

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



TESIS

**EFECTO DEL ABONAMIENTO FOLIAR ORGÁNICO (SILMIX-
ORGANO MINERAL) SOBRE RENDIMIENTO DE PEPINILLO
(*Cucumis sativus*) HÍBRIDO TORNEO 143 F-1 HYB**

LAMAS-SAN MARTÍN

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
DIANA FREITAS GUEVARA**

**TARAPOTO – PERÚ
2017**

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

ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

TESIS

**EFFECTO DEL ABONAMIENTO FOLIAR ORGÁNICO (SILMIX-
ORGANO MINERAL) SOBRE RENDIMIENTO DE PEPINILLO
(*Cucumis sativus*) HÍBRIDO TORNEO 143 F-1 HYB
LAMAS-SAN MARTÍN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
DIANA FREITAS GUEVARA**

COMITÉ DE TESIS

Ing. M.Sc. Armando D. Cueva Benavides
Presidente

Ing. M.Sc. Elías Torres Flores
Secretario

Ing. Eybis José Flores García
Miembro

Ing. Jorge Luís Peláez Rivera
Asesor

DEDICATORIA

A presente trabajo de investigación de Tesis lo dedico primeramente ante todo a DIOS, por la salud y las bendiciones que me brinda cada día por guiarme por el camino del bien.

A mis padres que con esfuerzo y voluntad hicieron que obtenga las condiciones necesarias para seguir una Carrera Profesional, brindándome así, su apoyo moral y económico, para ser una persona de bien social y brindar mis conocimientos a los que lo necesiten.

AGRADECIMIENTO

- ❖ Al Ing. **Jorge Luis Peláez Rivera**, por incentivar-me, apoyarme, guiarme, asesorarme y brindarme la confianza de mí persona ante la realización de este trabajo de Investigación de Tesis.

- ❖ Al Ing. M.Sc. **Cesar Enrique Chappa Santa María**, por ser la persona quien me brindó su confianza y apoyo, quien dispersó en mí los valores de una persona de perfil util en la vida social para una carrera profesional y me orientó a hacer las cosas correctamente.

- ❖ A los Ing. M.Sc. **Armando D. Cueva Benavides**, Ing. M.Sc. **Elías Torres Flores** e Ing. **Eybis José Flores García**, por brindarme las facilidades en las correcciones para realizar mi Tesis.

- ❖ A mis queridos padres y hermana por el apoyo incondicional que día a día me brindan, por hacer realidad mis sueños tan anhelados de forjarme una carrera profesional y contribuir de este modo al engrandecimiento y desarrollo de la sociedad y de mi familia.

Diana Freitas Guevara

INDICE

| | Pág. |
|---|-------------|
| RESUMEN | |
| SUMMARY | |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| III. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 3.1 Origen del pepinillo | 4 |
| 3.2 Clasificación taxonómica | 4 |
| 3.3 Características morfológicas del pepinillo | 5 |
| 3.4 Características fenológicas del pepinillo | 6 |
| 3.5 Requerimientos edafoclimáticos | 6 |
| 3.6 Híbridos de pepinillo | 8 |
| 3.7 Tutorado | 8 |
| 3.8 Fertilización | 9 |
| 3.9 Fertilización foliar | 11 |
| 3.10 Trabajos realizados con silicio | 14 |
| 3.11 Comportamiento del silicio | 16 |
| 3.12 Moderación de minerales | 18 |
| 3.13 El efecto del Silicio en la producción y calidad | 18 |
| 3.14 Potenciales beneficios económicos | 20 |
| 3.15 Fuentes de Silicio a nivel comercial | 20 |
| IV. MATERIALES Y MÉTODOS | 22 |
| 4.1 Ubicación del campo experimental | 22 |
| 4.2 Condiciones ecológicas | 22 |
| 4.3 Historia del campo experimental | 22 |
| 4.4 Características edáficas | 23 |
| 4.5 Condiciones climáticas | 24 |
| 4.6 Metodología | 24 |
| 4.6 Conducción del experimento | 27 |
| 4.7 Variables evaluadas | 31 |

| | | |
|-------|--|----|
| V. | RESULTADOS | 35 |
| 5.1 | De la altura de planta (cm) | 35 |
| 5.2 | Del número de flores por planta | 36 |
| 5.3 | Del número de frutos cosechados por planta | 37 |
| 5.4 | Del diámetro del fruto (cm) | 38 |
| 5.5 | De la longitud del fruto (cm) | 39 |
| 5.6 | Del peso del fruto (g) | 40 |
| 5.7 | Del rendimiento (kg.ha ⁻¹) | 41 |
| 5.8 | Del análisis económico por tratamiento | 42 |
| VI. | DISCUSIONES | 43 |
| VII. | CONCLUSIONES | 58 |
| VIII. | RECOMENDACIONES | 59 |
| IX. | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 60 |
| | ANEXOS | |

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo con la finalidad de determinar y evaluar dosis con mejor efecto del abono órgano mineral (Silmix) en el rendimiento del cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) híbrido Torneo 143 F-1 Hyb. en la provincia de Lamas, así mismo determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio. Para la ejecución del experimento se utilizó el Diseño Estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y 3 repeticiones, la información de campo fue procesada con el programa estadístico SPSS 22; los tratamientos estudiados fueron T1 (1 kg/ha), T2 (2 kg/ha), T3 (3 kg/ha), T4 (4 kg/ha) de SILMIX y T0 (Testigo sin aplicación); cuyas variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), número de flores por planta, número de frutos cosechados por planta, diámetro del fruto (cm), longitud del fruto (cm), peso de frutos (g), rendimiento de frutos en kg por planta y análisis económico. Los resultados obtenidos en la investigación indican que con la aplicación de $4,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix (T4), se obtuvieron los mejores resultados agronómico en rendimiento con $120\,446,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, en el peso del fruto con 466,1g, en la longitud del fruto con 39,5cm, diámetro del fruto con 6,1cm, número de frutos cosechados por planta con 15,5 frutos y altura de planta con 179,4cm.; así mismo con dicho tratamiento se alcanzó el mayor valor B/C con 2,07 con beneficio neto de S/. 24 379,30 nuevos soles, seguido del tratamiento T3 ($30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) con valor B/C de 1,08 con beneficio neto de S/. 12 457,02 nuevos soles. Los demás tratamientos alcanzaron valores B/C negativos.

Palabras Clave: Pepinillo, Silmix, dosis, rendimiento, tratamientos.

SUMMARY

The following research work had as purpose to identify and evaluate dose of the compost component mineral (Silmix) with better effect in the performance of the cultivation of cucumber (*Cucumis sativus* L.) hybrid Torneo 143 F-1 Hyb in the province of Lamas, likewise determine the economic analysis of the treatments under study. We used the Randomized Complete Block Design (RCBD) with five treatments and three replications; also used the SPSS 22 statistical program for obtaining the information in the field; the evaluated treatments were T1 (1 kg/ha), T2 (2 kg/ha), T3 (3 kg/ha), T4 (4 kg/ha) of SILMIX and T0 (control, without application). The variables evaluated were, plant height (cm), number of flowers per plant, number of fruits harvested per plant, diameter of the fruit (cm), fruit length (cm), fruit weight (g), fruit yield (kg) and economic analysis. The results indicate that the plants treated with doses of 4,0 kg.ha⁻¹ of Sil mix (T4) obtained the best agronomic results of performance with 120 446.0 kg.ha⁻¹, in the fruit weight with 466, 1g, in the fruit length with 39,5cm, fruit diameter with 6,1cm, number of fruit per plant with 15,5 fruits and plant height with 179,4cm. In the same way with that treatment we reached the highest value B/C with 2,07 with net profit of S/. 24 379,30 nuevos soles, followed by treatment T3 (30 t.ha⁻¹) with value B/C of 1,08 with net profit of S/. 12457,02 PEN. Other treatments got negative values B/C.

Key word: Cucumber, Silmix, dose, yield, treatments.

I. INTRODUCCIÓN

En la alimentación mundial, las hortalizas ocupan uno de los lugares más importantes dentro de la dieta alimenticia del hombre; el pepinillo (*Cucumis sativus* L.) es importante por su alto índice de consumo en nuestra población, generando de esta manera fuente de trabajo y sirve de alimento tanto en fresco como industrializado.

En nuestra región se produce pepinillo durante todo el año gracias a las condiciones edafoclimáticas, más aún si contamos con variedades mejoradas o híbridos y riego apropiado, a esto se suma las áreas de producción (10 ha aproximadamente) que existen actualmente y que sirve para el abastecimiento al mercado de la ciudad de Tarapoto.

Los escasos sembríos de este cultivo en la región San Martín vienen realizándose con semillas de pepinillo híbridos (obtenido de las casas importadoras), obteniendo mejores resultados que las variedades clásicas, pero hoy en día sólo se está logrando 15% de cuajado de fruto y con este trabajo pretendemos aportar en el aumento de cuajado.

El abono mineral vegetal (Silmix) se caracteriza por que contiene SiO_2 88,00%, Fe_2O_3 2,04%, MgO 1,48%, CaO 0,48%, P_2O_5 5,65% y KO_2 4,30%. Según estas características se programará su utilización del producto en el cultivo de pepinillo usando el híbrido Torneo 143 Hyb con sistema de espaldera en la localidad de Lamas, para lo cual se estudiará el efecto de cuatro dosis de abono órgano

mineral (Silmix) con la finalidad de determinar cuál de las dosis es la más influyente en el incremento del rendimiento y de la rentabilidad económica.

Orientándonos a este propósito de contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas en la sociedad se presenta este trabajo como un modelo práctico para ser desarrollado por las familias y empresarios de la Región San Martín.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General.

Determinar la dosis óptima de abono órgano mineral (Silmix) en el rendimiento del cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) híbrido Torneo 143 F-1 Hyb en las condiciones edafoclimáticas del distrito de Lamas.

2.2. Objetivos Específicos.

Evaluar cuatro dosis de abono órgano mineral (Silmix) sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) híbrido Torneo 143 F-1 Hyb con sistema de espaldera en el distrito de Lamas.

Determinar el análisis económico (B/C) de los tratamientos en estudio.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Origen del pepinillo.

El pepinillo es originario de las regiones tropicales del sur de Asia, siendo cultivado en la India desde hace más de 3 000 años (Agronegocios, 2004). 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 más tarde, como a la China.

3.2. Clasificación taxonómica.

Maca (2002), define al cultivo del pepinillo de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Sub. Reino: Tracheobionta

Súper división: Spermathyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida (Dicotiledónea)

Sub. Clase: Dilleniidae

Orden: Violales

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Cucumis*

Especie: *sativus* L.

3.3. Características morfológicas del pepinillo.

Holle, y Montes (1995), describen al cultivo con sistema radicular muy desarrollada y consta de raíz principal que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco; el tallo principal es 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, las hojas tiene pecíolo largo, de gran limbo acorazonado, de tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un bello muy fino.

Las flores son de pedúnculo corto y pétalos amarillos, 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 o femeninas; 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, el fruto es pepónide áspero o liso dependiendo de la variedad, que varía desde el color verde claro, verde oscuro hasta alcanzar 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 (Holle, y Montes, 1995).

3.4. Características fenológicas del pepinillo.

Holle, y Montes (1995), menciona que las etapas del ciclo fenológico del pepinillo son cuatro y se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1: Fases fenológicas.

| Emergencia | Inicio de emisión de guías | Inicio de Floración | Inicio de cosecha | Fin de cosecha |
|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 4 – 6 días | 15 – 24 días | 27 – 34 días | 43 – 50 días | 75 – 90 días |

Fuente: Holle y Montes (1995).

3.5. Requerimientos edafoclimáticos.

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 buen desarrollo y excelentes rendimientos en cuanto al pH, el cultivo se adapta a rangos de 5,5 - 6,8; soportando incluso pH hasta de 7,5; se deben evitar los suelos ácidos con pH menores de 5,5.

Lindbloms, (2003) dice 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), refiere 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.

La planta de pepinillo requiere 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 (Segura, 1998). El mismo autor dice que 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. Además que 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 Segura (1998).

3.6. Híbridos de pepinillo.

Morán (2008), explica que entre los híbridos de consumo que tienen buena adaptación al medio y de alto rendimiento en la producción el Pepinillo Híbrido Torneo 143 F-1 Hyb es de floración predominantemente femenina y con planta vigorosa; provee gran producción de frutos cilíndricos muy uniformes, de 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 a 10 horas, se siembra en líneas separadas de 1,5 m entre golpes; después de emerger es necesario aclarar dejando 2 plantas por golpe.

3.7. Tutorado.

Giacconi (1988), refiere que es una práctica imprescindible para mantener a la planta, mejorando la aireación general de la misma, favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, 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), explica 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 consiste en un conjunto de postes cada 3 m, con dos líneas de alambre a 0,8 m y 1,5 m de altura, en los cuales se amarran las guías con pabilo.

Agronegocios (2004), menciona 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.

3.8. Fertilización.

La empresa Misti (2010) especialista en fertilizantes menciona que el requerimiento nutricional del cultivo de pepinillo para producir 40 t/ha es de 170 kg/ha N, 50 kg/ha P₂O₅, 120 kg/ha K₂O, 60 kg/ha MgO, 30 kg/ha S y 224 kg/ha Ca.

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 fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.) (Domínguez, 1988).

Espinel (2001), refiere 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 distancia de 5 cm a 10cm de la semilla y a 5 cm de profundidad.

Holle y Montes (1995), mencionan que el pepinillo requiere 100 – 100 – 100 de NPK: usar 200 kg de urea, 450 kg de sulfato de amonio o 30 kg de nitrato de amonio y 450 kg de superfosfato simple y 200 kg de potasio 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, sino también la proporción equilibrada entre los diferentes nutrientes que influyen en el desarrollo; por ello debe ser fertilizado con 50-40-80 de NPK. Por otra parte, Delgado (1993) refiere 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. Asimismo, Chirinos (1998), menciona que el pepinillo necesita 202 de N, 65 de P_2O_5 y 381 de K_2O para obtener rendimiento de 45 toneladas por hectárea.

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 pobre desarrollo de la planta y clorosis en las hojas; el exceso de 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.

3.9. Fertilizante foliar.

Cubas y COMPAÑIA (2014), refieren que Mineral biogénico (Silmix) es un mineral de origen vegetal, totalmente inocuo por pertenecer al grupo de las sílices amorfas de algas marinas, la diferencia fundamental con respecto a otros minerales silíceos es que es de origen biogénico; tiene la propiedad natural de ser muy activo, fertilizante que aporta a las plantas 38 oligoelementos o trazas minerales que son vitales para la interacción metabólica de sus tejidos y que la desmineralización de las tierras de cultivo ha dejado de aportar a los vegetales por carecer de ellos.

Cubas y COMPAÑÍA. 2014. (mineral Silmix), es una empresa de talla nacional (Huaral) cuya distribuidora se encuentra ubicado en Av. Vía de Evitamiento Cdra. 12 – Tarapoto, a continuación se describe a dicho mineral:

3.9.1. Generalidades.

- Nombre comercial: SILMIX.

El fertilizante foliar tiene la composición química: SiO_2 80,00%, Fe_2O_3 2,04%, CaO 0,48%, MgO 1,48%, P_2O_5 5,65%, KO_2 4,30%, es polvo soluble, blanco sin olor, no inflamable, fertilizante de macro y micronutrientes, su estado físico-químico Polvo blanco, sin olor, no inflamable, no explosivo, no oxidante, con material del envase estable, con densidad de 156 – 168 g/l y es 100% soluble en agua.

3.9.2. Beneficios.

Cubas y COMPAÑÍA (2014), menciona que el producto SILMIX aplicado en forma foliar, protege la planta del golpe del sol, al reflejar el espectro de rayos infrarrojos y ultravioletas; brinda a las plantas la capacidad de almacenamiento y distribución de carbohidratos a través de una mejor fotosíntesis que se requieren para el crecimiento y producción de la cosecha. Es un mineral de complejo orgánico que contiene más de 38 oligoelementos tales como Fósforo, Potasio, Magnesio, Hierro, Manganeso, Zinc, Cobre, Boro y Molibdeno, etc.; quelatados con aminoácidos que le permiten una eficiente absorción de los nutrientes por la planta, ha sido ensayado con éxito en cultivos comerciales tales como cebolla, ajo, papa, maíz, arroz,

fresa, hortalizas, pastos, jardines, flores, hongos champiñones, caña de azúcar, café, cacao, palma aceitera, frutales y otros.

3.9.3. Modo de acción.

Cubas y COMPAÑIA (2014), indica que el producto SILMIX participa activamente en los procesos enzimáticos promoviendo que la planta tenga mejor respuesta a condiciones de estrés, corrige deficiencias múltiples de micronutrientes en la planta desde sus estados iniciales. Los nutrientes se encuentran en forma quelatada con aminoácidos, favoreciendo a los nutrientes de reacciones con otros elementos en el suelo o en el tanque de mezcla, de tal forma que se encuentra totalmente disponible para la planta cuando se aplique al suelo o vía foliar.

3.9.4. Época y frecuencia de aplicación.

SILMIX es excelente en aplicaciones foliares cuando las plántulas presenten de 4 a 6 hojas verdaderas; en frutales y perennes se aplica desde el inicio de la brotación y durante el crecimiento vegetativo con intervalo de 14 a 21 días entre aplicación; al igual que en hortalizas, forrajes, ornamentales y cultivos anuales salvo el intervalo que es de 7 a 14 días; al trasplante se remoja las plántulas en una solución del 0,5 al 1% antes de establecerlas en el campo definitivo; SILMIX es compatible con la mayoría de los insumos aplicados vía foliar sean insecticidas y/o fungicidas (Cubas, O. y COMPAÑIA, 2014).

3.9.5. Fitotoxicidad.

SILMIX por ser un producto orgánico puede ser usado en todos los cultivos sin restricción, no registran residuos tóxicos en los cultivos por que no causa fitotoxicidad si se emplean las dosis recomendadas (Cubas y COMPAÑIA, 2014).

3.10. Trabajos realizados con silicio.

Pinedo (2011) en su trabajo de investigación realizado en el Fundo El Pacífico, con aplicación de Quick –sol (como fuente de Silicio), manifiesta que 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 (2 400 ml de Si/ha), mostrando valores más altos en los índices de productividad con promedio de 65 frutos por planta a comparación del tratamiento testigo T0 (sin aplicación de Si), quien mostró el índice promedio más bajo con 8 frutos cuajados por planta, a lo que se deduce que el promedio de 10,47 cm de diámetro por fruto, longitud promedio de 25,53 cm por fruto y peso promedio de 575,67 gr por fruto cosechado, así mismo arrojó la ganancia más alta siendo de S/. 43 636,32; seguido de los tratamientos T2 (1 800 ml de Si/ha) y T1 (1 200 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.

Mori (2012) en su trabajo de investigación realizado en el Fundo El Pacífico, con aplicación de Calcio y Silicio (como fuente de Silicio es Magneclin), en el cultivo de pepinillo, variedad EM Americam Slicer 160 f1 (adquirida en la empresa Semillera Manrique (Lima – Perú)), menciona que la aplicación 150 kg.ha^{-1} de Si y 350 kg.ha^{-1} de Ca fueron los tratamientos que alcanzaron los mejores promedios con $132\,832,00 \text{ kg.ha}^{-1}$ y $106\,704,49 \text{ kg.ha}^{-1}$; asimismo el tratamiento con dosis de 150 kg.ha^{-1} de Si fue el que obtuvo el mayor rendimiento con beneficio neto de S/. 7 368,56 y el mayor porcentaje en rentabilidad con 38,38%.

De acuerdo a lo que afirma Sephu (2009), 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.

Cuanta mayor cantidad de silicio soluble activo esté presente, mejores serán los beneficios para el suelo y la planta; y 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 (Brady, 1992).

El Silicio refuerza en la planta la capacidad de distribución de carbohidratos requeridos para el crecimiento y producción, protege la fase de reproducción, provee fortaleza estructural y proporciona mecanismos naturales de defensa contra el ataque de enfermedades e insectos; por otra parte el Si también está involucrado en los mecanismos que aumentan la tolerancia de las plantas al estrés medio ambiental: sequía, temperaturas extremas y posee acción sinérgica con el Ca y Mg mejorando la vida de las cosechas (Horna, 2007).

3.11. Comportamiento del silicio en el suelo.

Bent (2008) refiere 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 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 y 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 (Bent, 2008).

El Silicio aumenta la nutrición de P en las plantas de 40% a 60% sin la aplicación de fuentes fosfatadas e incrementa la eficiencia de la aplicación de roca fosfórica de 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 (Ramm, 2008).

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 éste 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).

3.12. 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; 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; aumenta la tolerancia de la planta a los altos niveles de nitrógeno, esto es extremadamente importante al considerar el aumento de la productividad (Quero, 2008).

3.13. 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, cáscaras muy débiles en la zanahoria); el suministro de adecuado silicio durante el cultivo contrarresta tales características negativas (Bent, 2008).

El mismo autor hace referencia que 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).

3.14. 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 m² 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).

3.15. Fuentes de Silicio a nivel comercial.

Magnesil.

Es la mejor alternativa como fuente de Silicio y Magnesio para los cultivos; el Silicio presente en el Magnesil, en contacto con el suelo genera Ácido Monosilícico, que es la forma soluble que actúa en el suelo y la única forma química como las plantas pueden tomar Silicio del suelo (Bacom, 2009).

En la planta, el Silicio del Magnesil promueve mayor producción de materia seca en las gramíneas como arroz y caña, le comunica a las plantas resistencia a las enfermedades, contribuye a la economía del agua y promueve una arquitectura de la planta que incrementa la eficiencia en la utilización de la luz; como fuente de Magnesio, el Magnesil suministra a la planta cantidades significativas de este elemento esencial, constituyente de la clorofila y necesario para estimular la absorción del Fósforo, entre otras funciones (Ramm, 2008).

Según la empresa Ecuatoriana Ferti Andino (2010), refiere que dentro de las características físicas y químicas se tiene:

Nombre Químico: Silicato de Magnesio.

Otros Nombres: Magnesil.

Fórmula Química: $(\text{MgO}) \text{SiO}_2$.

Contenido de Magnesio Total (MgO): 32,0% Magnesio

Contenido de Silicio (SiO_2) Total: 34,0% Silicio en forma de Silicato.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del campo experimental.

El trabajo de investigación se desarrolló en el fundo “El Pacífico” de propiedad del Ing. Jorge Luis Peláez Rivera, se encuentra ubicado en el distrito y provincia de Lamas, departamento San Martín.

4.1.1. Ubicación Política.

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

4.1.2. Ubicación Geográfica.

| | | |
|----------------|---|-------------|
| Latitud Sur | : | 06° 16' 15” |
| Longitud Oeste | : | 76° 42' 45” |
| Altitud | : | 920 m.s.n.m |

4.2. Condiciones Ecológicas.

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

4.3. Historia del campo experimental.

En el fundo hortícola “El Pacífico” se vienen cultivando hortalizas de gran potencial comercial en constante rotación de cultivos como cebolla china,

culantro, lechuga, pepinillo, repollo morado, ruda, romero, albahaca, sachaculantro, utilizando fertilizantes y fungicidas orgánicos dentro de la producción; cuenta con una extensión de dos hectáreas desde hace veintiocho años.

4.4. Características Edáficas.

A continuación se presenta el análisis Físico-Químico del Fundo “El Pacifico”, el cual posee clase textural franco arcillo arenoso, con contenido de materia orgánica de 2,45%.

Cuadro 2: Análisis físico-químico del área de investigación.

| N° DE MUESTRA | | ANÁLISIS MECÁNICO | | | | | pH | C.E. (μS) | M.O % | N % | P ppm | K ppm | CAMBIABLES | | | | |
|---------------|---------|-------------------|---------|--------|-----------|----------------|-----|-----------|-------|-------|-------|--------|------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|
| Lab | Campo | C.E Mmos/cc | Arena % | Limo % | Arcilla % | Textura | | | | | | | CIC | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Na ⁺ | K ⁺ |
| 001 | Muestra | 1,85 | 68,8 | 16,4 | 14,8 | Franco Arenoso | 5,8 | 1850 | 2,45 | 0,123 | 6,8 | 301,32 | 13,92 | 11,0 | 2,0 | 0,150 | 0,771 |

Interpretación:

| Análisis mecánico | Franco Arenoso |
|------------------------|------------------------|
| pH | Moderadamente ácido |
| M.O. (%) | Medio |
| N (%) | Normal |
| P(ppm) | Bajo |
| K ₂ O (ppm) | Alto |
| CIC (meq) | Moderadamente Alto |
| C.E. (μS) | Sin problemas de sales |
| Ca ⁺⁺ | Bajo |
| Mg ⁺⁺ | Bajo |
| K ⁺ | Bajo |

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, 2015

4.5 Condiciones climáticas

Según Holdridge (1987), el terreno donde se instaló el experimento presenta una zona de vida de bosque seco tropical (bs-T), con temperatura media anual de 24,0 °C., y precipitación total anual de 1770,3 mm.

Cuadro 3: Análisis climático del lugar de investigación Lamas-2015

| MESES | PPV mm | HR % | TEMPERATURA C° |
|-----------------|---------------|-------------|-------------------|
| | 2015 | 2015 | 2015 |
| SETIEMBRE | 49,7 | 81,0 | 25,2 |
| OCTUBRE | 134,5 | 83,0 | 24,8 |
| NOVIEMBRE | 144,7 | 82,0 | 25,1 |
| DICIEMBRE | 155,7 | 86,0 | 24,0 |
| TOTAL | 484,6 | 278 | 99,1 |
| PROMEDIO | 121,15 | 69,5 | 25 |

Fuente: SENAMHI, 2015.

4.5. Metodología.

4.5.1. Diseño y características del experimento.

En la ejecución del trabajo de investigación se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 3 repeticiones. La información de campo fue procesada con el programa estadístico SPSS 22 a niveles de confianza de 1% y 5% comparados con el P-valor. Los promedios de tratamientos fueron comparados a través de la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan a un nivel de confianza del 5%.

A) Características del experimento.

Bloque

| | | |
|------------------|---|-----------------------|
| Número de bloque | : | 03 |
| Área total | : | 110,25 m ² |
| Área neta | : | 96,25 m ² |

Tratamientos

| | | |
|---------------------------------------|---|----------------------|
| Tratamientos por bloque | : | 05 |
| Total de Tratamientos del experimento | : | 15 |
| Largo | : | 5,5 m |
| Ancho | : | 3,5 m |
| Área de cada Tratamiento | : | 19,25 m ² |

4.5.2. Tratamientos en estudio.

Los tratamientos en estudios son cuatro dosis de fertilizante de silicio de algas marinas con macro y micro nutriente en sistema de espaldera, con tres repeticiones con un total de 15 unidades experimentales, la ejecución del experimento se llevó a cabo entre los meses de setiembre a diciembre de 2015; utilizando para dicho experimento semillas de pepinillo híbrido Torneo 143 F-1 Hyb.

Cuadro 4: Tratamientos estudiados.

| N° de Tratamientos | Dosis de SILMIX kg/ha | Aplicaciones | | |
|--------------------|--------------------------|--------------|--------|--------|
| | | 1° | 2° | 3° |
| T0 | Testigo | -- | -- | -- |
| T1 | 1,00 | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |
| T2 | 2,00 | 0,6666 | 0,6666 | 0,6666 |
| T3 | 3,00 | 1 | 1 | 1 |
| T4 | 4,00 | 1,333 | 1,333 | 1,333 |

El análisis de varianza del presente experimento tiene las siguientes características:

Cuadro 5: Análisis de varianza para el experimento

| F. de V. | G.L. | SC | CM |
|--------------|------------------|--------------------------------|-----|
| Bloque | $r - 1 = A$ | $\sum X^2 \cdot J/t - FC = D$ | D/A |
| Tratamientos | $t - 1 = B$ | $\sum X^2_i / r - FC = E$ | E/B |
| Error | $(r-1)(t-1) = C$ | $SC_{TOT} - (SC_B + SC_T) = F$ | F/C |
| TOTAL | $rt - 1$ | $\sum \sum X^2_{ij} - FC$ | |

Fuente: Rojas, M. (2003).

Modelo matemático:

Está definido por el modelo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad ; \quad i = 1, \dots, a \quad ; \quad j = 1, \dots, b$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta o ecuación de cualquier observación.

μ = media global o general.

T_i = efecto de tratamiento i-ésimo.

β_j = efecto del bloque j-ésimo (efecto ambiental)

ε_{ij} = efecto del error experimental (efecto residual) o compuesto aleatorio observado en el bloque j-ésimo para el tratamiento i-ésimo.

4.6. Conducción del experimento.

a. Ubicación y limpieza del terreno.

Para esta actividad se realizó el desmalezado y limpieza del terreno, con la ayuda de palanas y machetes.

b. Almácigo.

Esta actividad se realizó en bandejas almacigueras de 192 celdas, con el uso de sustrato de algas marinas (premix 3), se colocaron una semilla de pepinillo híbrido Torneo 143 F-1 Hyb, el cual permaneció durante 15 días para luego ser llevado a campo definitivo.



Figura 1: Plántulas de pepinillo. D. Freitas 2015.

c. Remoción del suelo.

Esta actividad se realizó con la ayuda de un motocultor, removiendo el suelo y dejándolo bien mullido.

d. Demarcación del terreno.

En la demarcación del terreno se procedió a delimitar el campo con las siguientes dimensiones: 12,5 metros de ancho por 31,5 metros de largo, luego se dividió en tres bloques con sus cinco respectivos tratamientos.

e. Aplicación de gallinaza.

Para la aplicación de la materia orgánica (gallinaza) se utilizó dosis de 20 t/ha, esparcido uniformemente al voleo en el área de trabajo para luego pasarlo una mullida con el motocultor, 15 días antes de la siembra en campo; la gallinaza utilizada permaneció en descomposición por seis meses dicha materia orgánica se adquirió de la granja avícola “Conche”, ubicado en localidad de Lamas.

Cuadro 6: Análisis de la gallinaza fundo “Conche” – Lamas (1000 g aproximadamente)

| Parámetros | Contenido | Interpretación | Metodología |
|----------------------|-----------|----------------|--|
| pH | 6,9 | Mod. ácido | Absorción Atómica, Kjendhal |
| Materia orgánica (%) | 46,56 | Medio | |
| Nitrógeno total (%) | 3,21 | Medio | |
| Fósforo P (%) | 2,56 | Medio | |
| Potasio K (%) | 2,3 | Medio | |
| Calcio Ca (%) | 8,32 | Medio | |
| Magnesio MG (%) | 0,98 | Medio | |
| Fierro Fe (ppm) | 456,21 | Medio | |
| Zinc Zn (ppm) | 342 | Medio | |
| | | | |

Fuente: LSA-FCA-UNSM-T-2015.

f. Siembra.

La siembra se realizó en campo definitivo cuando la plántula tenga 15 días en el almácigo. El distanciamiento entre fila fue de un metro y 0,60 metros entre planta.



Figura 2: Siembra. D. Freitas 2015.

g. Aplicación foliar de fertilizante SILMIX.

La aplicación de fertilizante se realizó vía foliar, las dosis mencionadas se fraccionaron en tres aplicaciones: la primera se hizo a los 8 días después del trasplante, la segunda 15 días después, es decir en la etapa de prefloración y la tercera se hizo al inicio de cuajado (a 15 días de la segunda aplicación). Las dosis por tratamiento se indican en el cuadro N° 4 (pg. 26).

h. Riegos.

Se utilizó el riego por aspersión, con aspersores de pin para una mejor humedad, cuando las condiciones climáticas lo ameritaban.

i. Aporque.

Se realizó a los 15 días después de la siembra en campo definitivo, que consiste en acumular tierra en la base del tallo con la ayuda de una lampa, con la finalidad de mantener la humedad del suelo y facilitar el desarrollo radicular.

j. Instalación de tutores.

La instalación de los tutores en espaldera se hizo a los 15 días después de la siembra; para el establecimiento se utilizó postes de bambú de 2,50 metros de largo, 10 kilogramos de alambre galvanizado N°14 y caña bravas. Los postes fueron puestos a 4 metros de distancia formando una hilera, las cañas bravas fueron colocadas en medio de cada poste de la hilera con la finalidad de buscar el crecimiento vertical de las plantas.

k. Colocación de rafia y anillado.

Se procedió a colocar los anillos con rafia en la base del tallo de las plantas de pepinillo, luego amarrar con la rafia en el alambre, el tipo de amarre fue de tipo lazo para facilitarnos posteriormente y cambiar el amarre a medida que la planta fue creciendo. Esto se hizo a los 21 después del trasplante.

l. Control fitosanitario.

El control de plagas y enfermedades se realizó en forma preventiva desde la siembra hasta la cosecha. Se aplicó alfa cipermetrina (20ml/20l) para el control de gusanos perforadores de frutos y cortadores de plántulas en campo definitivo; para el control fitopatológico trabajamos con los microorganismos benéficos, con dosis de 0,5 litros por hectárea.

m. Control de malezas.

La eliminación de malezas se hizo en forma manual de acuerdo a la incidencia.

n. Cosecha.

La primera cosecha se realizó a los 45 días aproximadamente después de la siembra cuando los frutos alcanzaron su madurez óptima de mercado (frutos de un color verde). Luego las posteriores cosechas se realizaron semanalmente. Realizando tres cosechas.



Figura 3: Cosecha. D. Freitas 2015.

o. Evaluaciones.

Las evaluaciones se realizaron semanalmente de acuerdo a los parámetros establecidos para el experimento.

4.7. Variables evaluadas.

a. Altura de planta.

Se realizó tomando 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento para su respectiva evaluación, de cada bloque en estudio. Las medidas se tomaron desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta con la ayuda de una wincha.

b) Número de flores por planta.

Se tomaron 10 plantas al azar por tratamiento y se contó el total de flores por planta y se promedió con el total de las plantas evaluadas para la obtención de datos.

c) Número de frutos cosechados por planta.

Se contaron el total de frutos cosechado durante las cuatro cosechas de las 10 plantas seleccionadas por tratamiento de los respectivos bloques.

d) Diámetro de fruto.

El diámetro se midió con la ayuda de un vernier, para lo cual se tomó la parte media del fruto de las plantas seleccionadas por tratamiento de los respectivos bloques.



Figura 4: Medición del diámetro. D. Freitas 2015.

e) Longitud de fruto.

Con una regla graduada se procedió a medir el tamaño del fruto desde el ápice distal hacia el ápice terminal. Para lo cual se tomó los frutos de las plantas seleccionadas por tratamiento de los respectivos bloques en estudio.



Figura 5: Medición de la longitud. D. Freitas 2015.

f) Peso de frutos.

Se pesaron los frutos de las plantas seleccionadas por tratamiento, de cada bloque en estudio. El peso del fruto fue tomado en forma individual en una balanza de precisión.

g) Rendimiento de frutos en kg por planta.

En el parámetro se evaluó el peso obtenido de la primera, segunda, tercera y cuarta cosecha de las plantas seleccionadas por tratamiento de los respectivos bloques, para finalmente sacarle promedio de la sumatoria total del rendimiento en kg por planta.

h) Análisis económico.

Teniendo en cuenta el número de kg de frutos cosechados por hectárea, se realizó el análisis económico a través de la relación beneficio costo.

$$\text{Beneficio /Costo} = \frac{\text{Beneficio bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{B}{C} - 1 \times 100$$

V. RESULTADOS

5.1. De la altura de planta (cm).

Cuadro 7: Análisis de Varianza para la altura de planta (cm).

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Cuadrático promedio | F.C. | P-valor | Interpretación |
|------------------------|-------------------|------|---------------------|--------|---------|----------------|
| Bloques | 4,396 | 2 | 2,198 | 0,177 | 0,841 | N.S. |
| Tratamientos | 4596,976 | 4 | 1149,244 | 92,659 | <0,001 | ** |
| Error experimental | 99,224 | 8 | 12,403 | | | |
| Total | 4700,596 | 14 | | | | |

Promedio = 139,61 C.V. = 2,5% $R^2 = 97,9\%$

N.S. No significativo **Altamente significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 8: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de tratamientos en la altura de planta (cm).

| Tratamientos | Descripción | Duncan ($\alpha = 0,05$) | |
|--------------|-------------------------|----------------------------|---------------|
| | | Promedio | Significación |
| 0 | Testigo | 129,8 | a |
| 1 | 1,0 kg.ha ⁻¹ | 139,1 | b |
| 2 | 2,0 kg.ha ⁻¹ | 143,3 | b |
| 3 | 3,0 kg.ha ⁻¹ | 159,8 | c |
| 4 | 4,0 kg.ha ⁻¹ | 179,4 | d |

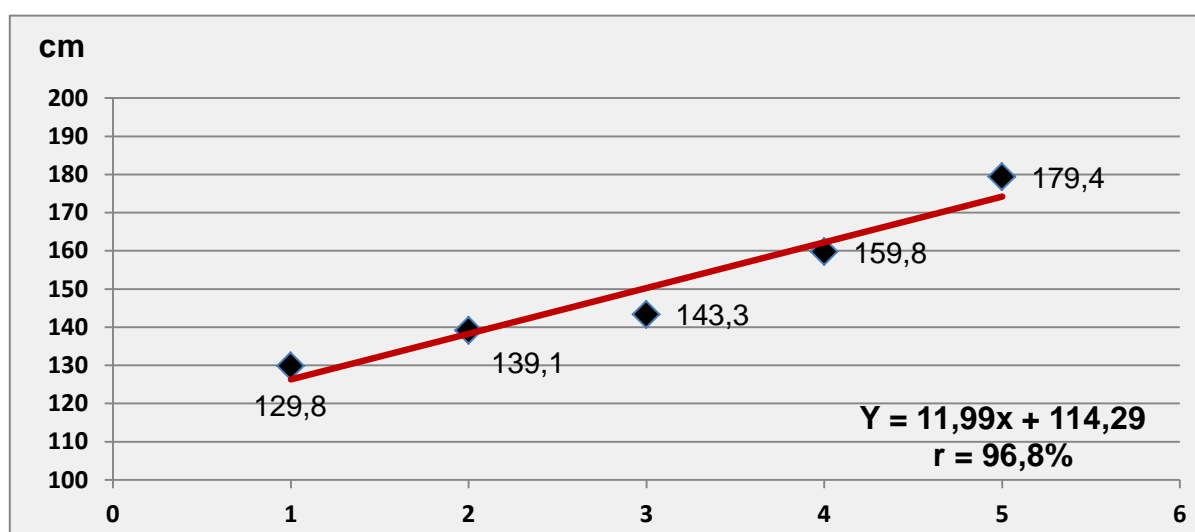


Gráfico 1: Diagrama de dispersión y regresión para promedios de altura de planta.

5.2. Del número de flores por planta.

Cuadro 9: Análisis de Varianza para el Número de flores por planta (transformados por \sqrt{x}).

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Cuadrático promedio | F.C. | P-valor | Significación |
|---------------------------|-------------------|------|---------------------|--------|---------|---------------|
| Bloques | 0,019 | 2 | 0,010 | 0,427 | 0,667 | N.S. |
| Tratamientos | 2,143 | 4 | 0,536 | 23,545 | <0,001 | ** |
| Error experimental | 0,182 | 8 | 0,023 | | | |
| Total | 2,345 | 14 | | | | |

Promedio = 7,0 C.V. = 2,2% $R^2 = 92,2\%$
 N.S. No significativo **Altamente significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 10: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de tratamientos en el Número de flores por planta.

| Tratamientos | Descripción | Duncan ($\alpha = 0,05$) | |
|--------------|-------------------------|----------------------------|---------------|
| | | Promedio | Significación |
| 0 | Testigo | 40,5 | a |
| 1 | 1,0 kg.ha ⁻¹ | 46,2 | b |
| 2 | 2,0 kg.ha ⁻¹ | 51,2 | c |
| 3 | 3,0 kg.ha ⁻¹ | 52,9 | c |
| 4 | 4,0 kg.ha ⁻¹ | 55,0 | c |

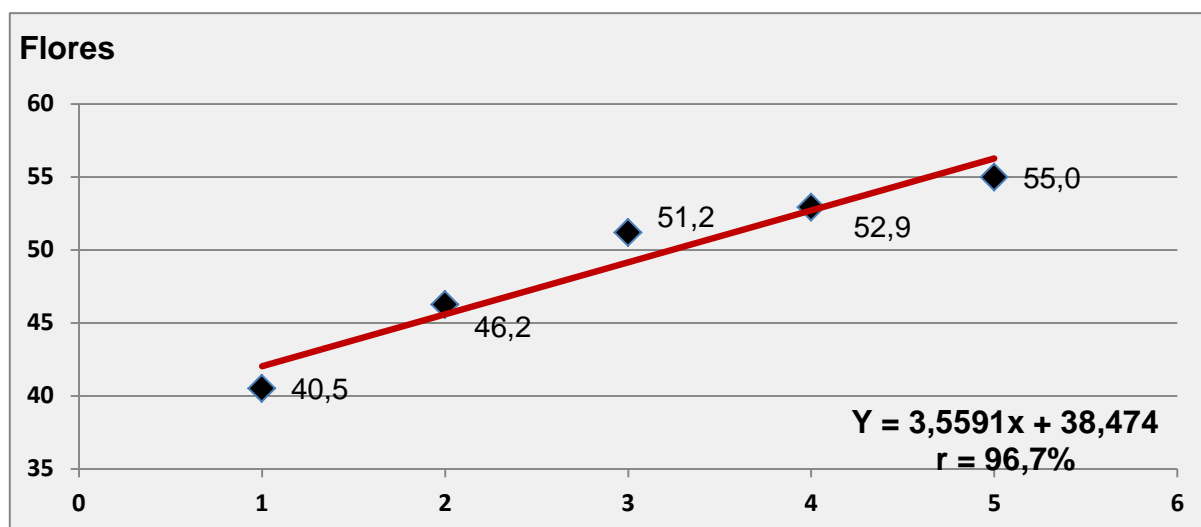


Gráfico 2: Diagrama de dispersión y regresión para promedios del número de flores por planta.

5.3. Del número de frutos cosechados por planta.

Cuadro 11: Análisis de Varianza para el Número de frutos cosechados por planta (transformado por \sqrt{x}).

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Cuadrático promedio | F.C. | P-valor | Significación |
|---------------------------|-------------------|------|---------------------|--------|---------|---------------|
| Bloques | 0,087 | 2 | 0,043 | 1,932 | 0,207 | N.S. |
| Tratamientos | 6,579 | 4 | 1,645 | 73,449 | <0,001 | ** |
| Error experimental | 0,179 | 8 | 0,022 | | | |
| Total | 6,845 | 14 | | | | |

Promedio = 2,99 C.V. = 5,05 $R^2 = 97,4\%$
 N.S. No significativo **Altamente significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 12: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de tratamientos en el Número de frutos cosechados por planta.

| Tratamientos | Descripción | Duncan ($\alpha = 0,05$) | |
|--------------|-------------------------|----------------------------|---------------|
| | | Promedio | Significación |
| 0 | Testigo | 5,0 | a |
| 1 | 1,0 kg.ha ⁻¹ | 6,2 | a b |
| 2 | 2k0 kg.ha ⁻¹ | 7,2 | b |
| 3 | 3,0 kg.ha ⁻¹ | 13,1 | c |
| 4 | 4,0 kg.ha ⁻¹ | 15,5 | d |

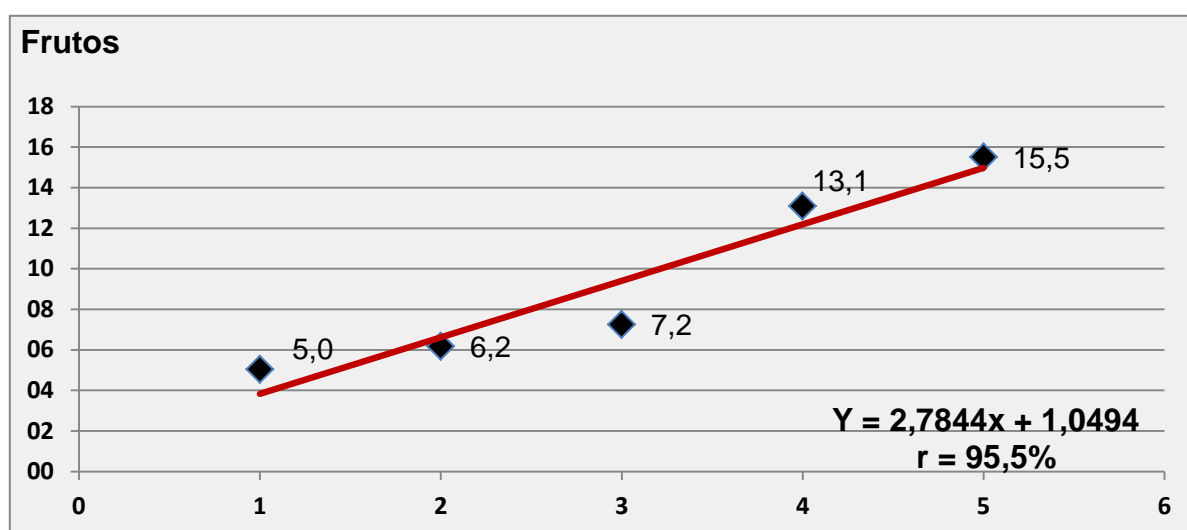


Gráfico 3: Diagrama de dispersión y regresión para promedios del número de frutos cosechados por planta.

5.4. Del diámetro del fruto (cm).

Cuadro 13: Análisis de Varianza para el Diámetro del fruto (cm).

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Cuadrático promedio | F.C. | P-valor | Significación |
|------------------------|-------------------|------|---------------------|--------|---------|---------------|
| Bloques | 0,059 | 2 | 0,030 | 0,813 | 0,477 | N.S. |
| Tratamientos | 7,590 | 4 | 1,898 | 51,913 | <0,001 | ** |
| Error experimental | 0,292 | 8 | 0,037 | | | |
| Total | 7,942 | 14 | | | | |

Promedio = 5,09 C.V. = 3,8% $R^2 = 96,3\%$
 N.S. No significativo **Altamente significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 14: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de tratamientos en el Diámetro del fruto (cm).

| Tratamientos | Descripción | Duncan ($\alpha = 0,05$) | |
|--------------|-------------------------|----------------------------|---------------|
| | | Promedio | Significación |
| 0 | Testigo | 4,0 | a |
| 1 | 1,0 kg.ha ⁻¹ | 4,8 | b |
| 2 | 2,0 kg.ha ⁻¹ | 5,1 | b |
| 3 | 3,0 kg.ha ⁻¹ | 5,5 | c |
| 4 | 4,0 kg.ha ⁻¹ | 6,1 | d |

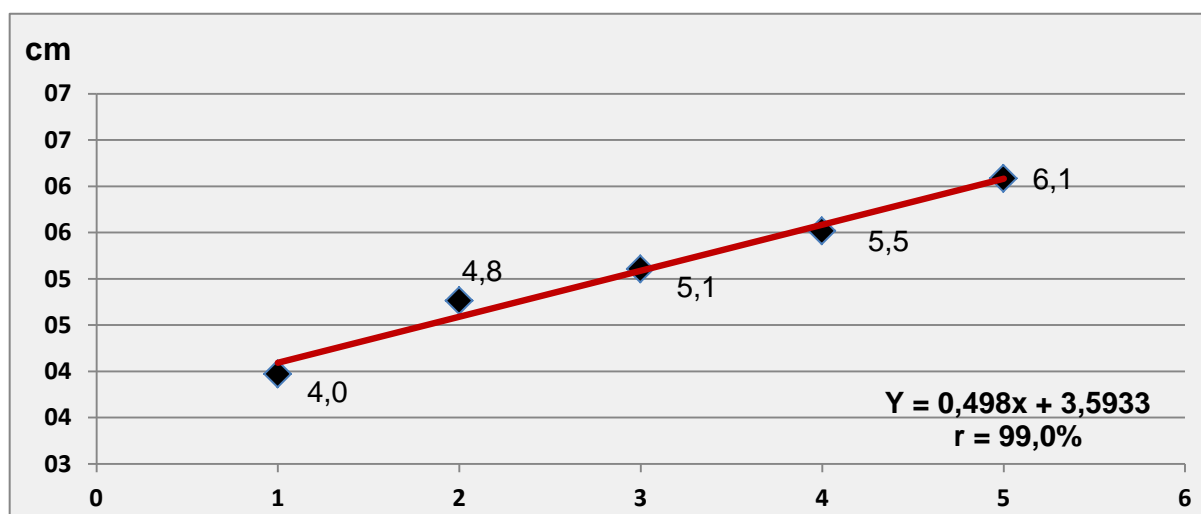


Gráfico 4: Diagrama de dispersión y regresión para promedios del diámetro del fruto.

5.5. De la longitud del fruto (cm).

Cuadro 15: Análisis de Varianza para la Longitud del fruto (cm).

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Cuadrático promedio | F.C. | P-valor | Significación |
|------------------------|-------------------|-----------|---------------------|--------|---------|---------------|
| Bloques | 14,559 | 2 | 7,279 | 6,120 | 0,024 | * |
| Tratamientos | 740,334 | 4 | 185,083 | 155,59 | <0,001 | ** |
| Error experimental | 9,516 | 8 | 1,190 | | | |
| Total | 764,408 | 14 | | | | |

Promedio = 30,22 C.V. = 3,6% $R^2 = 98,8\%$

N.S. No significativo **Altamente significativo (P<0,01)

Cuadro 16: Prueba de Duncan (P<0,05) para los promedios de tratamientos en la Longitud del fruto (cm).

| Tratamientos | Descripción | Duncan ($\alpha = 0,05$) | |
|--------------|-------------------------|----------------------------|---------------|
| | | Promedio | Significación |
| 0 | Testigo | 20,0 | a |
| 1 | 1,0 kg.ha ⁻¹ | 24,7 | b |
| 2 | 2,0 kg.ha ⁻¹ | 31,8 | c |
| 3 | 3,0 kg.ha ⁻¹ | 35,1 | d |
| 4 | 4,0 kg.ha ⁻¹ | 39,5 | e |

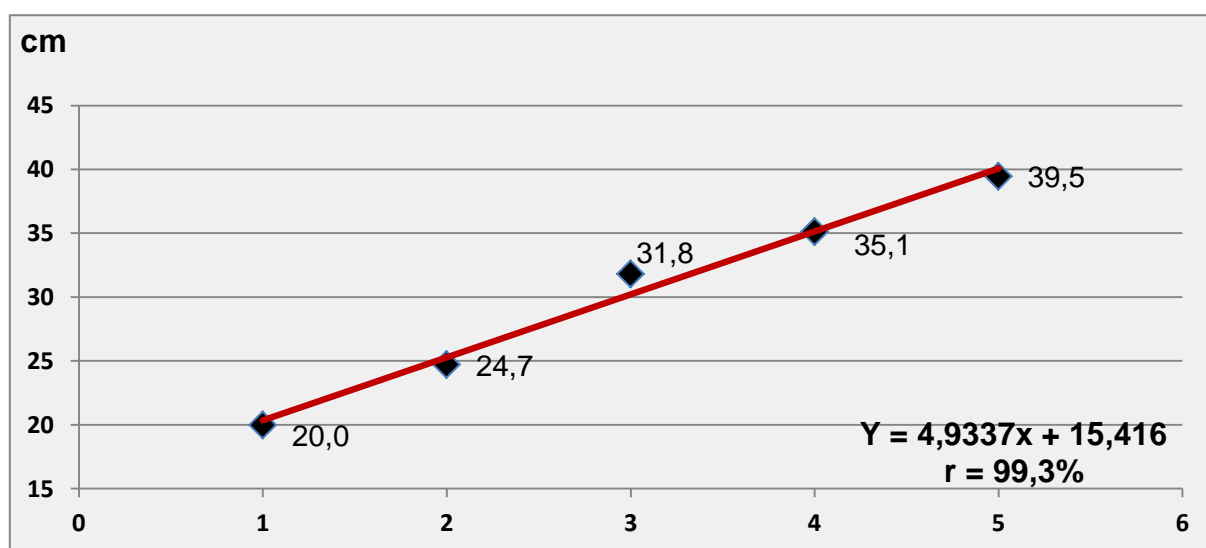


Gráfico 5: Diagrama de dispersión y regresión para promedios de la longitud del fruto.

5.6. Del peso del fruto (g).

Cuadro 17: Análisis de Varianza para el Peso del fruto (g).

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Cuadrático promedio | F.C. | P-valor | Significación |
|------------------------|-------------------|-----------|---------------------|--------|---------|---------------|
| Bloques | 892,928 | 2 | 446,464 | 5,741 | 0,028 | * |
| Tratamientos | 107106,713 | 4 | 26776,678 | 344,33 | <0,001 | ** |
| Error experimental | 622,116 | 8 | 77,764 | | | |
| Total | 108621,757 | 14 | | | | |

Promedio = 311,68 C.V. = 2,8% $R^2 = 99,4\%$

N.S. No significativo **Altamente significativo ($P < 0,01$)

Cuadro 18: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de tratamientos en el Peso del fruto (g).

| Tratamientos | Descripción | Duncan ($\alpha = 0,05$) | |
|--------------|-------------------------|----------------------------|---------------|
| | | Promedio | Significación |
| 0 | Testigo | 231,0 | a |
| 1 | 1,0 kg.ha ⁻¹ | 253,2 | b |
| 2 | 2,0 kg.ha ⁻¹ | 315,4 | c |
| 3 | 3,0 kg.ha ⁻¹ | 366,4 | d |
| 4 | 4,0 kg.ha ⁻¹ | 466,1 | e |

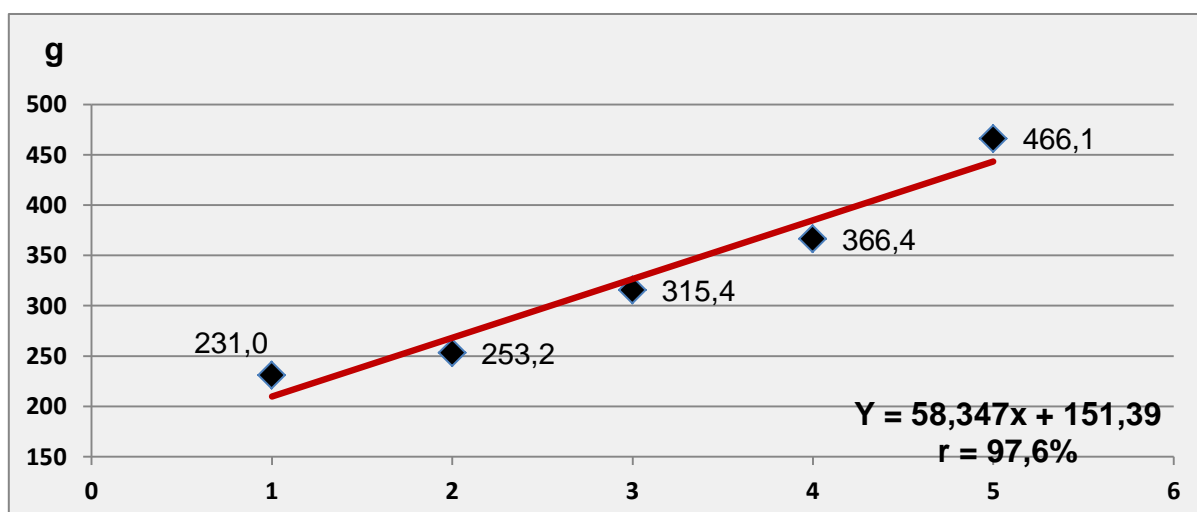


Gráfico 6: Diagrama de dispersión y regresión para promedios del peso del fruto.

5.7. Del rendimiento (kg.ha⁻¹).

Cuadro 19: Análisis de Varianza para el Rendimiento (kg.ha⁻¹).

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L | Cuadrático promedio | F.C. | P-valor | Significación |
|------------------------|-----------------------|-----------|---------------------|--------|---------|---------------|
| Bloques | 177344426,2 | 2 | 88672213,084 | 2,379 | 0,155 | N.S. |
| Tratamientos | 21871558263,5 | 4 | 5467889565,9 | 146,72 | <0,001 | ** |
| Error experimental | 298132026,48 | 8 | 37266503,3 | | | |
| Total | 22347034716,16 | 14 | | | | |

Promedio = 56845,87 C.V. = 10,7% R² = 98,7%

N.S. No significativo **Altamente significativo (P<0,01)

Cuadro 20: Prueba de Duncan (P<0,05) para los promedios de tratamientos en el Rendimiento (kg.ha⁻¹).

| Tratamientos | Descripción | Duncan (α = 0,05) | |
|--------------|-------------------------|-------------------|---------------|
| | | Promedio | Significación |
| 0 | Testigo | 19 369,6 | a |
| 1 | 1,0 kg.ha ⁻¹ | 25 944,7 | a |
| 2 | 2,0 kg.ha ⁻¹ | 38 320,7 | b |
| 3 | 3,0 kg.ha ⁻¹ | 80 148,4 | c |
| 4 | 4,0 kg.ha ⁻¹ | 120 446,0 | d |

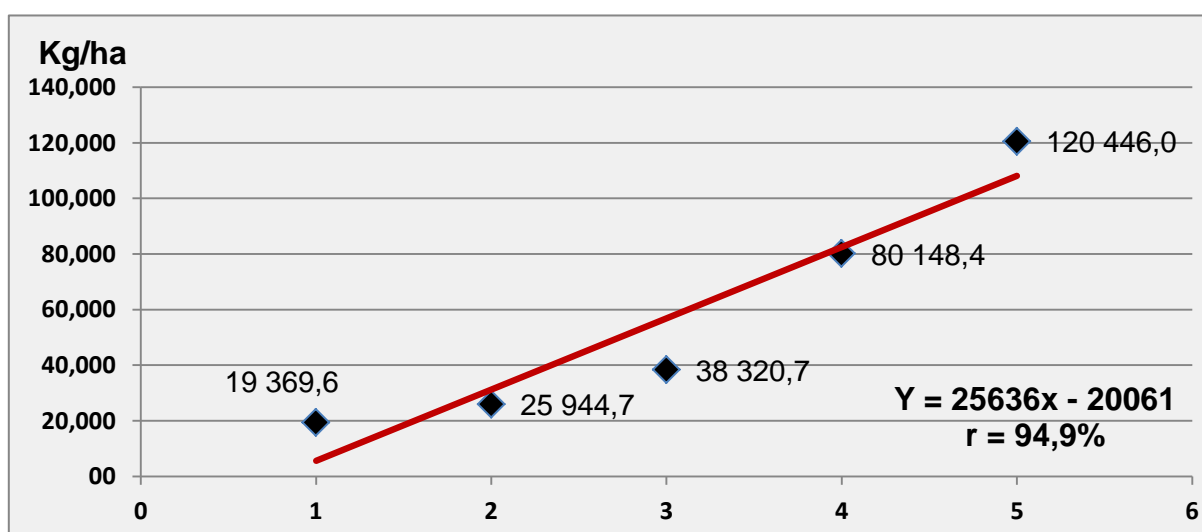


Gráfico 7: Diagrama de dispersión y regresión para promedios de rendimiento.

5.8. Del análisis económico por tratamiento.

Cuadro 21: Resumen de los Costos de producción, rendimiento y beneficio/costo por tratamiento.

| Trats | Rdto (kg.ha⁻¹) | Costo de producción (S/.) | Precio de venta x kg (S/.) | Beneficio bruto (S/.) | Beneficio neto (S/.) | B/C | B/C (%) |
|---------------------------|--------------------------------------|--|---|--------------------------------------|---------------------------------|------------|--------------------|
| T0 (Testigo) | 19 369,60 | 5 549,89 | 0,25 | 4 842,40 | -707,49 | -0,13 | -12,7 |
| T1 (1,0 kg/ha) | 25 944,70 | 5 947,39 | 0,25 | 6 486,18 | 538,79 | 0,09 | 9,1 |
| T2 (2,0 kg/ha) | 38 320,70 | 6 328,91 | 0,25 | 9 580,18 | 3 251,27 | 0,51 | 51,4 |
| T3 3,0 kg/ha) | 80 148,40 | 7 299,47 | 0,25 | 20 037,10 | 12 737,63 | 1,75 | 174,5 |
| T4 (4,0 kg/ha) | 120 446,00 | 8 239,42 | 0,25 | 30 111,50 | 21 872,08 | 2,65 | 265,5 |

VI. DISCUSIONES

6.1. Para la altura de planta.

El procesamiento de la información obtenida en campo, determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en tratamientos (cuadro 7) y el cual se sustenta en una explicación del 97,9% (R^2) del efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (dosis del fertilizante foliar órgano mineral) sobre la altura de planta del pepinillo (*Cucumis sativus*) Híbrido Torneo 143 F-1 HyB. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 2,5% nos representa una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

Como se puede observar en el cuadro 8, la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) determinó que con el tratamiento T4 (4,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix) se obtuvo el promedio más alto con 179,4 cm de altura de planta y el cual supero estadísticamente a los tratamientos T3 (3,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix), T2 (2,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix), T1 (1,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 159,8 cm; 143,3 cm; 139,1 cm y 129,8 cm de altura de planta respectivamente. Esta respuesta, trasladada a un diagrama de dispersión (gráfico 1), graficó una respuesta lineal positiva del efecto del incremento de las dosis de Sil mix sobre la altura de planta y la cual está representada por la ecuación de la línea de regresión $Y = 11,99 x + 114,29$ y sustentado con una alta relación de correlación (r) del orden de 96,8% entre la variable independiente (dosis de Sil mix) y dependiente (altura de planta).

Estos resultados son confirmados por Pinedo (2011) donde hace mención que el T3 (2,4 l/ha) con un promedio de 65,61 hojas por planta supera estadísticamente a los demás tratamientos, ya que estos tratamientos arrojaron promedios de 1,82 cm; 1,71 cm y 1,67 cm respectivamente. En general, se observa que el promedio de la altura de planta por tratamiento obtenido estuvo directamente relacionado con el incremento de la aplicación de silicio. Observando así al T0 (Testigo sin aplicación de silicio) quien expresó el valor más bajo de la altura de planta. Así mismo son ratificadas por Marschner (1995) y Epstein (1994), quienes 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. En concordancia con 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. Del mismo modo, Matichenkov (2004), considera que el silicio mejora el desarrollo de raíces de las plantas y puede aumentar su masa radicular entre 50 y 200%. De este modo Cubas (2014) aporta mencionando que la aplicación durante el crecimiento vegetativo de 14 a 21 días entre aplicación; activa el crecimiento del pepinillo y esta influenciada por la acción que brinda el Silicio a las plantas la capacidad de almacenamiento y distribución de carbohidratos a través de una mejor fotosíntesis que se requieren para el crecimiento.

6.2. Para el número de flores por planta.

El procesamiento de la información obtenida en campo, determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en tratamientos (cuadro 9) y el cual se sustenta en una explicación del 92,2% (R^2) del efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Abonamiento con gallinaza y dosis del fertilizante foliar órgano mineral) sobre el número de flores por planta del pepinillo (*Cucumis sativus*) Híbrido Torneo 143 F-1 HyB. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 2,2% representa una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

Como se puede observar en el cuadro 10, la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) determinó que con los tratamientos T4 (4,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix), T3 (3,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix) y T2 (2,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí con 55,0 flores, 52,9 flores y 51,2 flores por planta respectivamente y los cuales superaron estadísticamente a los tratamientos T1 (1,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 46,2 flores y 40,5 flores por planta respectivamente. Esta respuesta, trasladada a un diagrama de dispersión (gráfico 2), graficó una respuesta lineal positiva del efecto del incremento de las dosis de Sil mix sobre el número de flores por planta y la cual está representada por la ecuación de la línea de regresión $Y = 3,5591 x + 38,474$ y sustentado con una alta relación de correlación (r) del orden de 96,7% entre la variable independiente (dosis de Sil mix) y dependiente (número de flores por planta).

Los resultados obtenidos para el número de flores por planta nos demuestran los efectos positivos de la aplicación de materia orgánica (gallinaza), esto debido al mejoramiento de la capacidad de intercambio catiónico en el suelo, la textura y estructura, la retención y disponibilidad del agua disponible, entre otros beneficios y considerando el porcentaje medio de materia orgánica inicial contenida en el suelo con 2,45% (cuadro 3), es importante destacar que las bondades de la materia orgánica parten de que el suelo contiene cerca del 5% de N total, pero también contiene otros elementos esenciales para las plantas, tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes (Anónimo, 1988; Graetz, 1997) y que durante la evolución de la materia orgánica en el suelo se distinguen dos fases: la humidificación y la mineralización (Gros y Domínguez, 1992), siendo además que la humidificación es una fase bastante rápida, durante la cual los microorganismos del suelo actúan sobre la materia orgánica desde el momento en que se la entierra, razones que sustentan sus efectos en la altura de planta. Deducimos además que partiendo del contenido de la materia orgánica (44,56%) de la gallinaza utilizada (cuadro 6) sus efectos se han observado con mayor claridad al incrementar las dosis desde 1,0 hasta 4,0 kg.ha.

Por otra parte, Delgado (1993) refiere que debemos fertilizar el pepinillo en sus diferentes etapas de desarrollo a la siembra y el restante a los 25 días después. Asimismo, Cubas (2014), coincide que el complejo orgánico que contiene oligoelementos tales como Fósforo, Potasio, Magnesio, Hierro, Manganeso, Zinc, Cobre, Boro y Molibdeno, etc.; quelatados con aminoácidos

que le permiten una eficiente absorción de los nutrientes por la planta, influenciando en los niveles de floración.

6.3. Para el número de frutos cosechados por planta.

El procesamiento de la información obtenida en campo, determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en tratamientos (cuadro 11) y el cual se sustenta en una explicación del 97,4% (R^2) del efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Abonamiento con gallinaza y dosis del fertilizante foliar órgano mineral) sobre el número de frutos cosechados por planta del pepinillo (*Cucumis sativus*) Híbrido Torneo 143 F-1 HyB. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 5,05% nos representa una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

Como se puede observar en el cuadro 12, la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) determinó que con el tratamiento T4 (4,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix) se obtuvo el promedio más alto con 15,5 frutos cosechados por planta y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T3 (3,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix), T2 (2,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix), T1 (1,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 13,1 frutos, 7,2 frutos, 6,2 frutos y 5,0 frutos cosechados por planta respectivamente. Esta respuesta, al ser trasladada a un diagrama de dispersión (gráfico 3), graficó una respuesta lineal positiva del efecto del incremento de las dosis de Sil mix sobre el número de frutos cosechados por planta y la cual está representada por la ecuación de la línea de regresión $Y = 2,7844 x + 1,0494$ y sustentado con una alta relación de

correlación (r) del orden de 95,5% entre la variable independiente (dosis de Sil mix) y dependiente (número de frutos cosechados por planta).

Para Pinedo (2011) en su trabajo quien supera la aplicación de Silmix es el T3 (2,4 l/ha) con promedio de 64,96 frutos lo que resulta idéntico al trabajo estudiado por Freitas (2017), de esta manera superaron estadísticamente a los demás tratamientos; cabe resaltar que el T0 (testigo) arrojó promedio muy bajo. Podríamos decir que el porcentaje del número de frutos por planta obtenido por tratamientos estuvo directamente relacionado con el incremento de la aplicación de silicio; ya que para el T0 (Testigo sin aplicación de silicio) no se utilizó y por ello el resultado obtenido. Este resultado es confirmado por Korndörfer y Datnoff (2004), quienes manifiestan que la aplicación de silicio en la planta del pepino puede tener un efecto benéfico en su crecimiento y desarrollo, numerosos reportes en campo han demostrado los beneficios al obtener un buen número de frutos por planta mediante la fertilización foliar con silicio. Estos resultados también son reafirmados por Mori (2012), en este caso el incremento del número de frutos por planta, también fue una función del incremento de las dosis de Si, 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, 2007) favoreciendo la absorción de los nutrientes y específicamente del fósforo necesario para la formación de frutos, Cubas (2014) mejora los niveles de producción en el cuajado de frutos.

6.4. Para el diámetro del fruto.

El procesamiento de la información obtenida en campo, determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en tratamientos (cuadro 13) y el cual se sustenta en una explicación del 96,3% (R^2) del efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Abonamiento con gallinaza y dosis del fertilizante foliar órgano mineral) sobre el diámetro del fruto del pepinillo (*Cucumis sativus*) Híbrido Torneo 143 F-1 HyB. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 3,8% nos representa una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

Como se puede observar en el cuadro 14, la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) determinó que con el tratamiento T4 (4,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix) se obtuvo el promedio más alto con 6,1 cm de diámetro del fruto y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T3 (3,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix), T2 (2,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix), T1 (1,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 5,5cm, 5,1cm, 4,8cm y 4,0cm de diámetro del fruto respectivamente. Esta respuesta, al ser trasladada a un diagrama de dispersión (gráfico 4), graficó una respuesta lineal positiva del efecto del incremento de las dosis de Sil mix sobre el diámetro del fruto y la cual está representada por la ecuación de la línea de regresión $Y = 0,498 x + 3,5933$ y sustentado con una alta relación de correlación (r) del orden de 99,0% entre la variable independiente (dosis de Sil mix) y dependiente (diámetro del fruto).

Agronegocios (2004), menciona 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; Cubas (2014) indica que con los aminoácidos le permiten una eficiente absorción de los nutrientes por la planta, logrando una buena actividad fotosintética, mejorando los niveles tamaño en el fruto.

Cabe señalar que se observa el promedio del diámetro del fruto obtenido por tratamiento también estuvo relacionado con el incremento de la aplicación foliar de silicio. Esto es observado con el T0 (Testigo sin aplicación de silicio) el cual expresó el valor más bajo para el promedio del diámetro del fruto. Este resultado superó en promedio a lo obtenido por Loaiza (2003); quien en investigaciones realizadas en campo con el cultivo de pepino obtuvo diámetros superiores que fluctuaron en 7,5 cm y 8,2 cm, mediante la fertilización foliar con silicio.

6.5. Para la longitud del fruto.

El procesamiento de la información obtenida en campo, determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en tratamientos (cuadro 15) y el cual se sustenta en una explicación del 98,8% (R^2) del efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Abonamiento con gallinaza y dosis del fertilizante foliar órgano mineral) sobre la longitud del fruto del pepinillo (*Cucumis sativus*)

Híbrido Torneo 143 F-1 HyB. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 3,6% nos representa una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

Como se puede observar en el cuadro 16, la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) determinó que con el tratamiento T4 ($4,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix) se obtuvo el promedio más alto con 39,5 cm de longitud del fruto y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T3 ($3,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix), T2 ($2,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix), T1 ($1,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 35,1cm, 31,8cm, 24,7cm y 20,0cm de longitud del fruto respectivamente. Esta respuesta, al ser trasladada a un diagrama de dispersión (gráfico 5), graficó una respuesta lineal positiva del efecto del incremento de las dosis de Sil mix sobre la longitud del fruto y la cual está representada por la ecuación de la línea de regresión $Y = 4,9337 x + 15,416$ y sustentado con una alta relación de correlación (r) del orden de 99,3% entre la variable independiente (dosis de Sil mix) y dependiente (longitud del fruto).

Tal como lo indica Agronegocios (2004), 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; observamos que el promedio de la longitud del fruto obtenido por tratamiento estuvo

relacionado con el incremento de la aplicación foliar de silicio. A excepción del T0 (Testigo sin aplicación de silicio) quien expresó el valor más bajo para el promedio de la longitud del fruto. Conformando de esta manera Loaiza (2003), manifestando que en condiciones de campo, la aplicación de silicio foliar estimula el crecimiento y desarrollo del fruto. Cubas (2014) indica que el silmix permiten una eficiente absorción de los nutrientes por la planta, logrando una buena actividad fotosintética, mejorando los niveles tamaño en el fruto.

6.6. Para el peso del fruto.

El procesamiento de la información obtenida en campo, determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en tratamientos (cuadro 17) y el cual se sustenta en una explicación del 99,4% (R^2) del efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Abonamiento con gallinaza y dosis del fertilizante foliar órgano mineral) sobre el peso del fruto del pepinillo (*Cucumis sativus*) Híbrido Torneo 143 F-1 HyB. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 2,8% representa una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

Como se puede observar en el cuadro 18, la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) determinó que con el tratamiento T4 ($4,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix) se obtuvo el promedio más alto con 466,1 g de peso del fruto y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T3 ($3,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix), T2 ($2,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix), T1 ($1,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 366,4g; 315,4g; 243,2g y 231g de peso del fruto

respectivamente. Esta respuesta, al ser trasladada a un diagrama de dispersión (gráfico 6), graficó una respuesta lineal positiva del efecto del incremento de las dosis de Sil mix sobre el peso del fruto y la cual está representada por la ecuación de la línea de regresión $Y = 58,347 x + 151,39$ y sustentado con una alta relación de correlación (r) del orden de 97,6% entre la variable independiente (dosis de Sil mix) y dependiente (peso del fruto).

Los factores pueden estar influenciados a las condiciones climáticas del lugar de ejecución del proyecto de investigación con una T° promedio anual de 25°C, precipitación acumulada total de 121,15 mm (cuadro 3) favoreciendo por un lado la descomposición de la materia orgánica (gallinaza), la cual estuvo en función a la cantidad y por ende a su efecto sobre la mayor disponibilidad de nutrientes por su efecto tampón como coloide mineral. Obviamente la acción de la intensidad de radiación sobre el cultivo con el incremento de las dosis de gallinaza favoreciendo el desarrollo del cultivo del pepino. Pinedo (2011), en cambio observa que el promedio peso del fruto obtenido por tratamiento también estuvo relacionado con el incremento de la aplicación foliar de silicio.

Para Camasca (1994), vuelve a indicar que los pepinillos deben disponer de nutrientes en cada etapa de desarrollo; no es únicamente la cantidad o nivel de reservas en el suelo, sino también la proporción equilibrada entre los diferentes nutrientes que influyen en el desarrollo; Por otra parte, Delgado (1993) refiere que debemos fertilizar el pepinillo en sus diferentes etapas de desarrollo a la siembra y el restante a los 25 días después. Asimismo, Chirinos (1998), menciona que el pepinillo necesita 202

de N, 65 de P_2O_5 y 381 de K_2O para obtener rendimiento de 45 toneladas por hectárea.

Se observa que el promedio peso del fruto obtenido por tratamiento también estuvo relacionado con el incremento de la aplicación foliar de silicio. Esto se observa también con el T0 (Testigo sin aplicación de silicio) el cual expresó el valor más bajo para el promedio del peso del fruto. Este resultado se explica debido a que el silicio desempeña un papel importante en las plantas y que las habilidades de acumular silicio se han mantenido durante la evolución como beneficiosas para sobrevivir, protege los tejidos reproductivos, fortalece las estructuras y proporciona los mecanismos naturales de defensa contra el ataque de enfermedades, insectos, etc; observándose resultados positivos en la aplicación de fertilizantes Silicatos en los cultivos de la familia *Cucurbitaceae* (como el Pepino). Así mismo, estos resultados se afirma aún más con lo mencionado por Gutiérrez, (2008), que desde el año 1848, hay numerosos reportes de investigación y producción comercial en campo que han demostrado los beneficios al obtener cosechas superiores, mediante la fertilización con silicio, tal como en la producción hortalizas con un aumento del (50-150%). 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.

6.7. Para el rendimiento.

El procesamiento de la información obtenida en campo, determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en tratamientos (cuadro 19) y el cual se sustenta en una explicación del 98,7% (R^2) del efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Abonamiento con gallinaza y dosis del fertilizante foliar órgano mineral) sobre el rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ del pepinillo (*Cucumis sativus*) Híbrido Torneo 143 F-1 HyB. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con 10,7% representa una alta confiabilidad al encontrarse dentro del rango establecido para este tipo de trabajo de investigación en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

Como se puede observar en el cuadro 20, la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) determinó que con el tratamiento T4 ($4,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix) se obtuvo el promedio más alto con $120\ 446,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T3 ($3,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix), T2 ($2,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix), T1 ($1,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de $80\ 148,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $38\ 320,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $25\ 944,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $19\ 369,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento. Esta respuesta, al ser trasladada a un diagrama de dispersión (gráfico 7), graficó una respuesta lineal positiva del efecto del incremento de las dosis de Sil mix sobre el rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y la cual está representada por la ecuación de la línea de regresión $Y = 525636 x + 20061$ y sustentado con una alta relación de correlación (r) del orden de 94,9% entre la variable independiente (dosis de Sil mix) y dependiente (rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Camasca (1994), Delgado (1993), Chirinos (1998), coinciden que la fertilización del pepinillo debe realizarse en sus diferentes etapas; así mismo Cubas (2014) apoya esta versión haciendo mención que por ser un mineral de complejo orgánico que contiene más de 38 oligoelementos quelatados con aminoácidos que le permiten una eficiente absorción de los nutrientes por la planta. Pinedo (2011) observa que el promedio del rendimiento en t/ha obtenido por tratamiento estuvo relacionado con el incremento de la aplicación foliar de silicio. Este resultado se verifica con el T0 (Testigo sin aplicación de silicio) el cual expresó el valor más bajo para el rendimiento en t/ha.

6.8. Para el análisis económico.

En el cuadro 21, se presenta el análisis económico de los tratamientos. Este fue construido tomando en cuenta el rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, el costo total de producción y el precio actual del pepinillo en el mercado local calculado en S/. 0,4 nuevos soles por kg de peso de pepinillo al por mayor, siendo estos costos ajustados a la ley de la oferta y la demanda.

Podemos observar que todos el tratamiento T4 ($4,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) alcanzó el mayor valor B/C con 2,65 con beneficio neto de S/. 21872,08 nuevos soles, seguido del tratamiento T3 ($30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) con valor B/C de 1,75 con beneficio neto de S/. 12737,63 nuevos soles. Los tratamientos T2 ($20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), T1 ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) y T0 (testigo) alcanzaron valores negativos de B/C con 0,51; 0,09 y -0,13 respectivamente con beneficios netos de S/. 3251,27; S/. 538,79 y S/-.707,49 nuevos soles respectivamente.

Es necesario indicar que si bien con la aplicación de 3,0 ó 4,0 kg.ha⁻¹ de Sil mix matemáticamente se obtienen ganancias bastante sustantivas por campaña, nos encontramos con una gran realidad, debido a que si la producción por hectárea se realizaría el riesgo por comercialización se incrementaría y el precio bajaría aún más debido al efecto de la Oferta y la Demanda, saturando el mercado. Por lo que lo ideal sería la producción de pepinillo en áreas que varíen entre 1250 (1/8 de ha) y 625 m² (1/16 ha).

Confirmando de esta manera en su trabajo de investigación Pinedo (2011), respecto al rendimiento que muestran los tratamientos de pepino en estudio, varía de 119,01 hasta 249,45 t/ha. El tratamiento que obtuvo mayor rendimiento (249,45 t/ha), utilidad neta (S/. 9 361,40), y el mayor porcentaje en rentabilidad (60,07%) fue el T3, seguidamente de T2, T1 y T0 que obtuvieron rendimientos de 220,39 t/ha, 167,07 t/ha y 119,01 t/ha respectivamente y por ende menores valores de utilidad neta y porcentaje de rentabilidad. El costo de producción del pepino se aumentó en función al incremento de la aplicación de las diferentes dosis de silicio; el T3 con mayor costo, seguido del T2 y T1, siendo el T0 (sin aplicación de silicio) el que obtuvo el menor costo de producción.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1.** Con la aplicación de $4,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix (T4), por aplicación se obtuvieron mejores resultados agronómicos en rendimiento con $120\,446,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, en el peso del fruto con $466,1\text{g}$, en la longitud del fruto con $39,5\text{cm}$, diámetro del fruto con $6,1\text{cm}$, número de frutos cosechados por planta con $15,5$ frutos y altura de planta con $179,4\text{cm}$.
- 7.2.** El diagrama de dispersión de los promedios obtenidos por tratamiento, en comparación a tratamiento testigo (T0) graficó respuestas lineales positivas del efecto del incremento de las dosis de Sil mix (variable independiente) sobre las variables dependientes comparadas (altura de planta, número de flores por planta, número de flores cosechados por planta, diámetro del fruto, longitud del fruto, peso del fruto y rendimiento) y estableciendo además, relaciones altas de correlación sobre los $94,9\%$.
- 7.3.** Con el Tratamiento T4 ($4,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por aplicación se alcanzó el mayor valor B/C con $2,65$ con beneficio neto de S/. $21872,08$ nuevos soles, seguido del tratamiento T3 ($30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) con valor B/C de $1,75$ con beneficio neto de S/. $12\,737,63$ nuevos soles. El T0 es el único quién alcanzo valores B/C negativos.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1.** Debido a las características edafoclimáticas de la zona en estudio, la aplicación foliar de $4,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Sil mix es la más recomendable debido a los resultados de rendimiento y rentabilidad obtenidos.
- 8.2** Cabe mencionar que es recomendable utilizar Silmix para futuras investigaciones en los diferentes estudios del campo hortícola.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agronegocios (2004). "Guía técnica del cultivo de pepinillo". Disponible en: www.agronegocios.org.sv. Pág. 40.
- Aixtron, A. (2009). "*Uso de enmiendas en suelo para mejorar la producción orgánica*".
- Anónimo, (1988). *Manual de fertilidad de suelos*. Potash & Phosphate Institute. Georgia. USA. 85p.
- Bacom, A. (2009). "Cultivos Agroecologicos" - www.blue-arena.com.
- Brady, N. C. (1992). *The nature and properties of soil*. 10 ed. New York: Macmillan Publishing. 750 p.
- Bent, E. (2008). "*Lo que no sabemos del Silicio*". Bérgamo – Italia. 2008.
- Calzada, J. (1984). "*Métodos estadísticos para la investigación*".
- Camasca, V. A. (1994). "*Horticultura práctica*". Imprenta Comercial VICENTE. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, 285 p.
- Chirinos, H. (1998). *Manual de Agronomía*. Laboratorios A – L de México, S.A. de C.V. México.
- Cubas, O. y COMPAÑÍA. (2014). *Fertilizante foliar, Silmix*. Calle derecha Huaral-Perú.
- Delgado, F. (1993). "*Cultivos Hortícola – Datos Básicos*". Universidad Nacional agraria "La Molina". Lima – Perú. 105 p.
- Domínguez, A. (1988). *Los microelementos en Agricultura*. Ediciones Mundi-Prensa. Impreso en España. 354 p.
- Espinel, R.L. (2001). *El Pepino*. Proyecto SICA. Guayaquil – Ecuador.

- FertiAndino (2010)-Delcorp S.A. Silicato de Magnesio – Magnesil. Ficha Técnica. Guayaquil – Ecuador.
- Giaconi, V. (1988). *Cultivo de hortalizas*. Sexta edición actualizada. Editorial Universitaria. Santiago – Chile. 308 p.
- Graetz, H. A., (1997). *Suelos y Fertilización*. Traducido por: F. Luna Orozco. Trillas. México. 80 P.
- Gros, A. y Domínguez, A., (1992). *Abonos guía práctica de la fertilización*. 8va. edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 450 p.
- Gutiérrez, D.F. (2008). *Química y tecnología del silicio, para la producción de hortalizas*. Guanajuato – México.
- Hernández, R. (2007). *Nutrición mineral de las plantas*. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Holdridge, L.R. (1987). *“Ecología Basada en zonas de Vida”*. Servicio Editorial. IICA San José – Costa Rica. 107 p.
- Holle, M. y Montes, A. (1995). *“Manual de enseñanza para la producción de hortalizas”*. IICA. Primera Edición. Primera Reimpresión. San José de Costa Rica. 224 p.
- Horna, Z. (2007). *Efectos del silicio en la nutrición vegetal - producción de silicio orgánico*. Agryptus. Quevedo, Ecuador.
- Korndörfer y Datnoff; (2004), *Efectos en la aplicación de dosis de silicio en hortalizas*. Colombia 37p.
- León, J. (1987). *“Botánica de los Cultivos Tropicales”*. San José de Costa Rica. 445 p.
- Lindbloms (2003). *“Manejo del Pepinillo”*. www.lindbloms.se.

- Loaiza, (2003). El silicio como elemento benéfico en hortalizas, respuestas fisiológicas de crecimiento y manejo. Colombia. V.25
- Maca, A. (2002). "Cultivo de pepinillo". Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios – Colombia. 18p.
- Marschner, (1995) Epstein, (1994). *Fertilización foliar con silicio en hortalizas. Revista Chapingo serie horticultura*. Chapingo – México Pp 69 –75.
- Matichenkov; (2004). *Silicio activo plantas mas tolerantes a la salinidad y aumento de la sequia*. Colombia. 25p
- Misti (2010). *Boletín de fertilizantes*. Segunda Edición - Perú.10 p.
- Morán, H. (2008). SEED COMPANY. www.traductor.htm.
- Mori, M. (2012). "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". Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Lamas – San Martín. Pág. 73.
- Parsons, B. D. (1989). "Cucurbitáceas". Segunda Edición. Ediciones Culturales. S.A. México. 56 p.
- Pinedo, J. (2011). *Evaluar dosis de aplicación de silicio (foliar) en pepinillo hibrido (STONEWALL F1)*.
- Quero, G. E. (2008). "Silicio en la Producción Agrícola" Instituto Tecnológico Superior de Uruap – Brasilia.
- Ramm, R. (2008). "Ensayos de aplicación de silicio en hortalizas" – México D.F – México 2008
- Rojas, M. (2003). Manual de métodos estadísticos.
- Sarli, A. E. (1980). *Tratado de horticultura*. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires – Argentina. 459 p.

- Segura, M. L. (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.
- Sociedad Española De Productos Húmicos (SEPHU) (2009). *El silicio como elemento fertilizante*. Noticias Sephu N° 028. Zaragoza, España.
- Traves, G. (1962). *Abonos*. Vol II 2da Edición Editorial Sintet. España. 456 p.
- Ynoue, C. y Pelaez, J. (2005). *“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.

ANEXOS

Anexo 1: Costos de producción de cada tratamiento

| T0 (Testigo) | | | | |
|--------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Especificaciones | Unidad | Costo S/. | Cantidad | Costo S/. |
| a. Preparación del terreno | | | | 1 200,00 |
| Limpieza de campo | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Removido del suelo | H/maq | 45 | 10 | 450,00 |
| Mullido de suelo y nivelado | Jornal | 30 | 15 | 450,00 |
| b. Mano de Obra | | | | 1 650,00 |
| Siembra | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Deshierbo | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Riego | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Aporque | Jornal | 30 | 5 | 150,00 |
| Aplicación Foliar de fertilizante | Jornal | 30 | 0 | 0,00 |
| Cosecha, Pesado y embalado | Jornal | 30 | 15 | 450,00 |
| Estibadores | Jornal | 30 | 5 | 150,00 |
| c. Insumos | | | | 1 300,00 |
| Semilla | kg | 140 | 0,5 | 70,00 |
| Sil mix | kg | 35 | 0 | 0,00 |
| Gallinaza | t | 60 | 20 | 1 200,00 |
| Cipermetrina | Litro | 150 | 0,2 | 30,00 |
| d. Materiales | | | | 727,50 |
| Palana de corte | Unidad | 20 | 4,00 | 20,00 |
| Machete | Unidad | 10 | 4,00 | 10,00 |
| Rastrillo | Unidad | 15 | 4,00 | 15,00 |
| Balanza tipo Reloj | Unidad | 120 | 1,00 | 30,00 |
| Cordel | M ³ | 0,3 | 200 | 60,00 |
| Sacos | Unidad | 1 | 500 | 500,00 |
| Lampa | Unidad | 20 | 4,00 | 20,00 |
| Bomba Mochila | Unidad | 150 | 1,00 | 37,50 |
| Análisis de suelo | Unidad | 35 | 1 | 35,00 |
| e. Transporte | t | 20 | 19,3696 | 387,39 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 2 850,00 |
| Gastos Administrativos (10%) | | | | 285,00 |
| TOTAL COSTOS INDIRECTOS | | | | 2 414,89 |
| TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | 5 549,89 |

| T1 (1,0 kg/ha) | | | | |
|--------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Especificaciones | Unidad | Costo S/. | Cantidad | Costo S/. |
| a. Preparación del terreno | | | | 1 200,00 |
| Limpieza de campo | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Removido del suelo | H/maq | 45 | 10 | 450,00 |
| Mullido de suelo y nivelado | Jornal | 30 | 15 | 450,00 |
| b. Mano de Obra | | | | 1 860,00 |
| Siembra | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Deshierbo | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Riego | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Aporque | Jornal | 30 | 5 | 150,00 |
| Aplicación de Abono Foliar | Jornal | 30 | 4 | 120,00 |
| Cosecha, Pesado y embalado | Jornal | 30 | 17 | 510,00 |
| Estibadores | Jornal | 30 | 6 | 180,00 |
| c. Insumos | | | | 1 335,00 |
| Semilla | kg | 140 | 0.5 | 70,00 |
| Sil mix | kg | 35 | 1 | 35,00 |
| Gallinaza | t | 60 | 20 | 1 200,00 |
| Cipermetrina | Litro | 150 | 0,2 | 30,00 |
| d. Materiales | | | | 727,50 |
| Palana de corte | Unidad | 20 | 4,00 | 20,00 |
| Machete | Unidad | 10 | 4,00 | 10,00 |
| Rastrillo | Unidad | 15 | 4,00 | 15,00 |
| Balanza tipo Reloj | Unidad | 120 | 1,00 | 30,00 |
| Cordel | M ³ | 0,3 | 200 | 60,00 |
| Sacos | Unidad | 1 | 500 | 500,00 |
| Lampa | Unidad | 20 | 4,00 | 20,00 |
| Bomba Mochila | Unidad | 150 | 1,00 | 37,50 |
| Análisis de suelo | Unidad | 35 | 1 | 35,00 |
| e. Transporte | t | 20 | 25,9447 | 518,89 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 3 060,00 |
| Gastos Administrativos (10%) | | | | 306,00 |
| TOTAL COSTOS INDIRECTOS | | | | 2 581,39 |
| TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | 5 947,39 |

| T2 (2,0 kg/ha) | | | | |
|--------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Especificaciones | Unidad | Costo S/. | Cantidad | Costo S/. |
| a. Preparación del terreno | | | | 1 200,00 |
| Limpieza de campo | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Removido del suelo | H/maq | 45 | 10 | 450,00 |
| Mullido de suelo y nivelado | Jornal | 30 | 15 | 450,00 |
| b. Mano de Obra | | | | 1 950,00 |
| Siembra | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Deshierbo | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Riego | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Aporque | Jornal | 30 | 5 | 150,00 |
| Aplicación de Abono Foliar | Jornal | 30 | 4 | 120,00 |
| Cosecha, Pesado y embalado | Jornal | 30 | 19 | 570,00 |
| Estibadores | Jornal | 30 | 7 | 210,00 |
| c. Insumos | | | | 1 370,00 |
| Semilla | kg | 140 | 0,5 | 70,00 |
| Sil mix | kg | 35 | 2 | 70,00 |
| Gallinaza | t | 60 | 20 | 1 200,00 |
| Cipermetrina | Litro | 150 | 0,2 | 30,00 |
| d. Materiales | | | | 727,50 |
| Palana de corte | Unidad | 20 | 4,00 | 20,00 |
| Machete | Unidad | 10 | 4,00 | 10,00 |
| Rastrillo | Unidad | 15 | 4,00 | 15,00 |
| Balanza tipo Reloj | Unidad | 120 | 1,00 | 30,00 |
| Cordel | M ³ | 0,3 | 200 | 60,00 |
| Sacos | Unidad | 1 | 500 | 500,00 |
| Lampa | Unidad | 20 | 4,00 | 20,00 |
| Bomba Mochila | Unidad | 150 | 1,00 | 37,50 |
| Análisis de suelo | Unidad | 35 | 1 | 35,00 |
| e. Transporte | t | 20 | 38,3207 | 766,41 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 3 150,00 |
| Gastos Administrativos (10%) | | | | 315,00 |
| TOTAL COSTOS INDIRECTOS | | | | 2 863,91 |
| TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | 6 328,91 |

| T3 (3,0 kg/ha) | | | | |
|--------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Especificaciones | Unidad | Costo S/. | Cantidad | Costo S/. |
| a. Preparación del terreno | | | | 1 200,00 |
| Limpieza de campo | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Removido del suelo | H/maq | 45 | 10 | 450,00 |
| Mullido de suelo y nivelado | Jornal | 30 | 15 | 450,00 |
| b. Mano de Obra | | | | 2 040,00 |
| Siembra | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Deshierbo | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Riego | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Aporque | Jornal | 30 | 5 | 150,00 |
| Aplicación de Abono Foliar | Jornal | 30 | 4 | 120,00 |
| Cosecha, Pesado y embalado | Jornal | 30 | 21 | 630,00 |
| Estibadores | Jornal | 30 | 8 | 240,00 |
| c. Insumos | | | | 1 405,00 |
| Semilla | kg | 140 | 0,5 | 70,00 |
| Sil mix | kg | 35 | 3 | 105,00 |
| Gallinaza | Tn | 60 | 20 | 1 200,00 |
| Cipermetrina | Litro | 150 | 0,2 | 30,00 |
| d. Materiales | | | | 727,50 |
| Palana de corte | Unidad | 20 | 4,00 | 20,00 |
| Machete | Unidad | 10 | 4,00 | 10,00 |
| Rastrillo | Unidad | 15 | 4,00 | 15,00 |
| Balanza tipo Reloj | Unidad | 120 | 1,00 | 30,00 |
| Cordel | M ³ | 0,3 | 200 | 60,00 |
| Sacos | Unidad | 1 | 500 | 500,00 |
| Lampa | Unidad | 20 | 4,00 | 20,00 |
| Bomba Mochila | Unidad | 150 | 1,00 | 37,50 |
| Análisis de suelo | Unidad | 35 | 1 | 35,00 |
| e. Transporte | t | 20 | 80,1484 | 1 602,97 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 3 240,00 |
| Gastos Administrativos (10%) | | | | 324,00 |
| TOTAL COSTOS INDIRECTOS | | | | 3 735,47 |
| TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | 7 299,47 |

| T4 (4,0 kg/ha) | | | | |
|--------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Especificaciones | Unidad | Costo S/. | Cantidad | Costo S/. |
| a. Preparación del terreno | | | | 1 200,00 |
| Limpieza de campo | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Removido del suelo | H/maq | 45 | 10 | 450,00 |
| Mullido de suelo y nivelado | Jornal | 30 | 15 | 450,00 |
| b. Mano de Obra | | | | 2 130,00 |
| Siembra | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Deshierbo | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Riego | Jornal | 30 | 10 | 300,00 |
| Aporque | Jornal | 30 | 5 | 150,00 |
| Aplicación de Abono Foliar | Jornal | 30 | 4 | 120,00 |
| Cosecha, Pesado y embalado | Jornal | 30 | 23 | 690,00 |
| Estibadores | Jornal | 30 | 9 | 270,00 |
| c. Insumos | | | | 1 440,00 |
| Semilla | kg | 140 | 0,5 | 70,00 |
| Sil mix | kg | 35 | 4 | 140,00 |
| Gallinaza | t | 60 | 20 | 1 200,00 |
| Cipermetrina | Litro | 150 | 0,2 | 30,00 |
| d. Materiales | | | | 727,50 |
| Palana de corte | Unidad | 20 | 4,00 | 20,00 |
| Machete | Unidad | 10 | 4,00 | 10,00 |
| Rastrillo | Unidad | 15 | 4,00 | 15,00 |
| Balanza tipo Reloj | Unidad | 120 | 1,00 | 30,00 |
| Cordel | M ³ | 0,3 | 200 | 60,00 |
| Sacos | Unidad | 1 | 500 | 500,00 |
| Lampa | Unidad | 20 | 4,00 | 20,00 |
| Bomba Mochila | Unidad | 150 | 1,00 | 37,50 |
| Análisis de suelo | Unidad | 35 | 1 | 35,00 |
| e. Transporte | t | 20 | 120,4460 | 2 408,92 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 3 330,00 |
| Gastos Administrativos (10%) | | | | 333,00 |
| TOTAL COSTOS INDIRECTOS | | | | 4 576,42 |
| TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | 8 239,42 |

Anexo 2: Datos de campo

| bloques | Tratamientos | Altura de planta (cm) | N° de flores por planta | N° flores/planta (transformado) | N° de frutos cosechados | N° frutos cosechados (transformado) | Diámetro de fruto (cm) | longitud de fruto (cm) | peso de fruto (g) | Rendimiento (kg.ha ⁻¹) |
|------------------|--------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|------------------------------------|
| I | 0 | 128,50 | 39,40 | 6,28 | 5,20 | 2,28 | 3,72 | 18,50 | 221,3 | 19 178,57 |
| II | 0 | 129,50 | 41,30 | 6,43 | 4,80 | 2,19 | 4,21 | 21,32 | 231,54 | 18 522,46 |
| III | 0 | 131,40 | 40,70 | 6,38 | 5,10 | 2,26 | 3,98 | 20,13 | 240,10 | 20 407,68 |
| I | 1 | 139,30 | 48,30 | 6,95 | 5,90 | 2,43 | 4,62 | 22,43 | 239,20 | 23 520,39 |
| II | 1 | 141,20 | 44,60 | 6,68 | 6,90 | 2,63 | 4,95 | 26,43 | 243,90 | 28 047,38 |
| III | 1 | 136,70 | 45,90 | 6,77 | 5,70 | 2,39 | 4,72 | 25,31 | 276,50 | 26 266,45 |
| I | 2 | 138,10 | 49,80 | 7,06 | 5,80 | 2,41 | 5,12 | 30,98 | 305,30 | 29 511,15 |
| II | 2 | 144,50 | 50,10 | 7,08 | 7,90 | 2,81 | 5,21 | 32,87 | 324,20 | 42 684,63 |
| III | 2 | 147,20 | 53,60 | 7,32 | 8,10 | 2,85 | 4,98 | 31,56 | 316,80 | 42 766,29 |
| I | 3 | 158,40 | 50,90 | 7,13 | 11,40 | 3,38 | 5,32 | 32,97 | 354,20 | 67 295,31 |
| II | 3 | 161,20 | 54,80 | 7,40 | 14,60 | 3,82 | 5,52 | 37,20 | 368,90 | 89 762,08 |
| III | 3 | 159,7 | 53,10 | 7,29 | 13,30 | 3,65 | 5,71 | 35,21 | 376,20 | 83 387,66 |
| I | 4 | 184,30 | 57,30 | 7,57 | 15,50 | 3,94 | 6,23 | 39,75 | 467,20 | 120 688,51 |
| II | 4 | 178,60 | 51,90 | 7,20 | 14,90 | 3,86 | 5,87 | 38,76 | 459,30 | 114 054,94 |
| II | 4 | 175,30 | 55,80 | 7,47 | 16,10 | 4,01 | 6,15 | 39,84 | 471,80 | 126 594,60 |
| Promedios | | 139,61 | 49,17 | 7,00 | 9,41 | 2,99 | 5,09 | 30,22 | 311,68 | 56 845,87 |