de humus, presento un mayor rendimiento en peso de fruto de 2,09 kg/m<sup>2</sup>, y la aplicación de a compost a 0,3 kg/planta el valor más disperso del resto con 1,74 kg/m<sup>2</sup>.

Los resultados del presente trabajo nos indica que hay una notable influencia de las características genotípicas que son propias de cada variedad, lo que a su vez determina su resistencias a altas o bajas temperaturas, si es precoz o tardía, con mayor follaje o poco follaje, mayor o menor tamaño de fruto y otras, factores externos así, los días cortos y las bajas temperaturas principalmente nocturnas son factores feminizantes. Los días largas y las altas temperaturas pueden tener un efecto masculinizante, (Maroto, 1995).

### 6.3 Efecto del abono orgánico sobre las propiedades del suelo

El efecto de los abonos orgánicos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo se, establecieron a partir de los resultados de análisis físicos y químicos del suelo, realizados antes de la siembra y después de la cosecha; las muestras fueron derivadas al Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear I.B.T.E.N.

#### 6.3.1 Sobre las propiedades físicas del suelo

##### 6.3.1.1 Densidad Aparente (Dap)

La densidad aparente, que considera el peso del suelo por unidad de volumen total, incluyendo las partículas sólidas del suelo y el espacio poroso y es una propiedad muy variable, la cual también puede ser estimada a partir de la textura del suelo. Los valores de la densidad aparente aumentan con la profundidad en el perfil del suelo, con niveles bajos de materia orgánica, menor agregación, y mayor compactación, (Miranda, 2006).

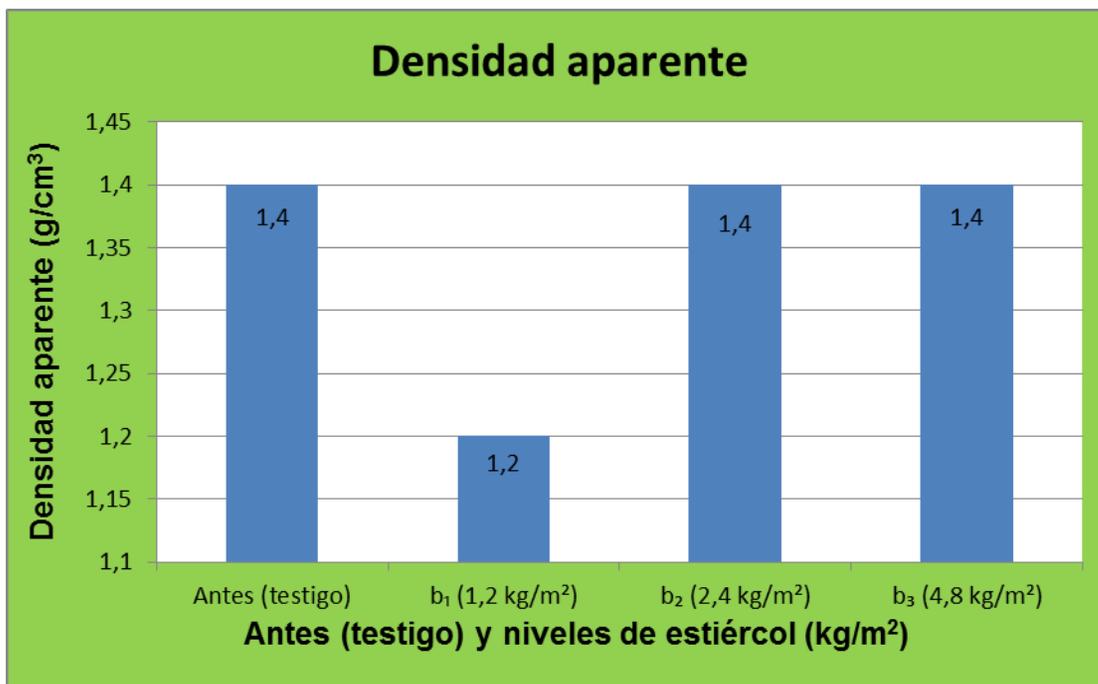


Figura 10. Densidades aparentes

La figura 10, donde se observa que la densidad aparente es de  $1,4 \text{ g/cm}^3$  en el tratamiento testigo (antes de los trasplantes) y después de la cosecha, en los niveles dos ( $2,4 \text{ kg abono/m}^2$ ) y tres ( $4,8 \text{ kg abono/m}^2$ ) de estiércol aplicado los resultados son iguales, en el caso de nivel uno ( $1,2 \text{ kg abono/m}^2$ ) es diferente con un valor de  $1,2 \text{ g/cm}^3$ , esto se debe, a los bajos niveles de materia orgánica o nivel más bajo aplicado de estiércol de ovino, que confirma los resultados obtenidos, (Miranda, 2006).

De acuerdo a Lorente (1997), como regla general, los suelos de textura fina tienen mayor porosidad y menor densidad aparente que los suelos arenosos. Como es natural, la densidad aparente de un suelo varía según su grado de compactación. La materia orgánica en un suelo actúa de forma que hace descender la densidad aparente. En primer lugar, porque su densidad es menor que la del suelo, y en segundo lugar, porque al formar agregados, mantiene la estructura del suelo y la porosidad y, por lo tanto, la densidad aparente es menor.

#### **6.3.1.2 Densidad Real del suelo (Dr)**

Al hablar de densidad real del suelo y haber excluido la porosidad del cálculo, para la mayoría de suelos, las cifras de la densidad real varían entre los estrechos límites de  $2,60 \text{ g/cm}^3$  y  $2,75 \text{ g/cm}^3$ . Para la mayoría de las necesidades de cálculo en el que intervenga la densidad real, se puede utilizar el valor medio de  $2,65 \text{ g/cm}^3$  con la certeza de que el error cometido será mínimo, (Lorente, 1997).

### 6.3.1.3 Porosidad del suelo (P)

En la figura 11, se observa la porosidad de antes de trasplantes (testigo) y después de la cosecha con nivel de estiércol ovino aplicado, de diferentes dosis.

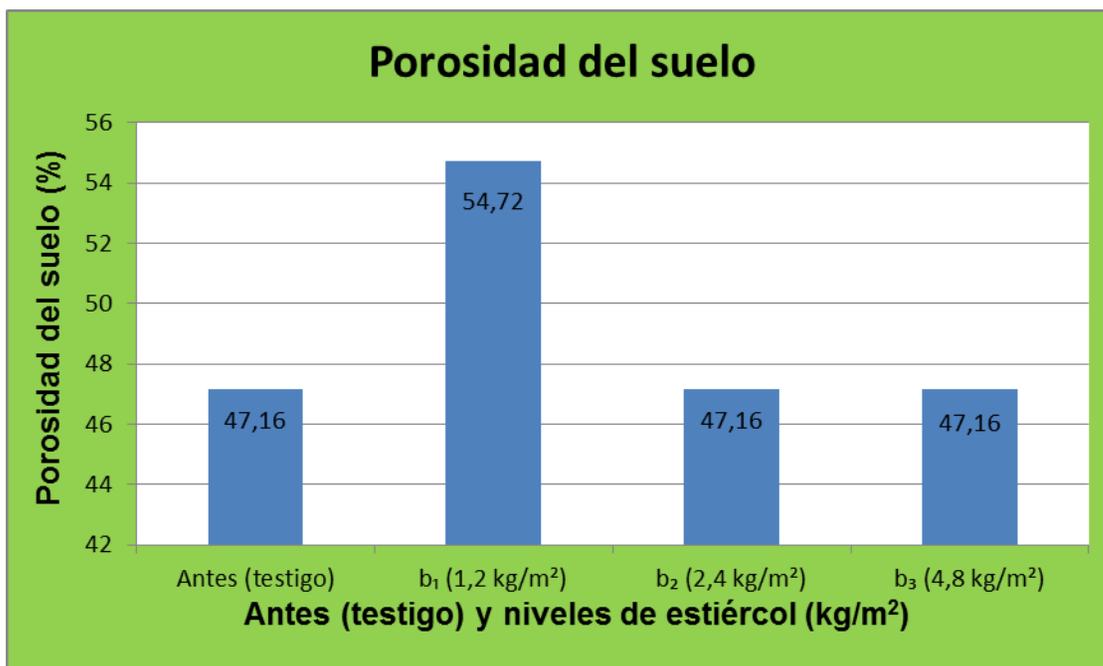


Figura 11. Porosidad del suelo

En la porosidad del suelo, se muestran con los mismos resultados antes de trasplante y después de la cosecha, de los niveles de estiércol aplicado de nivel dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>) y tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>), donde se aprovechó el estiércol aplicado.

En el caso de nivel uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>) es diferente, por la razón de que el cultivo aprovechó la cantidad de estiércol aplicado más del suelo que existía de materia orgánica.

Según Luque (2013), en su estudio utilizó abonos orgánicos de estiércol de llama y de bovino en el cultivo de rucula, de dosis medias y altas en los dos casos de estiércol, donde demuestra que con abonos orgánicos de dosis medias y altas de estiércol la propiedad física del suelo es igual o no cambian lo que es la porosidad, corroborando los resultados del presente estudio.

Según Machaca (2007), en un estudio similar demuestra que con la aplicación de diferentes niveles de estiércol ovino en cultivo de apio donde aplico baja, medio y alto de estiércol ovino, y encontró que la clase textural en el nivel tres ( $3,8 \text{ kg/m}^2$ ), dos ( $1,9 \text{ kg/m}^2$ ) y antes fueron iguales como es de Franco Arcilloso Arenoso (FYA) y mientras en nivel uno ( $0,95 \text{ kg/m}^2$ ) fue Franco Arcilloso (FY), que confirma los resultados del presente estudio.

Al respecto Lorente (1997), indica la porosidad del suelo es tan importante, agrícolamente hablando, que de ella depende el agua y el aire que puede acumular un suelo para el posterior aprovechamiento de las plantas. El agua y el aire entran y salen de los poros de tamaño intermedio según varíe el contenido del agua del suelo. Los suelos arenosos suelen tener menor volumen de poros que los de textura fina, pero casi siempre están bien aireados (a menos que exista una limitación sub superficial del movimiento de agua).

### 6.3.1.4 Textura del suelo

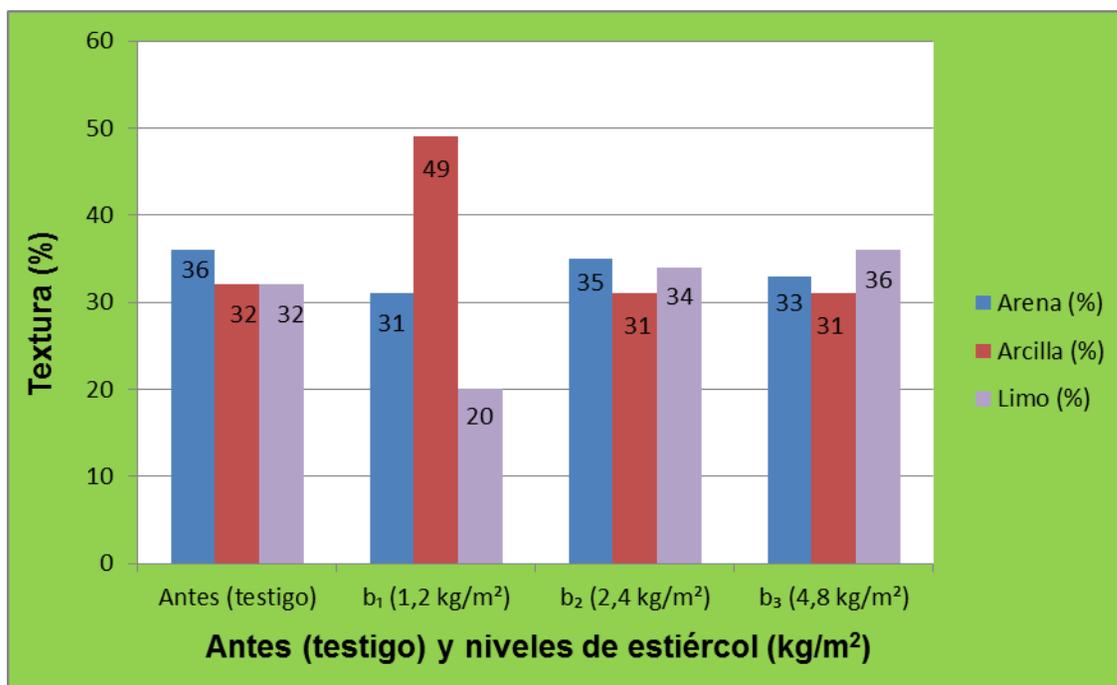


Figura 12. Textura del suelo

En cuanto la textura se observa que son diferentes numéricamente, pero son iguales los niveles dos (b<sub>2</sub>), tres (b<sub>3</sub>) y antes (testigo) con una clase textural de Franco Arcilloso (FY) y mientras en el nivel uno (b<sub>1</sub>) es diferente de una clase textural Arcilloso (Y), esto debido a la baja y alto cantidad de materia orgánica aplicada de estiércol de oveja.

Según Luque (2013), en su estudio utilizó abonos orgánicos de estiércoles de llama y de bovino en el cultivo de rucula, de dosis medias y altas en los dos casos de estiércoles, donde demuestra que con abonos orgánicos de dosis medias y altas de estiércol la propiedad física del suelo es igual o no cambian lo que es la textura, corroborando los resultados del presente estudio.

## 6.4 Sobre las propiedades químicas del suelo

### 6.4.1 pH

Las características más importantes en el suelo, relacionado con la producción es la reacción química de pH y el conocimiento de esta propiedad nos permite evaluar la potencialidad productiva del suelo y su posible uso para diferentes cultivos.

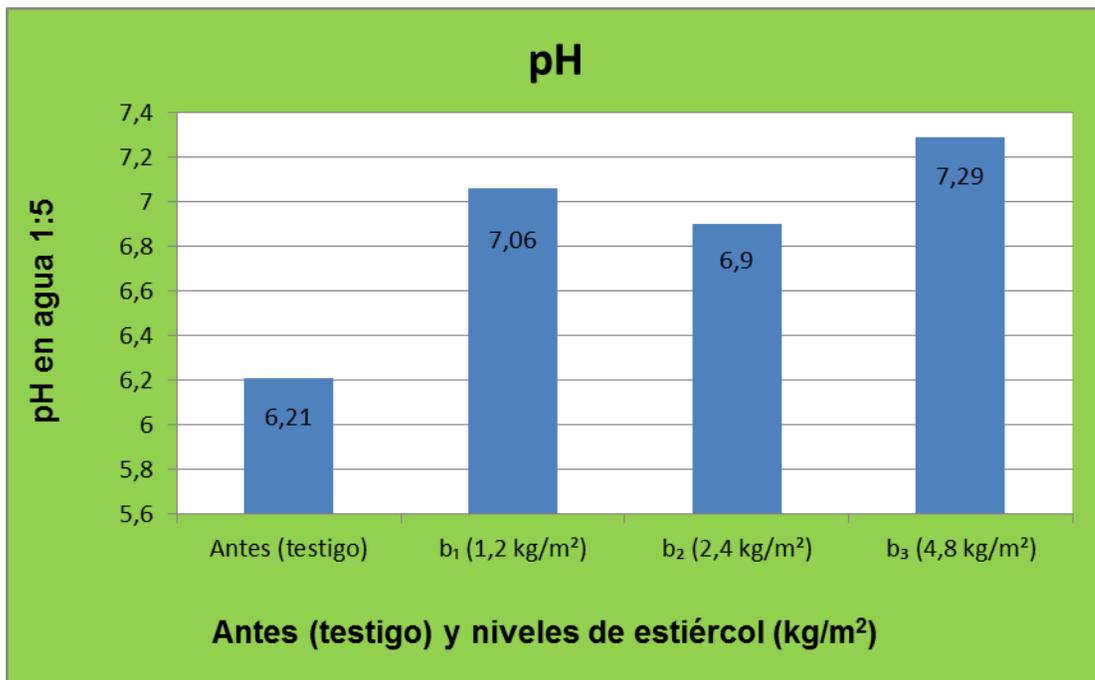


Figura 13. El pH del suelo

El pH muestra que está en el rango óptimo para asegurar la disponibilidad del mayor número de nutrientes en el suelo, donde muestra que la dosis alta que es nivel tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol aplicado aumentó el pH (7,29) del suelo esto nos indica que la planta fue aprovechando de acuerdo a las cantidades disponibles de nutrientes y mientras en la dosis media que es nivel dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol aplicado bajo el pH (6,9) del suelo. Antes de trasplante del cultivo el pH fue de 6,21 y en el nivel uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol aplicado de un pH (7,06).

También antes y nivel dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol, muestran un pH (6,21 a 6,9) moderadamente ácido y en los niveles de uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>), tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) muestran un pH (7,06 a 7,29) neutro.

Los resultados de pH, en el presente trabajo de investigación estuvieron dentro de los parámetros, ya que según el Pérez (1994) indica un pH neutro o poco ácido, entre 5 y 7, favorecerá la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes. Decreciendo por encima y por debajo de tal rango, éste es una indicación relativa de la disponibilidad de los nutrientes por la planta, los valores altos harán menos disponible a algunos nutrientes, entre ellos el fósforo, un pH muy bajo puede insolubilizar algunos nutrientes y movilizar al aluminio con frecuencia tóxico.

Al respecto Luque (2013), señala que la incorporación de abono orgánico de estiércol de llama aumentó el pH del suelo, con dosis alta de un pH de 6,63 donde llega punto máxima disponibilidad de nutrientes y en dosis media es de un pH de 6,2.

Lorente (1997), asegura el efecto del pH sobre el crecimiento de las plantas ocurre a nivel de la nutrición y en suelo influye en la tasa de liberación de nutrientes por meteorización, en la solubilidad de todos los materiales del suelo y en la cantidad de iones nutritivos almacenados en los sitios de intercambio catiónico.

Generalmente, el pH óptimo oscila entre 6,0 y 7,5, porque en este intervalo, todos los nutrientes se muestran razonablemente accesibles.

### 6.4.2 Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

En la capacidad de intercambio catiónico fue de 18,7 meq/100 g antes de realizar trasplantes (testigo) de las dos variedades de pepinillos y de los niveles de estiércol aplicado de diferentes dosis fue de nivel uno (21,12 meq/100 g), dos (23,37 meq/100 g), tres (21,97 meq/100 g) respectivamente.

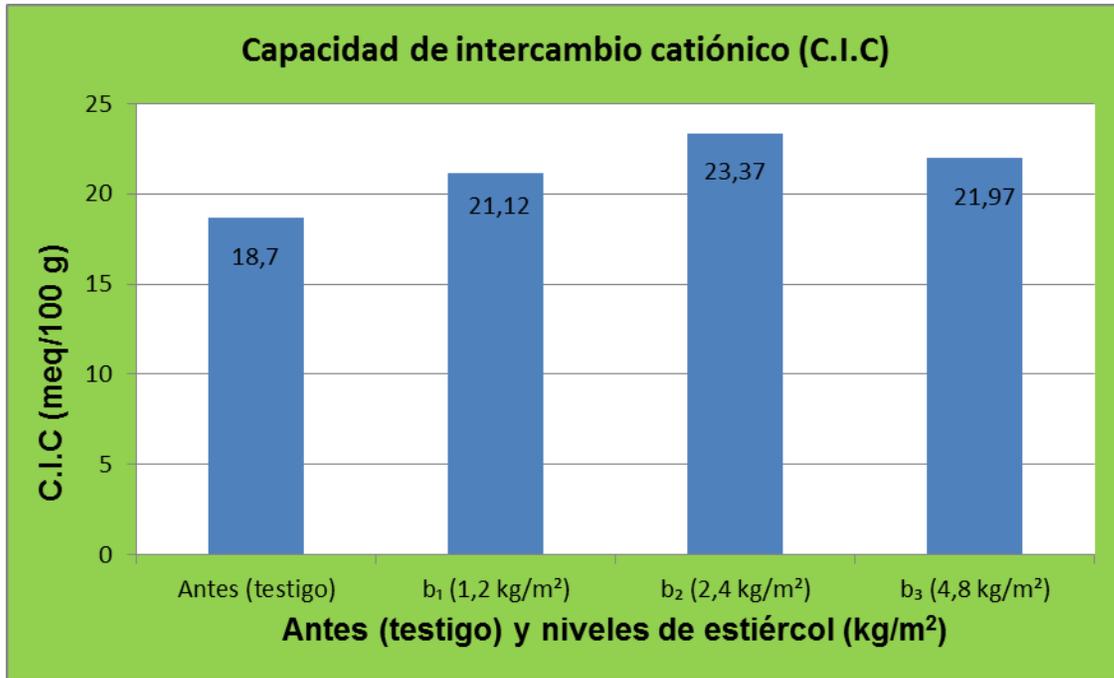


Figura 14. Capacidad de intercambio catiónico

En la figura 14, muestra los resultados de capacidad de intercambio catiónico, donde se observa que antes de haber aplicado los niveles de estiércol y después de la cosecha de los niveles uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>), dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>) fueron aumentando de acuerdo a las cantidades aplicadas de estiércol ovino.

Mientras en el nivel tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) muestra todo lo contrario que disminuye la capacidad de intercambio catiónico, esto nos indica que la planta fue aprovechando más cantidad de nutrientes, es decir que si se aplica el doble de lo requerido la planta aprovecha de manera adecuada, también la capacidad de

intercambio catiónico de suelo muestran, antes de trasplante es medio y después de la cosecha es alto la capacidad para la retención de cationes.

Lorente (1997), sostiene que la capacidad de intercambio catiónico es vital para el crecimiento del mundo vegetal y también en realidad, la capacidad de intercambio catiónico nos está midiendo la fertilidad de un suelo, o sea el grado de capacidad para almacenar cationes. Podemos considerar la C.I.C. como un armario, cuyas dimensiones dependen de la M.O. y las arcillas, y cuyo espacio nos sirve para guardar los alimentos de las plantas, es decir cationes.

### 6.4.3 Conductividad Eléctrica del Suelo (CE)

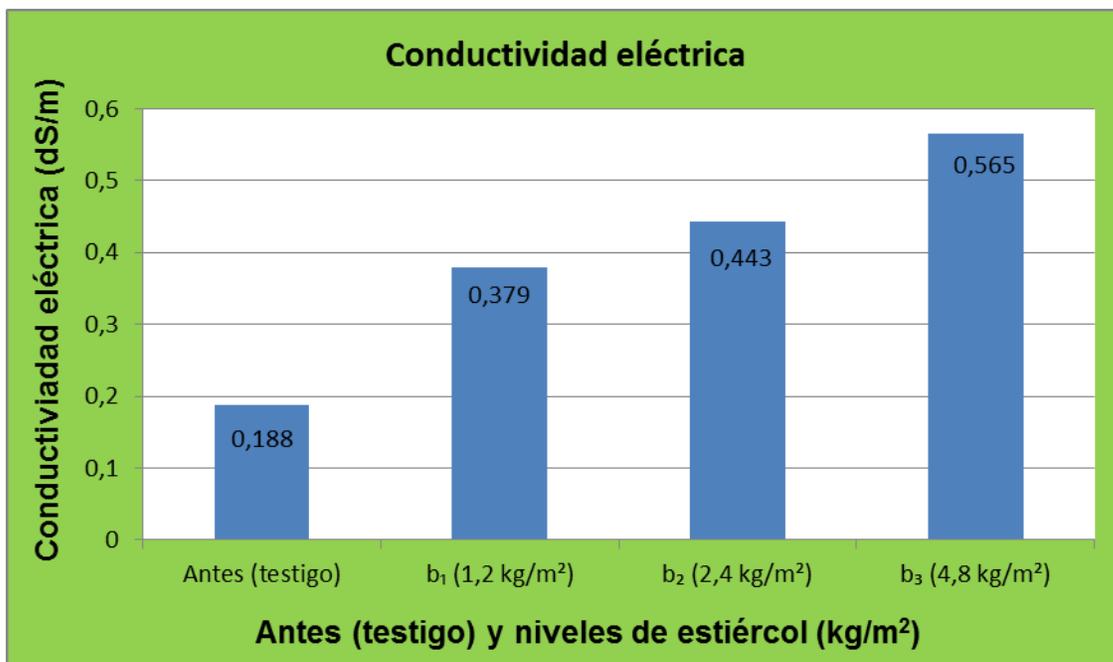


Figura 15. Conductividad eléctrica del suelo

En la figura 15, muestran los resultados de conductividad eléctrica del suelo donde se observa que va aumentando de acuerdo al estiércol aplicado y también se puede mencionar que no existen problemas de salinidad en el suelo.

La conductividad eléctrica del suelo es un parámetro que mide el contenido de sales solubles en el suelo y es la facilidad que ofrece el suelo al paso de la corriente eléctrica, la CE, es proporcional a la concentración de sales en solución, es decir a mayor concentración de sales mayor conductividad y esta medida también se halla en función a la temperatura, (Miranda, 2006).

#### 6.4.4 Sobre los Nutrientes primarios (N, P, K) y secundarios (Ca y Mg)

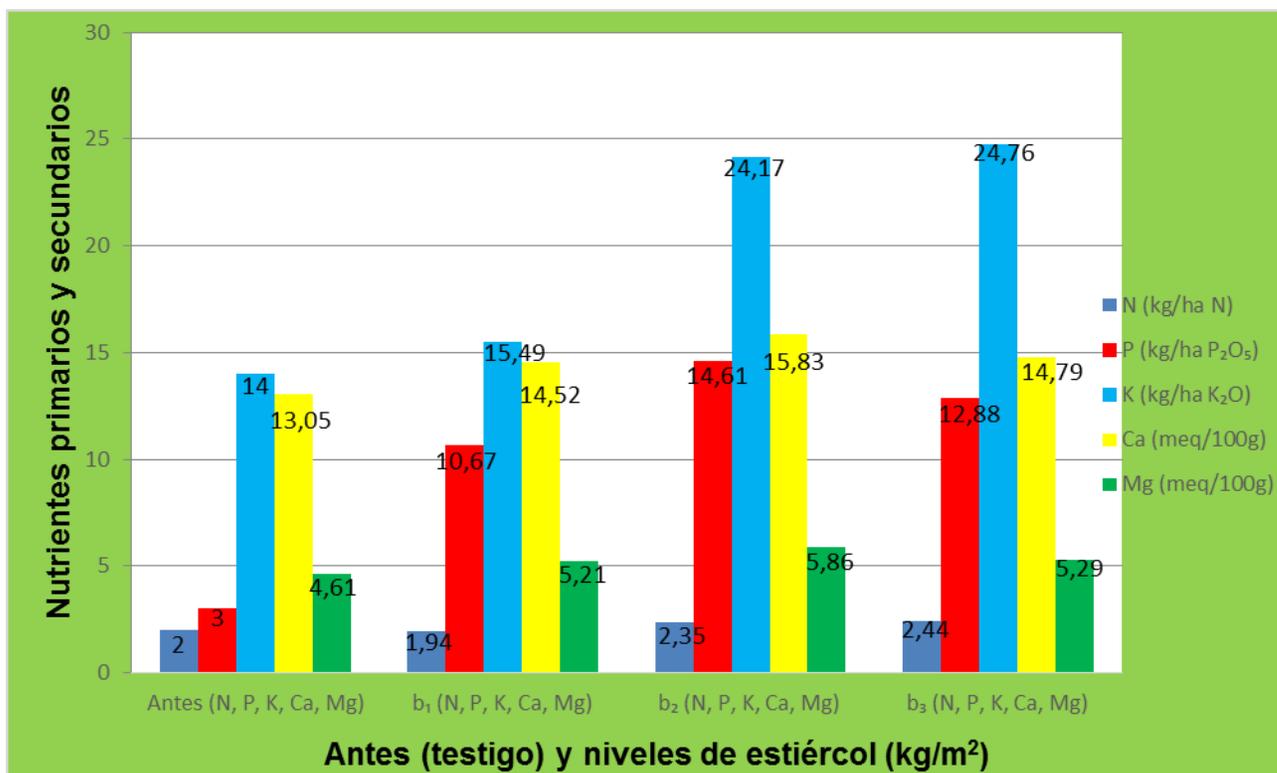


Figura 16. Macronutrientes primarios (N, P, K) y secundarios (Ca, Mg)

Los contenidos de nutrientes primarios (N, P y K) y nutrientes secundarios (Ca y Mg), aportados por la aplicación de tres dosis de estiércol de ovino en pepinillos, muestra que fueron disminuyendo de acuerdo a las cantidades aplicadas de estiércol ovino, lo que indica que las plantas, aprovecharon de acuerdo a las cantidades disponibles de nutrientes.

En cuando al fósforo asimilable y calcio, magnesio se puede observar en la figura 16, que estos elementos son absorbidos en cantidades mayores a diferencia de los elementos como es en el nitrógeno y potasio, los cuales son absorbidos en cantidades menores, esta diferencia se observa en el nivel tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol aplicado de ovino.

Estos elementos donde el nivel tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol de ovino aplicado que es el doble del requerimiento del cultivo fue más aprovechado en su totalidad, esto quiere decir que si se aplica el doble de lo requerido la planta aprovecha de manera adecuada y también se puede deducir que estos elementos como es macro nutrientes primarios y secundarios dependen de las cantidades que contiene la materia orgánica.

Al respecto Sánchez (2003), indica que los suelos que han sido mejorados por el abono tienen una estructura relativamente estable y son más resistentes a la erosión. En general, el abono del estiércol del ganado contienen como 0,5% de nitrógeno, 0,4% de fósforo, y 0,2% de potasio y también el estiércol tiende a tener poco P disponible en relación a los N y K axescibibles.

Herrera (2009), al incorporar fertilizantes químicos más los estiércoles de ovino, bovino, en el cultivo de papa, en la Comunidad Cohani, obtiene los mayores porcentajes de nitrógeno (8,1%), fósforo asimilable (42,06 ppm) de ovino y de nitrógeno (6,1%), fósforo asimilable (40,32 ppm) de bovino, esto al respecto testigo N (1,8%), P (25,58 ppm).

Lorente (2007), indica que el estiércol vacuno y porcino tiene mayores porcentajes de nitrógeno y potasio que de fósforo, donde en el presente estudio se confirma los resultados obtenidos de análisis químicos del abono que se realizó contiene mayor cantidad de potasio y nitrógeno y mientras el fósforo es menores cantidad que está presente en el estiércol de oveja.

## **6.5 Análisis económico preliminar del cultivo de pepinillo**

### **6.5.1 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. En el presente trabajo de investigación, se realizó análisis económicos tomando solo las actividades realizadas e insumos utilizados en las dos variedades de pepinillos a tres niveles de estiércol aplicado, como es el costo de producción del cultivo.

### **6.5.2 Costos variables**

Los costos variables son aquellos costos que varían en una producción agrícola que incluyen los insumo y la mano de obra requerida, (Calatayud, 2006).

### **6.5.3 Ingreso bruto**

En los procesos de la investigación se obtienen los rendimientos de las dos variedades de pepinillos, en la variedad híbrido carolina con rendimiento total de 12,151 kg/m<sup>2</sup>, tuvo mejores resultados en comparación a la variedad SMR 58 y mientras en la variedad SMR 58 con rendimiento total de 5,341 kg/m<sup>2</sup>, esto es debido a las características genotípicas que mostro que es susceptible a altas temperaturas y es tardío. Para realizar los cálculos de ingreso bruto se tomó en cuenta los precios del mercado y rendimiento total de las dos variedades de pepinillo.

- **Ingreso brutos**

IB= Precio x Rendimiento

IB=133,935 Bs x 12,151 kg/m<sup>2</sup>

IB=1627,444 kg/m<sup>2</sup> de la variedad híbrido carolina

IB=314,424 kg/m<sup>2</sup> de la variedad SMR 58

#### 6.5.4 Ingreso neto

El beneficio neto es el valor de todos los beneficios de una producción que se percibirá, menos el costo total de producción, (Calatayud, 2006).

- **Ingreso neto**

$$IN = IB - \text{Costo de Producción}$$

$$IN = 1627,444 - 1183,6$$

$$IN = 443,844 \text{ kg/m}^2 \text{ Bs de la variedad híbrido carolina}$$

$$IN = - 869,176 \text{ kg/m}^2 \text{ Bs de la variedad SMR 58}$$

El signo menos significa pérdidas, es decir que los costos de producción son mayores y el rendimiento es menor, estos resultados nos indican que gasto más en la producción del cultivo y salgo perdiendo como agricultor.

#### 6.5.5 Beneficios costos

El análisis de la relación beneficio costo, toma valores mayores, menores o igual a 1, lo que implica que:

$B/C > 1$  implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.

$B/C = 1$  implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente.

$B/C < 1$  implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable, (Calatayud, 2006).

- **Beneficio costo**

$$B/C = \text{Beneficio/Costo Total}$$

$$B/C = 1627,444/1183,6$$

$B/C = 1,37$  Bs de la variedad híbrido carolina y el resultado es indiferente, no existe ganancia, pero tampoco pérdida.

$B/C = 0,265$  Bs de la variedad SMR 58 y el resultado es pérdida.

$B/C < 1$  implica que los ingresos son menores que los egresos, en razón que una de las variedades tiene buena respuesta y otra no. Sin embargo los abonos orgánicos tienen un efecto benéfico sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que garantiza su sostenibilidad productiva a mediano y largo plazo. En las primeras cosechas, el abono orgánico recién está descomponiéndose, para el caso de extensiones pequeñas no es muy aconsejable para un agricultor, pero en las siguientes cosechas sí tendrá crédito económico por el efecto residual de los abonos orgánicos.

## VII. CONCLUSIONES

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

1. Las variaciones de temperaturas en los meses de septiembre a noviembre fueron las máximas promedios registradas de 42,99 °C, 41,71 °C y 40,11 °C respectivamente, y en cambio las temperaturas mínimas promedios registradas fueron de 5,76 °C, 7,52 °C, 9,19 °C respectivamente, durante el ciclo del cultivo de pepinillos, influenciaron en anormal desarrollo del cultivo de pepinillo provocando alteraciones fisiológicas como secado o caída en el proceso de desarrollo de frutos, y en la variedad SMR 58 mostro que fue de desarrollo tardío y también que fue susceptible a altas temperaturas, en comparación a la variedad híbrido carolina.
2. Las alturas de plantas de las variedades SMR 58 ( $b_1=178,23$ ,  $b_2=188,23$  y  $b_3=186,67$  cm), mientras tanto con la variedad híbrido carolina se tiene con ( $b_1=144,61$ ,  $b_2=188,23$  y  $b_3=184,77$  cm). Por lo tanto, al aplicar 1,2 kg abono/m<sup>2</sup> que es el debajo del requerimiento del cultivo, no tuvo un efecto óptimo en la parte aérea. Mientras tanto al aplicar 2,4 kg abono/m<sup>2</sup> que es de acuerdo al requerimiento del cultivo, tuvo efectos positivos en el desarrollo fisiológico en altura de la planta en ambas variedades.
3. El promedio de días a la floración para el cultivo de pepinillo, en la variedad híbrido carolina fue a los 54 días y en la variedad SMR 58 fue a los 56 días.
4. Los días a la cosecha fue influidos por factores, como la temperatura, características genotípicas y otras, que son de propios de cada variedad. En general el promedio de días a la primera cosecha del pepinillo es a los 98,22 días, de la variedad híbrido carolina y mientras en la variedad SMR 58 fue a los 124 días.
5. El promedio de número de frutos por planta por cada cosecha fue de 8,33 frutos/planta en la variedad híbrido carolina y en la variedad SMR 58 fue de 4,05 frutos/planta, esta variable fue afectado por el estiércol aplicado de ovino en diferentes dosis y existieron otros factores, como la temperatura.

6. Los niveles de estiércol aplicado de diferentes dosis no tuvieron efectos en longitud de fruto y los mayores longitudes de fruto que presento fue en la variedad hibrido carolina con 8,64 cm, a su vez la menor longitud se produce en la variedad SMR 58 con 7,47 cm.
7. Los niveles de estiércol aplicado de diferentes dosis no tuvieron efectos en el diámetro de fruto y los mayores diámetro de fruto que presento fue en la variedad hibrido carolina con 2,46 cm, a su vez la menor diámetro se produce en la variedad SMR 58 con 1,99 cm.
8. El peso de fruto no fue influido en las dos variedades de pepinillos con tres niveles de estiércol aplicado de diferentes dosis, con promedios de 28 gramos.
9. El rendimiento de fruto, en la variedad hibrido carolina fue con promedios de ( $b_1=3,25$ ,  $b_2=4,97$  y  $b_3=3,93$  kg/m<sup>2</sup> respectivamente), y a su vez, en la variedad SMR 58 presentó con los promedios de ( $b_1=2,23$ ,  $b_2=1,58$  y  $b_3=1,53$  kg/m<sup>2</sup> respectivamente), nos indica que las dos variedades son diferentes en cuanto al requerimiento nutricional del cultivo y también en las características genóticas. En el rendimiento de fruto tuvo mayor efecto en el nivel dos aplicado de 2,4 kg abono/m<sup>2</sup> de estiércol, que es de acuerdo al requerimiento del cultivo, en la variedad hibrido carolina. Mientras en la variedad SMR 58 en el rendimiento de fruto tuvo mayor efecto en el nivel uno aplicado de 1,2 kg abono/m<sup>2</sup> de estiércol, que es el debajo del requerimiento del cultivo.
10. En las propiedades físicas del suelo, tuvieron efectos sobre la densidad aparente (1,2 g/cm<sup>3</sup>), textura y también en la porosidad (54,72%) en el nivel uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol aplicado, donde el cultivo aprovecho estiércol aplicado más del suelo que existía y en los niveles dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>), tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>), antes no tuvieron efectos, donde solo aprovecho el estiércol aplicado no así del suelo, esto debido a bajo o alto contenido de materia orgánica.
11. Las propiedades químicas del suelo también muestran efectos en el pH , C.I.C y antes, nivel dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol aplicado presentó un

pH de (6,21 a 6,9) moderadamente ácido y en los niveles de uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>), tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) de un pH (7,06 a 7,29) neutro y la capacidad intercambio catiónico de los niveles uno (1,2 kg abono/m<sup>2</sup>), dos (2,4 kg abono/m<sup>2</sup>) fueron aumentando de acuerdo a las cantidades aplicadas de estiércol, mientras en el nivel tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) muestra todo lo contrario que disminuye la C.I.C, esto nos indica que la planta fue aprovechando más cantidad de nutrientes y no existe efectos en conductividad eléctrica.

12. En cuando al fósforo asimilable y calcio, magnesio, que estos elementos son absorbidos en cantidades mayores a diferencia de los elementos como es en el nitrógeno y potasio, los cuales son absorbidos en cantidades menores, esta diferencia se observa en el nivel tres (4,8 kg abono/m<sup>2</sup>) de estiércol aplicado de ovino.
13. En el análisis económico solo fue considerado los costos de producción del cultivo y rendimiento, donde se llegó con conclusiones, de la variedad híbrido carolina es indiferente (no existe ganancia, pero tampoco perdidas) y mientras de la variedad SMR 58 no es aconsejable existió perdidas.

## VIII. RECOMENDACIONES

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

1. Se recomienda la producción de la variedad híbrido carolina por las características genotípicas, mejor desarrollo fisiológica y adaptabilidad en el medio, obteniéndose 1,657 kg/m<sup>2</sup> de rendimiento en medias.
2. Realizar investigaciones con las mismas variedades a temperaturas más bajas de lo que se presentó en el proceso de investigación.
3. Considerar o tener en cuenta las temperaturas para cada variedad y también lo que es el requerimiento nutricional del cultivo.
4. Realizar trabajos de investigación con la aplicación de estiércol de ovino con las mismas dosis, en otras variedades que sea de acuerdo al requerimiento del cultivo y comparar los resultados.
5. Se recomienda realizar trabajos de investigación con la aplicación de otros estiércoles que sea de acuerdo al requerimiento del cultivo en diferentes variedades y comparar los resultados.
6. Se recomienda tener información sobre las características genotípicas y otros factores que pueden afectar o pueden tener efectos, como las altas temperaturas, bajas temperaturas, polinización natural, polinización artificial, que le afecten en su desarrollo, floración, fructificación y otros, para así recomendar al agricultor.

## IX. BIBLIOGRAFIA

BUCKMAN, H; BRADY, D. 1977. Edafología. Editorial. Montaner y Simón, S. A. Barcelona - España. 60 p.

BONAR, A. 1981. Como cultivar las hortalizas. Editorial BLUME BARCELONA. 62 p.

COTRINA, F.1979. Cultivo del pepinillo. Editorial. Ministerio de Agricultura. Barcelona - España.1-16 p.

CALZADA, E. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Tercera Edición Jurídica. Lima - Perú. 644 p.

CLAROS, G. 2000. Tesis de Grado. Comportamiento Agronómico de ocho variedades de pepino en condiciones de Invernadero. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La paz – Bolivia. 44-56 p.

CALATAYUD, R. 2006. Fruticultura. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz- Bolivia. 16 p.

CHILON, E. 1996. Manual de Edafología. Edición CIDAT. Facultad Agronomía. La paz - Bolivia. 114 - 124 p.

CHUQUIMIA, Y. C. 2012. Evaluación de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum*), bajo los efectos de estiércol de ovino en diferentes épocas de siembra, en el municipio de Ancoraimes. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La paz - Bolivia.

CASSERES, E. 1994. Producción de Hortalizas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Costa - Rica.

CUTILI, R. 2003. Efecto de la polinización artificial sobre el rendimiento de tres variedades de pepino (*Cucumis sativus L.*). Tesis de Grado Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La paz - Bolivia. 26 p.

DELGADO, F. 1994. Costos de cultivos hortícolas. Universidad Nacional Agraria la Molina Programación de Investigación en Hortalizas. Facultad de Agronomía. 36 p.

ERVIN, L; DENISEN, D. 1988. El cultivo de hortalizas, plantas y flores. Ediciones Orientación S.A de C.V. México.15 p.

FORNARIS, G. 2001. Pepinillo de ensalada. Estación Experimental Agrícola. Colegio de Ciencia Agrícolas.

GUZMÁN, G. (2000). Comportamiento Agronómico en tres Variedades de Cebolla (*Allium cepa L.*) con la Aplicación de Cuatro Abonos Orgánicos en la zona de Cota-Cota. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. La Paz- Bolivia. 23 p.

GROS, A. 1986. Guía práctica de la fertilización. Enmiendas orgánicas. Edición. Mundi-Prensa. Madrid- España. 556 p.

HERRERA, E. A. 2009. Efecto de aplicación de abonos orgánicos y químicos en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), y su comportamiento en las propiedades físicas del suelo. Tesis de Grado Facultad de Agronomía. La paz Bolivia. 52 - 60 p.

ISQUIERDO, H. 2003. Estudio de algunas hortalizas con importancia económica. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana. Cuba. Consultado en 2013. Disponible en [htt.Mixteco.utm](http://www.mixteco.utm). 23 p.

JACOB. 1966. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Traducido por López Martínez de tercera edición.184 p.

JUSCAFRESA, B.1977. Como cultivar fresas, fresones y tomates. Editorial AEDOS Barcelona. España. 42 p.

LUQUE, C. 2013. Efecto de diferentes abonos orgánicos en el comportamiento agronómico de la rucula (*Eruca sativa*) en ambiente protegido en cota cota. Facultad de Agronomía. La paz - Bolivia. 65 -83 p.

LORENTE, J. 2007. Suelos, Abonos y Materia orgánica. Editorial IDEA BOOKS, S.A. Ingeniera técnica Agrícola. España-Barcelona. 46 - 106 p.

MESSIAEN. 1979. Las hortalizas. BLUME DISTRIBUIDORA, S. A. México.

MAROTO, J. V.1995. Horticultura. Ediciones Mundi - Prensa. España. 465 - 480 p.

MACHACA, F. 2007. Efecto de Niveles de Estiércol de Ovino en el Rendimiento de Variedades de Apio (*Apium graveolens L.*) Bajo Ambiente Protegido en el Municipio de el Alto. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 63 p.

MAMANI, F. 2006. Uso del abono residual urbano como insumo de producción de pepinillo (*Cucumis sativus*) el alto. Tesis de Grado Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La paz - Bolivia. 63 - 68 p.

MARTÍNEZ, M. 1983. Agricultura Práctica. Editorial RAMON SOPENA, S. A.Barcelona-España.165 p.

MARTÍNEZ, S. 2001. Pepinillo de Ensalada. Universidad de Puerto Rico. Estación Experimental Agrícola. Disponible En <http://apps.fao.org/faostat> Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Pepino.

MIRANDA, R. 2006. Propiedades Físicas y Químicas de los Suelos. Facultad de Agronomía. La paz - Bolivia.

MUÑOZ, C. A. 2006. Propuestas técnicas para el cultivo de hortalizas tomate, pimentón, habichuela. Pepinillo. 12 p. Disponible  
En [www.agronet.gov.co/.../2006112717137\\_Propuesta%20tecnica%20cultivo%20de%20hortalizas.pdf](http://www.agronet.gov.co/.../2006112717137_Propuesta%20tecnica%20cultivo%20de%20hortalizas.pdf)

NARRO, E. 1994. Física de Suelos. Editorial. Trillas, S. A de C.V. México. 50 - 53 p.

ORSAG, V. 2008. El Recurso Suelo Principios para Manejo y Conservación. Facultad de Agronomía. La paz-Bolivia. 2 - 5 p.

PÉREZ, F; MARTÉNEZ, J. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. Ediciones Mundi – Prensa. Universidad Politécnica de Madrid. 53 p.

PLATA, L. 2013. Efecto del mulch y la fertilización foliar en la productividad de pepinillo (*Cucumis sativus L.*) bajo carpa solar, en el centro Experimental de cota cota. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. La paz Bolivia.

QUISPE, D. G. 2005. El uso del Biol en la fertilización foliar y radicular en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus L.*). Tesis de grado. Facultad de Agronomía. La paz-Bolivia. 22-60 p.

QUINO, E. 2007. Fertilidad y Nutrición Vegetal. Facultad de Agronomía. Texto de Apuntes de UMSA. La paz-Bolivia.

RODRIGUÉZ, M. 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. Editorial Trillas. México. D.F. 186 p.

ROJAS, F. 2008. Botánica Sistemática. Texto oficial de la UMSA, Facultad de Agronomía. La paz-Bolivia. 14 p.

RODAL, J. 1946. Abonos Orgánicos. Editorial "TRES EMES". Buenos - Aires. 88 p.

RAYMOND, D. 1993. Cultivo Práctico de Hortalizas. Editorial. Charles Cook. México. 196 - 198 p.

SERRANO, Z. 1979. Cultivo de Hortalizas en invernaderos. Editorial AEDOS. Barcelona - España. 239 - 252 p.

SÁNCHEZ, C. 2003. Abonos orgánicos y lombricultura. Ediciones RIPALME. Lima-Perú. 34 - 51 p.

THOMPSON, D. 1962. El suelo y su fertilidad. Buenos Aires México. 286 p.

TISCORNIA, J. 1974. Hortalizas de Fruto. Editorial "ALBATROS". Ingeniero Agrónomo. Buenos - Aires.

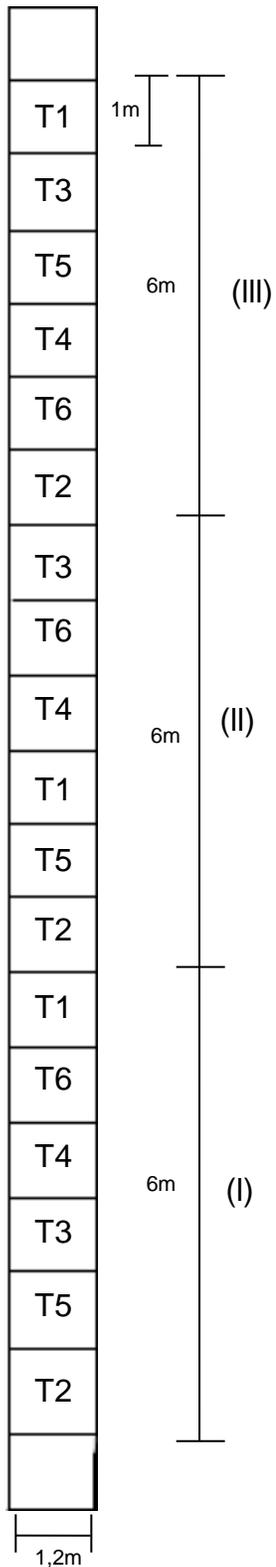
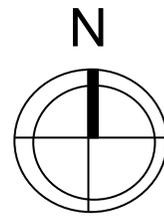
VALADEZ, A. 1993. Producción de Hortalizas. Editorial. LIMUSA, S.A. de C.V. México. España. Venezuela. Argentina. 258 - 269 p.

VÁZQUEZ, E. 1987. Fisiología vegetal. Nutrición de las plantas, Nutrición mineral. Editorial PUEBLO. Ciudad de la Habana. 138 – 157 p.

WORTHEN, M. 1980. Suelos Agrícolas su Conservación y Fertilización. Editorial Hispano-Americano, S. A de C.V. Buenos-Aires.

# ANEXOS

## Anexo 1. Croquis de distribución de los tratamientos y vista interior del ambiente atemperado



## Anexo 2. Registros de temperaturas máximas y mínimas en el ambiente atemperado

Fecha	°Tmax	°Tmin	Fecha	°Tmax	°Tmin	Fecha	°Tmax	°Tmin
1-09-12	40,5	2,5	1-10-12	44,2	6,7	1-11-12	35,1	8,6
2-09-12	45,5	2,7	2-10-12	43,5	6,4	2-11-12	36,1	8,4
3-09-12	40,1	2,5	3-10-12	44,6	6,3	3-11-12	34,1	8,5
4-09-12	41,4	5,8	4-10-12	44,3	5,6	4-11-12	32,1	8,2
5-09-12	41,4	5,4	5-10-12	45	5,8	5-11-12	31,5	8,4
6-09-12	40,8	5,3	6-10-12	44,2	8,2	6-11-12	30,5	8,4
7-09-12	40,8	8,3	7-10-12	42,1	6,3	7-11-12	32,5	8,3
8-09-12	41,2	6,4	8-10-12	42,1	6,4	8-11-12	35,6	8,2
9-09-12	42,8	6,3	9-10-12	43,9	6,9	9-11-12	36,5	8,4
10-09-12	44,4	6,3	10-10-12	45,6	8	10-11-12	31,1	8,5
11-09-12	44,5	6,3	11-10-12	44,3	8,7	11-11-12	40,8	7,8
12-09-12	45,1	6,4	12-10-12	43,2	8,9	12-11-12	41,3	6,3
13-09-12	39,5	6,5	13-10-12	39,8	8,6	13-11-12	41,3	6,1
14-09-12	42,5	5,3	14-10-12	40,2	8,8	14-11-12	40,1	10
15-09-12	42,1	5,2	15-10-12	42,1	8,7	15-11-12	41,9	9,5
16-09-12	40,5	5,7	16-10-12	43,1	8,8	16-11-12	41,5	10,9
17-09-12	45,5	4,5	17-10-12	46,1	8,3	17-11-12	40,5	10,7
18-09-12	45,5	6,6	18-10-12	44,1	8,1	18-11-12	42,4	7,6
19-09-12	44,5	5,7	19-10-12	42,1	8,8	19-11-12	46,3	7,1
20-09-12	43,5	2,3	20-10-12	44,1	8,4	20-11-12	46,7	11
21-09-12	44,3	0,4	21-10-12	45,1	7,2	21-11-12	47,7	10,5
22-09-12	45,5	7,6	22-10-12	43,5	6,9	22-11-12	43,8	10,3
23-09-12	45	8,8	23-10-12	46	6,7	23-11-12	43,8	10,4
24-09-12	42	6,9	24-10-12	42	6,5	24-11-12	45,3	10,5
25-09-12	42	7	25-10-12	37,2	7,3	25-11-12	45,5	10,5
26-09-12	40	7,5	26-10-12	36,5	8,2	26-11-12	46,8	10,3
27-09-12	43,7	8,2	27-10-12	34,2	7,9	27-11-12	45,9	10,6
28-09-12	44,7	8,5	28-10-12	34,3	6,5	28-11-12	45,7	11,4
29-09-12	45,8	5,9	29-10-12	33,2	7,4	29-11-12	40,6	11,2
30-09-12	44,7	6	30-10-12	37,2	7,7			
31-09-12			31-10-12	35,2	8			

### Anexo 3. Datos de campo para altura de planta en la cosecha final (133 días)

Factor A	Factor B	Boque I	Boque II	Boque III	Totales
<b>a<sub>1</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	130,5	153,33	150	433,83
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	189,33	190,67	184,67	564,67
Hibrida carolina	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	162	193,33	199	554,33
<b>a<sub>2</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	151,67	190	193	534,67
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	199,67	180	185	564,67
SMR 58	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	180	190	190	560
Totales de Bloques		1013,17	1097,33	1101,67	3212,17

#### Tabla de medias de la interacción

	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	Media
<b>a<sub>1</sub></b> (hibrida carolina)	144,61	188,23	184,77	172,54
<b>a<sub>2</sub></b> (SMR 58)	178,23	188,23	186,67	184,37
Media	161,42	188,23	185,72	178,45

### Anexo 4. Datos de campo para días a la floración

Factor A	Factor	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Totales
<b>a<sub>1</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	50	56	59	165
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	53	54	58	165
Hibrida carolina	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	53	51	55	159
<b>a<sub>2</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	51	58	61	170
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	56	60	57	173
SMR 58	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	49	55	58	162
Totales de Bloques		312	334	348	994

#### Tabla de medias de la interacción

	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	Media
<b>a<sub>1</sub></b> (hibrida carolina)	55	55	53	54,33
<b>a<sub>2</sub></b> (SMR 58)	56,67	57,67	54	56,12
Media	55,84	56,34	53,50	55,22

### Anexo 5. Datos de campo para días a la cosecha del fruto

Factor A	Factor B	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Totales
<b>a<sub>1</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	98	93	112	303
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	108	84	100	292
Hibrida carolina	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	98	93	98	289
<b>a<sub>2</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	128	115	130	373
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	130	128	108	366
SMR 58	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	128	122	127	377
Totales de Bloques		690	635	675	2000

### Tabla de medias de la interacción

	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	Media
<b>a<sub>1</sub></b> (hibrida carolina)	101	97,33	96,33	98,22
<b>a<sub>2</sub></b> (SMR 58)	124,33	122	125,67	124
Media	112,66	109,66	111	111,11

### Anexo 6. Datos de campo para número de frutos por plantas en la cosecha global

Factor A	Factor B	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Totales
<b>a<sub>1</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	6,33	9,33	5,33	20,99
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	5,67	12	11	28,67
Hibrida carolina	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	8,67	9,33	7,33	25,33
<b>a<sub>2</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	4,86	7,33	4,67	16,85
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	3,84	3,96	2,99	10,79
SMR 58	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	2,96	3,02	2,86	8,84
Totales de Bloques		32,32	44,97	34,18	111,47

### Tabla de medias de la interacción

	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	Media
<b>a<sub>1</sub></b> (hibrida carolina)	6,99	9,55	8,44	8,33
<b>a<sub>2</sub></b> (SMR 58)	5,62	3,59	2,95	4,05
Media	6,31	6,57	5,69	6,19

### Anexo 7. Datos de campo para longitud de frutos (mm)

Factor A	Factor B	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Totales
<b>a<sub>1</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	77,36	92,8	72,96	243,12
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	94,52	89,11	84,33	267,96
Hibrida carolina	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	87,48	84,09	94,39	265,96
<b>a<sub>2</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	83,33	81,46	73,29	238,08
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	81,25	79,86	70,39	231,50
SMR 58	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	68,33	76,63	57,89	202,85
Totales de Bloques		492,27	503,95	453,25	1449,47

### Tabla de medias de la interacción

	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	Media
<b>a<sub>1</sub></b> (hibrida carolina)	81,04	89,32	88,653	86,34
<b>a<sub>2</sub></b> (SMR 58)	79,36	77,167	67,617	74,72
Media	80,20	83,24	78,14	80,53

### Anexo 8. Datos de campo para diámetro del fruto (mm)

Factor A	Factor B	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Totales
<b>a<sub>1</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	22,84	27,19	19,32	69,35
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	26,89	26,97	23,25	77,11
Hibrida carolina	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	23,23	23,24	28,67	75,14
<b>a<sub>2</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	21,15	23,48	19,95	64,58
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	21,85	17,92	19,52	59,29
SMR 58	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	19,36	19,74	16,82	55,92
Totales de Bloques		135,32	138,54	127,53	401,39

### Tabla de medias de la interacción

	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	Media
<b>a<sub>1</sub></b> (hibrida carolina)	23,117	25,703	25,047	24,63
<b>a<sub>2</sub></b> (SMR 58)	21,527	19,763	18,64	19,97
Media	22,32	22,73	21,84	22,29

### Anexo 9. Datos de campo para peso del fruto (g)

Factor A	Factor B	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Totales
<b>a<sub>1</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	36,33	28,66	22,55	87,54
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	28,18	25,88	21,33	75,39
Hibrida carolina	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	40,26	23,64	32,23	96,13
<b>a<sub>2</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	36,06	21,97	25,42	83,45
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	25,14	34,18	29,72	89,04
SMR 58	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	21,74	26,43	34,95	83,12
Totales de Bloques		187,71	160,76	166,2	514,67

### Tabla de medias de la interacción

	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	Media
<b>a<sub>1</sub></b> (hibrida carolina)	29,18	25,13	32,043	28,78
<b>a<sub>2</sub></b> (SMR 58)	27,816	29,68	27,707	28,40
Media	28,49	27,41	29,87	28,59

### Anexo 10. Datos de campo para rendimiento (kg/m<sup>2</sup>)

Factor A	Factor B	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Totales
<b>a<sub>1</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	0,999	1,649	0,606	3,254
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	1,587	1,947	1,438	4,972
Hibrida carolina	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	1,273	1,305	1,347	3,925
<b>a<sub>2</sub></b>	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	0,685	0,982	0,559	2,226
Variedad	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	0,484	0,407	0,691	1,582
SMR 58	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	0,432	0,557	0,544	1,533
Totales de Bloques		5,46	6,847	5,185	17,492

### Tabla de medias de la interacción

	b <sub>1</sub> (1,2 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>2</sub> (2,4 kg/m <sup>2</sup> )	b <sub>3</sub> (4,8 kg/m <sup>2</sup> )	Media
<b>a<sub>1</sub></b> (hibrida carolina)	1,085	1,657	1,308	1,35
<b>a<sub>2</sub></b> (SMR 58)	0,742	0,527	0,511	0,59
Media	0,913	1,092	0,909	0,97

**Anexo 11. Costos de producción del pepinillo por cada unidad experimental  
(UE= 1 m<sup>2</sup>)**

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
<b>INSUMO</b>				
Semilla	Onza	1	15	15
estiércol	kg	60,6	10	606
<b>PREPARACIÓN DEL SUELO</b>				
Arado manual	Jornal	1	35	35
Mullido manual	Jornal	1	35	35
Abonado manual	Jornal	1	30	30
Siembra manual	Jornal	1	35	35
<b>LABORES CULTURALES</b>				
Riego	Horas	3	5	15
Podas	Jornal	1	30	30
Tutorado	Jornal	1	35	35
Control de plagas	Jornal	2	60	120
<b>COSECHA</b>				
Recolección	Jornal	1	35	35
Selección	Jornal	1	35	35
transporte	Horas	2	10	20
Imprevistos 10%				1076
				107,6
<b>Total costos que varían</b>				<b>1183,6</b>

## ANEXO 12

### Anexo 12.1 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:**

$$PCA = 10000 \text{ m}^2 / \text{ha} \times 0,02 \text{ m} \times 1400 \text{ kg/m}^3 = 280000 \text{ kg de suelo /ha}$$

- **Calculo de Nitrógeno total:**

$$280000 \text{ kg de suelo} \longleftrightarrow 100\%$$

$$X \longleftrightarrow 0,33\%$$

$$X = 924 \text{ kg de Nitrógeno total /ha}$$

- **Calculo de Fósforo asimilable:**

Relación: 31,31ppm = 31,31 kg de fósforo /1000000 kg de suelo

$$1000000 \text{ kg de suelo} \longleftrightarrow 31,31 \text{ kg de fósforo asimilable}$$

$$280000 \text{ kg de suelo /ha} \longleftrightarrow X$$

$$X = 8,767 \text{ kg de fósforo asimilable}$$

- **Calculo de Potasio**

$$0,741 \text{ meq K /100 g suelo} \times 1 \text{ eq K /1000 meq K} \times 39 \text{ g K /1eq K} = 0,02886 \text{ g}$$

$$\text{K /100 g suelo} = 0,02886 \text{ kg K /100 kg suelo}$$

$$100 \text{ kg de suelo} \longleftrightarrow 0,02886 \text{ kg K}$$

$$280000 \text{ kg suelo} \longleftrightarrow X$$

$$X = 80,809 \text{ kg de potasio cambiante /ha}$$

Transformar los resultados de los puntos calculados en valores de N, P, K disponibles o asimilables:

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

$$924 \text{ kg de Nitrógeno total /ha} \times 0,02 = 18,48 \text{ kg N-NO}_3 \text{ /ha /año}$$

Por otro lado, considerando el ciclo del cultivo de pepinillo de 4 meses,

tenemos:

$$18,48 \text{ kg nitrógeno mineral /ha /año} /2 = 9,24 \text{ kg Nitrógeno mineral asimilable/ha /4 meses}$$

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

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

80,808 kg de potasio cambiante /ha x 0,50 = 40,4045 kg K disponible /ha

**Transformar los valores de N, P, K disponibles, a la forma de óxido:**

**Para Nitrógeno:** 9,24 kg Nitrógeno mineral asimilable /ha /4 meses

**Para Fósforo:** 8,767 kg de fósforo disponible /ha x 2,29 = 20,076 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha

**Para Potasio:** 40,404 kg K disponible /ha x 1,2 = 48,4848 kg K<sub>2</sub>O /ha

Por lo tanto, el nivel de nutriente en el suelo es el siguiente:

**9,24 N – 20,076 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 48,48 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:** 9,24 x 0,30 = 2,772 kg N/ha

**Para Fósforo:** 20,076 x 0,15 = 3,0114 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

**Para Potasio:** 14,54 kg K<sub>2</sub>O/ha

Cantidad de nutrientes en el suelo antes de trasplantes.

## **Anexo 12.2 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 pepinillo:	120	50	50
Nutrientes en el suelo:	2	3	14
<hr/>			
Nutrientes que faltan	= 118	47	36

**Considerando el análisis de estiércol de ovino:**

- **Para nitrógeno:**

100 kg de estiércol seco  $\longleftrightarrow$  45 kg de Nitrógeno

X  $\longleftrightarrow$  118 kg Nitrógeno

X= 8137,931 kg de estiércol seco /ha

100 kg de estiércol fresco  $\longleftrightarrow$  81,86 kg de estiércol seco

X  $\longleftrightarrow$  8137,931 kg de estiércol seco/ha

X= 9941,27 kg de estiércol fresco /ha

X=0,994 kg de estiércol fresco /m<sup>2</sup>

- **Para fosforo:**

100 kg de estiércol seco  $\longleftrightarrow$  0,24 kg de fósforo

X  $\longleftrightarrow$  47 kg fósforo/ha

X= 19583,33 kg de estiércol seco/ha

100 kg de estiércol fresco  $\longleftrightarrow$  81,86 kg de estiércol seco

X  $\longleftrightarrow$  19583,33 kg de estiércol seco/ha

X= 23922,953 kg de estiércol fresco/ha

X=2,4 kg de estiércol fresco/m<sup>2</sup>

- **Para potasio:**

100 kg de estiércol seco  $\longleftrightarrow$  1,33 kg de potasio

X  $\longleftrightarrow$  36 kg potasio/ha

X= 2706,767 kg de estiércol seco/ha

100 kg de estiércol fresco  $\longleftrightarrow$  81,86 kg de estiércol seco

X  $\longleftrightarrow$  2706,767 kg de estiércol seco/ha

X= 3306,581 kg de estiércol fresco/ha

X=0,33 kg de estiércol fresca/m<sup>2</sup>

La incorporación de estiércol de ovino se realizó, completando en base al fósforo 2,4 kg/m<sup>2</sup>.

Incorporación de nutrientes al suelo antes del trasplante se realizó de acuerdo al requerimiento del cultivo de pepinillo que es: 120 kg N/ha- 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha- 50 kg K<sub>2</sub>O/ha, respectivamente.

**Anexo 13 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 FERTILIZACIÓN**

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

$$PCA = 10000 \text{ m}^2/\text{ha} \times 0,02 \text{ m} \times 1200 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$PCA = 240000 \text{ kg de suelo}/\text{ha}$$

- **Calculo de Nitrógeno total:**

$$240000 \text{ kg de suelo} \longleftrightarrow 100\%$$

$$X \longleftrightarrow 0,27\%$$

$$x = 648 \text{ kg de Nitrógeno total}/\text{ha}$$

- **Calculo de Fósforo asimilable:**

$$\text{Relación: } 129,47 \text{ ppm} = 129,47 \text{ kg de Fósforo asimilable}$$

$$1000000 \text{ kg de suelo} \longleftrightarrow 129,47 \text{ kg de Fósforo asimilable}$$

$$240000 \text{ kg de suelo} \longleftrightarrow x$$

$$X = 31,0728 \text{ kg de Fósforo asimilable}/\text{ha}$$

- **Calculo de Potasio:**

$$0,92 \text{ meq K}/100 \text{ g suelo} \times 1 \text{ eq K}/1000 \text{ meq K} \times 39 \text{ g K}/1 \text{ eq K} = 0,03588 \text{ g}$$

$$\text{K}/100 \text{ g suelo} = 0,03588 \text{ kg K}/100 \text{ kg suelo}$$

$$100 \text{ kg de suelo} \longleftrightarrow 0,03588 \text{ kg K}$$

$$240000 \text{ kg suelo} \longleftrightarrow x$$

$$x = 86,112 \text{ kg de Potasio cambiante}/\text{ha}$$

**Transformar los resultados en valores de N, P, K disponibles o asimilables:**

- **Para Nitrógeno:** considerando el coeficiente de mineralización de 2% para trópicos  $648 \text{ kg de Nitrógeno total}/\text{ha} \times 0,02 = 12,96 \text{ kg N- NO}_3/\text{ha}/\text{año}$  por otro lado, considerando el ciclo del cultivo de pepinillo de 4 meses, tenemos:  
 $12,96 \text{ kg Nitrógeno mineral}/\text{ha}/\text{año}/2 = 6,48 \text{ kg Nitrógeno mineral asimilable}/\text{ha}/4 \text{ meses}$
- **Para Fósforo:** ya está en términos de fósforo disponible

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

86, 112 kg de Potasio cambiabile/ha x 0,50= 43,056 kg K disponible/ha

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

- **Para Nitrógeno:** 6,48 kg Nitrógeno mineral asimilable/ha/meses
- **Para Fósforo:** 31,0728 kg de fósforo disponible/ha x 2,29  
X=71,1567 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
- **Para Potasio:** 43,056 kg K disponible/ha x 1,2 =51,6672 kg K<sub>2</sub>O/ha

Por lo tanto el nivel de nutrientes en el suelo es:

$$6,48N - 71,15 P_2O_5 - 51,66 K_2O$$

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

$$N=30\%, P=15\%, K=30\%$$

- **Para Nitrógeno:** 6,48 x 0,30= 1,944 kg N/ha
- **Para Fósforo:** 71,15 x 0,15= 10,672 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
- **Para Potasio:** 51,66 x 0,30 = 15,498 kg K<sub>2</sub>O/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 la razón que tenemos los siguientes resultados:

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

Niveles de estiércol	Nitrógeno N kg/ha	Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	Potasio K <sub>2</sub> O kg/ha
b1	1,94	10,67	15,49
b2	2,35	14,61	24,17
b3	2,44	12,88	24,76

#### Anexo 14. Gráficos del proceso de investigación



Dos cotiledones con primera hoja verdadera y alrededor nylon de polietileno



Dos hojas verdaderas donde se observa sistema de riego por goteo



Tutorado de cultivo y flores abiertos sobre el tallo principal, zarcillos



Formación de frutos sobre brotes laterales donde están aún flores soltadas



Primeros frutos sobre el tallo que alcanza el tamaño típico



Instrumento para pesar frutos de pepinillos como se muestra la balanza analítica

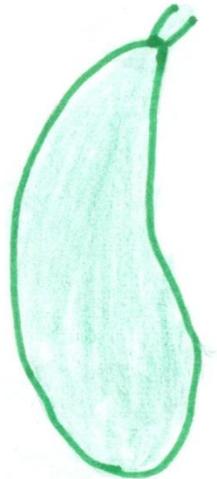
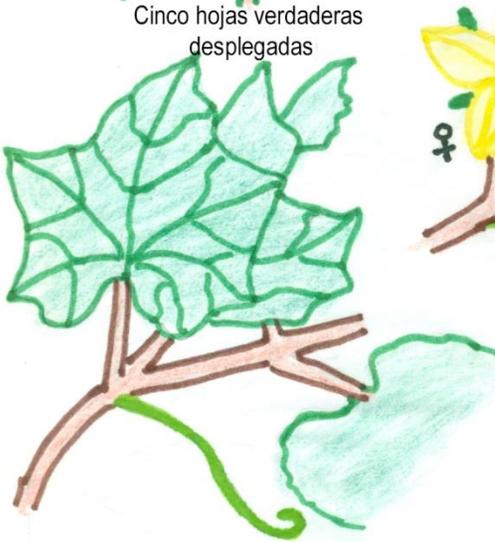
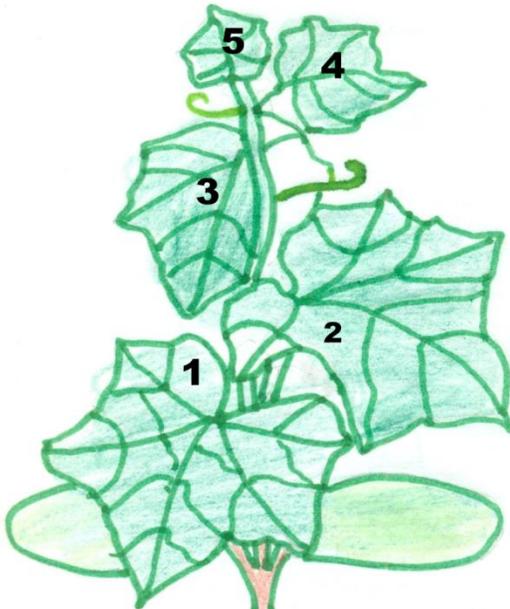
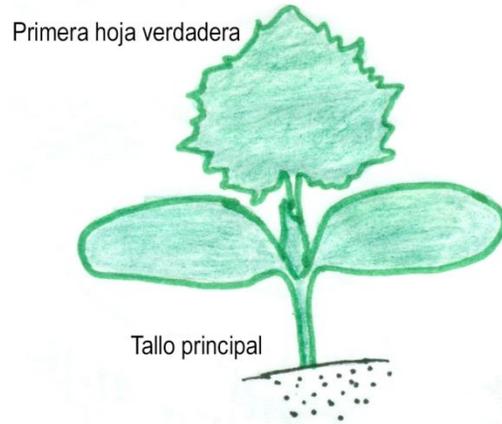


Semillas de las dos variedades de hibrido carolina y SMR58



Frutos de pepinillos ya cosechadas de las dos variedades

Anexo 15. Ciclo fenológico del pepinillo (*Cucumis sativus* L.)





IBTEN

**MINISTERIO DE EDUCACION**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES

UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : **FILOMENA MAYDANA ALANOCA**  
 PROCEDENCIA : **Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO**  
**Lugar COTA COTA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA**

NO SOLICITUD: 172 / 2012  
 FECHA DE RECEPCION : 5 / Agosto / 2012  
 FECHA DE ENTREGA : 29 / Agosto / 2012  
 N° Factura : 5640 / 12

DESCRIPCIÓN : *Muestra de suelo*

N° Lab.	PARAMETRO		Resultado	Unidades	Método
448-01 /2012	T E X T U R A	ARENA	36	%	Hidrómetro de Bouyoucos
448-02 /2012		ARCILLA	32	%	Hidrómetro de Bouyoucos
448-03 /2012		LIMO	32	%	Hidrómetro de Bouyoucos
448-04 /2012		CLASE TEXTURAL	FY	-	Hidrómetro de Bouyoucos
448-05 /2012		GRAVA	24,2	%	Gravimetría
448-06 /2012	CARBONATOS LIBRES		P	-	Reacción ácida
448-07 /2012	pH en agua 1:5		6,21	-	Potenciometría
448-08 /2012	pH en KCl 1N, 1:5		5,51	-	Potenciometría
448-09 /2012	Conductividad eléctrica en agua, 1:5		0,188	dS/m	Potenciometría
448-10 /2012	C A T I O N B I O	Acidez de cambio (Al+H)	0,08	meq/100 g	Volumetría
448-11 /2012		Calcio	13,05	meq/100 g	Absorción atómica
448-12 /2012		Magnesio	4,61	meq/100 g	Absorción atómica
448-13 /2012		Sodio	0,22	meq/100 g	Emisión atómica
448-14 /2012		Potasio	0,74	meq/100 g	Emisión atómica
448-15 /2012		Total de bases	18,62	meq/100 g	Suma de base
448-16 /2012		C. I. C.	18,70	meq/100 g	Volumetría
448-17 /2012	SATURACIÓN BÁSICA		99,57	%	Cálculo matemático
448-18 /2012	Materia Orgánica		6,07	%	Walkley Black
448-19 /2012	Nitrógeno total		0,33	%	Kjeldahl
448-20 /2012	Fósforo asimilable		31,31	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

OBSERVACIONES,-

\*\* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.

C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco      Y : Arcilloso  
 L : Limoso      YA : Arcilloso Arenoso  
 A : Arenoso    FYA : Franco Arcilloso Arenoso

FA : Franco Arenoso.      YL : Arcilloso Limoso  
 AF : Arenosos Franco      FYL : Franco Arcilloso Limoso  
 FY : Franco Arcilloso      FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.



## MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES

UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

# ANALISIS QUIMICO DE ABONOS

INTERESADO : *FILOMENA MAYDANA ALANOCA*  
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Prov. LOS ANDES*  
*Comunidad COTA COTA*  
*Lugar COTA COTA*

NUMERO DE SOLICITUD : *236 / 2012*  
FECHA DE RECEPCION : *5 / Agosto / 2012*  
FECHA DE ENTREGA : *29 / Agosto / 2012*  
N° Factura : *5819 / 12*

PRODUCTO : *Estiercol de oveja*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
628-01 /2012	Fósforo	0,24	% P	Espectrofotometria UV-Visible
628-02 /2012	Potasio	1,33	% K	Emisión atómica
628-03 /2012	Nitrógeno	1,45	% N	Kjeldahl
628-04 /2012	Carbono orgánico	17,97	%	Walkley Black
628-05 /2012	pH en agua 1:5	6,14	-	Potenciometria

OBSERVACIONES.- *Resultados en base seca.*



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.



## ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : *FILOMENA MAYDANA ALANOCA*  
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ*  
*Provincia MURILLO*  
*Lugar: COTA COTA - UMSA*  
*FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA*

NO SOLICITUD: *083A / 2013*  
FECHA DE RECEPCION : *27 / Marzo / 2013*  
FECHA DE ENTREGA : *15 / Abril / 2013*  
Nº Factura : *6399 / 13*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO I*

Nº Lab.	PARAMETRO		Resultado	Unidades	Método
178-01 /2013	T E X T U R A	ARENA	31	%	Hidrómetro de Bouyoucos
178-02 /2013		ARCILLA	49	%	Hidrómetro de Bouyoucos
178-03 /2013		LIMO	20	%	Hidrómetro de Bouyoucos
178-04 /2013		CLASE TEXTURAL	Y	-	Hidrómetro de Bouyoucos
178-05 /2013		GRAVA	21,5	%	Gravimetría
178-06 /2013	CARBONATOS LIBRES		P	-	Reacción ácida
178-07 /2013	pH en agua 1:5		7,06	-	Potenciometría
178-08 /2013	pH en KCl 1N, 1:5		6,62	-	Potenciometría
178-09 /2013	Conductividad eléctrica en agua, 1:5		0,379	dS/m	Potenciometría
178-10 /2013	C A T I O N B I O	Acidez de cambio (Al+H)	0,04	meq/100 g	Volumetría
178-11 /2013		Calcio	14,52	meq/100 g	Absorción atómica
178-12 /2013		Magnesio	5,21	meq/100 g	Absorción atómica
178-13 /2013		Sodio	0,43	meq/100 g	Emisión atómica
178-14 /2013		Potasio	0,92	meq/100 g	Emisión atómica
178-15 /2013		Total de bases	21,08	meq/100 g	Suma de base
178-16 /2013		C. I. C.	21,12	meq/100 g	Volumetría
178-17 /2013	SATURACIÓN BÁSICA		99,8	%	Cálculo matemático
178-18 /2013	Materia Orgánica		5,40	%	Walkley Black
178-19 /2013	Nitrógeno total		0,27	%	Kjeldahl
178-20 /2013	Fósforo asimilable		129,47	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

OBSERVACIONES,-

\*\* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.

C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso  
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso  
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso

FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso  
AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso  
FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO



**MINISTERIO DE EDUCACION**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

**ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS**

INTERESADO : *FILOMENA MAYDANA ALANOCA*  
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ*  
*Provincia MURILLO*  
*Lugar: COTA COTA - UMSA*  
*FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA*

NO SOLICITUD: *083B / 2013*  
FECHA DE RECEPCION : *27 / Marzo / 2013*  
FECHA DE ENTREGA : *15 / Abril / 2013*  
Nº Factura : *6399 / 13*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO II*

Nº Lab.	PARAMETRO		Resultado	Unidades	Método
179-01 /2013	T E X T U R A	ARENA	35	%	Hidrómetro de Bouyoucos
179-02 /2013		ARCILLA	31	%	Hidrómetro de Bouyoucos
179-03 /2013		LIMO	34	%	Hidrómetro de Bouyoucos
179-04 /2013		CLASE TEXTURAL	FY	-	Hidrómetro de Bouyoucos
179-05 /2013		GRAVA	23,2	%	Gravimetría
179-06 /2013	CARBONATOS LIBRES		P	-	Reacción ácida
179-07 /2013	pH en agua 1:5		6,9	-	Potenciometría
179-08 /2013	pH en KCl 1N, 1:5		6,88	-	Potenciometría
179-09 /2013	Conductividad eléctrica en agua, 1:5		0,443	dS/m	Potenciometría
179-10 /2013	C A T I O N E S	Acidez de cambio (Al+H)	0,04	meq/100 g	Volumetría
179-11 /2013		Calcio	15,83	meq/100 g	Absorción atómica
179-12 /2013		Magnesio	5,68	meq/100 g	Absorción atómica
179-13 /2013		Sodio	0,59	meq/100 g	Emisión atómica
179-14 /2013		Potasio	1,23	meq/100 g	Emisión atómica
179-15 /2013		Total de bases	23,33	meq/100 g	Suma de base
179-16 /2013		C. I. C.	23,37	meq/100 g	Volumetría
179-17 /2013	SATURACIÓN BÁSICA		99,8	%	Cálculo matemático
179-18 /2013	Materia Orgánica		5,46	%	Walkley Black
179-19 /2013	Nitrógeno total		0,28	%	Kjeldahl
179-20 /2013	Fósforo asimilable		151,84	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

**OBSERVACIONES.-**

\*\* Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N.

C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

**CLASE TEXTURAL**

F : Franco      Y : Arcilloso  
L : Limoso      YA : Arcilloso Arenoso  
A : Arenoso    FYA : Franco Arcilloso Arenoso

FA : Franco Arenoso.      YL : Arcilloso Limoso  
AF : Arenosos Franco      FYL : Franco Arcilloso Limoso  
FY : Franco Arcilloso      FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO



## ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : *FILOMENA MAYDANA ALANOCA*  
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ*  
*Provincia MURILLO*  
*Lugar: COTA COTA - UMSA*  
*FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA*

NO SOLICITUD: *083C / 2013*  
FECHA DE RECEPCION : *27 / Marzo / 2013*  
FECHA DE ENTREGA : *15 / Abril / 2013*  
N° Factura : *6399 / 13*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO III*

N° Lab.	PARAMETRO		Resultado	Unidades	Método
180-01 /2013	T E X T U R A	ARENA	33	%	Hidrómetro de Bouyoucos
180-02 /2013		ARCILLA	31	%	Hidrómetro de Bouyoucos
180-03 /2013		LIMO	36	%	Hidrómetro de Bouyoucos
180-04 /2013		CLASE TEXTURAL	FY	-	Hidrómetro de Bouyoucos
180-05 /2013		GRAVA	19,2	%	Gravimetría
180-06 /2013	CARBONATOS LIBRES		P	-	Reacción ácida
180-07 /2013	pH en agua 1:5		7,29	-	Potenciometría
180-08 /2013	pH en KCl 1N, 1:5		6,84	-	Potenciometría
180-09 /2013	Conductividad eléctrica en agua, 1:5		0,565	dS/m	Potenciometría
180-10 /2013	C A T I O N E S I O	Acidez de cambio (Al+H)	0,04	meq/100 g	Volumetría
180-11 /2013		Calcio	14,79	meq/100 g	Absorción atómica
180-12 /2013		Magnesio	5,29	meq/100 g	Absorción atómica
180-13 /2013		Sodio	0,58	meq/100 g	Emisión atómica
180-14 /2013		Potasio	1,26	meq/100 g	Emisión atómica
180-15 /2013		Total de bases	21,92	meq/100 g	Suma de base
180-16 /2013		C. I. C.	21,97	meq/100 g	Volumetría
180-17 /2013	SATURACIÓN BÁSICA		99,8	%	Cálculo matemático
180-18 /2013	Materia Orgánica		5,51	%	Walkley Black
180-19 /2013	Nitrógeno total		0,29	%	Kjeldahl
180-20 /2013	Fósforo asimilable		133,95	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

**OBSERVACIONES.-**

\*\* Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.

C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

**CLASE TEXTURAL**

F : Franco      Y : Arcilloso  
L : Limoso      YA : Arcilloso Arenoso  
A : Arenoso    FYA : Franco Arcilloso Arenoso

FA : Franco Arenoso.      YL : Arcilloso Limoso  
AF : Arenosos Franco      FYL : Franco Arcilloso Limoso  
FY : Franco Arcilloso      FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.