



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL  
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**USO DE DIFERENTES DOSIS DE CALCIO Y SILICIO PARA  
EL MEJOR CUAJADO DE FRUTOS EN EL CULTIVO DE  
PEPINILLO HIBRIDO EM AMERICAM SLICER 160 F-1 EN  
LAMAS – SAN MARTIN**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER  
MARTHA MADELEIDE MORI PIZANGO**

Tarapoto – Perú  
2012

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL  
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**AREA DE SUELOS Y CULTIVOS**

**TESIS**

**USO DE DIFERENTES DOSIS DE CALCIO Y SILICIO PARA  
EL MEJOR CUAJADO DE FRUTOS EN EL CULTIVO DE  
PEPINILLO HIBRIDO EM AMERICAM SLICER 160 F-1 EN  
LAMAS - SAN MARTIN**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER  
MARTHA MADELEIDE MORI PIZANGO**



---

Ing. M.Sc. Cesar Enrique Chappa Santa Maria  
Presidente



---

Ing. M.Sc. Luis Alberto Leveau Guerra  
Secretario



---

Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz  
Miembro

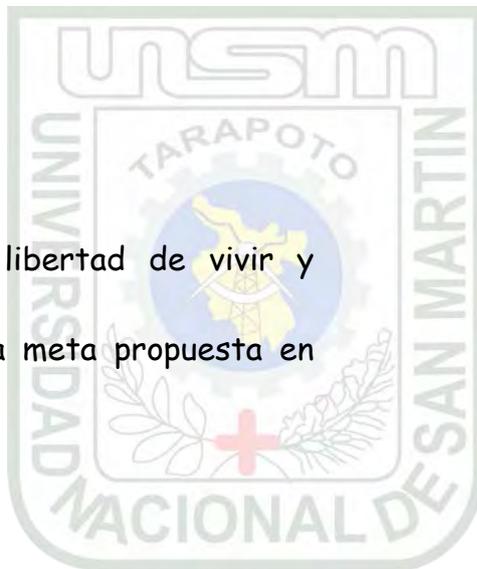


---

Ing. Jorge Luis Peláez Rivera  
Asesor

## DEDICATORIA

A Dios por darme la libertad de vivir y permitirme culminar una meta propuesta en mi vida.



A mi madre: Delmira Pizango Sangama, quien con su hermoso ejemplo de honestidad y fortaleza alienta siempre mi corazón, por su amor de madre y comprensión infinita y a mi padre.

A mis hermanos por el apoyo incondicional que me brindan día a día.

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de San Martín-T, alma mater que contribuyó a mi formación profesional.
- Al Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, por ser ente promotor de brindar sus instalaciones Fundo “El Pacifico”, donde realice el presente proyecto de tesis, además docente y amigo.
- A mis grandes amigos, Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez, Ing. M.Sc. Cesar Enrique Chappa Santa María, Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz e Ing. M.Sc. Luis Alberto Leveau Guerra, que me ayudaron en todo momento durante la realización de la tesis.
- Muchísimas gracias a todas las personas que me ayudaron y me brindaron su colaboración, su sabiduría, su apoyo desinteresado y por sobre todo su gran amistad durante la realización de este trabajo de investigación.

# INDICE

	Pág.
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
3.1 Origen del pepinillo	4
3.2 Clasificación taxonómica	4
3.3 Morfología	4
3.4 Fenología del pepinillo	6
3.5 Requerimientos edafoclimáticos	6
3.5.1 Exigencias en suelo	6
3.6 Exigencias climáticas	7
3.6.1 Temperatura	7
3.6.2 Humedad	7
3.6.3 Luminosidad	8
3.6.4 Híbridos de pepinillo	8
3.7 Labores de campo	10
3.7.1 Preparación del terreno	10
3.7.2 Siembra	11
3.7.3 Tutorado	11
3.7.4 Riego	13
3.7.5 Fertilización	14
3.7.6 Control de plagas	16
3.7.7 Control de enfermedades	17
3.7.8 Cosecha	17

3.7.9	Calcio y Silicio en los cultivos	19
3.7.9.1	Calcio en la nutrición de los cultivos	19
3.7.9.2	Función del calcio en la estructura de la célula	22
3.7.9.3	Efecto de una elevada concentración de calcio	23
3.7.9.4	Relación del calcio con las enfermedades	24
3.7.9.5	Silicio	26
3.7.9.6	Comportamiento del silicio en el suelo	30
3.7.9.7	Moderación de minerales	34
3.7.9.8	El efecto del silicio en la producción y calidad	35
3.7.9.9	Potenciales benéficos económicos	36
3.7.9.10	Sociedad Calcio-Silicio	36
3.7.9.11	Función del Calcio y Silicio en el pH del suelo	37
<b>IV.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>38</b>
4.1	Ubicación del campo experimental	38
4.1.1	Condiciones ecológicas	39
4.1.2	Características edáficas	39
4.1.3	Interpretación del análisis de suelo	39
4.2	Metodología	41
4.2.1	Diseño y características del experimento	41
4.2.2	Tratamientos en estudio	42
4.2.3	Metodología de trabajo en campo	43
4.2.4	Parámetros evaluados	46

<b>V. RESULTADOS</b>	<b>50</b>
<b>VI. DISCUSIONES</b>	<b>59</b>
6.1 Del porcentaje de emergencia	59
6.2 De la altura	59
6.3 De los frutos	61
6.4 Del número de frutos cosechados por planta	63
6.5 Del peso de fruto	65
6.6 De la longitud de fruto	67
6.7 Del diámetro de fruto	68
6.8 Del rendimiento en Tn.ha <sup>-1</sup>	70
6.9 Del análisis económico	72
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>74</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	<b>75</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1	Resultados de análisis de suelo del área experimental	39
CUADRO 2	Datos climáticos del período 2011	41
CUADRO 3	Tratamientos en estudio	42
CUADRO 4	Análisis de Varianza para el porcentaje de emergencia (Datos transformados por $\sqrt{x}$ )	50
CUADRO 5	Análisis de Varianza para la altura de planta en metros	51
CUADRO 6	Análisis de Varianza para el número de frutos por planta (Datos transformados por $\sqrt{x}$ )	52
CUADRO 7	Análisis de Varianza para el número de frutos cosechados por planta (Datos transformados por $\sqrt{x}$ )	53
CUADRO 8	Análisis de Varianza para el peso del fruto en gramos	54
CUADRO 9	Análisis de Varianza para la longitud del fruto en cm	55
CUADRO 10	Análisis de Varianza para el diámetro del fruto en cm	56
CUADRO 11	Análisis de Varianza para el rendimiento en $Tn.ha^{-1}$	57
CUADRO 12	Análisis económico de los tratamientos estudiados	58

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos de las dosis de Ca, respecto al porcentaje de emergencia	50
GRÁFICO 2	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos de las dosis de Si, respecto al porcentaje de emergencia	50
GRÁFICO 3	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis Ca, respecto a la altura de planta	51
GRÁFICO 4	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos de las dosis de Si, respecto a la altura de planta	51
GRÁFICO 5	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Ca, respecto a los frutos por planta	52
GRÁFICO 6	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Si, respecto a los frutos por planta	52
GRÁFICO 7	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Ca, respecto al número de frutos cosechados por planta	53
GRÁFICO 8	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Si, respecto al número de frutos cosechados por planta	53
GRÁFICO 9	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Ca, respecto al peso del fruto expresado en gramos	54
GRÁFICO 10	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Si, respecto al peso del fruto expresado en gramos	54
GRÁFICO 11	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Ca, respecto a la longitud del fruto	55
GRÁFICO 12	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Si, respecto a la longitud del fruto	55
GRÁFICO 13	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Ca, respecto al diámetro del fruto expresado en centímetro	56
GRÁFICO 14	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Si, respecto al diámetro del fruto expresado en centímetro	41
GRÁFICO 15	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Ca, respecto al rendimiento en $Tn/ha^{-1}$	57
GRÁFICO 16	Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Si, respecto al rendimiento en $Tn/ha^{-1}$	57

## I. INTRODUCCIÓN

Entre los alimentos consumidos por el hombre, las hortalizas ocupan un lugar muy importante en la dieta diaria. Las olerizas también mueven una gran economía y demandan mucha mano de obra. El pepinillo (*Cucumis sativus* L.), es importante por su alto índice de consumo en nuestra población, generando de esta manera fuente de oportunidad por su producción en campo, sirviendo de alimento tanto en fresco como industrializado.

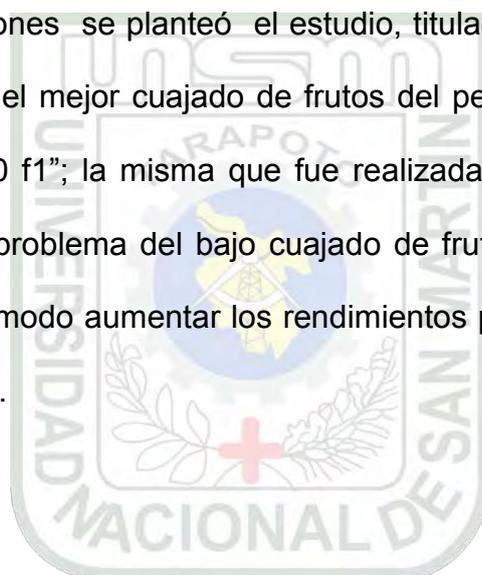
La producción, comercialización y consumo del cultivo de pepinillo en el mundo son cada día mayor y representan un soporte muy significativo en la economía agrícola del productor y para el mejoramiento de la salud de los consumidores de todo el mundo (Aranceta y Pérez, 2006).

En nuestra Región es posible producir pepinillo durante todo el año, gracias a las condiciones edafoclimáticas, favorables que tenemos, más aún si contamos con riego apropiado. Las áreas de producción que existen actualmente en la zona son insatisfechas para el abastecimiento al mercado de la ciudad de Tarapoto, teniendo aproximadamente una hectárea en producción de forma intermitente en la región.

Los horticultores en nuestra Región, vienen cultivando variedades clásicas de pepinillo tales como Market More y el Palomar en las localidades de Lamas, Tarapoto y Bello Horizonte.

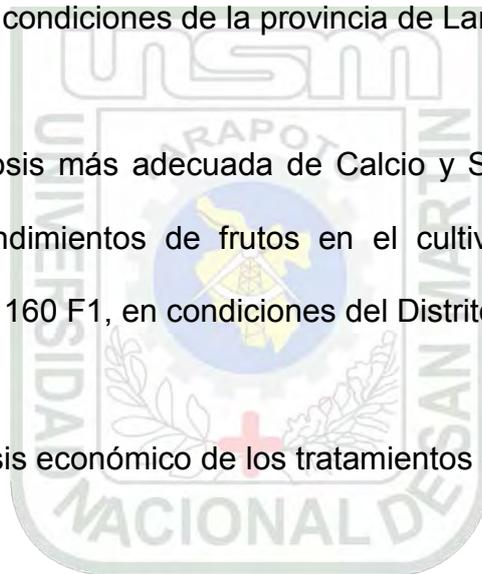
El presente estudio trata del cultivo de un pepinillo híbrido, que tiene características mejoradas de calidad y productividad y con una buena aceptación en el mercado Regional.

Bajo estas consideraciones se planteó el estudio, titulado “Uso de diferentes dosis de calcio y silicio para el mejor cuajado de frutos del pepinillo (*Cucumis sativus* L.) Em americam slicer160 f1”; la misma que fue realizada en la provincia de Lamas, buscando resolver el problema del bajo cuajado de frutos que actualmente ocurre en el cultivo y de este modo aumentar los rendimientos para generar mayor ingreso económico al productor.



## II. OBJETIVOS

- 2.1. Evaluar tres (03) dosis de Calcio y tres (03) de Silicio en el comportamiento agronómico del cultivo de pepinillo híbrido (*Cucumis sativus* L.) EM Americam Slicer 160 f1, en condiciones de la provincia de Lamas.
- 2.2. Determinar la dosis más adecuada de Calcio y Silicio que permitan obtener los mayores rendimientos de frutos en el cultivo de pepinillo híbrido EM Americam Slicer 160 F1, en condiciones del Distrito y Provincia de Lamas.
- 2.3. Realizar el análisis económico de los tratamientos evaluados.



### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Origen del pepinillo

Agronegocios (2004), menciona que el pepinillo *Cucumis sativus*.L, es originario de las regiones tropicales de ASIA (sur de Asia), siendo cultivado en la india hace más de 3000 años. Por otro lado León (1987), manifiesta que el pepinillo posiblemente sea originario de la india. Señala que su cultivo se extendió hacia el cercano oriente y fue conocido por griegos y romanos, extendiéndose hasta el este mas tarde, como a la china.

#### 3.2. Clasificación taxonómica

Marzocca (1985), clasifica taxonómicamente el pepinillo

Reino	:	Plantae
División	:	Fanerogamas
Subdivisión	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledónea
Subclase	:	Arquiclamideas
Orden	:	Cucurbitales
Familia	:	Cucurbitaceae
Género	:	<i>Cucumis</i>
Especie	:	<i>Sativus</i>

#### 3.3. Morfología

Holle y Montes (1995), menciona que la morfología del pepinillo está compuesta por:

**Sistema radicular:** Es muy potente, dada la gran productividad de esta planta y consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepinillo posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello.

- **Tallo principal:** Anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores.
- **Hoja:** De largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino.
- **Flor:** De corto pedúnculo y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, aunque los primeros cultivares conocidos eran monoicos y solamente presentaban flores masculinas y femeninas y en la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, es decir, sólo poseen flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario ínfero.
- **Fruto:** pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que varí desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es

acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento.

### 3.4. Fenología del pepinillo

Holle y Montes (1995), menciona que las etapas del ciclo fenológico del pepinillo son:

**Tabla N° 1: Fenología del pepinillo**

<b>Emergencia</b>	<b>Inicio de emisión de guías</b>	<b>Inicio de Floración</b>	<b>Inicio de cosecha</b>	<b>Fin de cosecha</b>
4 – 6 días	15 – 24 días	27 – 34 días	43 – 50 días	75 – 90 días

Fuente: Holle y Montes (1995)

### 3.5. Requerimiento edafoclimático

#### 3.5.1. Exigencias en suelo

Lindbloms (2003), menciona que el pepinillo puede cultivarse en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica, para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos. En cuanto a PH, el cultivo se adapta a un rango de 5,5- 6,8; soportando incluso pH hasta de 7,5; se deben evitar los suelos ácidos con pH menores de 5,5.

Es una planta medianamente tolerante a la salinidad (algo menos que el melón), de forma que si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada, las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento

es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos.

Si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades. Traves (1962), menciona que el terreno debe ser preparado pasando el subsolador, el arado, la rastra y la surcadora para elaborar las camas o camellones; luego se aplica la fertilización básica para el posterior pase de rotavator.

### **3.6. Exigencias climáticas**

#### **3.6.1. Temperatura**

Segura *et al.*, (1998), mencionan que el pepinillo es menos exigente en calor que el melón, pero más que el calabacín. Las temperaturas que durante el día oscilen entre 20 °C y 30 °C apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25 °C, mayor es la producción precoz. Por encima de los 30°C, se observan desequilibrios en las plantas y temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17 °C ocasionan malformaciones en hojas y frutos. El umbral mínimo crítico nocturno es de 12 °C y a 1 °C se produce la helada de la planta.

#### **3.6.2. Humedad**

Segura *et al.*, (1998), indican que el pepinillo 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.

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

### **3.6.3. Luminosidad**

Segura *et al.*, (1998), mencionan que el pepinillo es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso con días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar mayor es la producción.

### **3.6.4. Híbridos de pepinillo**

Moran (2008), menciona que entre los híbridos de consumo que tienen una buena adaptación al medio y de alto rendimiento en la producción mencionaremos los siguientes:

- **PEPINILLO HÍBRIDO STONEWALL F1**

Híbrido de floración predominantemente femenina y con planta vigorosa. Da una gran producción de frutos cilíndricos muy uniformes, de unos 20 cm de longitud y 6 cm de diámetro, de color verde oscuro. Es resistente a enfermedades propias de este cultivo. Antes de sembrar, dejar la semilla en remojo durante 8-10 horas. Siembra en líneas separadas 1,5 m. Entre

golpes. Después de emerger es necesario aclarar dejando 2 plantas por golpe.

- **PEPINILLO H. PANTHER F1**

Híbrido para mercado fresco. La planta es vigorosa, de guía indeterminada, produce rendimientos destacados. El fruto es de color verde oscuro, recto y uniforme. Es precoz y tiene resistencia al virus del mosaico del pepino, antracnosis y Cladosporium. Ideal para clima medio.

- **PEPINILLO H. SLICE NICE F1**

Híbrido para mercado fresco. La planta es de hábito indeterminado, fruto de un largo aproximado de 21 cm cuando llega a su madurez. Altamente productivo, se puede cultivar tanto a campo abierto como bajo invernadero. Ideal para clima medio.

- **PEPINILLO H. FLAMINGO F1**

Híbrido para mercado fresco, que se caracteriza porque los frutos son partenocárpicos sin semilla y alargados. Tiene una alta producción y es tolerante a mildiu polvoso y *Phytophthora*. La planta es fuerte y rústica. El tamaño es de 32-37 cm y el peso esta entre 425-500 gramos. Se puede cultivar bajo invernadero.

### **3.7. Labores de campo**

#### **3.7.1. Preparación del terreno**

Holle y Montes (1995), mencionan que se debe seleccionar un terreno de preferencia con topografía plana, con un grado de pendiente de 2% como máximo, que disponga de agua para riego si se desea una producción continua. Una vez seleccionado, se procede a tomar las muestras de suelo para su respectivo análisis, inclusive se hace necesario un análisis fitopatológico y nematológico del suelo ya que el pepinillo es susceptible al ataque de nemátodos y hongos del suelo y por lo tanto debemos de prevenir cualquier tipo de problema antes de procedes a sembrar. La preparación del suelo se debe iniciar con la mayor anticipación posible, de modo de favorecer el control de malezas y permitir una adecuada incorporación y descomposición de los residuos vegetales que existen sobre el suelo. Se debe hacer de la mejor forma para contar con un suelo nivelado, firme y de textura uniforme previo a la siembra para un desarrollo optimo del cultivo. Hay que tener en cuenta que las labores de preparación del suelo serán diferentes de un terreno a otro, e inclusive en el mismo lugar, porque dependerá de factores como tipo de suelo, preparación del suelo efectuada en cultivos anteriores, presencia de piso de arado, tipo de malezas, contenido de humedad y capacidad económica del agricultor entre otras. Una posible secuencia de preparación de suelo es la siguiente:

Si existieran problemas de compactación como piso de arado: subsuelo.

- Arado (30 centímetros de profundidad).
- Rastreado (2 pases).

- Nivelado
- Mullido
- Surcado y/o encamado.

Es recomendable levantar el camellón o la cama de siembra por lo menos 20-25 centímetros, para proporcionar un drenaje adecuado al cultivo, en especial en la época lluviosa.

### **3.7.2. Siembra**

Maca (2002), hace mención que el éxito del establecimiento del cultivo está determinado por la calidad de la semilla, condiciones del suelo y la propia labor de siembra. Al momento de la siembra, el suelo debe estar bien mullido, con suficiente humedad y lo suficientemente firme para que la semilla quede en estrecho contacto con la tierra húmeda. Los distanciamientos entre hileras pueden variar entre 0,80 metros y 1,50 metros; por lo que el distanciamiento entre postura y/o plantas oscilan entre 0,15 m y 0,50 metros. La generalidad de agricultores siembras dos semillas por postura. La densidad de población dependerá entonces de los distanciamientos utilizados.

Solorzano (1993), indica que la siembra es una labor que requiere muchos cuidados ya que va a influir en el éxito o el fracaso de la empresa.

### **3.7.3. Tutorado**

Giaconi (1988), menciona que es una práctica imprescindible para mantener a planta, mejorando la aireación general de la planta, favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales

(detallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades. La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta. Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de ese momento se dirige la planta hasta otro alambre situado aproximadamente a 0,5 m, dejando colgar la guía y uno o varios brotes secundarios.

Sarli (1980), dice que el crecimiento de la planta de pepinillo en un tutor, ayuda a aprovechar mejor el terreno, facilita las labores del cultivo (deshierbo y aplicación de agroquímicos), aumenta la ventilación, facilita la cosecha y mejora la calidad del fruto en cuanto a sanidad y apariencia. El tutor para pepinillo consiste en un conjunto de postes cada 3 m, con dos líneas de alambre a 0,8 a 1,5 m de altura, en los cuales se amarran las guías con pabilo.

Agronegocios (2004), dice que el cultivo de pepinillo con espaldera o tutorado es el más recomendado. Su uso se traduce en una mejor disposición de las hojas para aprovechar la energía lumínica y una mayor ventilación, que se traduce en altos rendimientos, menor incidencia de plagas y enfermedades; mejor calidad de frutos en cuanto a forma y color, además facilita la cosecha y permite usar mayores poblaciones de plantas.

- **Espaldera en plano inclinado**

Utiliza tutores de bambú o madera de 2,50 metros de longitud; el tutor vertical se entierra 0,50 metros. La distancia de los tutores en la hilera es de 4 metros; la primera hilera es de alambre galvanizado # 18 o pita nylon, se coloca a una altura de 0,30 m y la distancia entre las hileras siguientes es de 0,40 m. La hechura de las espalderas debe iniciarse antes de que las plantas comiencen a formar guía.

- **Espaldera tipo "A"**

Este tipo de espaldera consta de tutores unidos en un extremo y separados entre en el suelo. La siembra se efectuara a ambos lados de la espaldera.

#### **3.7.4. Riego**

Parsons (1989), indica que durante su ciclo vegetativo, las cucurbitáceas requieren relativamente mucha agua para producir bien. La necesidad mínima de agua es de aproximadamente 500 a 600 mm. Los periodos de demanda crítica de los cultivos de las cucurbitáceas son los siguientes:

- Después de la siembra hasta la emergencia.
- Al momento próximo a la floración.
- Unas dos semanas después de la floración, cuando aparece la segunda floración.
- Durante la formación de frutos.

Con respecto al tipo de suelo, el agua se aplica en suelos ligeros con más frecuencia, pero en láminas más delgada. Los métodos de aplicación pueden ser por surcos, por goteo, o mediante riegos por aspersión. Un riego eficiente es aquel en la que se aplica la cantidad de agua necesaria para humedecer el suelo hasta la profundidad de desarrollo de la raíz. Además, es necesario conocer los meses de lluvia y precipitación en una zona y ejecutar riegos complementarios en los intervalos prolongados sin lluvia.

### **3.7.5. Fertilización**

Misti (2010), la empresa Misti especialista en fertilizantes menciona que el requerimiento nutricional del cultivo de pepinillo para producir 40 Tn/ha es de 170 kg/ha N, 50kg/ha P<sub>2</sub> O<sub>5</sub>, 120kg/ha k<sub>2</sub>o, 60kg/ha MgO, 30kg/ha S. 224kg/ha Ca.

Domínguez (1988), menciona que en los cultivos protegidos de pepinillo en Almería (puerto del sur de España) el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fonológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).

Espinel (2001), menciona que la fertilización se determina de acuerdo al análisis de suelo; recomendando realizar fertilización básica con fósforo y potasio. Durante el ciclo del cultivo se debe adicionar en forma seccionada alrededor de 180 kg de nitrógeno, 120 kg de fósforo, 240 kg de potasio y otros

micronutrientes de acuerdo a sus requerimientos. Se pueden realizar fertilizaciones foliares antes de la floración y quince días después. Los rendimientos alcanzan las 60 toneladas por hectárea. En la siembra, la fertilización se realiza en banda, a la distancia de 5 a 10 cm de la semilla y a 5 cm de profundidad.

Halle y Montes (1995), mencionan que el pepinillo requiere de 100 – 100 – 100 de NPK: usar 200 kg de urea o 450 kg de Sulfato de amonio o 30 kg de Nitrato de amonio y 450 kg de superfosfato simple y 200 kg de potasa, de 3 a 4 g por planta.

Camasca (1994), indica que los pepinillos deben disponer de nutrientes en cada etapa de desarrollo. No es únicamente la cantidad o nivel de reservas en el suelo, si no también la proporción equilibrada entre los diferentes nutrientes que influyen en el desarrollo. Por ello debe ser fertilizado con 50-40-80 de NPK.

Delgado (1993), indica que debemos fertilizar el pepinillo con la fórmula 120-50-50 de NPK; donde recomienda aplicar todo el P, K y 1/3 de N a la siembra y el restante a los 25 días después.

Chirinos *et al.*, (1998), mencionan que el pepinillo necesita 202 de N, 65 de  $P_2O_5$  y 381 de  $K_2O$  para obtener un rendimiento de 45 toneladas por hectárea.

Ynoue (2005), menciona que el pepinillo Market More 76 necesita 202 de N, 65 de  $P_2O_5$  y 381 de  $K_2O$  en suelos con un pH 5.2 y una textura franco arenoso para obtener un rendimiento de 106.428 toneladas por hectárea en condiciones del distrito y provincia de Lamas.

Parsons (1989), indica que el Nitrógeno asegura el crecimiento rápido y fomenta la producción vegetativa de la planta. El cultivo de pepinillo requiere de este elemento durante su establecimiento y en la fase vegetativa. Su deficiencia provoca un pobre desarrollo de la planta y clorosis en las hojas, un exceso en nitrógeno favorece el aumento del follaje en el momento de la floración y fructificación. El exceso de este elemento favorece también la incidencia de enfermedades en las plantas, requiere de 130-80-60 de NPK respectivamente.

### **3.7.6. Control de plagas**

Infoagro (2005), indica que las principales plagas del pepinillo son: (*Diabrotica* sp) importante durante las primeras etapas del cultivo ya que pueden desfoliar completamente las plantas jóvenes; gusanos perforadores del fruto (*Diaphanianitidalis*) y (*Diaphanahyalinata*) importantes durante la etapa de formación del fruto; minador de la hoja (*Lyriomiza* sp). Las larvas construyen galerías en las hojas, ataques severos pueden causar reducciones en la cosecha y en la calidad del fruto. Pulgones, (*Aphisgossypii*) los adultos y ninfas se alimentan de la savia de las hojas provocando clorosis y deformación del follaje, además son vectores de enfermedades virales. Mosca blanca, (*Bemisiatabaci*) es vector de varias enfermedades virales.

### 3.7.7. Control de enfermedades

Infoagro (2005), menciona que las enfermedades que atacan al cultivo de pepinillo son el mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*) los síntomas son manchas de color amarillo claro limitadas por las nervaduras de la hoja, en el envés de la hoja se observan las estructuras del hongo de apariencia algodonosa. Cuando el ataque es severo las plantas se desfolian y la producción se ve reducida considerablemente.

Pudrición de la raíz y el tallo, (*Fusarium solanif.s. cucurbitae*) en la base del tallo se observa una lesión oscura que ahorca a la planta. Antracnosis (*Colletotrichum orbiculare*), se observan manchas húmedas en el follaje que se expanden por la lámina de la hoja de color marrón, puede atacar tanto al follaje como a los frutos. En el follaje los síntomas pueden observarse en el tejido joven.

### 3.7.8. Cosecha

Camasca (1994), menciona que la cosecha se utiliza para consumo fresco o para encurtido, el periodo de cosecha se extiende a un mes o más. El fruto para ser cosechado deberá alcanzar el color verde deseado y el tamaño y formas característicos del cultivar. En el caso del pepino para consumo fresco, los diferentes cultivares alcanzan varios tamaños cuando han llegado a la madurez comercial.

El rango fluctúa entre 20 y 30 cm de largo y 3 a 6 cm. De diámetro. El color del fruto depende del cultivar sembrado, sin embargo, debe ser verde oscuro

o verde, sin signos de amarillento. Los días a cosecha varían de 45 a 60 días, dependiendo del cultivar y las condiciones ambientales. Los frutos se cosechan en un estado inmaduro, próximos a su tamaño final, pero antes de que las semillas completen su crecimiento y se endurezcan. En lo referente al pepinillo de encurtir, los frutos son más cortos y su relación largo diámetro debe ser entre 2,9 a 3,1. Su color debe alcanzar una tonalidad verde claro. Durante la labor de cosecha, los frutos son separados de la planta con sumo cuidado a fin de prolongar la vida del fruto. Una vez cosechado se debe limpiar y embalar para su comercialización. En algunos casos, y cuando el mercado lo permite, los frutos son encerrados con la finalidad de mejorar apariencia y prolongar su vida útil, ya que la cera, reduce la pérdida de agua por evaporación. La cosecha se debe de realizar cortando el fruto con tijeras de podar en lugar de arrancarlo. El tallo jalado es el efecto que se clasifica por grados de calidad.

Los pepinillos para mercado fresco son cosechados a mano. La fruta debe ser cosechada cada dos o tres días para reducir los niveles de sobre tamaño en la planta. La cosecha debe empezar cuando las frutas tienen 6 a 8 pulgadas de longitud y 1,5 a 2 pulgadas de diámetro.

Se requiere de manejo cuidadoso para prevenir daño mecánico, el que va a causar pérdida rápida de agua y desarrollo de enfermedades durante el almacenamiento.

Todos los frutos deben colocarse en cajas de campo plásticas o en cajones de madera y transportadas a las áreas de empackado lo más pronto posible después de la cosecha. Las cajas llenas en el campo deben protegerse de la exposición directa de la luz solar, viento y lluvia.

### **3.7.9 Calcio y Silicio en los cultivos**

#### **3.7.9.1 Calcio en la nutrición de los cultivos**

Villegas *et al.*, (2007), manifiesta que el calcio es un nutrimento esencial para las plantas. Al ser adquirido por las raíces se transporta vía xilema siguiendo el flujo transpiratorio y es distribuido básicamente, por la misma vía hacia todos los órganos de la planta. La concentración de calcio en las plantas fluctúa entre 0,2% y 3,0% del peso seco del tejido de la hoja, con valores de suficiencia del 0,3 al 1,0 % en las hojas de la mayoría de los cultivos; por el reducido transporte del mismo al citoplasma, la mayor cantidad se acumula en forma de cristales de oxalato de calcio en la pared celular y la vacuola. Este nutrimento interviene en numerosas funciones dentro de la planta, como el de ser un segundo mensajero y brindarle estabilidad estructural a la pared y membrana celular.

White, (2001), menciona que el calcio (Ca) es un nutrimento esencial para las plantas. Éste es adquirido de la solución del suelo por las raíces y transportado al tallo vía xilema. La raíz debe balancear la liberación de Ca al xilema con la necesidad de las células individuales de la raíz para usar el Ca citoplásmico  $[Ca^{2+}]_{cit}$  en las señales intracelulares. Lo anterior es la evidencia para la hipótesis actual: el Ca viaja apoplásticamente a través de la raíz a la

banda de Caspari, entonces, éste evita la vía del citoplasma de las células de la endodermis. Es notable que, si bien los canales de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPasas están presentes y podrían catalizar la entrada y salida de  $\text{Ca}^{2+}$  a través del plasmalema de las células de la endodermis, su capacidad de transporte es improbable ser suficiente para la descarga del xilema. Además, parece no haber competencia, o interacciones, entre  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  y  $\text{Sr}^{2+}$  para el transporte al tallo. Esto parece incompatible con una vía simplástica que involucre como mínimo dos tipos de transporte catalizados por proteínas. Lo anterior indica que una cantidad importante de  $\text{Ca}^{2+}$  se transporta por vía apoplástica al xilema. Son desconocidas las contribuciones relativas de estas dos vías de liberación del  $\text{Ca}^{2+}$  al xilema. Sin embargo, la separación funcional de los flujos simplásticos de  $\text{Ca}^{2+}$  (para la nutrición de la raíz y las señales de la célula) y los flujos apoplásticos de  $\text{Ca}^{2+}$  (para transferir al tallo) podrían capacitar a la raíz para satisfacer la demanda del tallo de  $\text{Ca}^{2+}$  sin comprometer el  $[\text{Ca}^{2+}]_{\text{cit}}$  para las señales celulares. Esto también es compatible con la correlación observada entre la tasa de transpiración y el calcio liberado al tallo.

Clarkson (1984), menciona que el transporte del Ca en el xilema ocurre por flujo de masa del  $\text{Ca}^{2+}$  libre, y algo de Ca complejo orgánicamente, y por movimiento cromatográfico a lo largo de los sitios de intercambio de Ca en las paredes del xilema. La competencia entre los sitios de demanda se intensifica cuando la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  en el xilema es bajo y la transpiración es grande.

Las respuestas de crecimiento tópico involucra el bombeo de calcio vacuolar hacia el apoplasto seguido por su migración por medio de gradientes de potencial eléctrico el cual se desarrolla en el apoplasto después de la geoestimulación.

La redistribución de las hojas maduras a los meristemas a través del floema es probablemente baja, si es que ocurre, debido a que en los tubos cribosos no puede haber más que concentraciones micro molares de  $\text{Ca}^{2+}$  libre.

Jones *et al.*, (1991), menciona que la concentración de Ca en las plantas fluctúa entre 0,2 y 3,0 % del peso seco del tejido de la hoja, con valores de suficiencia del 0,3% al 1,0% en las hojas de la mayoría de los cultivos. La concentración más alta se encuentra en las hojas más viejas. Se ha sugerido que la concentración total de Ca no es un valor confiable en relación con la suficiencia, debido a que se acumula en algunas plantas como cristales de oxalato de calcio. Por lo tanto, el Ca extractable puede ser mejor indicador para la suficiencia.

Bush (1995), menciona que el Ca actúa como segundo mensajero en la regulación de una gran variedad de procesos fisiológicos y anatómicos. La regulación del Ca celular es una función esencial, realizado por un conjunto de procesos complejos colectivamente llamado homeostasis de Ca. Algunos de los componentes involucrados en ésta son las bombas ( $\text{Ca}^{2+}$ -ATPasas), transportadores secundarios (antiportes  $\text{H}^+/\text{Ca}^{2+}$ ) y canales iónicos, todos ellos encontrados en el plasmalema y las endomembranas. Una hipótesis

para entender cómo la homeostasis de Ca influye en la acción celular sugiere que son importantes las propiedades espaciales y temporales de los cambios en los niveles de Ca inducidos por estímulos.

### **3.7.9.2 Función del calcio en la estructura de la célula**

Pandey *et al.*, (2000), menciona que la oportunidad y la localización de los cambios de Ca en la célula, junto con los cambios en la actividad de otros mediadores celulares (como vacuolas, las cuales liberan Ca en el momento que se requiera), pueden explicar la variedad y especificidad de las respuestas celulares que son disparadas por el Ca. Los eventos en cascada en señales de Ca involucran, también, proteínas ligadas con este elemento y proteínas kinasas, las cuales, captan, amplifican y traducen la señal de Ca. El desarrollo de este sistema homeostático es evolutivamente antiguo y probablemente refleja una necesidad bioquímica de mantener concentraciones bajas de Ca en el ambiente rico de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  en el citosol. La invención evolutiva, sin embargo, ha convertido este requerimiento en un sistema complejo para regular la función celular a través de fluctuaciones controladas en las concentraciones de Ca.

Hanson (1984), manifiesta que la presencia de Ca en el protoplasto (en concentraciones milimolares) incrementa las uniones entre la pared celular y el plasmalema, y actúa como protección contra iones disruptivos tales como el  $\text{H}^+$  o  $\text{Na}^+$

El Ca está involucrado en el crecimiento polarizado, mitosis y movimiento citoplásmico; en concentraciones relativamente altas en el citoplasma (1 - 10mM) inhibe el crecimiento.

Marme (1993), menciona que el Ca preserva la integridad de la membrana de dos maneras: una, al retrasar los cambios en los lípidos que la conforman debidos a la senescencia; y otra, por el incremento de los procesos de reestructuración.

La deficiencia de Ca modifica la acción selectiva de cationes, induce cambios ultraestructurales y altera el proceso relacionado con la fusión del plasmalema, también, causa la separación de la fase fosfolipídica en membranas artificiales.

### **3.7.9.3 Efecto de una elevada concentración de calcio en las plantas.**

Nonami *et al.*, (1995), menciona que el Ca es un catión relativamente no tóxico en grandes cantidades y las plantas pueden adaptarse a un intervalo amplio de suministro. La toxicidad aparece lentamente y por lo general, puede ser atribuido por un efecto indirecto donde intervienen otros iones

Hanson (1984), menciona que entre los efectos que se pueden presentar en las plantas cuando son sometidas a concentraciones altas de calcio son: detención del crecimiento con base en impedir la extensión de la pared celular, rigidez de la membrana celular y se incrementan los depósitos insolubles en paredes y vacuolas.

Marschner (2002), manifiesta que el incremento en el suministro de Ca, en la mayoría de las especies, aumenta la producción de cristales de oxalato de calcio. En algunas especies el oxalato de calcio podría representar la forma dominante del Ca (como en las hojas maduras del betabe).

En las hojas de las plantas que reciben altas concentraciones de Ca durante el crecimiento o en condiciones de alta intensidad luminosa, la mayor proporción del material de pectato existente es como pectato de calcio. Esto hace que los tejidos sean altamente resistentes a la degradación por las poligalacturonasas. La concentración alta de  $\text{Ca}^{2+}$  de manera que rebase la tolerancia fisiológica, disminuye la fotosíntesis y la interrupción de los flujos de  $\text{K}^+$ .

#### **3.7.9.4. Relación del calcio con las enfermedades de los cultivos**

Villegas-Torres *et al.*, (2007), manifiesta que el calcio está implicado en más de treinta desórdenes fisiológicos de importancia económica de los cultivos debido básicamente a una mala distribución del elemento en los tejidos de los órganos. En tomate, la deficiencia localizada de calcio provoca la pudrición apical y favorece el agrietamiento del fruto, mientras que el exceso induce la formación de la mancha dorada. El calcio juega un papel importante en la resistencia de las plantas a las enfermedades con base en la protección de la pared celular de las enzimas desintegradoras secretadas por los patógenos.

Acosta-Durán *et al.*, (2007), recomienda que al aplicar sulfato de calcio se aumentó el rendimiento del cultivo de cacahuate, la mejor dosis de sulfato de

calcio fue la de 2 ton/ha. La aplicación de biosólido con un nivel de sulfato de calcio mejora la fertilidad del suelo al final de la prueba, por lo cual la aplicación de los productos combinados muestra un efecto positivo a largo plazo. La aplicación de lodos fue benéfica y proporcionó nutrimentos adicionales aumentando el porcentaje de materia orgánica en el suelo.

Hernández (2001), reporta que el calcio  $\text{Ca}^{2+}$  es acumulado por las plantas, especialmente en las hojas donde se deposita irreversiblemente, es un elemento esencial para el crecimiento de meristemas y particularmente para el crecimiento y funcionamiento apropiado de los ápices radicales. La fracción principal de este  $\text{Ca}^{2+}$  está en las paredes celulares o en las vacuolas y organelos como sales de ácidos orgánicos, fosfato o fitato y puede ser especialmente alta en plantas sintetizadoras de oxalato. El oxalato de calcio, es un producto insoluble que se deposita en la vacuola, esto constituye quizás una función antitóxica. El calcio es un componente de la lámina media, donde cumple una función cementante como pectato cálcico.

El  $\text{Ca}^{2+}$  tiene la función de impedir daños a la membrana celular, evitando el escape de sustancias intracelulares, cumpliendo un papel estructural al mantener la integridad de la membrana. Es curioso constatar que, ciertas algas y hongos parecen no tener necesidad de calcio o a menos que el calcio no actúe sino como un oligoelemento. Se piensa que el calcio actúa como un regulador de la división y extensión celular, a través de la activación de una proteína modulada por  $\text{Ca}^{2+}$  (calmodulina), Hernández (2001).

El calcio parece actuar modulando la acción de todas las hormonas vegetales, regulando la germinación, el crecimiento y senescencia. Retarda la senescencia y abscisión de hojas y frutos. El ión calcio juega un papel importante en el desarrollo vegetal y regulación metabólica; un aumento en la concentración del calcio citoplasmático, activa la enzima 1,3  $\beta$ -glucan sintetasa, situada en la membrana plasmática, dando lugar a la formación de callosa. El ión calcio libre, se reconoce actualmente como un regulador intracelular importante de numerosos procesos bioquímicos y fisiológicos.

Los cultivadores conocen bien que el calcio actúa como un elemento esencial en las funciones estructurales y metabólicas de las plantas superiores. Es interesante, la manera en la cual el calcio parece asistir, mejor (reemplazar) algunas funciones tradicionales del Si, este refuerza el argumento de que el Si mismo es un elemento importante. En algunas plantas, la deficiencia de Ca es reemplazado parcialmente por Si y viceversa (University of California, 2001).

#### **3.7.9.5 Silicio**

Pinedo (2011), se obtuvieron índices de cuajado de frutos por planta considerables en el cultivo de pepino obteniéndose valores promedios a 13,3 frutos cuajados por planta en el Tratamiento T3 (2400 ml. de Si/ha), a comparación del tratamiento testigo T0 (Sin aplicación de Si), quien mostró el índice promedio más bajo con 8 frutos cuajados por planta.

Se evaluaron las dosis y el efecto de la aplicación de Si en las plantas de pepinillo híbrido (STONEWALL F1), observándose un efecto benéfico sobre éstas, pudiéndose observar que el tratamiento T3 (2400 ml. de Si/ha), mostró los valores promedios más altos en los índices de productividad siendo estos: Un promedio de 65 frutos por planta, un promedio de 13,3 frutos cuajados por planta, un promedio de 10,47 cm de diámetro por fruto, una longitud promedio de 25,53 cm por fruto y un peso promedio de 575,67 gr. por fruto cosechado, así mismo arrojó la ganancia más alta siendo de S/. 43636.32, seguido de los tratamientos T2 (1800 ml. de Si/Ha) y T1 (1200 ml. de Si/Ha), siendo el tratamiento testigo T0 (Sin aplicación de Si), quien arrojó los valores promedios más bajos, pudiéndose determinar que conforme se iba reduciendo la dosis de Si en las plantas de pepinillo, se iban reduciendo de manera significativa sus potenciales productivos, demostrándonos que el papel del Si en el cultivo de pepinillo es muy importante.

García (2011), los tratamientos con aplicación de la solución enriquecida con silicio: T2 (5 cc), T3 (10 cc) y T4 (15 cc) tuvieron mayor precocidad de brotamiento después de la poda de rehabilitación del café, sin existir significación estadística entre ellos. T4 (15 cc Si) fue el más precoz brotando a los 30,20 días, superior a T0 (Testigo absoluto) y T1 (A.O sin Si), que brotaron a los 33,42 y 34,02 días, respectivamente. Esto manifiesta el efecto benéfico del silicio en la aceleración de la aparición de brotes después de la poda de la planta de café.

La dosis 15 cc de Si (T4), indujo el mayor número de brotes/planta con 10.03 brotes en promedio, superando a los demás tratamientos T0, T3, T1, T2, estadísticamente iguales, cuyos promedios de brotamiento fueron: 8,63; 8,30; 7,90 y 7,37 brotes/planta, respectivamente. Esto se explica en razón a la mayor cantidad de Silicio aplicada que beneficia a nivel de suelo y de células en los brotes, induciendo mayor número de ellos por estar mejor abastecidos de nutrientes.

En cuanto a tamaño de brotes, los tratamientos T3 (10 cc Si) y T4 (15 cc Si), sobresalieron con un promedio de 18,09 cm y 17,91 cm por brote, respectivamente. Los tratamientos T2, T1, T0 fueron de menor tamaño con 16,66 cm, 15,91 cm y 15,82 cm de crecimiento. Lo anterior evidencia de nuevo que las mayores dosis de silicio aplicado al suelo dieron los mejores resultados.

El tratamiento T3 (10 cc Si) tuvo el diámetro de brotes más sobresaliente con 5.56 mm, en tanto que los tratamientos T4, T1, T0, T2, tuvieron diámetros de 4,78 mm; 4,71 mm; 4,64 mm y 4,56 mm, respectivamente, siendo menores que el anterior, aunque estadísticamente iguales. El resultado superior de T3, es una manifestación importante de que el Sílice la dosis que se aplicó intervino para favorecer el engrosamiento de los brotes.

Respecto a número de ramas por brote, el tratamiento que sobresalió fue T4 (15 cc Si) con 3,94 ramas. A este le sigue el tratamiento T3 (10 cc Si) con 3,3 ramas, luego los tratamientos T1 (5 cc Si) y T2 (10 cc Si) con 2,93 y 2,87

ramas, respectivamente. El último lugar ocupa el tratamiento T0 (testigo absoluto) con 2,54 ramas por brote. Se resalta que los tratamientos con mayores dosis de aplicación de silicio (T4 y T3), fueron los que mejores respuestas dieron. Esto vuelve a demostrar los beneficios del Silicio en este caso favoreciendo la aparición de un mayor número de ramas por brote después de la poda.

Sephu (2009), afirma que el tratamiento de los suelos con Silicio biogeoquímica mente puede optimizar la fertilidad del suelo mejorando las propiedades hídricas, físicas y químicas del mismo, favoreciendo la asimilación de nutrientes. Por otra parte, la fertilización con Silicio puede aumentar la absorción de fósforo en los suelos ya que desbloquea formas fijadas de P en el suelo y lo pone en formas disponibles para poder ser asimilado por las plantas.

Horna (2007), manifiesta que el Silicio refuerza a la planta su capacidad de distribución de carbohidratos requeridos para el crecimiento y producción.

Brady (1992), indica que cuanto mayor cantidad de silicio soluble activo esté presente, mejor serán los beneficios para el suelo y la planta.

Brady (1992), afirma que si bien la cantidad de fertilizante silicatado a aplicarse aún no ha sido determinada para la mayoría de suelos y cultivos, pero todo indica que cuanto mayor cantidad de silicio soluble activo esté presente, mejores serán los beneficios para el suelo y la planta.

Caicedo y Chavarriaga (2008), en Colombia evaluaron el efecto de la aplicación de dosis de silicio sobre el desarrollo en almácigo de plántulas de café. Estos afirman que los resultados obtenidos permitieron ratificar la influencia del silicio en complemento con abonos orgánicos, en el mayor desarrollo y crecimiento de brotes, al igual que el mayor número de hojas, lo que influencia necesariamente en el peso seco total. Además indican que la misma tendencia encontraron en el crecimiento de la raíz, parte aérea y diámetro de tallo de los brotes a los seis meses de edad.

Horna (2007), menciona que entre los beneficios del Si para las plantas es que: protege la fase de reproducción, provee fortaleza estructural y proporciona mecanismos naturales de defensa contra el ataque de enfermedades e insectos. El Si también está involucrado en los mecanismos que aumentan la tolerancia de las plantas al estrés medioambiental: sequía, temperaturas extremas, etc. Por otro lado, el Silicio tiene acción sinérgica con el Ca y Mg mejorando la vida de las cosechas.

#### **3.7.9.6. Comportamiento del silicio en el suelo**

Quero (2006), indica que la intemperización de minerales, aluminio-silicatos a minerales arcillosos, es un ejemplo de reacciones incongruentes que ocurren activamente en un suelo agrícola. Teniendo efecto a partir de que los minerales del suelo reaccionan con el agua de riego o lluvia y componentes del ambiente, produciendo compuestos que pasan a la solución del suelo mas la arcilla-degradada sólida, con un contenido menor de silicio y cationes, calcio, potasio, etc. Estas reacciones de intemperización se pueden escribir

en términos de la disponibilidad de agua ( $H_2O$ ), protones hidrogeno (I-T), bióxido de carbono ( $CO_2$  (g)) y ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ), provenientes del medio ambiente del suelo y que la aplicación de tecnologías agrícolas pueden regular con precisión y oportunidad. Otro factor que promueve las reacciones de intemperización es el tamaño de las partículas de arcilla y la temperatura. Por ejemplo la intemperización del mineral feldespato llamado ortoclase ( $KAlSi_3O_8$  (s)) al mineral arcilloso llamado caolinita ( $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ (s)) es una importante reacción en suelos de clima húmedo. Nosotros podemos escribir la reacción en términos de  $H^+$  y agua ( $H_2O$ ).

Como se observa, el silicio en la forma de  $H_4SiO_4$  se incorpora a las arcillas, incrementando la capacidad de intercambio catiónico, además de que mejora la capacidad de movilización de nutrientes y su retención catiónica, impidiendo la lixiviación de minerales solubles y en estado iónico, adicionalmente el pH del suelo se torna alcalino a consecuencia de los silicatos.

Las técnicas de manejo de suelos, para la mejora de los niveles de silicio en el suelo, son a través de:

1. El agua de riego puede ser una buena fuente de silicio disuelto, para ello es importante conocer la concentración de todos los elementos minerales contenidos en ella. De manera general las aguas obtenidas de manantial o pozo, próximas a regiones volcánicas, contienen concentraciones que permiten aportar al cultivo entre 10 y 20 kilos de silicio en la forma de ácido ortosilícico, por cada lámina de riego de 50 mm.

2. Aplicación de compostas, sobre todo aquellas provenientes de la actividad ganadera y enriquecidas durante su proceso, con minerales ricos en silicio. Estos materiales pueden aportar de 40 a 60 kg de silicio por tonelada de composta. Además de otros nutrientes importantes, como son el nitrógeno, potasio, carbono, etc.
3. La aplicación de fertilizantes minerales de nueva generación, como el SILIFERTIDOL que por sus diferentes presentaciones, pueden aporta, de 90 a 150 kilos de silicio amorfo, biogeoquímicamente disponible, por tonelada de producto.
4. La recuperación y aprovechamiento de esquilmos agrícolas, son también una fuente de silicio, sobre todo aquellos obtenidos a partir del cultivo de arroz y caña de azúcar, que pueden contener hasta un 4% de silicio.
5. El suelo puede disponer de 800 ton/ha de silicio, en la capa arable de 25 cm, en suelos francos altamente productivos. Se estima que niveles por debajo de 300 Tn/ha, son improductivos o bien ya no es posible la actividad agrícola rentable, ni de subsistencia.

Bent (2008), menciona que en los suelos, el silicio se libera lentamente en pequeñas cantidades a través de la acidificación de los silicatos por medio del ácido carbónico producido por la respiración de los microorganismos del suelo y las larvas, también se acidifican los silicatos con los ácidos orgánicos débiles y enzimas producidas por las raíces de las plantas y los microorganismos. El silicio también lo requieren los microorganismos del suelo y representan una medida importante de la fertilización del mismo. Sin embargo, la FAO calcula aproximadamente 210 – 224 millones de toneladas

de silicio disponibles para que las plantas se renueven del suelo cada año con la cosecha de los cultivos y/o sus sistemas de raíces. Esto tiene resultados extremadamente negativos por la fertilidad del suelo, la erosión y la nutrición.

Cuando el silicio se libera de los minerales, una parte es inmediatamente atrapada por otros elementos libres presentes en el sistema agua – suelo, en las partículas del suelo o en el campo periférico de las raíces de las plantas. El Aluminio y el ácido Fosfórico tienen particular afinidad con el silicio. También puede combinarse con compuestos orgánicos. Una parte se pierde por lixiviación. Además, solamente una pequeña parte del silicio restante se queda disponible para la captación de las raíces de las plantas ya que al ser una molécula pequeña y sumamente inestable se polimeriza rápidamente formando una cadena larga de moléculas biológicamente inactiva (silicio coloidal y gel de silicio).

Ramm (2008), indica que el Silicio aumenta la nutrición de P en las plantas de un 40 a 60 % sin la aplicación de fuentes fosfatadas e incrementa la eficiencia de la aplicación de roca fosfórica de un 100 a 200 %, previniendo la transformación del P en compuestos insolubles. El Silicio, como mejorador del suelo, puede reducir la lixiviación de los nutrientes en los suelos arenosos, especialmente N y K, guardándolos en una forma disponible para la planta.

Aixtron (2009), indica que los suelos, dependiendo de la Capacidad de Intercambio Catiónico que posean, pueden adsorber los nutrientes en las cargas eléctricas de los coloides, unos con mayor o menor fuerza de

adsorción, dificultando en algunos casos su absorción por las plantas. Para lograr que los nutrientes entren a la Solución del suelo, el Silicio se intercambia con éstos, quedando (el Silicio) adherido a los coloides, liberándolos y permitiendo de ésta manera que queden disponibles para las plantas. Al aplicarse fertilizantes como fuentes de Fósforo, una gran cantidad de este no alcanza a ser tomado por las plantas, presentándose en el suelo reacciones que insolubilizan el fósforo, siendo las siguientes las más comunes (Quero, 2008).

#### **3.7.9.7. Moderación de Minerales**

El silicio aumenta la absorción de Fósforo (P) en las partículas de aluminio – silicato de la arcilla del suelo. Esto reduce grandemente la lixiviación de P y potasio especialmente en los suelos más livianos. Sin embargo, el P absorbido en las partículas del suelo queda disponible para las plantas y se mejora la fertilidad del suelo.

El silicio en el suelo permite aumentar la captación de Potasio (K). la aplicación foliar de silicio reemplaza el tratamiento de las plantas con Potasio para endurecer las frutas y promover su maduración. El silicio aumenta la tolerancia de la planta a los altos niveles de Nitrógeno, esto es extremadamente importante al considerar el aumento de la productividad (Bent, 2008).

### 3.7.9.8. El efecto del Silicio en la producción y calidad

Los cultivadores necesitan obtener máxima producción para poder mantenerse en el negocio (sobre todo de Nitrógeno) comprometen la calidad nutritiva y de post cosecha (por ejemplo, cascara muy débiles en la Zanahoria). El suministro de adecuado silicio durante el cultivo contrarresta tales características negativas.

La producción intensiva en horticultura, sobre todo bajo condiciones de invernadero, somete a las plantas a más estrés. Las plantas están forzadas a ser más productivas y a crecer más rápido, sometidas a los modernos protocolos para economizar energía. Frecuentemente tal estrés tiene el resultado de una escasez de silicio causado por una presión de turgencia inadecuada para elevar el agua, silicio y minerales (Ca incluido) a los puntos de crecimiento de la planta. Si a las células jóvenes y elásticas les falta silicio, si el tejido resultante de la planta estará altamente propenso al colapso bajo condiciones de la alta presión de turgencia.

En contraste, una parte del gel de Sílice depositado alrededor y encima de los estomas debido a la evaporación, se cristaliza como Sílice. Esto reduce la transpiración y por lo tanto la captación de Ca.

El gel de Sílice y los complejos de Sílice depositados en la epidermis / cutícula de la hoja también pueden ayudar a reducir la pérdida de humedad y puedan afectar los llamados “punto de goteo de la hoja” en algunas especies. Estos efectos de silicio ayudan a la planta a mantener su balance de agua

según el medio ambiente cambiante. La epidermis / cutícula más fuerte y más gruesa también otorga a las hojas mayor resistencia a los patógenos micóticos, insectos dañinos, y el estrés hídrico (Bent, 2008).

#### **3.7.9.9. Potenciales beneficios económicos**

Un cultivador puede calcular la efectividad del costo de aplicar un fertilizante Silícico, una vez que tiene un buen cálculo del promedio de ingreso bruto extra (por m<sup>2</sup> o Ha) por aumento de producción más ingresos extras por mejor calidad (precios con prima). Agregue el valor obtenido la reducción en la aplicación de fungicidas, insecticidas y fertilizantes para obtener la ventaja económica bruta total. Reste el costo del producto silicio aplicado. Los cálculos de cultivadores incluyen: USD 1 326/ha/cultivo para zanahoria y 890/ha/cultivo para calabaza (usando Zeolita y Silicato de calcio puro respectivamente). Esto significa una gran ventaja económica potencial cuando se multiplica por hasta una pequeña porción del área global de producción (Bent, 2008).

#### **3.7.9.10. Sociedad Calcio – Silicio**

Bent (2008), el Silicio desempeña un rol importante en la regulación de la captación y balance de minerales en las plantas. Ambos elementos parecen inseparablemente presentes en el mantenimiento de la integridad y fortaleza de la pared celular y en varias funciones metabólicas involucradas en el crecimiento y desarrollo. Se necesita cierta concentración de silicio en el agua – suelo para que el Ca presente que es más bien inmóvil, se torne disponible para ser captado por las plantas. El silicio refuerza el sistema vascular. Como

resultado, las plantas pueden elevar más agua en el corriente de transpiración y en esa agua, algo del Ca presente en el suelo o medio de cultivo. Ha sido una opción selectiva en las plantas superiores a favor del Ca. Pero la mayoría de las plantas parecen que pueden beneficiarse del silicio (sea que acumule silicio o no).

#### **3.7.9.11. Función del Calcio y Silicio en el pH del suelo**

Kamprath (1980), indica cuando se emplea calcio en un suelo se reemplaza al aluminio, el aluminio se hidroliza en solución formando hidróxido de aluminio e  $H^+$ , mientras el pH de la solución aumenta la hidrolisis continua con la formación de  $Al(OH)^3$  que al subir el pH la disponibilidad de nutrientes para la planta es mayor.

Horna (2007), menciona que el silicio, al incrementar los iones baja el contenido de aluminio y hierro de esta forma actúa como regulador del pH del suelo por mecanismo electroestático “bloquea” al Fe, Al y Mn, elementos causantes de la acidez de los suelos, permitiendo liberar al Ca, P, K, Mo, Zo, B, etc. De esta forma el sistema radical de la planta al tomar los elementos con mayor facilidad logra aumentar la biomasa o población de raíces, de donde a mayor desarrollo del sistema radical, mayor absorción de nutrientes, a mayor absorción de nutrientes mayor vitalidad y producción de la planta.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo “EL PACÍFICO” de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado en el distrito y provincia de Lamas, departamento de San Martín el cual presenta las siguientes características:

#### a. Ubicación política

Distrito	:	Lamas
Provincia	:	Lamas
Departamento	:	San Martín
Región	:	San Martín

#### b. Ubicación geográfica

Latitud Sur	:	06° 20' 15"
Longitud Oeste	:	76° 30' 45"
Altitud	:	835 m.s.n.m.m

#### c. Fisiografía

El terreno es de pendiente moderada, las parcelas están construidas en graderías o terrazas con una pendiente mínima de 0,5 % aproximadamente.

#### 4.1.1 Condiciones ecológicas

Holdridge (1985), indica que el área de trabajo se encuentra en la zona de vida de Bosque seco Tropical (bs – T) en la selva alta del Perú.

#### 4.1.2 Características edáficas

En el área donde se realizó el trabajo de investigación fue en el fundo “Pacífico” de la Provincia de Lamas la cual se tomaron muestras del suelo al azar, con la finalidad de conocer las características físico-químicas de suelo para luego ser enviadas al laboratorio de suelos.

**Cuadro 1: Resultados de análisis de suelo del área experimental**

Arena%	56.20
Arcilla%	31.80
Limo%	12.00
Clase textural	Franco arcillo arenoso
pH	5.32
C.E.(Ds/cm)	1.20
Nitrógeno%	-
Fósforo (ppm)	5.00
Potasio (ppm)	91.26
Materia orgánica%	2,24
CaCO <sub>3</sub>	-
Ca <sup>++</sup> (meq/100gr de suelo)	5.50
Mg <sup>++</sup> (meq/100gr de suelo)	1.10
K <sup>+</sup> (meq/100gr de suelo)	0.13
Al <sup>+</sup> H(meq/gr de suelo)	0.90

Fuente: Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM (2011) Tarapoto

#### 4.1.3 Interpretación del análisis de suelo

- a. **Análisis físico mecánico:** La textura del suelo expresa la proporción de las partículas de arena, limo y arcilla que tiene una muestra suelo y es la representación del campo muestreado, de acuerdo a estos porcentajes se puede calificar a este suelo como una textura Franco Arcilloso Arenoso de

buen drenaje que deja pasar el agua con mucha facilidad y se encuentra gran cantidad de macro poros.

**b. Análisis químico:** Expresa el contenido de los principales nutrientes o elementos que influyen en el rendimiento del cultivo entre los principales tenemos el Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio y Magnesio, basados en estos resultados realizar los cálculos de abonamiento.

- **Textura:** Indica un suelo Franco Arcillo arenoso ( $d_a = 1,25$  g/cc) con mayor proporción de arena de 56,2%. Buen drenaje.
- **pH:** Reacción Ácida, contenido de bases bajo.
- **C.E:** Nivel bajo de sales normal para el desarrollo de cualquier cultivo, sin ningún problema.
- **CaCO<sub>3</sub>:** Bajo contenido de carbonatos de calcio.
- **N:** Tiene un contenido medio de nitrógeno por tener un contenido medio de materia orgánica equivalente a 75,6/Kg. N/ ha/ año.
- **P:** El fósforo asimilable se encuentra en un nivel medio de 28,75 Kg. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ Ha, debido a que este elemento es lento en solubilidad y su importancia para el cultivo, es recomendable suministrar este elemento como fosfato de amonio.
- **K:** El potasio disponible se encuentra en un nivel bajo, de 91,26 Kg de K<sub>2</sub>O/ ha disponible en el suelo, por lo que se recomienda la aplicación de Cloruro de Potasio por planta.
- **M.O:** La Materia orgánica se encuentra en un nivel medio (2,24%), que está relacionado directamente con el contenido de nitrógeno, recomendándose este elemento de acuerdo al requerimiento del cultivo.

### c. Datos climáticos

**Cuadro 2: Datos climáticos del periodo 2011**

<b>Año</b>	<b>Meses</b>	<b>Humedad %</b>	<b>Temperatura media (°C)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
<b>2011</b>	<b>Agosto</b>	<b>83</b>	<b>23,41</b>	<b>40,4</b>
	<b>Septiembre</b>	<b>82</b>	<b>24,19</b>	<b>76,2</b>
	<b>Octubre</b>	<b>83</b>	<b>24,95</b>	<b>45,4</b>
	<b>Total</b>	<b>248</b>	<b>72,55</b>	<b>162,0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>83,6</b>	<b>24,18</b>	<b>54</b>

Fuente: SENAMHI, del periodo (2011)

## 4.2 Metodología

### 4.2.1 Diseño y características del experimento

Para la ejecución de este trabajo de investigación se utilizó el Diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 bloques y 7 tratamientos teniendo 21 unidades experimentales.

Los componentes en estudio fueron:

a) Cultivo: Pepinillo híbrido Em Americam Slicer 160 F1.

Fue adquirida en la empresa Semillera Manrique (Lima – Perú) su procedencia de América (USA) Pureza 99%, poder germinativo 85% y contiene aproximadamente 5 000 semillas por envase

b) Dosis de Calcio: 224, 300 y 350 kg/ha

c) Dosis de Silicio: 50, 100 y 150 kg/ha

d) Fuentes aplicadas MgOCaO (magxical) y MgOSiO (Magneklin Silicio)

#### 4.2.2 Tratamientos en estudio

Se desarrolló dos trabajos de investigación en paralelo, los tratamientos en estudio fueron tres (03) dosis de calcio y tres (03) de silicio y un testigo para cada experimento con tres repeticiones con un total de 12 unidades experimentales por experimento, la ejecución del experimento se llevó a cabo entre los meses de agosto del 2011 hasta finales del mes de octubre del 2011. Utilizando para dicho experimento semillas de pepinillo híbrido Em Americam slicer 160 F1.

**Cuadro 3: Tratamientos en estudio**

<b>Tratamientos con Calcio</b>	<b>DOSIS</b>	<b>DOSIS DE PRODUCTO COMERCIAL DE MAGXICAL (62%) Y</b>
T0 (testigo)	Sin fertilización	Sin fertilización
T1	350 kg/ha de Ca	564.5 kg de Mg.Cao/ha
T2	300 kg/ha de Ca	483.8 kg de Mg.Cao/ha
T3	224 kg/ha de Ca	361.2 kg de Mg.Cao/ha
<b>Tratamientos con Silice</b>	<b>DOSIS</b>	<b>MAGNEKIL SILICIO (42%)</b>
T0 (testigo)	Sin fertilización	Sin fertilización
T1	150 kg/ha de Si	357.1 kg de Mg.Sio/ha
T2	100 kg/ha de Si	238 kg de Mg.Sio/ha
T3	50 kg/ha de Si	119 kg de Mg.Sio/ha

### 4.2.3 Metodología de trabajo en campo

- a. **Preparación del terreno.** Inicialmente se realizó el desmalezado y limpieza del terreno, luego se procedió a remover el terreno con la ayuda de un motocultor por 2 horas realizando el trabajo de arado al suelo.



Foto 1: Preparación del Terreno

- b. **Demarcación del terreno.** Luego del arado, se procedió a la división del área donde se desarrolló el trabajo experimental, el área se dividió de la siguiente manera: 3 bloques divididos en 7 tratamientos por bloque, esta actividad se realizó con la ayuda de estacas, wincha, hilo rafia, etc,
- c. **Aplicación de fertilizantes.** La aplicación de las dosis de los fertilizantes utilizados en el experimento se realizaron al momento de la demarcación de los tratamientos y bloques faltando ocho días antes de la siembra mediante el sistema de boleado, seguidamente siendo removida por una lampa para que sea incorporado uniformemente, según las dosis de elemento fertilizante y producto comercial como se indica en el cuadro N°3, siendo posteriormente nivelado el terreno con la ayuda de un rastrillo.

- d. **Siembra.** Se procedió a la siembra directa en surcos mellizos en el terreno preparado y demarcado, después de una semana de la aplicación de los fertilizantes; depositando una semilla por golpe y considerando una densidad de 33,333 plantas.ha-1 y a una distancia de 1,5 x 0,4 m y una área neta de 3 x 0,8 en surcos mellizos).



Foto 2: Siembra de pepino

- e. **Riegos** El riego se realizó por goteo con una manguera .de acuerdo a las condiciones de humedad del suelo.
- f. **Aporque.-** El aporque se realizó a los 15 días después de la siembra, que consistirá en acumular tierra en la base del tallo con la ayuda de un azadón, con la finalidad de mantener la humedad del suelo y facilitar el desarrollo radicular.
- g. **Instalación de tutores.** La instalación de los tutores se realizó a los 15 días después de la siembra. Para el establecimiento de los tutores en espaldera. se utilizó sinchinas de 2,50 metros de largo, 10 kilogramos de alambre galvanizado N°14 y caña bravas. Los postes serán puestos a 4 metros de distancia formando una hilera, de cañas bravas colocadas en

medio de cada poste de la hilera. Con la finalidad de buscar el crecimiento vertical de las plantas.



**Foto 3:** Establecimiento de espalderas

- h. Colocación de, rafia y amarrado.** Se procedió a amarrar con rafia a las plantas en el alambre, el tipo de amarre se dio tipo lazo para facilitarnos posteriormente cambiar el amarre a medida que la planta fue creciendo. Esto se realizó a los 21 después de la siembra.
- i. Control fitosanitario.** El control de plagas y enfermedades se realizó en forma preventiva, la aplicación de microorganismos benéficos durante todo el periodo vegetativo de la planta, se aplicó cada 8 días la misma dosis.
- j. Control de malezas.** La eliminación de malezas se realizó a los treinta días, después de la siembra siendo una sola campaña de desmalezado y se hizo en forma manual de acuerdo a la incidencia.
- k. Cosecha.** La primera cosecha se realizó a los 45 días después de la siembra cuando los frutos alcanzaron su madurez de mercado (frutos de un color verde intenso). Luego las posteriores cosechas se realizó semanalmente.

- I. **Evaluaciones.** Las evaluaciones se realizó semanalmente de acuerdo a los parámetros establecidos para el experimento.

#### 4.2.4 Parámetros evaluados

##### A. En el Cultivo

- a. **Porcentaje de emergencia,** el cual se produjo a los 8 días después de la siembra en campo definitivo.



Foto 4: Emergencia del pepinillo

- b. **Altura de Plantas.** Se midió desde la superficie del suelo hasta la parte apical de la planta y se tomo muestra de 10 plantas por tratamiento, esta evaluación se hizo semanalmente hasta el final de la cosecha. Esta labor se realizó con la ayuda de una wincha.



Foto 5: Altura de Planta del pepinillo

- c. **Floración:** El inicio de floración se observó a los 21 después de la siembra y el final de floración se ocurrió hasta el último día de la cosecha.
- d. **Fructificación.** Se contaron el número de frutos producidos por planta, el número de plantas evaluadas fue de 10 plantas por tratamiento; este parámetro se evaluó hasta el final de ciclo de cosecha. Del mismo modo conforme iban cuajando los frutos se contaron el número de frutos que lograron cuajar y estuvieran óptimos para su comercialización.



**Foto 6:** Frutos cuajados del pepinillo

- e. **Peso de Frutos.** Se pesaron 10 frutos por planta de cada uno de los tratamientos en estudio, esta labor se realizó con la ayuda de una balanza de precisión.



**Foto 7:** Peso de Frutos de pepinillo

- f. **Longitud del fruto.** Se procedió a medir el tamaño del fruto desde el ápice distal hacia el ápice terminal. Para lo cual se tomó frutos de las plantas a evaluar por tratamiento de los respectivos bloques en estudio.
- g. **Diámetro de fruto.** Se procedió a medir con bernier el diámetro del fruto la cual fue medida en cm la que se tomó los frutos de las plantas a evaluar por tratamiento de los respectivos bloques en estudio.



Foto 8: Diámetro de frutos de pepinillo

- h. **Número de frutos cosechados por planta.** Se evaluó el total de frutos cosechados durante las tres cosechas de las plantas evaluar por tratamiento de los respectivos bloques.
- i. **Rendimientos de frutos en  $Tn.ha^{-1}$ .** Este parámetro se calculó en base al peso promedio en  $Kg./planta^{-1}$  de cada tratamiento, luego se multiplicó por la densidad de siembra por hectárea.



**Foto 9:** Rendimiento de pepinillo

#### **J. Análisis económico**

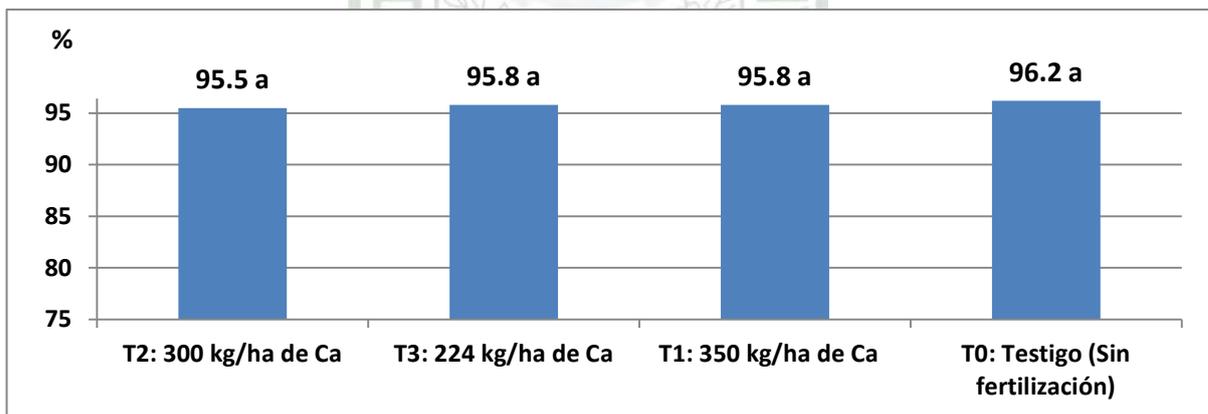
El análisis económico se realizó en base a los costos de producción calculado por tratamiento y proyectado a una hectárea. Se calculó así mismo el valor bruto de la producción por cada tratamiento y luego se estableció la relación beneficio/costo.

## V. RESULTADOS

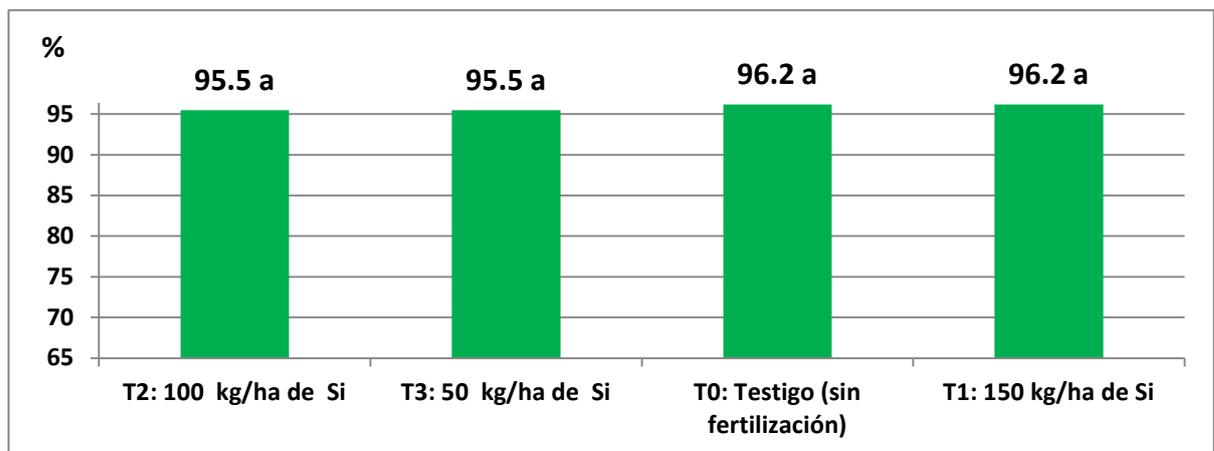
**Cuadro 4: Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia (datos transformados por  $\sqrt{x}$ )**

F.V.	GL	Tratamientos con Calcio		Tratamientos con Silice	
		Suma de cuadrados	P-valor	Suma de cuadrados	P-valor
<b>Bloques</b>	2	0.004	0.503 N.S.	0.005	0.187 N.S.
<b>Tratamientos</b>	3	0.002	0.873 N.S.	0.003	0.455 N.S.
<b>Error Experimental</b>	6	0.015		0.007	
<b>Total</b>	11	0.020		0.015	
		R <sup>2</sup> = 27.1%; C.V. = 0.5% Promedio = 9.79		R <sup>2</sup> = 55.6%; C.V. = 0.32% Promedio = 9.79	

N.S. No Significativo



**Gráfico 1: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos de las dosis de Ca, respecto al porcentaje de emergencia**

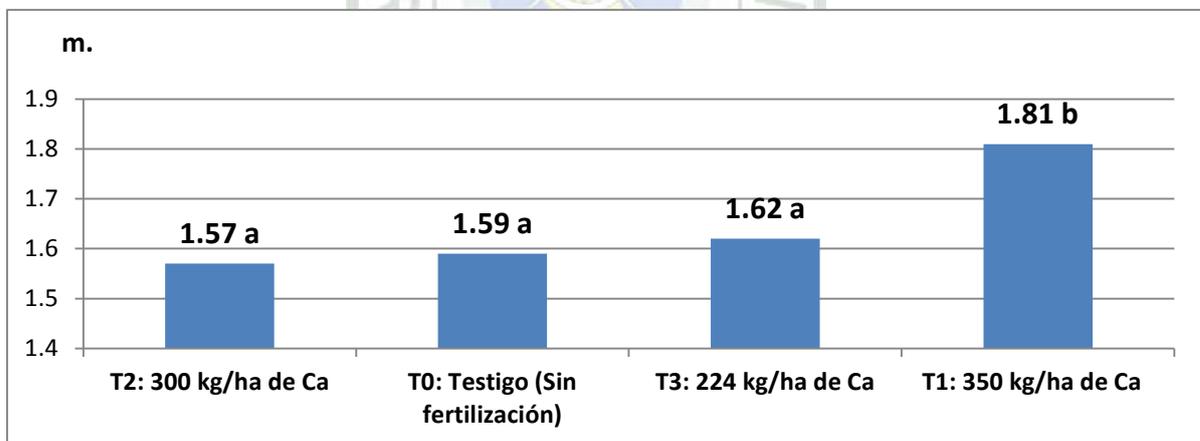


**Gráfico 2: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos de las dosis de Si, respecto al porcentaje de emergencia**

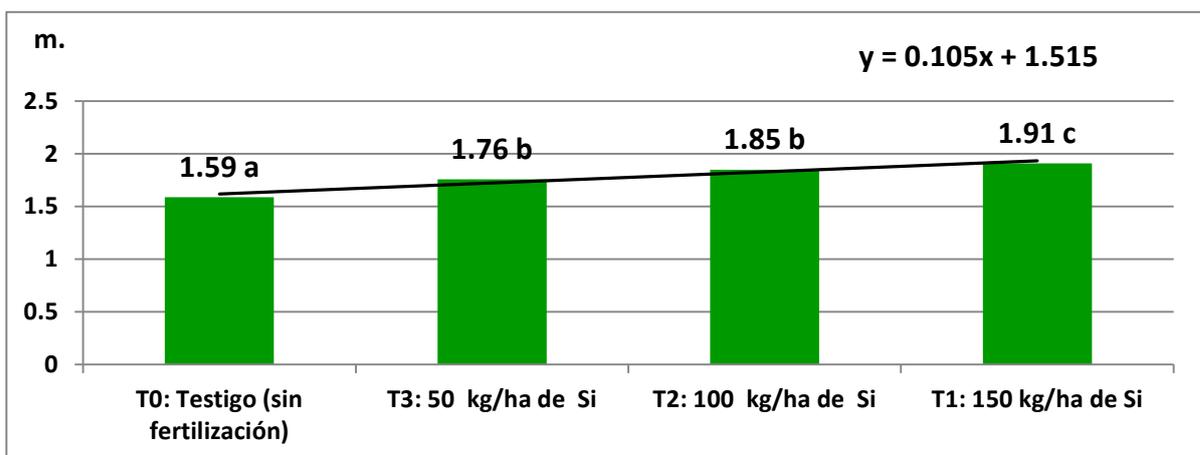
**Cuadro 5: Análisis de Varianza para la altura de planta en metros**

F.V.	GL	Tratamientos con Calcio		Tratamientos con Silice	
		Suma de cuadrados	P-valor	Suma de cuadrados	P-valor
<b>Bloques</b>	2	0,039	0,025 N.S.	0,017	0,091 N.S.
<b>Tratamientos</b>	3	0,111	0,004 **	0,163	0,0001 **
<b>Error Experimental</b>	6	0,016		0,014	
<b>Total</b>	11	0,166		0,195	
		R <sup>2</sup> = 90,3%; C.V. = 3,32% Promedio = 1,65		R <sup>2</sup> = 92,8%; C.V.= 2,51% Promedio = 1,78	

\*\* Significativo al 99%  
N.S. No Significativo



**Gráfico 3: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Ca, respecto a la altura de planta**



**Gráfico 4: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con dosis de Si, respecto a la altura de planta**

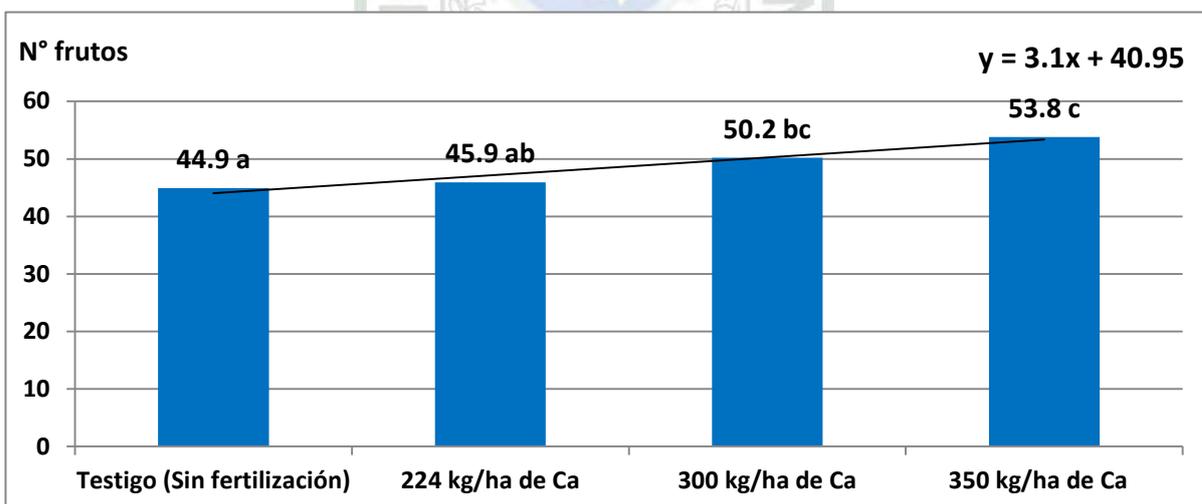
**Cuadro 6: Análisis de varianza para el número de frutos por planta (Datos transformados por  $\sqrt{x}$ )**

F.V.	GL	Tratamientos con Calcio		Tratamientos con Silice	
		Suma de cuadrados	P-valor	Suma de cuadrados	P-valor
<b>Bloques</b>	2	0,020	0,705 N.S.	0,203	0,092 N.S.
<b>Tratamientos</b>	3	0,767	0,011 *	2,853	0,000 **
<b>Error Experimental</b>	6	0,163		0,167	
<b>Total</b>	11	0,950		3,224	
		R <sup>2</sup> = 82,8%; C.V. = 2,35% Promedio = 6,98		R <sup>2</sup> = 94,8%; C.V. = 2,26% Promedio = 7,42	

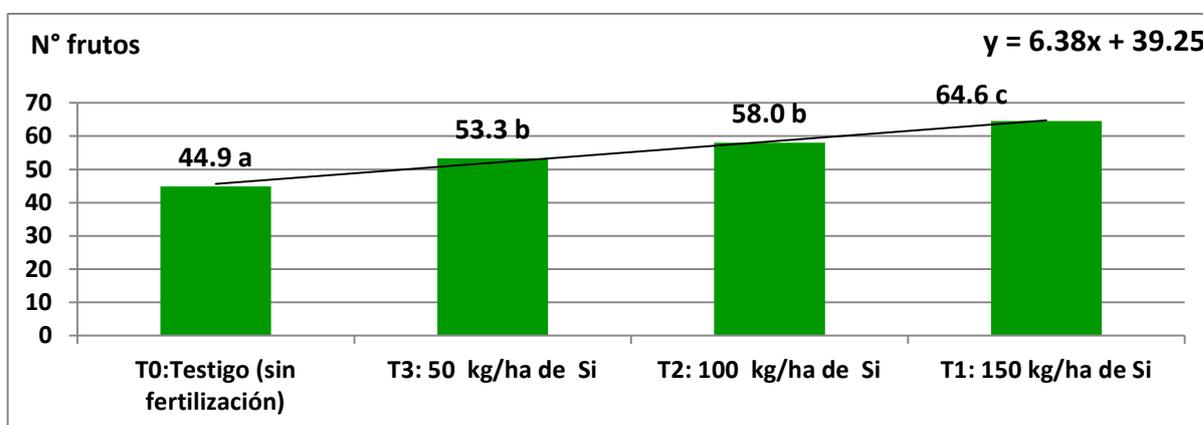
\*\* Significativo al 99%

\* Significativo al 95%

N.S. No Significativo



**Gráfico 5: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con Dosis de Ca, respecto a los frutos por planta**

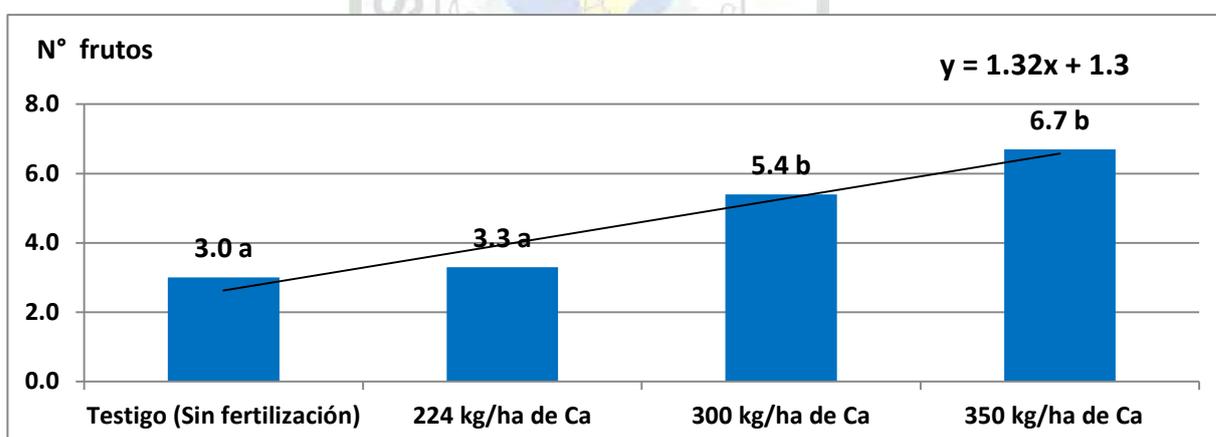


**Gráfico 6: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con Dosis de Si, respecto a los frutos por planta**

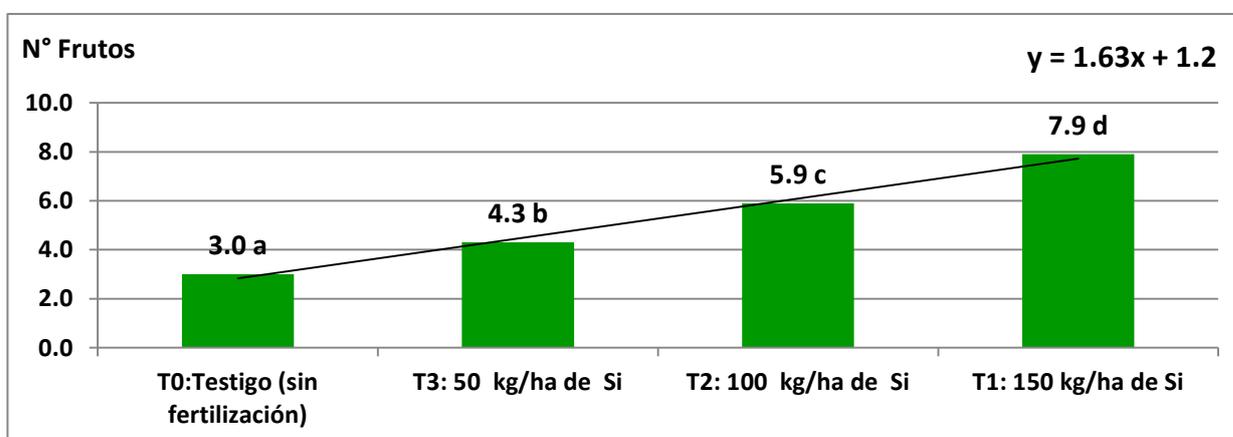
**Cuadro 7: Análisis de varianza para el número de frutos cosechados por planta (Datos transformados por  $\sqrt{x}$ )**

F.V.	GL	Tratamientos con Calcio		Tratamientos con Silice	
		Suma de cuadrados	P-valor	Suma de cuadrados	P-valor
<b>Bloques</b>	2	0,132	0,088 N.S.	0,169	0,084 N.S.
<b>Tratamientos</b>	3	1,482	0,001 **	1,964	0,001**
<b>Error Experimental</b>	6	0,106		0,131	
<b>Total</b>	11	1,719		2,265	
		R <sup>2</sup> = 93,9%; C.V. = 6,33% Promedio = 2,12		R <sup>2</sup> = 94,2%; C.V. = 6,56% Promedio = 2,26	

\*\* Significativo al 99%  
N.S. No significativo



**Gráfico 7: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con Dosis de Ca, respecto al número de frutos cosechados por planta**

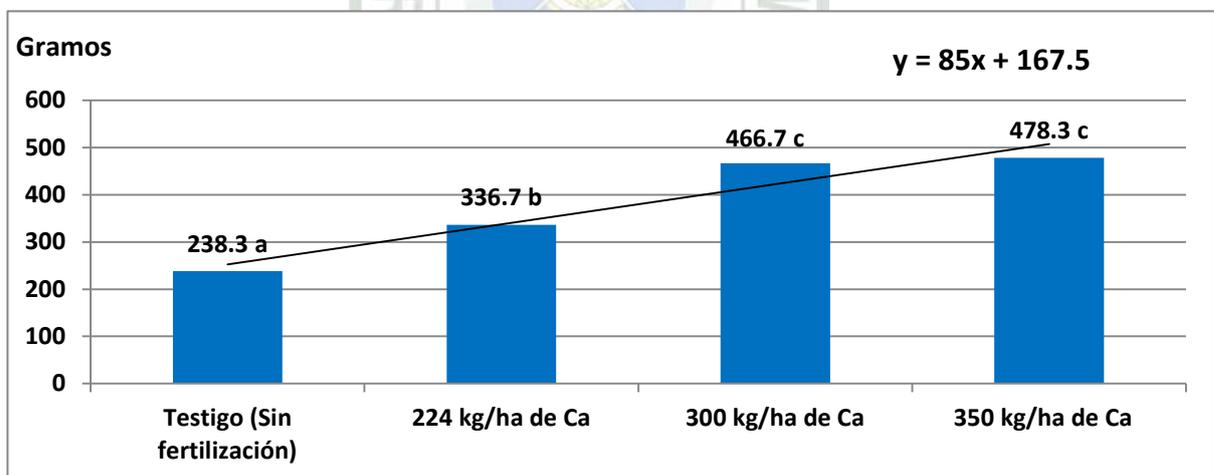


**Gráfico 8: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con Dosis de Si, respecto al número de frutos cosechados por planta**

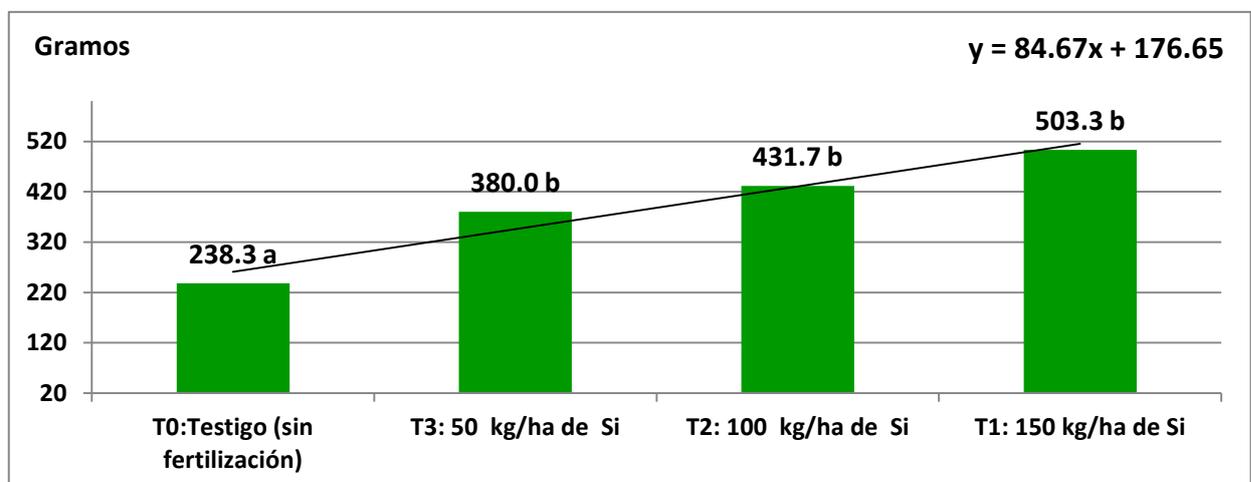
**Cuadro 8: Análisis de varianza para el peso del fruto en gramos**

F.V.	GL	Tratamientos con Calcio		Tratamientos con Silice	
		Suma de cuadrados	P-valor	Suma de cuadrados	P-valor
<b>Bloques</b>	2	37,500	0.978 N.S.	5429,167	0,600 N.S.
<b>Tratamientos</b>	3	117383,333	0.000 **	113016,667	0,017 *
<b>Error Experimental</b>	6	4979,167		29220,833	
<b>Total</b>	11	122400,000		147666,667	
		R <sup>2</sup> = 95,9%; C.V. = 7,58% Promedio = 380,0		R <sup>2</sup> = 80,2%; C.V.= 17,97% Promedio = 388,33	

\*\* Significativo al 99%  
N.S. No Significativo



**Gráfico 9: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con Dosis de Ca, respecto al peso del fruto expresado en gramos**

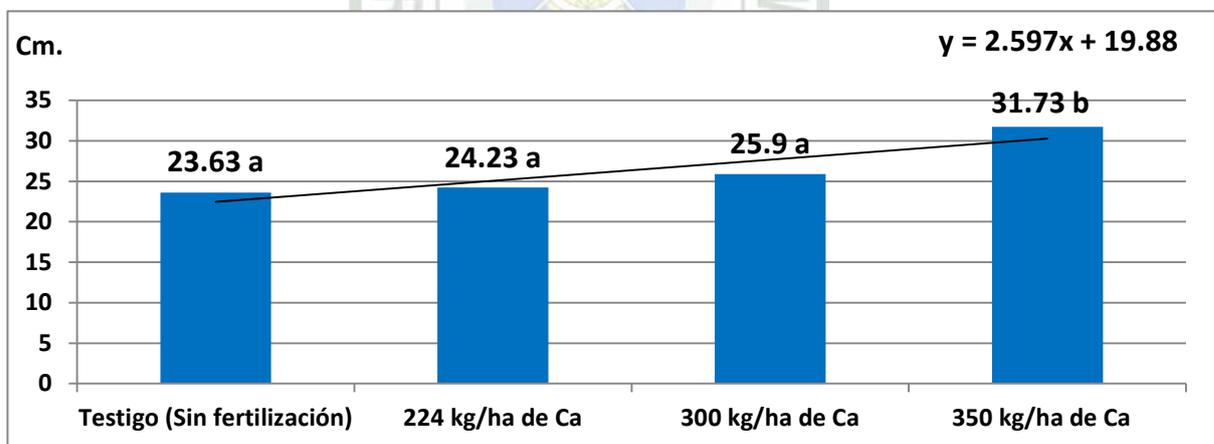


**Gráfico 10: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con Dosis de Si, respecto al peso del fruto expresado en gramos**

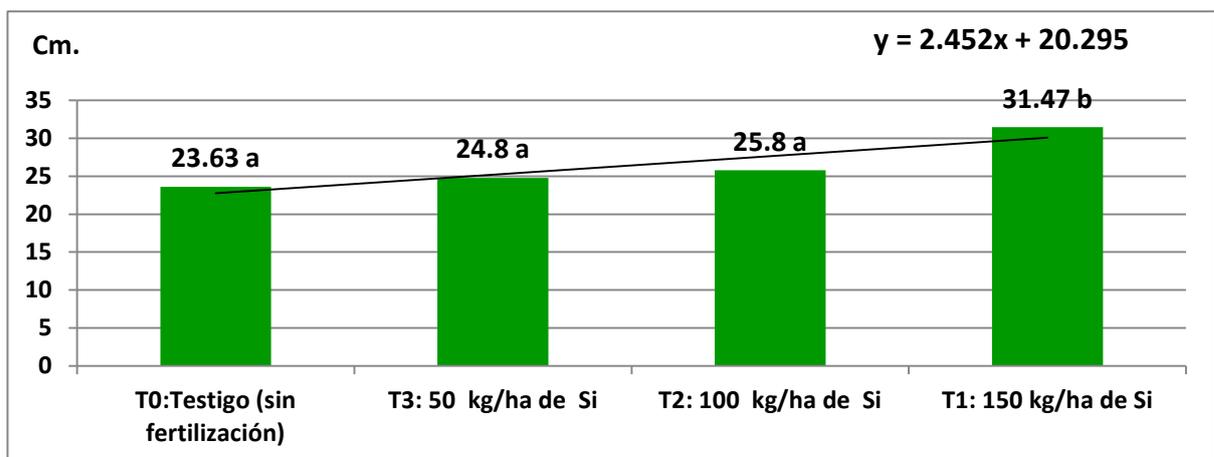
**Cuadro 9: Análisis de varianza para la longitud del fruto en cm**

F.V.	GL	Tratamientos con Calcio		Tratamientos con Silice	
		Suma de cuadrados	P-valor	Suma de cuadrados	P-valor
<b>Bloques</b>	2	9,285	0.198 N.S.	11,760	0,215 N.S.
<b>Tratamientos</b>	3	123,122	0.002 **	108,729	0,006 **
<b>Error Experimental</b>	6	12,955		17,553	
<b>Total</b>	11	145,363		138,042	
		R <sup>2</sup> = 91,1%; C.V. = 5,6% Promedio = 26,38		R <sup>2</sup> = 87,3%; C.V.= 6,5% Promedio = 26,43	

\*\* Significativo al 99%  
N.S. No Significativo



**Gráfico 11: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con Dosis de Ca, respecto a la longitud del fruto**



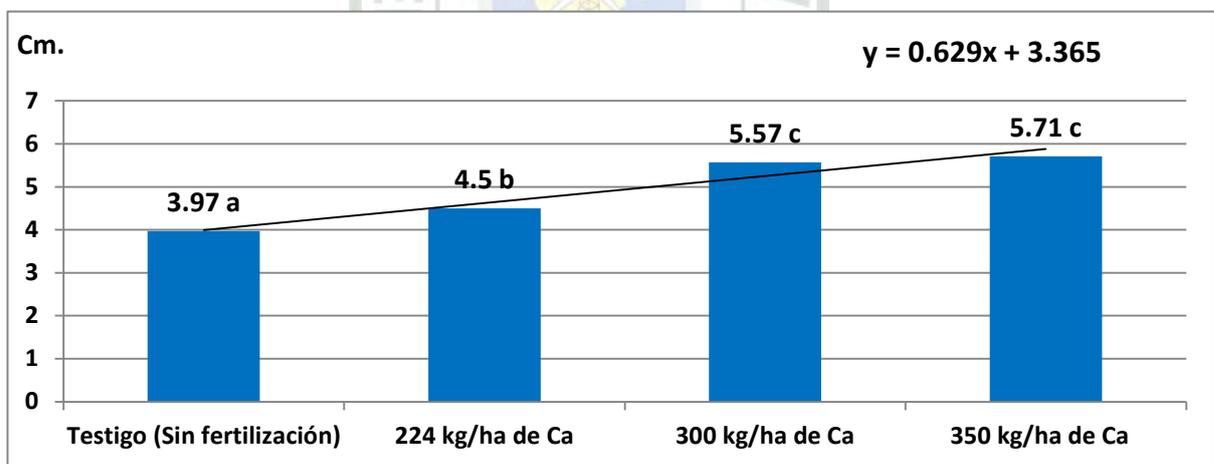
**Gráfico 12: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con Dosis de Si, respecto a la longitud del fruto**

**Cuadro 10: Análisis de varianza para el diámetro del fruto en cm.**

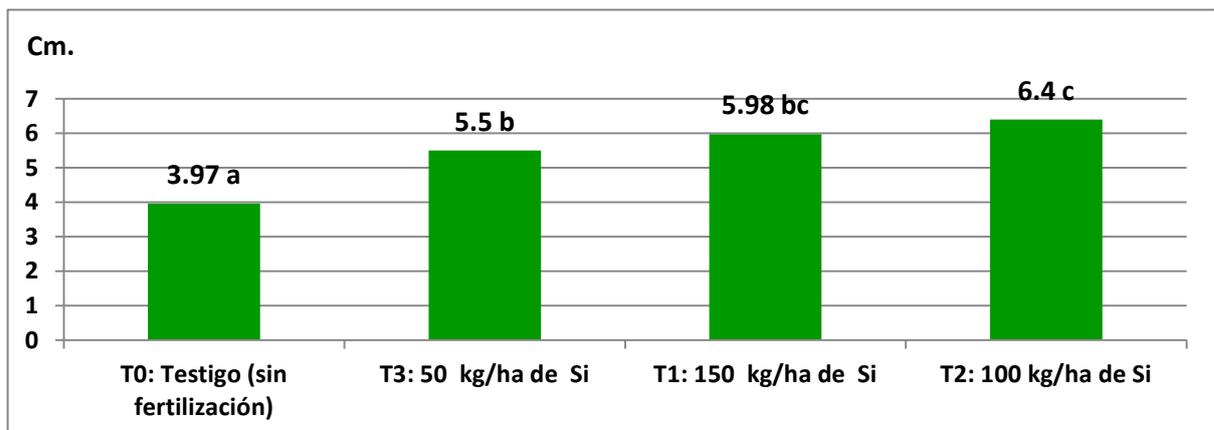
F.V.	GL	Tratamientos con Calcio		Tratamientos con Silice	
		Suma de cuadrados	P-valor	Suma de cuadrados	P-valor
<b>Bloques</b>	2	0,111	0.393 N.S.	0,843	0,061 N.S.
<b>Tratamientos</b>	3	6,377	0.000 **	10,157	0,000 **
<b>Error Experimental</b>	6	0,304		0,548	
<b>Total</b>	11	6,791		11,547	
		R <sup>2</sup> = 95,5%; C.V. = 4,6% Promedio = 4,94		R <sup>2</sup> = 95,3%; C.V.= 5,52% Promedio = 5,46	

\*\* Significativo al 99%

\* Significativo al 95%



**Gráfico 13: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con Dosis de Ca, respecto al diámetro del fruto expresado en centímetro**

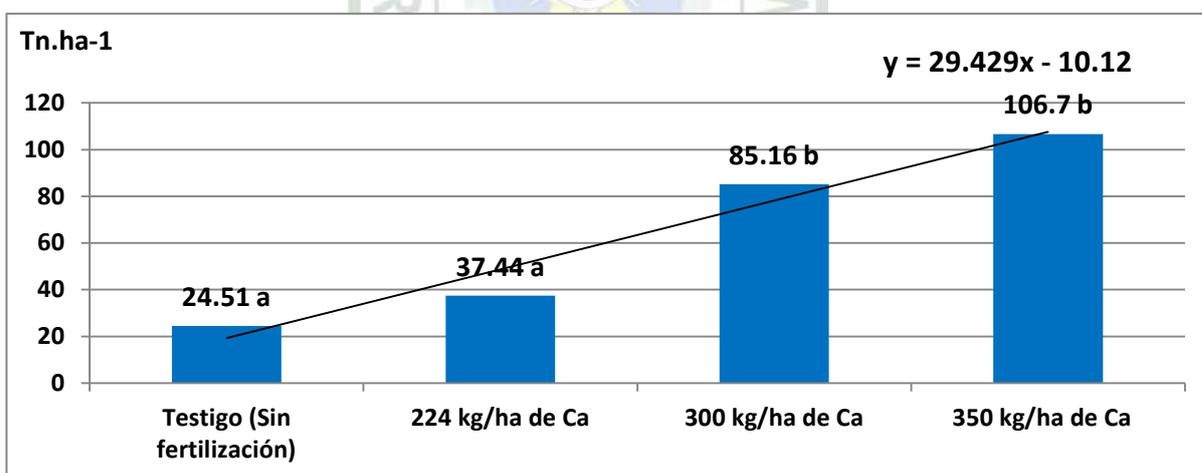


**Gráfico 14: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con Dosis de Si, respecto al diámetro del fruto expresado en centímetro**

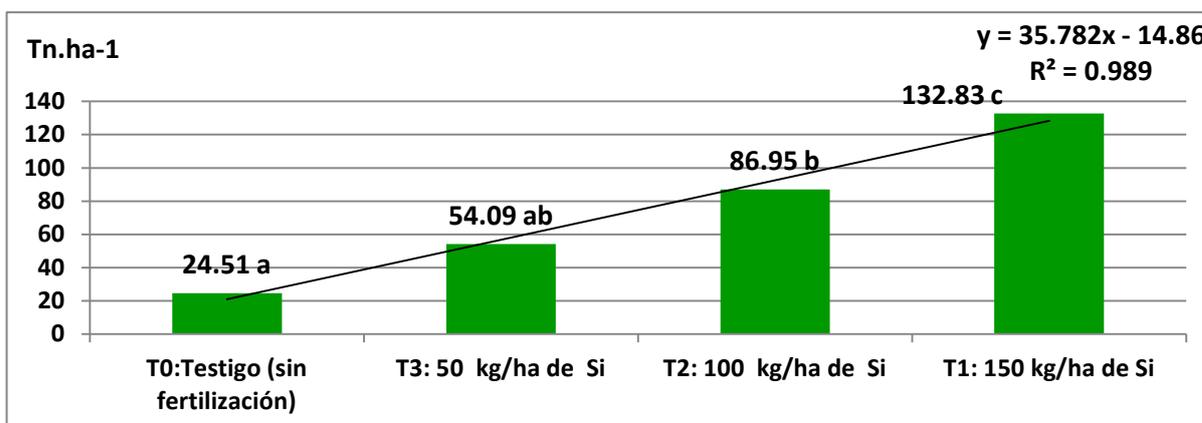
**Cuadro 11: Análisis de varianza para el rendimiento en Tn.ha<sup>-1</sup>**

F.V.	GL	Tratamientos con Calcio		Tratamientos con Silice	
		Suma de cuadrados	P-valor	Suma de cuadrados	P-valor
<b>Bloques</b>	2	310,231	0,365 N.S.	625,449	0,513 N.S.
<b>Tratamientos</b>	3	13603,323	0,000 **	19418,934	0,003 **
<b>Error Experimental</b>	6	777,394		2508,924	
<b>Total</b>	11	14690,948		22553,306	
		R <sup>2</sup> = 94,7%; C.V. = 17,9 Promedio = 63,45		R <sup>2</sup> = 88,9% ; C.V.= 27,4% Promedio = 74,6	

\*\* Significativo al 99%  
N.S. No significativo



**Gráfico 15: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con Dosis de Ca, respecto al rendimiento en Tn.ha<sup>-1</sup>**



**Gráfico 16: Prueba de Duncan al 0,05 para los promedios de tratamientos con Dosis de Si, respecto al rendimiento en Tn.ha<sup>-1</sup>**

**Cuadro 12: Análisis económico de los tratamientos estudiados**

Trats	Rdto (Tn.ha <sup>-1</sup> )	Costo producción (S/.)	Precio venta x Tn (S/.)	Beneficio Bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	Relación B/C	Rentabilidad (%)
<b>Tratamientos con Dosis de Ca</b>							
T0 (testigo)	24,51	17065.27	200,00	4902.17	12163.10	-0,71	-71,27
T1 (350 Kg de Ca/ha)	106,70	17183.87	200,00	21340.90	4157.03	0,24	<b>24,19</b>
T2 (300 kg de Ca/ha)	85,15	17965.86	200,00	17030.94	-934.92	-0,05	-5,20
T3 (224 kg de Ca/ha)	37,44	17171.81	200,00	7488.81	-9683.00	-0,56	-56,39
<b>Tratamientos con Dosis de Si</b>							
T0 (testigo)	24,51	17065.27	200,00	4902.17	12163.10	-0,71	-71,27
T1 (150 kg de Si/ha)	132,83	19197.84	200,00	26566.40	7368.56	0,38	<b>38,38</b>
T2 (100 kg de Si/ha)	86,95	19060.04	200,00	17389.83	-1670.21	-0,09	-8,76
T3 (50 kg de Si/ha)	54,09	17629.68	200,00	10817.67	-6812.01	-0,39	-38,64

## VI. DISCUSIONES

### 6.1. Del porcentaje de emergencia

En el cuadro 4, se presenta el análisis de varianza para el porcentaje de emergencia para los tratamientos con dosis de calcio y con dosis de Silice, la cual no ha detectado diferencia altamente significativa para las fuentes de variabilidad Bloques y Tratamientos. El Coeficiente de determinación ( $R^2$ ) con valores de 27,1% y 55,6% para los Tratamientos con Ca y Si respectivamente explican muy poco su efecto sobre el porcentaje de emergencia. Sin embargo los coeficientes de variabilidad (CV) para ambos de 0,05% y 0,32% respectivamente no implican mayores cuidados de interpretación, debido a que se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan (Gráficos 1 y 2) con lo promedios ordenados de menor a mayor corroboran el resultado del análisis de varianza, donde se observa que no existió diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos con dosis de Ca y Si. Los promedios variaron entre 96,2% y 7 95.5% para las dosis con Ca y Si respectivamente.

### 6.2. De la altura de planta

En el cuadro 5, se presenta el análisis de varianza para la altura de planta, la cual detectó diferencias altamente significativas para las fuentes de variabilidad tratamientos en los Tratamientos con Dosis de Ca y Si respectivamente. El Coeficiente de determinación ( $R^2$ ) con valores de 90,3 % y 92,8 % explican

altamente el efecto de los tratamientos estudiados sobre la altura de planta. Los valores obtenidos para el coeficiente de variabilidad (CV) de 3,32 % y 2,51 % para los tratamientos con dosis de Ca y Si respectivamente, no implican mayores cuidados de interpretación, debido a que se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan (Gráficos 3 y 4) con los promedios ordenados de menor a mayor corrobora el resultado del análisis de varianza, donde se observa diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos. Siendo el T1 (350 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca) el que arrojó el mayor promedio de altura de planta a la cosecha (Gráfico 3), con 1,81 m superando estadísticamente a los demás tratamientos. Por otro lado, también el T1 (150 kg.ha<sup>-1</sup> de Si) con un promedio de 1.91 m de altura de planta (Gráfico 4) obtuvo el mayor promedio de los tratamientos con dosis de Silicio, superando estadísticamente a los demás tratamientos. Es evidente además que el incremento de las dosis de Silicio describió una respuesta lineal positiva determinada por su valor de regresión (b) igual a 0,105 y la cual determinó la ecuación de la regresión igual a  $Y = 0,105x + 1,515$ . Esto quiere decir que por cada kg de Si aplicado, la planta de pepinillo sufrió un incremento de altura de 0,105 m en comparación al tratamiento testigo.

Se observa además que el Tratamiento T0 (testigo) arrojó los promedios de altura de planta más bajos con 1,57 m y 1,59 m de altura para los tratamientos con dosis de Ca y Si respectivamente.

Estos resultados se explican debido a la acción del Silicio y del Calcio como elementos nutritivos estimulantes del crecimiento aéreo y radicular de las plantas, lo cual es corroborado por Korndörfer y Datnoff (2004), quienes manifiestan que el silicio es un elemento que estimula el crecimiento de algunas plantas, por lo que es considerado como altamente benéfico, incluso esencial para un grupo de ellas. Por otro lado Marschner (1995) y Epstein (1994), manifiestan que los efectos beneficiosos del Silicio incluyen un mayor crecimiento en algunas plantas, la disminución de la susceptibilidad a patógenos fúngicos (e insectos), la mejora de estreses abióticos. La fuente de magnesio contenida en el Magnesil suministra a la planta cantidades significativas de este elemento esencial, el cual es constituyente de la clorofila y necesario para estimular la absorción del Fósforo, entre otras funciones Ramm (2008).

### **6.3. De los frutos por planta**

En el cuadro 6, se presenta el análisis de varianza para los frutos por planta, la cual no ha detectado diferencia significativa para la fuente de variabilidad Bloques, pero si altamente significativa en los Tratamientos con Dosis de Ca y Si respectivamente. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con valores de 93,9 % y 94,2 % para los Tratamientos con Ca y Si respectivamente explican altamente el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de frutos por planta. Los valores obtenidos para el coeficiente de variabilidad (CV) de 2,35 % y 2,26 % para los tratamientos con dosis de Ca y Si respectivamente, no implican mayores cuidados de interpretación, debido a

que se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan (Gráficos 5 y 6) con los promedios ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza, donde no se observa diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos. Para el caso de los tratamientos con dosis de Ca (Gráfico 5) el T1 con  $350 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Ca, fue el que arrojó el mayor promedio de frutos por planta, con 53,8 frutos por planta y el cual superó estadísticamente a los demás tratamientos. También se determinó que el incremento del número de frutos por planta estuvo en función al incremento de las dosis de Ca, describiendo una respuesta lineal positiva precisada por el valor de su regresión (b) igual a 3.1 y definida por la ecuación  $Y = 3,1x + 40,95$ , es decir, que por cada kg de Ca aplicado el número de frutos por planta se incrementó en 3.1 frutos.

En el caso de los tratamientos con dosis de Si (Gráfico 6), donde el tratamiento T1 con  $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Si, resultó con el mayor promedio de 64,6 frutos por planta superando estadísticamente a los demás tratamientos. En este caso el incremento del número de frutos por planta, también fue una función del incremento de las dosis de Si, definiendo una respuesta lineal positiva puntualizada por su valor de regresión (b) iguala 6,38 y definida por la ecuación  $Y = 6,38x + 39,25$ , es decir que por cada kg de Si aplicado el número de frutos por planta se incrementó en 6,38 frutos.

Se evidencia que las aplicaciones de Si y Ca promueven el transporte de los asimilados y la acción sinérgica entre ambos incrementa el desarrollo meristemático y particularmente el crecimiento y funcionamiento apropiado de los ápices radicales (Hernández, 2001) favoreciendo la absorción de los nutrientes y específicamente del fósforo necesario para la formación de frutos.

#### **6.4. Del número de frutos cosechados por planta**

En el cuadro 7, se presenta el análisis de varianza para el número de frutos cosechados por planta la cual no ha detectado diferencia significativa para la fuente de variabilidad Bloques, pero sí altamente significativa en los Tratamientos con Dosis de Ca y Si respectivamente. Los Coeficientes de Determinación ( $R^2$ ) con valores de 93,9 % y 94,2 % para los tratamientos con Ca y Si respectivamente explica altamente los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de frutos cosechados por planta. Los valores obtenidos para el coeficiente de variabilidad (CV) de 6,33 % y 6,56 % para los tratamientos con Ca y Si respectivamente, se encuentran dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan al 5 % (Gráfico 7 y 8) con los promedios ordenados de menor a mayor corrobora el resultado del análisis de varianza, donde se observa diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos. Para el caso de los tratamientos con dosis de Ca (Gráfico 7) el T1 con  $350 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Ca obtuvo el mayor promedio con 6.7 frutos cosechados por planta. El incremento del número de frutos cosechados por planta, resultó ser

una función del incremento de las dosis de Ca aplicados, la cual se definió con el valor del coeficiente de regresión (b) igual a 1,23, describiendo una respuesta lineal positiva determinada por su ecuación  $Y = 1,23x + 1,3$ , por lo que un incremento de 1 kg de Ca se tradujo en un incremento de 1.32 frutos cosechados por planta.

En el caso de los tratamientos con dosis de Si (Gráfico 8), donde el tratamiento T1 con 150 kg.ha<sup>-1</sup> de Si, resultó con el mayor promedio de 7,9 frutos cosechados por planta superando estadísticamente a los demás tratamientos. En este caso también el incremento del número de frutos cosechados por planta fue una función del incremento de las dosis de Si, determinada por el valor del coeficiente de regresión (B) igual a 1,63, ligeramente superior al valor de regresión de las Dosis de Ca. La ecuación de la línea recta esta descrita por la siguiente ecuación  $Y = 1,63x + 1,2$  lo que nos indica que por cada kg de aplicación de Si el número de frutos cosechados se incrementó en 1,63.

Se además que el Tratamiento T0 (testigo) arrojó el menor promedio con 3,0 frutos cosechados por planta. Estos resultados evidencian que a mayor dosis de Si y Ca mayores fueron los promedios de frutos cosechados por planta.

Las aplicaciones de Si promueven el transporte de los asimilados y el Ca en acción sinérgica incrementa el desarrollo meristemático y particularmente el crecimiento y funcionamiento apropiado de los ápices radicales (Hernández, 2001) favoreciendo la absorción de los nutrientes y específicamente del fosforo

necesario para la formación de frutos. Estos resultados son corroborados además por Gutiérrez (2008), quien desde el año 1848 en numerosos reportes de investigación y la producción comercial en campo han demostrado los beneficios al obtener un buen cuajado de fruto por planta mediante la fertilización foliar con silicio y que tiene un doble efecto en el sistema Suelo-Planta. Primeramente, la nutrición con silicio al cultivo refuerza en la planta su capacidad de almacenamiento y distribución de carbohidratos requeridos para el crecimiento y producción.

#### **6.5. Del peso de fruto**

En el cuadro 8, se presenta el análisis de varianza para el peso del fruto la cual no ha detectado diferencia significativa para la fuente de variabilidad Bloques, pero si altamente significativa al 99% en los Tratamientos con Dosis de Ca y significativo al 95% para los tratamientos con dosis de Si respectivamente. Los Coeficientes de Determinación ( $R^2$ ) con valores de 95,9% y 80,2% para los tratamientos con Ca y Si respectivamente explica altamente los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre el peso del fruto. Los valores obtenidos para el coeficiente de variabilidad (CV) de 7,58% y 17,97% para los tratamientos con Ca y Si respectivamente, se encuentran dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan (Gráficos 9 y 10) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor corrobora el resultado del análisis de varianza, donde no se observa diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos. Para el caso de los tratamiento con dosis de Ca (Gráfico 9)

el T1 (350 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca), T2 (300 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca) con promedios de 478,3 g y 466,7 g respectivamente resultaron ser estadísticamente iguales entre sí, superando en sus promedios a los demás tratamientos. Este efecto se tradujo en una respuesta lineal positiva del peso del fruto en función directa del incremento de la aplicación de las dosis de Ca definida por su coeficiente de regresión (b) iguala a 85, la cual esta describa en la ecuación de la recta  $Y = 85x + 167,5$  es decir que un incremento de la aplicación de un kg de Ca implicó un incremento del peso del fruto en 85 gramos.

Respecto a los tratamientos que recibieron dosis de Si (Gráfico 10), también se observó una respuesta lineal positiva, así que el T1 (150 kg.ha<sup>-1</sup> de Si), T2 (100 kg.ha<sup>-1</sup> de Si) y T3 (50 kg.ha<sup>-1</sup> de Si) con promedios de 503,33 g, 431,67 g y 380,0 g respectivamente determinaron que a mayor dosis de aplicación de Si mayor fue el promedio del peso del fruto, establecida por su coeficiente de regresión (b) igual a 84.67 descrita por la ecuación de la recta  $Y = 84,67x + 176,65$ ; por lo que un incremento de un kg de Si implicó un incremento de 84.67 gramos de peso del fruto.

La fertilización Mineral con silicio tiene un doble efecto en el sistema Suelo-Planta. Primeramente, la nutrición con silicio al cultivo refuerza en la planta su capacidad de almacenamiento y distribución de carbohidratos requeridos para el crecimiento y producción de cosecha. Este efecto similar observado en los tratamientos con aplicación de Ca, también son corroborados por los cultivadores que conocen bien que el calcio actúa como un elemento esencial en las funciones estructurales y metabólicas de las plantas superiores. Es

interesante, la manera en la cual el calcio parece asistir, mejor (reemplazar) algunas funciones tradicionales del Si, en algunas plantas, la deficiencia de Ca es reemplazado parcialmente por Si y viceversa (University of California, 2003).

#### **6.6. De la longitud de fruto**

En el cuadro 9, se presenta el análisis de varianza para la longitud del fruto la cual no ha detectado diferencia significativa para la fuente de variabilidad Bloques, pero si altamente significativa al 99% en los Tratamientos con Dosis de Ca y Si respectivamente. Los Coeficientes de Determinación ( $R^2$ ) con valores de 91,1% y 87,3% para los tratamientos con Ca y Si respectivamente explica altamente los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre la longitud del fruto. Los valores obtenidos para el coeficiente de variabilidad (CV) de 5,6% y 6,5% para los tratamientos con Ca y Si respectivamente, se encuentran dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan (Gráfico 11 y 12) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor corrobora el resultado del análisis de varianza, donde se observa diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos. En relación a los tratamientos con dosis de Ca (Gráfico 11), el T1 ( $350 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Ca) con promedio de 31.73 cm de longitud del fruto superó estadísticamente a los demás tratamientos. Este resultado graficó una respuesta lineal positiva del incremento de la longitud del fruto en función del incremento de las dosis de Ca y determinada por su coeficiente de regresión (b) igual a 2,597 y descrita por la ecuación  $Y = 2,597x + 19,88$ , por lo que un

incremento de la aplicación de un kg de Ca implicó un incremento de la longitud del fruto en 2,587 cm.

Respecto a los tratamientos que recibieron dosis de Si (Gráfico 12), también se observó una respuesta lineal positiva, así que el T1 (150 kg.ha<sup>-1</sup> de Si), con un promedio de 31,47 cm de longitud del fruto superó estadísticamente a los demás tratamientos. Este efecto describió también un comportamiento lineal positivo definido por su coeficiente de regresión (b) igual a 2,452 y descrita por la ecuación  $Y = 2,452x + 20,295$ , por lo que un incremento de la aplicación de un kg de Si implicó en un incremento de la longitud del fruto en 2452 cm.

El Tratamiento T0 (testigo) arrojó el menor peso promedio con 23,63 cm. Estos resultados evidencian que a mayor dosis de Si y Ca mayores fueron los promedios de longitud de los frutos cosechados.

### **6.7. Del diámetro de fruto**

En el cuadro 10, se presenta el análisis de varianza para diámetro del fruto la cual no ha detectado diferencia significativa para la fuente de variabilidad Bloques, pero si altamente significativa al 99% en los Tratamientos con Dosis de Ca y Si respectivamente. Los Coeficientes de Determinación ( $R^2$ ) con valores de 95,5% y 95,3% para los tratamientos con Ca y Si respectivamente explica altamente los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre la longitud del fruto. Los valores obtenidos para el coeficiente de variabilidad (CV) de 4,6% y 5,52% para los tratamientos con Ca y Si respectivamente, se

encuentran dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan (Gráfico 13 y 14) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor corrobora el resultado del análisis de varianza, donde se observa diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos. En relación a los tratamientos con dosis de Ca (Gráfico 13), el T1 (350 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca) y el T2 (300 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca) con promedio de 5,71 cm y 5,57 cm de diámetro del fruto resultaron ser estadísticamente iguales entre sí, superando estadísticamente a los demás tratamientos. Este resultado graficó una respuesta lineal positiva del incremento del diámetro del fruto en función del incremento de las dosis de Ca y determinada por su coeficiente de regresión (b) igual a 0,629 y descrita por la ecuación  $Y = 0,629x + 3,365$ , por lo que un incremento de la aplicación de un kg de Ca implicó un incremento en el diámetro del fruto de 0,625 cm.

Respecto a los tratamientos que recibieron dosis de Si (Gráfico 14), el T2 (100 kg.ha<sup>-1</sup> de Si) y el T1 T2 (150 kg.ha<sup>-1</sup> de Si) con promedios de 6,4 y 5,98 cm de diámetro del fruto resultaron estadísticamente iguales entre sí, superando a los demás tratamientos.

El Tratamiento T0 (testigo) arrojó el menor diámetro del fruto con un promedio con 3,97 cm. Estos resultados evidencian que a mayor dosis de Si y Ca mayores fueron los promedios del diámetro de los frutos cosechados.

## 6.8. Del rendimiento en $Tn.ha^{-1}$

En el cuadro 11, se presenta el análisis de varianza para rendimiento en  $Tn.ha^{-1}$  la cual no ha detectado diferencia significativa para la fuente de variabilidad Bloques, pero si altamente significativa al 99% en los Tratamientos con Dosis de Ca y Si respectivamente. Los Coeficientes de Determinación ( $R^2$ ) con valores de 94,7% y 88,9% para los tratamientos con Ca y Si respectivamente explica altamente los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre el rendimiento en  $Tn.ha^{-1}$ . Los valores obtenidos para el coeficiente de variabilidad (CV) de 17,9% y 27,4% para los tratamientos con Ca y Si respectivamente, se encuentran dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan (Gráfico 15 y 16) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor corrobora el resultado del análisis de varianza, donde se observa diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos. En relación a los tratamientos con dosis de Ca (Gráfico 15), el T1 ( $350 kg.ha^{-1}$  de Ca) y el T2 ( $300 kg.ha^{-1}$  de Ca) con promedios de  $106,7 Tn.ha^{-1}$  y  $85.16 Tn.ha^{-1}$  de rendimiento superaron estadísticamente a los demás tratamientos. Este resultado graficó una respuesta lineal positiva del incremento del rendimiento en función del incremento de las dosis de Ca y determinada por su coeficiente de regresión (b) igual a 29,429 y descrita por la ecuación  $Y = 29,429x + 10,12$ .

Respecto a los tratamientos que recibieron dosis de Si (Gráfico 16), también se observó una respuesta lineal positiva, así que el T1 (150 kg.ha<sup>-1</sup> de Si), con un promedio de 132,83 Tn.ha<sup>-1</sup> de rendimiento superó estadísticamente a los demás tratamientos. Este efecto describió también un comportamiento lineal positivo definido por su coeficiente de regresión (b) igual a 35,782 y descrita por la ecuación  $Y = 35,782x + 14,86$ .

El Tratamiento T0 (testigo) arrojó el menor rendimiento con 24,51 Tn.ha<sup>-1</sup>. Estos resultados evidencian que a mayor dosis de Si y Ca mayores fueron los promedios de longitud de los frutos cosechados.

Los resultados obtenidos, muestran los efectos favorables de la aplicación de Si y Ca, aumentando el rendimiento en función al incremento de las dosis aplicadas. Hecho corroborado por Sephu (2009), quien manifiesta que el tratamiento de los suelos con Silicio biogeoquímicamente puede optimizar la fertilidad del suelo mejorando las propiedades hídricas, físicas y químicas del mismo, favoreciendo la asimilación de nutrientes. Por otra parte, la fertilización con Silicio puede aumentar la absorción de fósforo en los suelos ya que desbloquea formas fijadas de P en el suelo y lo pone en formas disponibles para poder ser asimilado por las plantas. Por otro lado, se sabe que el calcio actúa como un regulador de la división y extensión celular, a través de la activación de una proteína modulada por Ca<sup>2+</sup> llamada Calmodulina, El calcio parece actuar modulando la acción de todas las hormonas vegetales, regulando la germinación, el crecimiento y senescencia. Retarda la senescencia y abscisión de hojas y frutos incrementando la producción y rendimiento. El ión calcio juega

un papel importante en el desarrollo vegetal y regulación metabólica; un aumento en la concentración del calcio citoplasmático, activa la enzima 1,3  $\beta$ -glucan sintetasa, situada en la membrana plasmática, dando lugar a la formación de callosa (Hernández, 2001).

#### **6.9. Del análisis económico**

El cuadro 12, presenta el análisis económico de los tratamientos, donde se pone en valor económico el costo total de producción para los tratamientos estudiados, esto fue construido sobre la base del costo de producción, el rendimiento y el precio actual en el mercado local calculado en S/ 200,00 y 00/100 nuevos soles por tonelada de pepino vendido en el mercado de Tarapoto en octubre del 2011.

El rendimiento obtenido por tratamiento muestra que los tratamientos de pepino en estudio, variaron desde 24,51 Tn.ha<sup>-1</sup> para el T7 (testigo) hasta 132,83 tn.ha<sup>-1</sup> para el T4 (150 kg.ha<sup>-1</sup> de Si). El tratamiento T4 con la mayor dosis de Si (150 kg.ha<sup>-1</sup> de Si) fue el que obtuvo el mayor rendimiento con un beneficio neto de S/.7368.56 y el mayor porcentaje en rentabilidad con 38,38 %. Por otro lado, el T1 con mayor dosis de Calcio (350 kg.ha<sup>-1</sup>) fue el siguiente tratamiento que alcanzó el segundo mejor rendimiento con una utilidad neta de S/. 41,57.03 y con una rentabilidad de 24,19 %.

Se destaca además de que los demás tratamientos T2 (300 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca), T3 (224 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca), T5 (100 kg-ha de Si), T6 (50 kg-ha de Si) y T7 (testigo) alcanzaron también rentabilidades negativas de -5,2 %; -56,39 %; -8,76 %; -38,64 % y -71,27% respectivamente.

## VII. CONCLUSIONES

- 7.1. La aplicación  $150 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Si y  $350 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Ca fueron los tratamientos que alcanzaron los mejores promedios con  $132,832.00 \text{ kg.ha}^{-1}$  y  $106,704.49 \text{ kg.ha}^{-1}$  resultando estadísticamente iguales entre sí, constituyéndose en las dosis más adecuadas de aplicación de Si y Ca respectivamente.
- 7.2. De los resultados obtenidos se concluye respuestas lineales positivas de incremento de la altura de la planta, número de frutos cosechados, peso y longitud del fruto y rendimiento en  $\text{Tn.ha}^{-1}$  en función a las dosis de aplicación de Si y Ca. Es decir que a mayor dosis de Ca y Si la altura de la planta, frutos cosechados, peso, longitud y rendimiento en  $\text{Tn.ha}^{-1}$  se incrementaron.
- 7.3. El tratamiento con una dosis de  $150 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Si, fue el que obtuvo el mayor rendimiento con un beneficio neto de S/.7368.56 y el mayor porcentaje en rentabilidad con 38,38 %. Por otro lado, el Tratamiento con mayor dosis de Calcio ( $350 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) fue el siguiente tratamiento que alcanzó el segundo mejor resultado con una utilidad neta de S/. 4157,03 y con una rentabilidad de 24,19%.

## VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1. Para las condiciones edafoclimáticas específicas del Fundo Pacifico – provincia y distrito de Lamas se recomienda la aplicación de Silicio en una dosis de 150 kg.ha<sup>-1</sup> o una dosis de Calcio de 350 kg.ha<sup>-1</sup>.
- 8.2. Continuar con evaluaciones posteriores para validar las conclusiones a las cuales se ha llegado en el presente trabajo de investigación.
- 8.3. Continuar con otros trabajos, probando diferentes nutrientes para lograr un alto porcentaje de cuajado de frutos.
- 8.4. Realizar investigaciones futuras en trabajos que impliquen la combinación de Silicio y Calcio en diferentes dosis.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta-Durán, 2007. Efecto del sulfato de calcio y biosólidos en el rendimiento del cultivo de cacahuete (*Arachis hipogaea* L.). Investigación Agropecuaria. 2007. Volumen 4. p. 31-38.
2. Agronegocios. 2004. “Guía Técnica del cultivo de pepinillo”. [www.agronegocios.org.sv](http://www.agronegocios.org.sv) pág. 40.
3. Alxtron, 2009. “Uso de enmiendas en suelo para mejorar la producción orgánico.”
4. Aranceta, J y Pérez, C. 2006. Frutas, verduras y salud. [www.uylibros.com/verlibro.asp?xprod](http://www.uylibros.com/verlibro.asp?xprod)
5. Brady, N. C. 1992. The nature and properties of soil. 10 ed. New York Macmillan Publishing. 750 p.
6. Bacom, 2009. “Cultivos Agroecológicos” - [www.blue-arena.com](http://www.blue-arena.com)
7. Bent, E. 2008. “Lo que no sabíamos del Silicio”. Bergamo – Italia. 2008.
8. Bush, D. S. 1995. Calcium regulation in plant cells and its role in signaling

9. Caicedo y Chavarriaga. 2008. Efecto de la aplicación de dosis de silicio sobre el desarrollo en almácigo de plántulas de café variedad Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Caldas. Colombia.
10. Camasca, V. A. 1994. "Horticultura práctica". Imprenta Comercial VICENTE. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, 285 p.
11. Calzada.1982. B. J. Métodos Estadísticos para la Investigación.
12. Clarkson, D. T. 1984. Calcium transport between tissues and its distribution in the plant. Plant Cell Environ. 7: 449-456.
13. Chirinos, H. y ET AL. 1998. Manual de Agronomía. Laboratorios A – L de México, S.A. de C.V. México.
14. Delgado, F. 1993. "Cultivos Hortícola – Datos Básicos" Universidad Nacional agraria "La Molina". Lima – Perú. 105 p.
15. Dirección de Agricultura. 2002. "Cultivo de pepinillo". Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios "MACA" – Colombia. 18p.
16. Domínguez, A. 1988. Los microelementos en Agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Impreso en España. 354 p.
17. Espinel. 2001. El Pepino. Proyecto SICA. Guayaquil – Ecuador.

18. Gutiérrez, 2006. Informe Científico División de Investigación Instituto tecnológico superior de Uruapan. Reacción del silicio en un suelo productivo [www.loquequero.com](http://www.loquequero.com) pág. 4
19. García, D. 2011. Efecto de la aplicación de dosis de silicio mas abonos orgánicos en la poda de rehabilitación en plantas de café variedad Catimor en el distrito de Alonso de Alvarado Roque - provincia de lamas”
20. Giaconi V. 1988. Cultivo de hortalizas. Sexta edición actualizada. Editorial Universitaria. Santiago – Chile. 308 p.
21. Hanson, J. B. 1984. pp. 149-208. In: P. B. Tinker and A. Läuchli (eds.). Advances in plant nutrition. Vol 1. Praeger. United States of America.
22. Hernández, R. 2007. Nutrición mineral de las plantas. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
23. Holdridge, 1987. “Ecología Basada en zonas de Vida”. Servicio Editorial. IICA San José – Costa Rica. 107 p.
24. Holle y montes, A. 1995. “Manual de enseñanza para la producción de hortalizas”. IICA. Primera Edición. Primera Reimpresión. San José de Costa Rica. 224 p.

25. Horna, Z. 2007. Efectos del silicio en la nutrición vegetal producción de silicio orgánico. Agryptus. Quevedo, Ecuador.
26. Infoagro, 2005. “El cultivo del Pepino”. [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)
27. Jones, J.B. Jr., B. Wolf, H.A. Mills. 1991. Plant analysis handbook. Micro-Macro Publishing. Athens, GA, USA. 213 p.
28. Kamprath, J. E. 1980. La acidez en el suelo bien drenados de los trópicos con limitantes para la producción de elementos INIPA- CIPA XVI.
29. Korndorfer. Datnoff, G.H. 2004. Snyder and G.H. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands. 115-131 p. Silicon in horticultural crops grown in soilless culture. In Silicon in agricultur. Eds,
30. León, J, 1987. “Botánica de los Cultivos Tropicales”. San José de Costa Rica. 445 p.
31. Lindbloms, 2003. “Manejo del Pepinillo”.
32. Maca, 2002. “Cultivo de pepinillo”. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios “– Colombia. 18p.
33. Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. 2nd. ed. Academic Press. London, England.

34. Marschner, 1995. Mineral nutrition of higher plants. 889. pp. 2nd. ed. Academic Press. San Diego, Ca.
35. Marmé, D. 1983. Calcium transport and function. pp. 599-625. In: A. P. Göttingen and M. H.
36. Marzocca, A, 1985. "Taxonomía Vegetal". Edición IICA. San José. Costa Rica. 263 p
37. Misti, 2010. Boletín de Fertilizantes segunda Edición-Perú .10 p.
38. Moran H, 2008. SEED COMPANY. WWW.Traductor.h
39. Nonami, 1995. Salt stress under hydroponic conditions causes changes in cell wall extension during growth. Acta Hort. 396: 91-98.
40. Pandey, 2000. Calcium signaling: linking environmental signals to cellular functions. Crit. Rev. Plant Sci. 19: 291-318.
41. Panamá C. D. P, 2003. Manual Técnico Seminario Sobre la Producción y Manejo de Post Cosecha de la Piña para la Exportación.
42. Parsons, B. D. 1989. "Cucurbitáceas". Segunda Edición. Ediciones Culturales. S.A. México. 56 p.

43. Pinedo, 2011. Evaluar dosis de aplicación de silicio (foliar), en pepinillo híbrido (STONEWALL F1).
44. Quero, E, 2008. "Protección y conservación para una alimentación sana" [www.loquequero.com/portal/index.php](http://www.loquequero.com/portal/index.php)
45. Ramm, R, 2008. "Ensayos de aplicación de silicio en hortalizas" – México D.F – México 2008
46. Sarli, A. E. 1980. Tratado de horticultura. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires – Argentina. 459 p.
47. Segura, M. L. ET AL. 1998. Crecimiento y extracción de nutrientes del cultivo de pepino bajo invernadero. Actas II Simposio Nacional-III Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas, pág: 273-278.
48. Solórzano, A 1993. "Separata de olericultura sobre origen y evolución Practicas culturales" U.N.S.M – F.C.A. Tarapoto – Perú
49. Sephu, 2009. (SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PRODUCTOS HÚMICOS) El silicio como elemento fertilizante. Noticias Sephu N° 028. Zaragoza, España.
50. Traves, G. 1962. Abonos. Vol II 2da Edición Editorial Sintesis. España. 456 p.
51. University of California. 2003. Programa de investigación para agricultura sostenible. USA.

52. Villegas-Torres, O. G., Ali-Tejacal, I., Acosta-Durán, C. M., Guillén-Sánchez, D., López-Martínez, D. 2007. Relación del calcio con las enfermedades de los cultivos. Investigación Agropecuaria. 2007. Volumen 4. p. 77-86.
53. Villegas, T. O. G., Alia, T. I., Acosta, D. C. M., Andrade, R. M., López, M. V. 2007. El calcio en la nutrición de los cultivos. Investigación Agropecuaria. 2007. Volumen 4. p. 17-24.
54. Ynoue C. 2005. Tesis pre grado "Evaluación de Tres Dosis de NPK Utilizando Como Fuente la Urea, Fosfato Diamónico y Cloruro de potasio En la Producción de Pepinillo Variedad Market More 76 con el Sistema de Espaldera en las Condiciones Edafoclimáticas de Lamas Universidad Nacional de San Martín –Tarapoto, Perú.
55. White, P. J. 2001. The pathways of calcium movement to the xylem. J. Exp. Bot. 52: 891-8

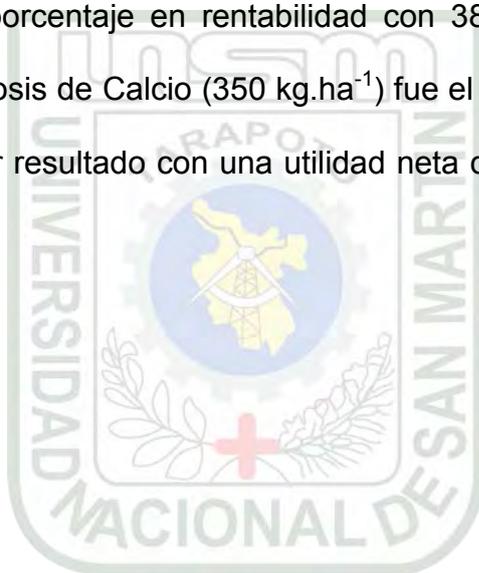
## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, titulado “Uso de diferentes dosis de calcio y silicio para el mejor cuajado de frutos en el cultivo de pepinillo híbrido EM Americam Slicer 160 f1 en Lamas- San Martín”, tuvo como objetivos: evaluar tres (03) dosis de Calcio y tres (03) de Silicio en el comportamiento agronómico del cultivo de pepinillo híbrido (*Cucumis sativus* L.) EM Americam Slicer 160 f1, en condiciones de la provincia de Lamas, Determinar la dosis más adecuada de Calcio y Silicio que permitan obtener los mayores rendimientos de frutos en el cultivo de pepinillo y realizar el análisis económico de los tratamientos evaluados. Este trabajo se realizó en el fundo “EL PACÍFICO” de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado en el distrito y provincia de Lamas, departamento de San Martín.

Se utilizó el Diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 bloques y 7 tratamientos teniendo 21 unidades experimentales. El cultivo indicador fue el Pepinillo híbrido Em Americam Slicer 160 F1, Adquirida en la empresa Semillera Manrique (Lima – Perú) su procedencia de América (USA) Pureza 99%, poder germinativo 85% y contiene aproximadamente 5 000 semillas por envase. Los tratamientos estudiados fueron: 03 Dosis de Calcio (224, 300 y 350 kg/ha) y 03 dosis de Silicio (50, 100 y 150 kg/ha) contando con un testigo absoluto para ambos.

Las conclusiones más relevantes fueron: la aplicación  $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Si y  $350 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Ca fueron los tratamientos que alcanzaron los mejores promedios con  $132,832.00 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  y  $106,704.49 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  resultando estadísticamente iguales entre sí; se obtuvieron respuestas lineales positivas de incremento de la altura de la planta, número de frutos cosechados, peso y longitud del fruto y rendimiento en  $\text{Tn}\cdot\text{ha}^{-1}$  en

función a las dosis de aplicación de Si y Ca. y el tratamiento con una dosis de 150 kg.ha<sup>-1</sup> de Si, fue el que obtuvo el mayor rendimiento con un beneficio neto de S/.7368 56 y el mayor porcentaje en rentabilidad con 38,38 %. Por otro lado, el Tratamiento con mayor dosis de Calcio (350 kg.ha<sup>-1</sup>) fue el siguiente tratamiento que alcanzó el segundo mejor resultado con una utilidad neta de S/. 41.57.03 y con una rentabilidad de 24,19 %.



## SUMMARY

This research paper, entitled "Use of different doses of calcium and silicon for better fruit set in cucumber cultivation American hybrid EM Lamas Slicer 160 f1-San Martin", were to: assess three (03) dose Calcium-three (03) of silicon in the agronomic performance of the crop of hybrid cucumber (*Cucumis sativus* L.) EM 160 Slicer American f1, in conditions of the province of Lamas, determine the best dose of calcium and silicon that will generate higher yields of fruit growing cucumber and perform economic analysis of treatments. This work was done in the farm "THE PACIFIC" owned Rivera Jorge Luis Pelaez, located in the district and province of Lamas, San Martin department.

We used the statistical design of randomized complete block design (RCBD) with 3 blocks and 7 experimental treatments taking 21 units. The indicator was growing hybrid Em Pickle Slicer American 160 F1, in the seed company Acquired Manrique (Lima - Peru) provenance of America (USA) Purity 99%, 85% germination and contains approximately 5000 seeds per container. The treatments were: 03 doses of calcium (224, 300 and 350 kg / ha) and 03 Silicon doses (50, 100 and 150 kg / ha) and have an absolute control for both.

The most significant findings were: application 150 kg ha<sup>-1</sup> of Si and 350 kg ha<sup>-1</sup> of Ca treatments were achieved with the best average 132,832.00 106,704.49 kg ha<sup>-1</sup> and kg ha<sup>-1</sup> resulting statistically equal each other, positive responses were linear increase in plant height, number of harvested fruits, fruit weight and length and performance Tn.ha<sup>-1</sup> according to the application rates of Si and Ca and treatment with a dose of 150 kg ha<sup>-1</sup> of Si, was the one that obtained the best performance

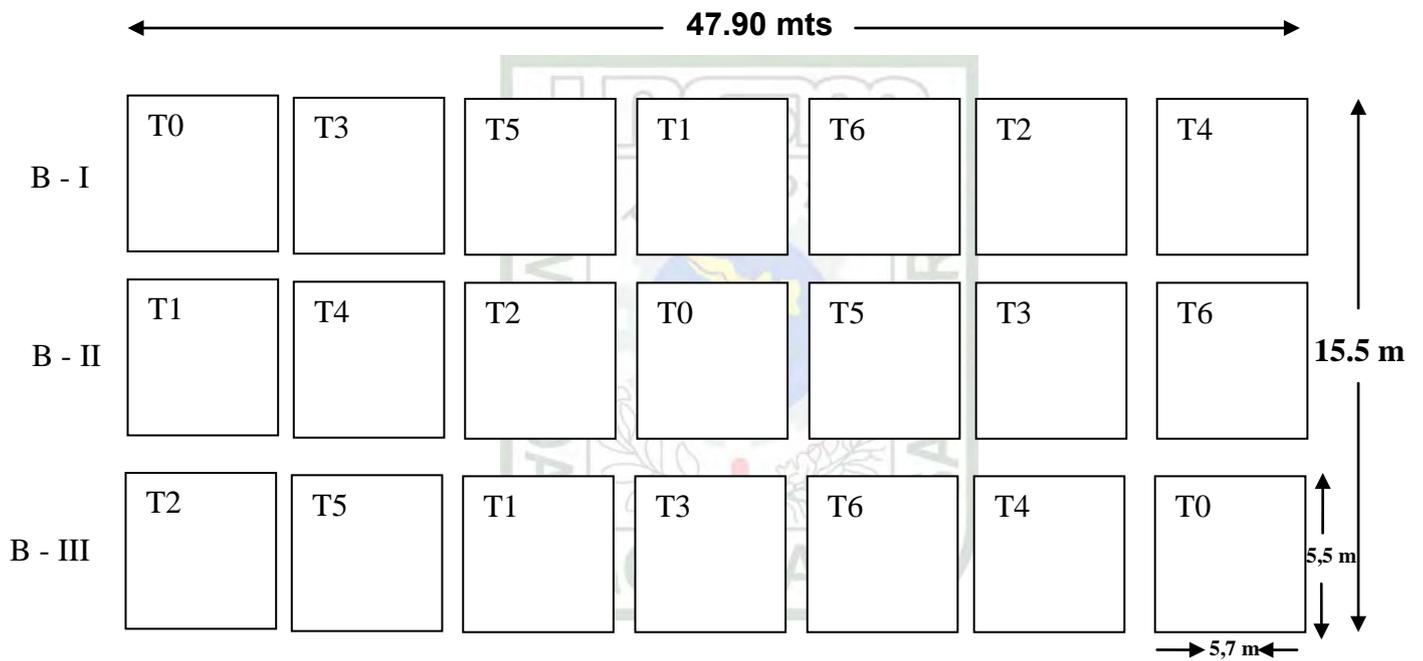
with a net profit of S/.7368.56 and the highest percentage with 38.38% in profitability. Furthermore, treatment with higher doses of calcium (350 kg ha<sup>-1</sup>) was the next treatment that reached the second best result with a net profit of S /. 41.57.03 and with a return of 24.19%.



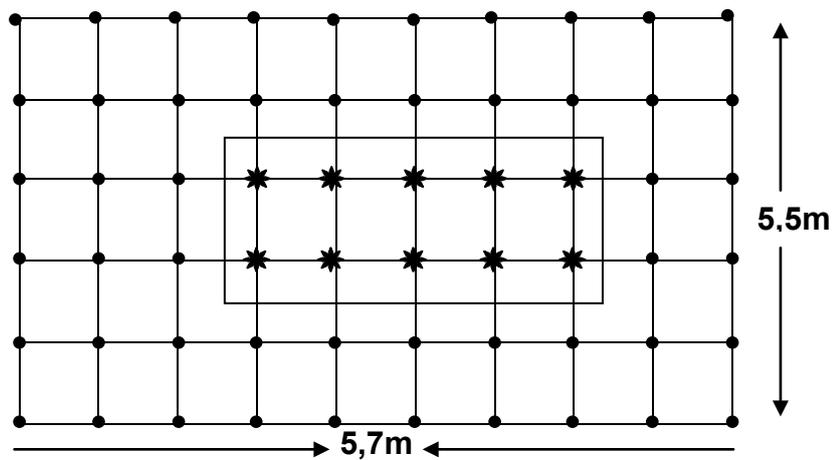


# **ANEXOS**

### Anexo 1: Croquis de campo experimental



### Anexo 2: Detalle de Unidad Experimental



### Anexo 3: Datos de campo

BLOCKS	TRATS	% EMERG (T)	H planta	N° Frutos (T)	Fructifica (T)	N° Frut Cosecha (T)	Peso	Long	Diámetro	RDTO
1	1	9.74	1.78	7.31	8.88	2.47	475	30.1	5.61	96582.37
2	1	9.79	1.81	7.18	8.94	2.61	515	31.2	5.8	116732.17
3	1	9.84	1.85	7.52	8.83	2.68	445	33.9	5.3	106798.93
1	2	9.79	1.46	6.96	8.36	2.36	475	23.3	5.72	88665.78
2	2	9.79	1.56	7.23	8.54	2.12	430	28.2	5.6	64499.36
3	2	9.74	1.69	7.06	8.36	2.49	495	26.2	5.8	102298.98
1	3	9.84	1.61	6.83	7.93	1.82	345	24.2	4.5	37949.62
2	3	9.79	1.53	6.91	7.74	1.76	325	23.4	4.8	33583
3	3	9.74	1.71	6.59	8.12	1.89	340	25.1	4.2	40799.59
1	4	9.79	1.91	8.07	9.05	2.74	580	30.2	6.41	144998.55
2	4	9.84	1.93	8.18	8.88	2.84	570	31.4	6.13	153898.46
3	4	9.79	1.88	7.87	9.16	2.88	360	32.8	5.4	99599
1	5	9.74	1.74	7.42	8.42	2.12	385	21.8	6.4	57749.42
2	5	9.79	1.91	7.81	8.54	2.63	445	27.5	6.5	102348.98
3	5	9.79	1.89	7.62	8.31	2.55	465	28.1	6.3	100748.99
1	6	9.79	1.73	6.93	8.06	2.05	380	25.1	5.9	53199.47
2	6	9.79	1.8	7.55	8	2.12	390	25.2	5.8	58499.42
3	6	9.74	1.75	7.42	8.12	2.03	370	24.1	4.8	50566.16
1	7	9.84	1.52	6.57	7.74	1.48	230	23	4.2	16866.5
2	7	9.84	1.61	6.72	7.61	1.73	240	24.4	3.8	23999.76
3	7	9.74	1.66	6.82	7.94	2.00	245	23.5	3.9	32666.34
Promedio		<b>9.79</b>	<b>1.73</b>	<b>7.27</b>	<b>8.36</b>	<b>2.26</b>	<b>405.00</b>	<b>26.80</b>	<b>5.37</b>	<b>75383.37</b>