

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



TESIS

**“DOSIS DE FERTILIZANTE CON MICROORGANISMOS
BENÉFICOS (FERTI EM) EN EL CULTIVO DE UN ECOTIPO
DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.), EN EL
DISTRITO DE LAMAS - REGIÓN SAN MARTÍN”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

JAIME MICOLAS PINO ROJAS

TARAPOTO - PERÚ

2015

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



TESIS

**DOSIS DE FERTILIZANTE CON MICROORGANISMOS
BENÉFICOS (FERTI EM) EN EL CULTIVO DE UN ECOTIPO
DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.), EN EL
DISTRITO DE LAMAS - REGIÓN SAN MARTÍN**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
JAIME MICOLAS PINO ROJAS**

**TARAPOTO- PERÚ
2015**

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

ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

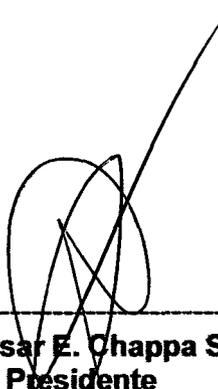
TESIS

**DOSIS DE FERTILIZANTE CON MICROORGANISMOS
BENÉFICOS (FERTI EM) EN EL CULTIVO DE UN ECOTIPO
DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.), EN EL
DISTRITO DE LAMAS - REGIÓN SAN MARTÍN**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
JAIME MICOLAS PINO ROJAS**

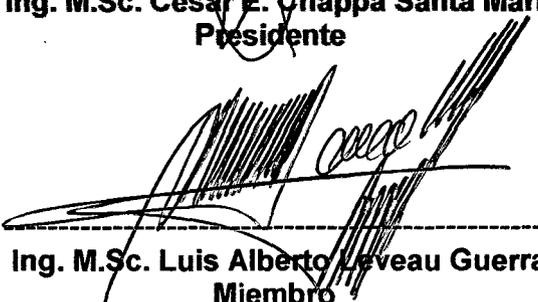
Comité de Tesis



Ing. M.Sc. Cesar E. Chappa Santa María
Presidente



Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez
Secretario



Ing. M.Sc. Luis Alberto Leveau Guerra
Miembro



Ing. Jorge Luis Peláez Rivera
Asesor

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. El cultivo del tomate	5
3.1.1. Origen	5
3.1.2. Clasificación taxonómica	5
3.1.3. Características morfológicas	5
3.1.4. Morfología de la planta	6
3.1.5. Fenología del cultivo de tomate	6
3.1.6. Estadios fenológicos	7
3.1.7. Requerimientos edafoclimáticos	7
3.1.8. FERTI EM	9
3.1.9. Trabajos realizados con FERTI EM	20
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	24
4.1. Materiales	24
4.1.1. Ubicación del campo experimental	24
4.1.2. Antecedentes del campo	24
4.1.3. Vías de acceso	25
4.1.4. Características edafoclimáticas	25
4.2. Métodos	26
4.2.1. Diseño experimental	26
4.2.2. Conducción del experimento	28
4.2.3. Labores culturales	29
4.2.4. Variables evaluadas	30
V. RESULTADOS	32
5.1. Altura de planta (cm)	32
5.2. Número de racimos florales	33
5.3. Número de flores por racimo	34
5.4. Diámetro del fruto	35
5.5. Longitud del fruto (cm)	36

5.6. Peso del fruto (g)	37
5.7. Número de frutos cosechados por planta	38
5.8. Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	39
5.9. Análisis económico	40
VI. DISCUSIONES	41
VII. CONCLUSIONES	57
VIII. RECOMENDACIONES	58
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

RESUMEN

SUMMARY

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Características del producto	9
Cuadro 2: Análisis de varianza para la altura de planta (cm)	32
Cuadro 3: Análisis de varianza para el número de racimos florales	33
Cuadro 4: Análisis de varianza para el número de flores por racimo	34
Cuadro 5: Análisis de varianza para el diámetro del fruto	35
Cuadro 6: Análisis de varianza para la longitud del fruto (g)	36
Cuadro 7: Análisis de varianza para el peso del fruto (g)	37
Cuadro 8: Análisis de varianza para el número de frutos cosechados por planta	38
Cuadro 9: Análisis de varianza para el Rendimiento en kg.ha ⁻¹	39
Cuadro 10: Análisis económico	40

ÍNDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfico 1: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en altura de la planta	32
Gráfico 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en el número de racimos florales	33
Gráfico 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en número de flores por racimo	34
Gráfico 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en el diámetro del fruto	35
Gráfico 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en la longitud del fruto	36
Gráfico 6: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en el peso del fruto	37
Gráfico 7: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en el número de frutos cosechados por planta	38
Gráfico 8: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en el rendimiento	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Datos climáticos	Pág. 25
Tabla 2:	Análisis físico-químico del suelo experimental	26
Tabla 3:	Análisis de varianza del experimento	26
Tabla 4:	Tratamientos estudiados	27

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es la hortaliza más popular y difundida en la Tierra, debido a su demanda de consumo, y para aumentar su producción debe haber inherencia de las fuerzas productivas para producir con mayor eficiencia e incrementar la productividad. Es una fuente rica en antioxidantes, debido al alto contenido que presenta en las vitaminas C y E y la presencia de carotenos. La vitamina C, además interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes. También favorece la absorción del hierro de los alimentos y aumenta la resistencia frente a las infecciones (<https://answers.yahoo.com/question/index?qid=20080220185500AA0A3EM>).

El tomate, es una planta perenne de porte arbustivo aunque se cultiva como anual. Esta puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, pero las variedades que se cultivan en el huerto siempre necesitan ser entutoradas. Existen variedades de crecimiento limitado (también llamadas determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas). Las primeras paran su desarrollo en un momento de su cultivo, mientras que las segundas no lo hacen, llegando a alcanzar longitudes importantes.

En la Región San Martín, específicamente en la Provincia de Lamas se cultivan diferentes ecotipos de tomates que son sembrados en pequeñas áreas en los predios de los agricultores y son comercializados en los mercados de cada comunidad. Existe referencia de cuatro ecotipos de tomates evaluados bajo las condiciones ecológicas del distrito de Lamas por Pinedo (2013) y en base a los

resultados obtenidos del ecotipo de mayor rendimiento obtenido, se planificó el presente estudio, teniendo de base las siguientes características: de forma esférica y pequeña, tiene un color rojo, con un diámetro promedio de 2-3 mm, con una altura promedio de 202.25 cm., con un promedio de racimos florales por planta de 60.8, con un promedio de 9,64 flores por racimo, con un diámetro promedio de 3.09 cm, con 2,73 cm de longitud promedio del fruto, 2.85 gramos de peso promedio del fruto, con 392.34 frutos cosechados por planta, 6.73 ramas por planta y con un rendimiento de 31,037.19 kg.ha⁻¹, su crecimiento es indeterminado. No se conoce su potencial de rendimiento con la aplicación de fertilizantes, más que todo con la aplicación orgánica.

La necesidad de disminuir la dependencia del uso de productos sintéticos en la agricultura, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la actualidad, las proyecciones indican que la población mundial se incrementará en los próximos años y puede comprometer la estabilidad humana en lo que se refiere a la provisión de alimentos. Existe la necesidad de incrementar la producción de alimentos, lo que constituye un gran desafío para todos. Para lo cual es necesario incidir en una agricultura sostenible, con la finalidad de producir acorde a las necesidades sociales y económicas con un manejo adecuado de los recursos naturales y que evite la degradación del ambiente.

Hoy día en la agricultura ecológica, presenta diferentes estrategias para la sostenibilidad de los sistemas, una de ellas es el uso de los microorganismos eficientes (FERTI EM) que asocia cuatro grupos principales como lo son bacterias fototróficas, bacterias productoras de ácido láctico, levaduras y hongos de

fermentación (Higa, 2013 y Melgar-Valdés *et al.*, 2013), cuya combinación desarrollan una sinergia metabólica (Sánchez *et al.*, 2011), incrementando el valor nutricional del suelo; aumentando la supervivencia y disminución de enfermedades mediante la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas (Melgar-Valdés *et al.*, 2013). Según estos antecedentes se planificó el presente estudio con la finalidad de evaluar y determinar la dosis de microorganismos benéficos (FERTI EM), más eficiente y que incida en el incremento del rendimiento y utilidad económica del cultivo en el distrito de Lamas.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- ✓ Determinar la dosis de fertilizante con microorganismos benéficos (FERTI EM) en el rendimiento del cultivo de un ecotipo de tomate (*Lycopersicum esculentun* Mill.) en el Distrito de Lamas.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Evaluar la dosis mas eficiente del fertilizante con microorganismo benéficos (Ferti EM) en el rendimiento del cultivo de un ecotipo de tomate (*Lycopersicum esculentun* Mill.) del distrito de Lamas.
- ✓ Realizar el análisis económico de los tratamientos estudiados.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 El cultivo del tomate

3.1.1. Origen

El origen, muchos no definen exactamente la originalidad del tomate, pero según Van Haeff (1981), describe que el tomate se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, es posible que México fue donde se domesticó, por la facilidad de crecimiento en los huertos.

3.1.2. Clasificación Taxonómica

De acuerdo a Hunziker (1979), clasifica al tomate de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Simpétalae

Orden: Tubifloras (tubiflorae)

Familia: Solanáceas

Género: *Lycopersicum*

Especie: *esculentum*. L. Mill

3.1.3. Características morfológicas

Von Haeff (1983), sostiene que, en el hábito de crecimiento se puede distinguir dos tipos; los determinados y los indeterminados. La planta

determinada es el tipo arbustivo de porte bajo pequeño y de producción precoz. se caracteriza por la formación de las inflorescencias en el extremo del ápice. La planta indeterminada crece hasta una altura de dos metros o más, según el empalado que se aplique. El crecimiento vegetativo es continuo y de acuerdo a su velocidad de crecimiento y desarrollo. La inflorescencia no es apical sino lateral. Este tipo de tomate tiene tallos axilares de gran desarrollo. Según las técnicas culturales, se eliminan todos o se dejan algunos. Para la producción mecanizada se prefieren las variedades del tipo determinado, que son bajas o arbustivos.

3.1.4 Morfología de la planta

Von Haeff (1983), manifiesta que el tomate es una planta perenne de porte arbustivo. En cuanto a su sistema radicular posee raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Las hojas son pinnado hendidas y emiten un olor fuerte característicos dispuestas de forma alternativa sobre el tallo. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), las que son de color amarillo. El fruto es una baya que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos.

3.1.5. Fenología del cultivo de tomate

Von Haeff (1983), el periodo vegetativo del tomate comprende para la región San Martín 90 días aproximadamente, los estados fenológicos y la duración promedio de cada una es como sigue:

Emergencia : 5 dds

Trasplante : 25 dds

Floración : 20 ddt

Fructificación : 45 ddt

dds (Días después de la siembra)

ddt (Días después del trasplante)

3.1.6. Estadios Fenológicos

Von Haeff (1983), nos presenta los siguientes estadios fenológicos del cultivo de tomate:

- A. Emergencia:** El cotiledón se hace visible sobre la superficie del suelo
- B. Estado vegetativo:**
 - a) Cotiledones completamente desenvueltos
 - b) Dos primeras hojas desarrolladas
 - c) formación de hojas, ramas y aumento de volumen de la planta
- C. Inicio de la floración:** Yema floral y primera inflorescencia visibles
- D. Floración:** Apertura de las primeras flores
- E. Fructificación:** Formación de frutos. El primer fruto ha alcanzado su forma y tamaño correspondiente a la variedad estudiada.

3.1.7 Requerimientos Edafoclimáticos

Cáceres (1984), nos dice que el cultivo de tomate, no resiste heladas, puede producir en un rango de temperaturas de 16 a 26°C, siendo la óptima de 18 a 21°C. Para conseguir un desarrollo óptimo del cultivo de tomate es necesario que se produzca alternancia de temperatura, siendo de especial interés el valor de la temperatura nocturna, sobre todo durante la fructificación.

Las temperaturas óptimas diurna y nocturna para el desarrollo del tomate, en germinación es de 18 – 25°C, en crecimiento es de 18 – 25°C y 15°C en floración de 22 – 25°C y 13 – 17°C y en fructificación de 25°C y 18°C, respectivamente (Nicho, 1993; Trillas Editorial, 1998).

La humedad relativa del aire tiene gran interés sobre todo durante la dehiscencia polínica y la consiguiente polinización, siendo la más adecuada entre 55 y 60%. Sin embargo, un clima húmedo con temperaturas altas y una humedad relativa superior al 75% es poco apropiada para el tomate (Andelini, 1996, Trillas Editorial, 1998).

Una humedad relativa superior al 75%, favorece al ataque de las enfermedades fungosas, pero se obtienen frutos de mayor tamaño y con menos defectos (Van Haeff, 1981).

Respecto a suelos, el tomate no es una planta exigente, creciendo en las más variadas condiciones y aunque prefiere los suelos profundos y con buen drenaje, su sistema radicular poco profundo le permite adaptarse a los suelos pobres y de poca profundidad con tal de que tenga asegurado un buen drenaje. Sin embargo es medianamente tolerable a la acidez y a la salinidad.

Maroto (1983), Van Haeff (1981), mencionan que los suelos más apropiados son los que presentan textura franco – arenoso, retentivos, con buen drenaje y con pH entre 5, 5 – 6, 8.

3.1.8. Ferti EM

Según Ramírez (2006), y la Web (http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=114:microorganismos-eficientes&catid=1:timas&Itemid=41), indican que EM, es una abreviación de microorganismos efectivos. La tecnología de EM consiste en un cultivo microbiano mixto de especies seleccionadas de microorganismos naturales benévolo o bueno, que coexisten en un medio líquido con un pH 3.5. los microbios en el EM, no son dañinos, patógenos, genéticamente modificados ni químicamente sintetizados, ni tampoco es una medicina. Los EM secretan sustancias benéficas, tales como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes, que al entrar en contacto con la materia orgánica, su efecto benéfico individual se multiplica en forma sinérgica. En el Cuadro se muestran las características del producto.

Cuadro 1: Características del producto

N	2.00%
P	6.00%
K	2.5%
S	0,18%
Ca	12,00%
B	0,5%
Mg	1.16%
Zn	90,62ppm
Cu	9.33pmm
Mn	64.61ppm
Fe	1050ppm
M.O	64.10%
pH	7.5
Humedad	25%

Fuente: Paleso, 2013

Los principales tipos de microorganismos presentes en el EM comprenden:

- a. Bacterias fotosintéticas (*Rhodospseudomona spp*): Son un grupo de microorganismos que sintetizan sustancias útiles (aminoácidos, ácidos nucleicos, compuestos bioactivos y azúcares), a partir de las secreciones de las raíces y la materia orgánica, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Son consideradas el eje central de la actividad del EM, pues dan sostén a otros microorganismos. Por ejemplo, las poblaciones de micorrizas de la raíz, se incrementan por la disponibilidad de aminoácidos que segregan las bacterias fotosintéticas. Las micorrizas, mejoran la solubilidad de los fosfatos, supliendo de esta forma el fósforo a las plantas; también coexisten con *Azotobacter* y *Rhizobium*, que fijan nitrógeno atmosférico (http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=114:microorganismos-eficientes&catid=1:timas&Itemid=41).
- b. Bacterias ácido lácticas (*Lacto bacillus spp*): Originan ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos, producidos por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico, es un compuesto que controla microorganismos nocivos y mejora la descomposición de la materia orgánica. Los *Lactobacillus* promueven la fermentación y desdoblamiento de lignina y celulosa, permitiendo una más rápida descomposición de los materiales vegetales. También, tienen la habilidad de suprimir microorganismos causantes de enfermedades, como los hongos del género *Fusarium*, que debilitan las plantas, exponiéndolas al ataque de

otras enfermedades y plagas
(http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=114:microorganismos-eficientes&catid=1:timas&Itemid=41).

- c. Levaduras (*Saccharomyces spp*), sintetizan tanto sustancias antimicrobiales, como compuestos útiles para el crecimiento de las plantas, partiendo de aminoácidos y azúcares (secretados por las bacterias fotosintéticas), así como de materia orgánica. Los elementos producidos por las levaduras (hormonas y enzimas), promueven la división activa de células, siendo también, sustratos útiles para las bacterias acidolácticas y los actinomicetos.
(http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=114:microorganismos-eficientes&catid=1:timas&Itemid=41).

Hoy día en la agricultura ecológica, presenta diferentes estrategias para la sostenibilidad de los sistemas, donde se resalta el uso de los microorganismos eficientes EM•1®, que asocia cuatro grupos principales como lo son bacterias fototróficas, bacterias productoras de ácido láctico, levaduras y hongos de fermentación (Higa, 2013 y Melgar-Valdés *et al.*, 2013), cuya combinación desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos (Sánchez *et al.*, 2011), entre ellos el mejoramiento de suelos y el tratamiento de residuos Agropecuarios, aguas residuales y alimentación animal entre otros (López y Medina, 2011 y Navia-Cuetia *et al.*, 2011).

Diferentes investigaciones han demostrado que los microorganismos benéficos pueden: incrementar el valor nutricional; aumentar la supervivencia y disminuir enfermedades mediante la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas; mantener y mejorar la calidad del agua con la reducción de concentraciones de amonio, nitrito y nitrato en el agua; disminuir la carga elevada de materia orgánica (Melgar-Valdés *et al.*, 2013)

La agricultura ecológica incluye el uso de biofertilizantes; una mezcla de microorganismos benéficos presentes naturalmente en el suelo, que al ser aplicados pueden restaurar nutricional y biológicamente suelos degradados; permite una producción a bajo costo, favorecen la productividad a largo plazo y son asequibles a los productores, con disminución de la contaminación del medio ambiente y la conservación del suelo desde su biodiversidad y fertilidad (Rosales *et al.*, 2006). Con este tipo de agricultura se promueve un aumento en la calidad y precio del producto y de esta manera se mejora la rentabilidad bruta del cultivo (Ramírez *et al.*, 2008; Mejía, 2009).

Uno de los elementos más valiosos que se pueden utilizar en la producción de estos biofertilizantes es el uso de microorganismos promotores de crecimiento de plantas localmente adaptados. Sin embargo, en la agricultura orgánica el uso y manejo de biofertilizantes, muchas veces presenta problemas relacionados al escaso conocimiento de las especies presentes en los agroecosistemas y en la rizósfera de los cultivos. Desde el punto de vista ecológico, se hace necesario conocer los integrantes de la comunidad bacteriana donde se localiza el cultivo, con el fin de potenciar su acción y

favorecer su posterior aplicación como inoculantes (Terry *et al.*, 2005). Esta microbiota de la rizósfera puede acelerar el crecimiento de las plantas a través de reguladores de crecimiento vegetal, al aumentar la velocidad de germinación de semillas, estimular la formación de raíces, fortalecer los mecanismos naturales de defensa de la planta a enfermedades e insectos patógenos, incrementar la respuesta a la fertilización química u orgánica y aumentar la tolerancia al estrés hídrico; todo esto promueve mejores efectos sobre la calidad del suelo y la cosecha, efectos que se buscan sean permanentes durante el ciclo de desarrollo del cultivo (Higa *et al.*, 1994; Galindo *et al.*, 2006; Terry *et al.*, 2005).

Los efectos benéficos de los microorganismos promotores de crecimiento de las plantas han sido reportados con anterioridad para diferentes cultivos como herbáceas, papa, frijol, soya, cítricos, banano, entre otros. Las bacterias frecuentemente reportadas son cepas de *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Enterobacter* y *Serratia* (Jaizme-Vega *et al.*, 2003; Rivera-Cruz *et al.*, 2008), de igual forma se reportan *Lactobacillus*, bacterias fotosintéticas no sulfurosas y actinomicetos.

Los microorganismos son utilizados en la agricultura con varios propósitos; como elemento importante de correcciones y abonos orgánicos; como inoculantes de leguminosas para la fijación biológica de nitrógeno, como una medida de eliminación de insectos y enfermedades de plantas para aumentar la calidad del cultivo y de la cosecha, y para la reducción de la mano de obra. Todos estos están estrechamente relacionados entre ellos. Una consideración

importante en la aplicación de los microorganismos beneficiosos en los suelos es el aumento de sus efectos sinérgicos. Esto es difícil de alcanzar si estos microorganismos son aplicados para lograr una terapia sintomática, como en el caso de los fertilizantes y pesticidas químicos (Higa, 1991; 1994).

Si los cultivos de microorganismos beneficiosos han de ser efectivos después de la inoculación en el suelo, es importante que sus poblaciones iniciales estén a un cierto nivel crítico límite. Esto ayuda a asegurar que la cantidad de sustancias bioactivas producidas por ellos será suficiente para lograr los deseados efectos positivos sobre la producción de cultivos y/o la protección de cultivos. Si estas condiciones no se dan, los microorganismos introducidos, por muy útiles que sean, tendrán muy poco o ningún efecto. Hoy en día, no hay tests químicos que puedan predecir la probabilidad de que un microorganismo en concreto inoculado en el suelo logre el efecto deseado. El planteamiento más fiable es inocular los microorganismos beneficiosos dentro del suelo como parte de un cultivo mixto, y a una suficientemente alta densidad de inóculo para maximizar la probabilidad de su adaptación a condiciones ecológicas y medioambientales (Higa y Wididana, 1991b; Parr *et al.*, 1994).

Estos microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelados y antioxidantes. Cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades, y ésta a su

vez tiene la capacidad de transformarse en tierra azimógena. Algo similar ocurre con el agua tratada con EM. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de la planta y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica (<http://www.zonamerica.org/es/programas-especiales/em/index.html>).

Según la Web (http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=114:microorganismos-eficientes&catid=1:timas&Itemid=41), indican que el uso de EM en agricultura tiene efectos positivos, como:

- Promueve la germinación, crecimiento, florecimiento, fructificación y maduración de las plantas cultivadas.
- Realza la capacidad fotosintética de las plantas.
- Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante.
- Desarrolla resistencia de las plantas a plagas y enfermedades.
- Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Suprime patógenos y plagas del suelo.

Debido a las ventajas mencionadas, EM mejora los rendimientos de los cultivos bajo sistemas de producción orgánica y presenta los siguientes beneficios económicos:

- La necesidad de usar EM disminuye con el tiempo, porque los microorganismos se propagan por sí solos; la microflora del suelo se

vuelve abundante, desarrollando un sistema microbiano balanceado. Cuando las condiciones facilitan la propagación de los microorganismos, las aspersiones serán ocasionales, para mantener las poblaciones.

- Su uso requiere menores aplicaciones de materia orgánica, porque la proveniente de los residuos de cosecha, plantas arvenses y vegetación circundante, es suficiente para mantener un suelo fértil.
- Se evita el uso de fertilizantes químicos para la nutrición de plantas.
- Una vez incorporado al suelo, EM descompone la materia orgánica rápidamente.
- Facilita la liberación de mayores cantidades de nutrientes a las plantas.
- Desarrolla inmunidad en las plantas.

La acción de introducir hongos y/o bacterias a la semilla, al suelo o a los sistemas de riego en cultivos de leguminosas, gramíneas, hortalizas y frutales, principalmente, se le conoce como inoculación. Generalmente los microorganismos benéficos se traducen en mayor desarrollo de la raíz y rendimiento en el grano. Los resultados a través del tiempo son suelos más ricos en contenidos de materia orgánica y nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio entre otros) (<http://www.aldeaverde.org.mx/micro.pdf>).

El éxito del proceso de inoculación depende de factores como la cantidad de luz, temperatura, tipo de suelo, las regiones climáticas, la mezcla con otros biofertilizantes y agroquímicos, la caducidad de los productos entre otros (<http://www.aldeaverde.org.mx/micro.pdf>).

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible (<http://www.aldeaverde.org.mx/micro.pdf>).

Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se puede encontrar:

En los semilleros:

Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico. Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de plántulas, por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal, incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas (Brock y Madigan, 1993 y Campo *et al.*, 2014)

En las plantas:

Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.

Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.

Incrementa el crecimiento calidad y productividad de los cultivos.

Promueve la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.

Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (Brock y Madigan, 1993 y Campo *et al.*, 2014)

En los suelos:

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se puede mencionar:

Efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas de lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen (Brock y Madigan, 1993 y Campo *et al.*, 2014).

Además, es conocido que bacterias y hongos inoculados al suelo aceleran la descomposición e incrementan la materia orgánica del suelo, que para este caso varió de 6,3 al 12,8%, favoreciendo el desarrollo del cultivo. Contribuyendo a la absorción de nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas debido a que poseen relación funcional y

constituyen un sistema holístico con las plantas y el suelo, esto permite un efecto benéfico sobre el crecimiento vegetal (López y Medina, 2011); corroborando que la inoculación de microorganismos al ecosistema suelo/planta mejora el crecimiento, rendimiento, la calidad de los cultivos y las propiedades del suelo (Navia-Cuetia *et al.*, 2013).

Los EM son microorganismos fisiológicamente compatibles y mutuamente complementarios, coexisten en equilibrio en un cultivo líquido y pueden ser aplicados como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana de suelos y plantas (Zhou *et al.*, 2009). Generalmente, los EM son una mezcla de hongos, actinomicetos, levaduras, bacterias ácido lácticas y fotosintéticas que se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza y que son capaces de interactuar entre sí (Woodward, 2003). Su potencial biofertilizante está dado por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, solubilizar nutrientes insolubles como fosfato, descomponer residuos orgánicos, suprimir el crecimiento de patógenos del suelo, degradar tóxicos como pesticidas, reciclar e incrementar la disponibilidad de nutrientes y producir antibióticos y otras moléculas orgánicas simples como tocoferol, licopenos, saponinas, flavonoides y antioxidantes que estimulan el crecimiento de las plantas (Lwin y Ranamukhaarachchi, 2006; Higa *et al.*, 1994; Mantilla *et al.*, 2007; McMillan, 2007; Ramírez *et al.*, 2008). Estos microorganismos son usados en la eliminación de problemas asociados con el uso de fertilizantes químicos y pesticidas y son ampliamente usados en agricultura orgánica (Higa, *et al.*, 1994). Los EM, capaces de transformar un suelo que favorece las enfermedades, hacia uno supresor de enfermedades (zymogénico o sintético),

son inoculados en la rizosfera con el objetivo de regenerar su equilibrio poblacional microbiano y crear un ambiente que promueva el crecimiento vegetal y la productividad en el cultivo. Para lograr este efecto estos microorganismos deben establecerse en el suelo y ser funcionalmente efectivos como grupo microbiano (Woodward, 2003). Entre las ventajas de utilizar los EM tenemos, mayor resistencia generada a estrés, mejor mineralización del carbono y penetración de las raíces, descomposición gradual de agroquímicos en suelo, liberación más eficiente de nutrientes a partir de materia orgánica y aumento de la capacidad fotosintética de las plantas (Ramírez *et al.*, 2008). Como se mencionaba anteriormente, los actinomicetos, las bacterias ácido lácticas y las bacterias fotosintéticas son parte de los microorganismos utilizados dentro de los inóculos comerciales de EM.

3.1.9. Trabajos realizados con Ferti EM

Goigochea (2014), en su tesis "efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (FERTI EM) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto en el distrito de Lamas", concluye que con la aplicación de 0.8 t.ha^{-1} (T3) de FERTI EM, obtuvo el mayor promedio de rendimiento con $7,529.82 \text{ kg.ha}^{-1}$, superando estadísticamente a los tratamientos T4 (1.0 t.ha^{-1}), T2 (0.6 t.ha^{-1}), T1 (0.4 t.ha^{-1}) y T0 (testigo), respectivamente.

La aplicación de 0.8 t.ha^{-1} (T3) y 1.0 t.ha^{-1} (T4) de FERTI EM se obtuvieron los mayores promedios en número de vainas por planta, número de semilla por vaina y peso promedio de una semilla con 168.7 vainas, 164.0 vainas; 8.3 semillas, 7.7 semillas por vaina y 0.48 g y 0.41 g de peso promedio de una semilla, respectivamente, superando estadísticamente a los promedios obtenidos por los demás tratamientos.

Con el tratamiento T0 (testigo) se obtuvo los menores promedios con $1,142.77 \text{ kg.ha}^{-1}$ de rendimiento, 76.3 vainas por planta, 5.5 semillas por vaina, 0.24 g de peso promedio de una semilla.

Respecto a la altura de planta, con el tratamiento T4 (1.0 t.ha^{-1}) se alcanzó el mayor promedio con 1.98 m de altura de planta superando estadísticamente a los promedios de los tratamientos T3 (0.8 t.ha^{-1}), T2 (0.6 t.ha^{-1}), T1 (0.4 t.ha^{-1}) y T0 (testigo) respectivamente.

El resultado del incremento de las dosis de FERTI EM en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función respuesta en el incremento altura de planta, número de vainas por planta, peso promedio de una semilla y rendimiento en kg.ha^{-1} de forma lineal positiva.

Los tratamientos que recibieron dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (FERTI EM) arrojaron valores de B/C positivos, siendo el tratamiento T3 (800 kg.ha^{-1}) el que generó mayor riqueza con un valor B/C de 2.83 y un beneficio neto de S/. 1,794.73 Nuevos Soles, seguido

de los tratamientos T4 (1000 kg.ha⁻¹), T2 (600 kg.ha⁻¹) y T1 (400 kg.ha⁻¹) quienes reportaron valores B/C de 2.22, 1.64 y 1.09 con beneficios netos de S/.5,108.2; S/.2,416.54 y S/.329.12 nuevos soles respectivamente. El Tratamiento T0 (testigo) obtuvo un valor B/C de S/. -1,305.85 nuevos soles.

Linares (2014), reportan en su tesis que; la dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos benéficos (FERTI EM) con mejores resultados agronómicos y económicos para la producción de Cebolla china (*Allium fistulosum*) fue con una dosis 1.0 t.ha⁻¹ de FERTI EM, obteniéndose un rendimiento de 26,166.7 kg.ha⁻¹ y un ingreso neto de S/. 1,528.35 nuevos soles.

El incremento de cada 0.2 t.ha⁻¹ de FERTI EM (variable independiente) desarrollo respuestas lineales positivas sobre las variables dependientes (diámetro del cuello de la planta, diámetro del bulbo y longitud de la planta)

Se apertura el escenario para utilizar microorganismos del suelo que benefician la nutrición y desarrollo de las plantas prometiéndole opciones para incrementar el rendimiento de los cultivos y mejorar la eficiencia del uso de los fertilizantes minerales; siendo que algunos de estos microorganismos se vinculan con la fijación biológica de nitrógeno e incorporan al suelo cantidades variables de nitrógeno.

Peñañiel y Donoso (2004), mencionan en la investigación realizada sobre "Evaluación de diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (ME) en el

cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) híbrido Atar Ha-435" y obtuvieron las siguientes conclusiones: De las cuatro dosis de EM y un testigo evaluadas, se puede concluir en base al rendimiento en Kg/planta que no hubo diferencias estadísticas entre estos tratamientos y el testigo, a pesar que el tratamiento 4 logró el mejor peso en la 1er cosecha con un peso promedio de 321.1 gr. En lo referente a las variables días a la 5 y 7 cosecha se puede determinar que el tratamiento 3 con 68.93 días y el tratamiento 2 con 78.33 días respectivamente, obtuvieron una mayor precocidad para estas variables. El tratamiento 1 se colocó en primer lugar con respecto al número de flores del 1 racimo floral y número de frutos por racimos con un promedio de 1.133 cada uno. En lo referente a la calidad se pudo observar que el testigo presento más precozmente el ataque de mildiu vellosa.

El Instituto JATHA-MUHU (2009), menciona en la investigación realizada sobre "Influencia de la aplicación foliar de microorganismos eficaces (EM) en el establecimiento de alfalfa" que obtuvieron los siguientes resultados: en el rebrote del primer año de establecimiento del cultivo de alfalfa "W-350" con aplicación de una dosis de 3.5 ml. de "EM" más estiércol ha generado una altura mayor a 24 cm, y aquellos con aplicación de una dosis de 2.5 ml. De "EM" sin estiércol han alcanzado una altura promedio de 17 cm. durante 10 meses de establecimiento.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el Fundo Hortícola "El Pacífico", de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, en el distrito y provincia de Lamas.

Ubicación geográfica

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

Ubicación política

Fundo	: Pacífico
Provincia	: Lamas
Distrito	: Lamas
Región	: San Martín

4.1.2. Antecedentes del campo

En el Fundo Hortícola "El Pacífico", se vienen cultivando hortalizas de gran potencial comercial y cuenta con una extensión de dos hectáreas desde hace veinticinco años, se realizaron sembríos con rotación de cultivos como, lechuga, pepinillo, cebolla china, culantro, caigua, ají dulce de la zona, etc., en las áreas del experimento.

4.1.3. Vías de acceso

La principal vía de acceso al campo experimental es la carretera Fernando Belaunde Terry a la altura del Km. 12, con un desvío al margen derecho a 9.5 Km. de la ciudad de Tarapoto.

4.1.4. Características edafoclimáticas

a. Características climáticas

Ecológicamente donde se ejecutó el trabajo de investigación presenta una zona de vida caracterizada por el Bosque Seco Tropical (bs-T) (Holdridge, 1970), con una temperatura media mensual de 24.4 °C, una precipitación total mensual de 287.10 mm., y una humedad relativa del 82.33 %. Los datos meteorológicos a los meses entre Febrero-Abril de 2014 (SENAMHI, 2014).

Tabla 1: Datos climáticos

Meses	Temperatura °C Media	Precipitación Total Mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Febrero	23.2	129.5	84
Marzo	24.3	72.7	82
Abril	24.4	84.9	81
Total	71.9	287.10	247
Promedio	23.96	95.70	82.33

Fuente: SENAMHI, 2014

b. Análisis físico químico del suelo experimental

Tabla 2: Análisis físico químico del suelo

DETERMINACIONES		Dato	INTERPRETACIÓN
pH		6.48	Ligeramente Ácido
M.O (%)		1.33	Bajo
C.E. (μS)		156	
Análisis Físico de la muestra	(%) Arena	56.0	
	(%) Limo	32.0	
	(%) Arcilla	12.0	
	Clase Textural	Franco Arcillo Arenoso	
Elementos mayores disponibles	N (%)	0.067	Bajo
	P (ppm)	120.0	Alto
	K (ppm)	375.52	Alto
Análisis Químico de Cationes Cambiables	Ca^{++} (meq/100 g)	0.48	Bajo
	Mg^{++} (meq/100 g)	0.15	Bajo
	K^+ (meq/100 g)	0.96	Bajo
	Na^+ (meq/100 g)	0.25	Bajo
C.I.C. (meq/100 g)		13.63	Bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA – UNSM – T. (2014).

4.2. Métodos

4.2.1. Diseño experimental

Para la ejecución del presente experimento se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completo al azar (DBCA) con tres repeticiones, cinco tratamientos y con un total de 15 unidades experimentales, los mismos que se muestra en la tabla 3 y 4.

Tabla 3: Análisis de varianza del experimento

Fuente de variabilidad	Fórmula	Grado de Libertad
Tratamiento	$(t - 1)$	$5 - 1 = 4$
Bloques	$(r - 1)$	$3 - 1 = 2$
Error	$(t - 1)(r - 1)$	$4 \times 2 = 8$
Total	$r \times t - 1$	14

Para el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza (ANVA) y la Prueba Duncan al 0,05 de probabilidad.

Tabla 4: Tratamientos estudiados

Número de tratamiento	Clave	Descripción
1	T1	400 kg.ha ⁻¹ a la preparación del suelo
2	T2	600 kg.ha ⁻¹ a la preparación del suelo
3	T3	800 kg.ha ⁻¹ a la preparación del suelo
4	T4	1000 kg.ha ⁻¹ a la preparación del suelo
5	T0	Testigo (sin aplicación)

Donde:

El distanciamiento será: 0.75 m. x 1.20 m.

a. Características del campo experimental

Bloque

Nº de bloques	: 03
Ancho	: 4.0 m
Largo	: 22.0 m
Área total del bloque	: 88.00 m ²
Separación entre bloque	: 0.5 m.

Parcela

Ancho	: 4.0 m
Largo	: 5.0 m
Área	: 20.0 m ²

En el anexo 2 se adjunta el croquis de los bloques con su respectivo tratamiento.

4.2.2. Conducción del experimento

a. Almácigo (02/02/14)

Se realizó en bandejas almacigueras de 192 celdas usando sustrato de algas marinas con perlita (Premix 3), colocando una semilla por celda, permaneciendo en estos envases por un espacio de 21 días.

b. Limpieza del terreno (10/02/14)

Se utilizó machete y lampa para eliminar las malezas.

c. Muestreo de suelo (10/02/14)

Esta actividad se realizó antes tomando diferentes muestras en forma de zig zag para luego llevar la muestra al Laboratorio de Suelos y Aguas de la UNSM-T/FCA.

d. Análisis de suelo (11/02/14)

Se realizó para obtener las características físico-químico del suelo, en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la UNSM-T.

e. Preparación del terreno, mullido e incorporación de fertilizante (21/02/2014)

Esta actividad se realizó removiendo el suelo con el uso de un motocultor. Seguidamente se empezó a nivelar las parcelas con la ayuda de un rastrillo.

f. Parcelado/22/02/14)

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en tres bloques, cada uno y con sus respectivos cinco tratamientos, luego procediendo a incorporar el fertilizante con las dosis pre determinadas para cada tratamiento.

g. Siembra (23/02/14)

La siembra o trasplante se realizó previo almácigo en bandejas almacigueras con sustratos y luego a los 21 días de almacigado se realizó la siembra en campo definitivo a un distanciamiento de 1.2 metro entre fila y 0.75 m entre planta.

4.2.3 Labores culturales

Se realizaron las siguientes labores:

a. Control de maleza (13/03/14)

Se realizó de manera frecuente y mecánica dos veces durante el experimento.

b. Riego

Se efectuó de manera continua y de acuerdo a la incidencia de las lluvias registradas.

c. Cosecha (29/04/14)

Se realizó cuando el ecotipo de tomate alcanzó su madurez fisiológica, en forma manual.

4.2.4 Variables evaluadas

- **Altura de planta (cm)**

Se evaluó semanalmente, tomando al azar 10 plantas por tratamiento con ayuda de una wincha, tomando mediciones desde la base hasta el ápice terminal de la planta.

- **Número de racimos florales**

Se evaluó semanalmente haciendo el conteo de los racimos florales de las 10 plantas seleccionadas al azar.

- **Número de flores por racimo**

Se evaluó semanalmente haciendo el conteo de las flores de cada racimo floral de las 10 plantas seleccionadas al azar.

- **Diámetro del fruto**

Se evaluó al momento de la cosecha de las 10 plantas seleccionadas al azar con la ayuda de un vernier tomando la medida de la parte media del fruto.

- **Longitud del fruto**

Se evaluó al momento de la cosecha con la ayuda de un vernier de las 10 plantas seleccionadas al azar desde la base del fruto hasta la base superior.

- **Peso de fruto por planta y por tratamiento**

Se pesaron los frutos de cada planta y se promedió con las 10 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, para lo cual se utilizó una balanza de precisión.

- **Rendimiento (kg.ha⁻¹)**

El rendimiento se obtuvo evaluando el total de los granos cosechados por planta, de las 10 plantas seleccionadas al azar y luego se multiplicara por la densidad de siembra para sacar el rendimiento, expresándose en kg.ha⁻¹.

- **Análisis económico**

Se realizó en base a los resultados del rendimiento de cada tratamiento.

La relación costo beneficio se efecto de acuerdo a la siguiente fórmula:

Relación Costo Beneficio = Costo de producción/Beneficio Bruto x 100.

V. RESULTADOS

5.1. Altura de planta (cm)

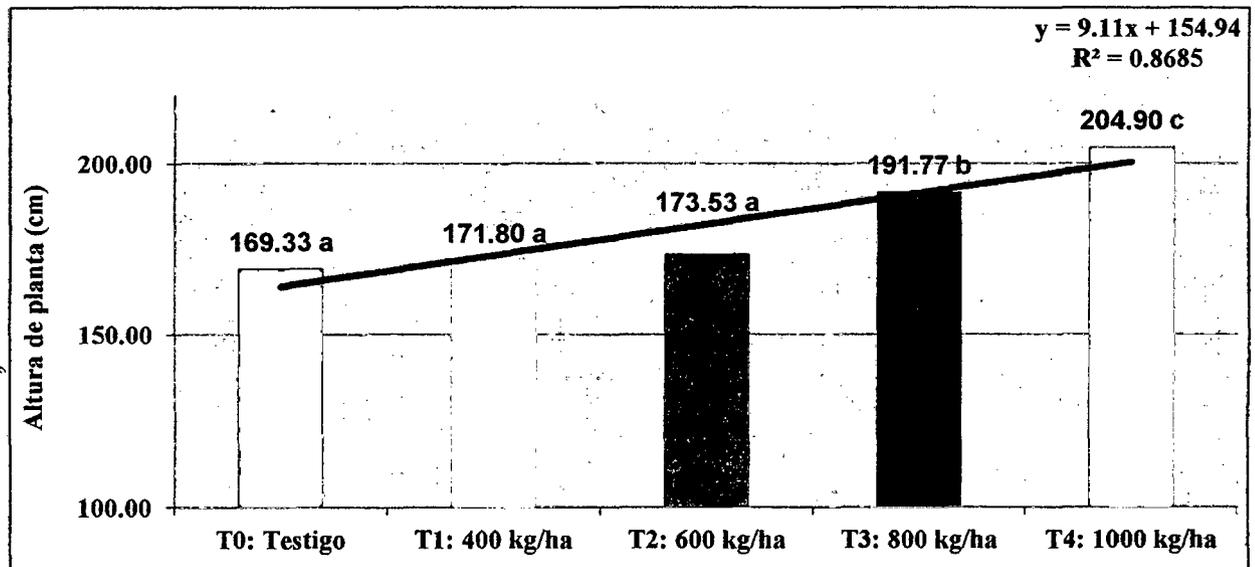
Cuadro 2: Análisis de varianza para la Altura de planta en centímetros

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	35,977	2	17,989	3,126	0,099 N.S.
Tratamientos	2866,833	4	716,708	124,529	0,000 **
Error experimental	46,043	8	5,755		
Total	2948,853	14			

$R^2 = 98.4\%$

C.V. = 1.32%

Promedio = 182.27



Promedios acompañados de letras diferentes son estadísticamente diferentes entre sí

Gráfico 1: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en altura de planta.

5.2. Número de racimos florales

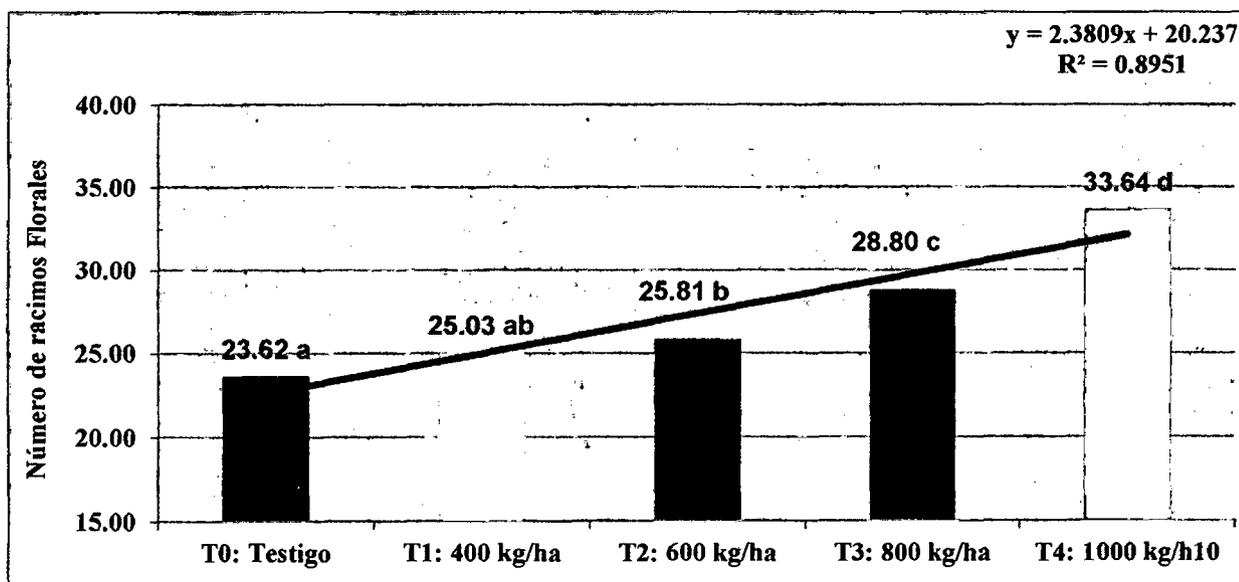
Cuadro 3: Análisis de varianza para el Número de racimos florales (datos transformados por \sqrt{x}).

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	0,063	2	0,031	2,542	0,140 N.S.
Tratamientos	1,662	4	0,416	33,655	0,000 **
Error experimental	0,099	8	0,012		
Total	1,824	14			

$R^2 = 94.6\%$

C.V. = 2.10%

Promedio = 5.22



Promedios acompañados de letras diferentes son estadísticamente diferentes entre sí

Gráfico 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en número de racimos florales

5.3. Número de flores por racimo

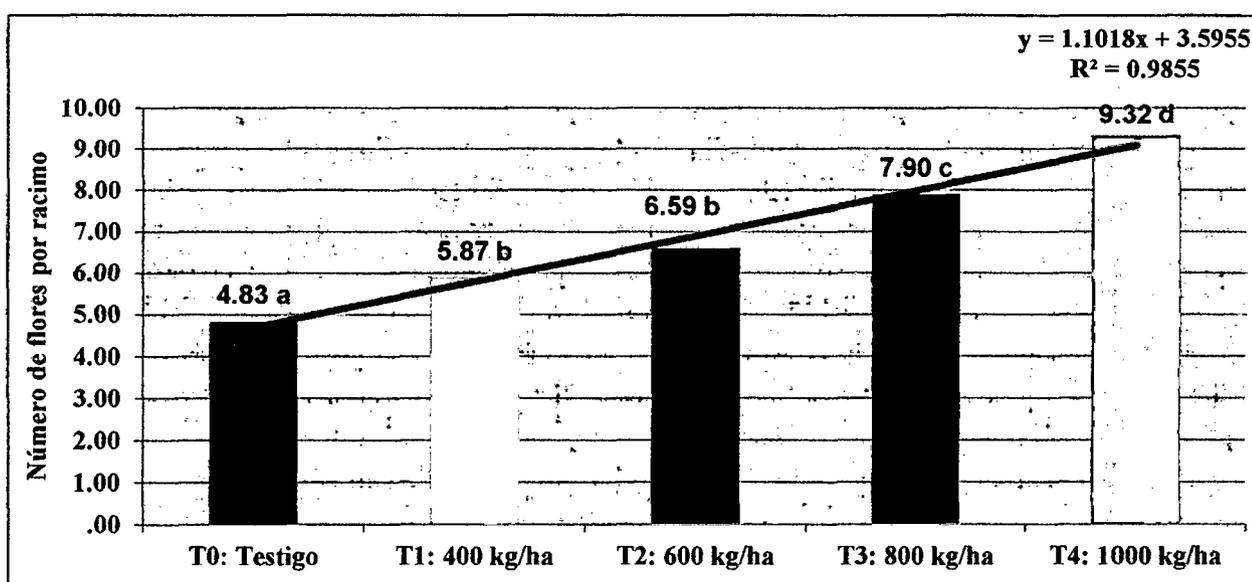
Cuadro 4: Análisis de varianza para el Número de flores por racimo (datos transformador por \sqrt{x})

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	0,003	2	0,001	0,240	0,792 N.S.
Tratamientos	1,332	4	0,333	54,664	0,000 **
Error experimental	0,049	8	0,006		
Total	1,384	14			

$R^2 = 96.5\%$

C.V. = 2.97%

Promedio = 2.61



Promedios acompañados de letras diferentes son estadísticamente diferentes entre si

Gráfico 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en número de flores por racimo

5.4. Diámetro del fruto

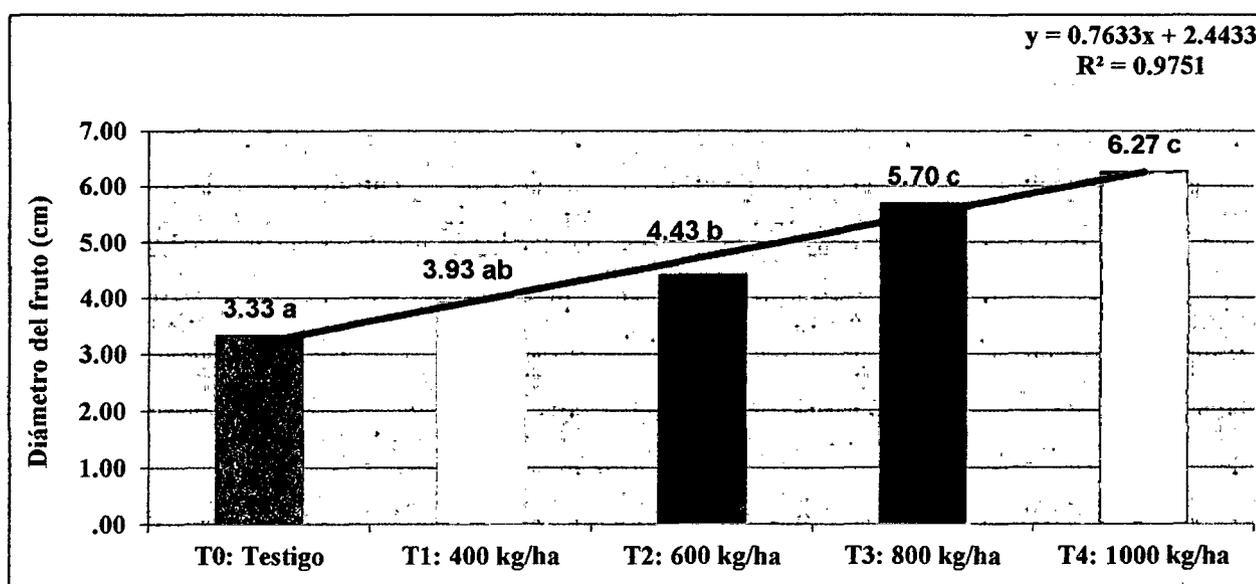
Cuadro 5: Análisis de varianza para el Diámetro del fruto (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	0,625	2	0,313	2,549	0,139 N.S.
Tratamientos	17,927	4	4,482	36,535	0,000 **
Error experimental	0,981	8	0,123		
Total	19,533	14			

$R^2 = 95.0\%$

C.V. = 7.41%

Promedio = 4.73



Promedios acompañados de letras diferentes son estadísticamente diferentes entre sí

Gráfico 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en el diámetro del fruto.

5.5. Longitud del fruto (cm).

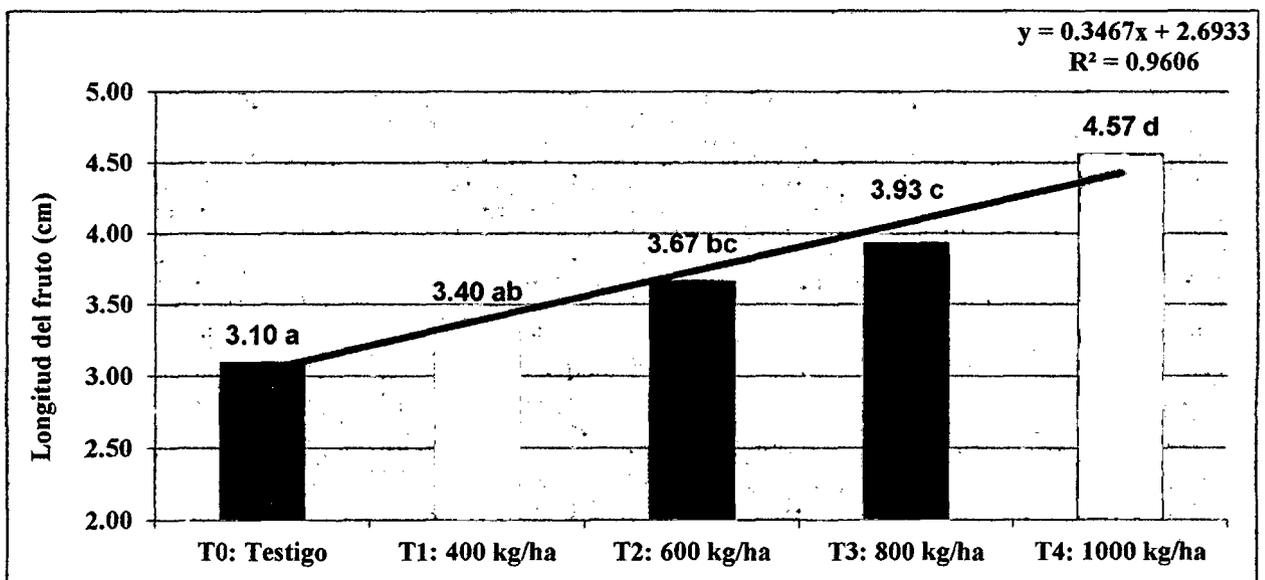
Cuadro 6: Análisis de varianza para la Longitud del fruto (g)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	0,069	2	0,035	1,106	0,377 N.S.
Tratamientos	3,753	4	0,938	29,947	0,000 **
Error experimental	0,251	8	0,031		
Total	4,073	14			

$R^2 = 93.8\%$

C.V. = 4.72%

Promedio = 3.73



Promedios acompañados de letras diferentes son estadísticamente diferentes entre sí

Gráfico 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en la longitud del fruto.

5.6. Peso del fruto (g)

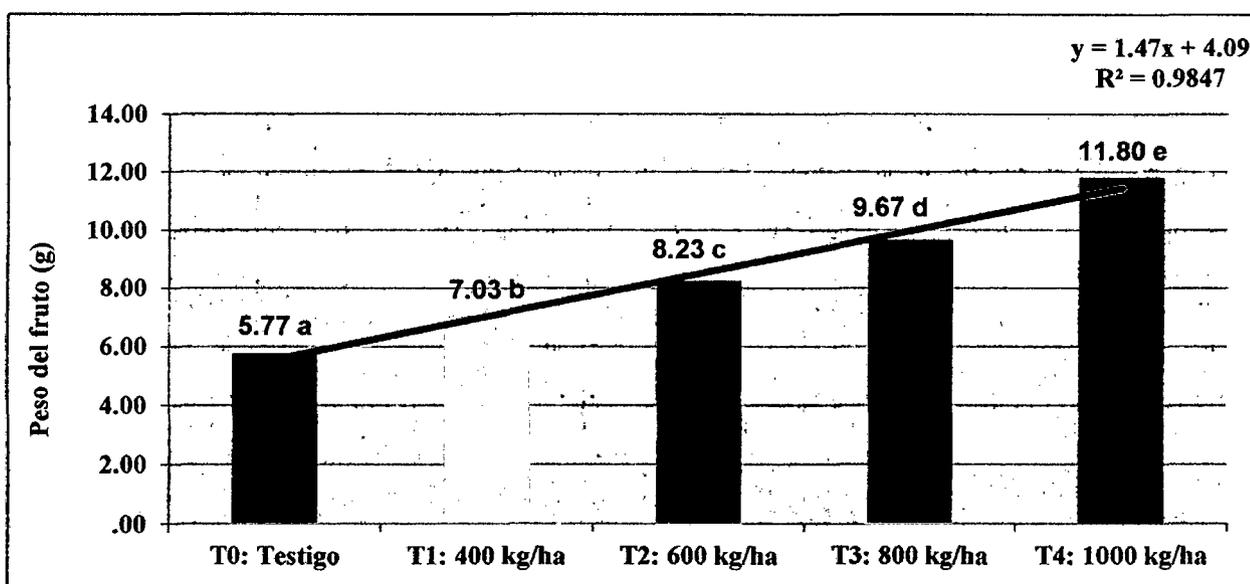
Cuadro 7: Análisis de varianza para el Peso del fruto (g)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	1,876	2	0,938	6,521	0,021 *
Tratamientos	65,833	4	16,458	114,426	0,000 **
Error experimental	1,151	8	0,144		
Total	68,860	14			

$R^2 = 98.3\%$

C.V. = 4.46%

Promedio = 8.50



Promedios acompañados de letras diferentes son estadísticamente diferentes entre sí

Gráfico 6: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en el peso del fruto

5.7. Número de frutos cosechados por planta

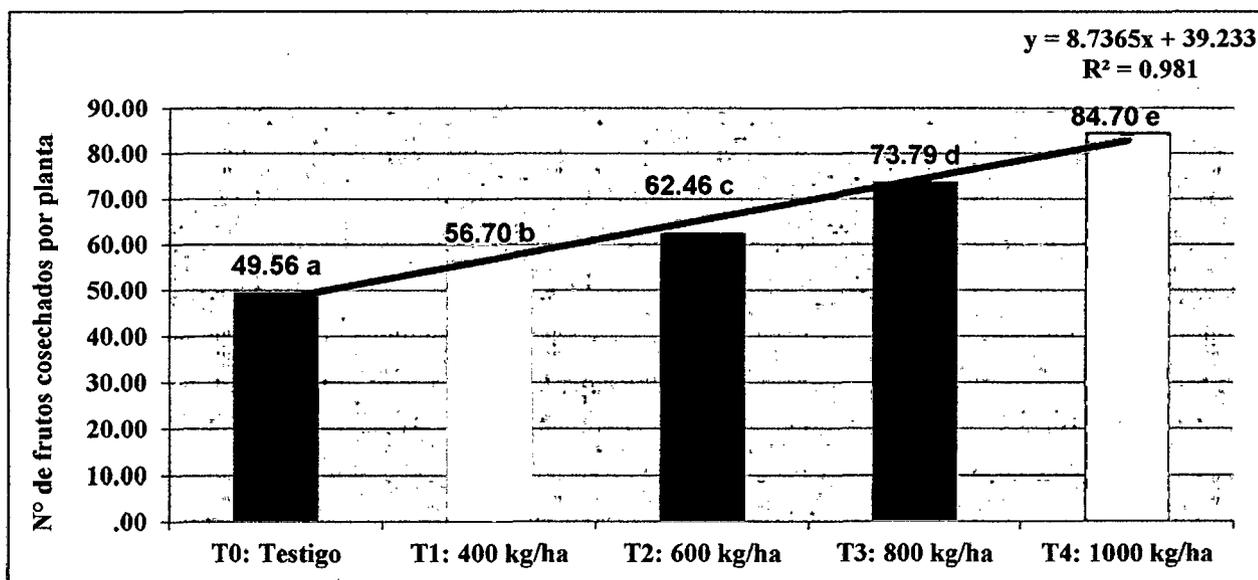
Cuadro 8: Análisis de varianza para el Número de frutos cosechados por planta (datos transformados por \sqrt{x})

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	0,038	2	0,019	0,501	0,624 N.S.
Tratamientos	8,801	4	2,200	57,660	0,000 **
Error experimental	0,305	8	0,038		
Total	9,145	14			

$R^2 = 96.7\%$

C.V. = 2.42%

Promedio = 8.05



Promedios acompañados de letras diferentes son estadísticamente diferentes entre sí

Gráfico 7: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$) para promedios de tratamientos en el número de frutos cosechados por planta.

5.8. Rendimiento (kg.ha⁻¹)

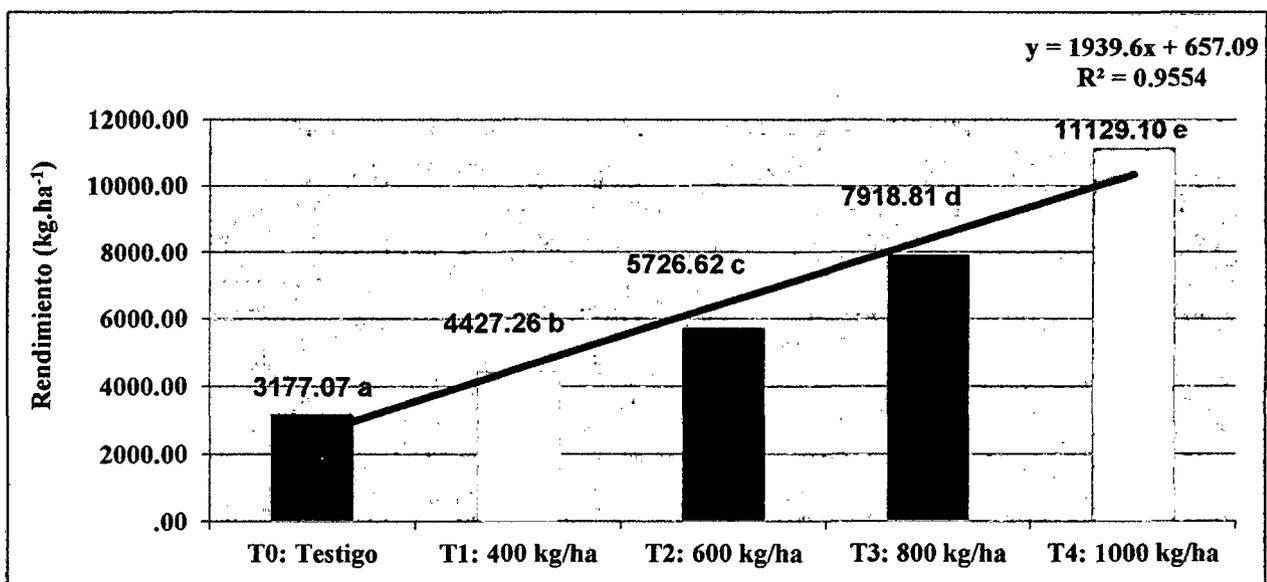
Cuadro 9: Análisis de varianza para el Rendimiento en kg.ha⁻¹

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	2207595,275	2	1103797,637	3,977	0,063 N.S.
Tratamientos	1,181E8	4	2,953E7	106,398	0,000 **
Error experimental	2220438,310	8	277554,789		
Total	1,226E8	14			

R² = 98.2%

C.V. = 8.14%

Promedio = 6475.77



Promedios acompañados de letras diferentes son estadísticamente diferentes entre sí

Gráfico 8: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P≤0.05) para promedios de tratamientos en el rendimiento.

5.9. Análisis económico

Cuadro 10: Rendimiento, costos de producción y relación Beneficio/costo por tratamiento

Trats	Rdto (T.ha ⁻¹)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x Tn (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C
T0 (absoluto)	3.18	5737.707	1500.00	4765.61	-972.10	-0.17
T1 (400 kg.ha ⁻¹)	4.43	6102.73	1500.00	6640.89	538.16	0.09
T2 (600 kg.ha ⁻¹)	5.73	6352.66	1500.00	8589.93	2237.27	0.35
T3 (800 kg.ha ⁻¹)	7.92	6691.88	1500.00	11878.22	5186.34	0.78
T4 (1000 kg.ha ⁻¹)	11.13	7087.91	1500.00	16693.65	9605.74	1.36

VI. DISCUSIONES

6.1. De la altura de planta (cm)

El análisis de varianza para la altura de planta (cuadro 2), no detecto diferencias significativas para la fuente de variabilidad bloques, pero si diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos. Cuya interpretación es que al menos uno de los tratamientos fue distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 98.4% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre la altura de planta, entendiéndose este resultado como que las dosis de FERTI EM han influenciado fuertemente sobre la altura de planta, por otro lado, el valor obtenido en el coeficiente de variabilidad (CV) de 1.32% no implica mayor interpretación, debido a que la dispersión de la información obtenida fue muy pequeña y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan (Gráfico 1) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 2) y donde se puede observar diferencias significativas entre todos los promedios de los tratamientos, siendo el tratamiento T4 ($1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) el que obtuvo el mayor promedio con 204.9 cm de altura de planta y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T3 ($800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T2 ($600 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T1 ($400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 191.77 cm, 173.53 respectivamente.cm, 171.8 cm y 169.33 cm de altura de planta respectivamente.

La evaluación de esta variable dependiente evidenció que la aplicación de las dosis de FERT EM superaron en sus promedios al tratamiento testigo, por otro lado, los efectos del incremento de las dosis de FERTI EM aplicado ha definido una línea de regresión lineal positiva descrita por la ecuación $Y = 9.11x + 154.94$, así mismo, se definió un alto valor de correlación (r) igual a 93.19% ($r = \sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (dosis de FERTI EM) sobre la variable dependiente (altura de planta).

Es de resaltar que el mayor registro de altura de planta se presentó en plantas tratadas con dosis de 1000 kg.ha^{-1} de FERTI EM. Esta mayor diferencia de altura de planta obtenida en el tratamiento T4, pueden ser atribuidas a la inherencia de los efectos de los microorganismos que proporcionaron una rápida descomposición de macromoléculas, haciendo que los macro y micro nutrientes solubles estén disponibles por la rápida descomposición, la cual es causa directa de la hidrolización que realizan los microorganismos como funcionamiento normal de su metabolismo para la obtención de nutrientes (Higa, 2013). Lo anunciado en la presente apreciación tiene similitud a lo planteado por Ramírez (2006) y por la web (http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=114:microorganismos-eficientes&catid=1:timas&Itemid=41), quienes indican que los EM secretan sustancias benéficas, tales como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes, que al entrar en contacto con la materia orgánica, su efecto benéfico individual se multiplica en forma sinérgica.

Así mismo, Higa y Wididana (1991b) y Parr *et al.*, (1994) corroboran indicando que los microorganismos benéficos son efectivos después de la inoculación en el suelo, pero antes sus poblaciones iniciales deben estar en un cierto nivel crítico límite. Esta inherencia ayuda a asegurar que la cantidad de sustancias bioactivas producidas por ellos sea suficiente para lograr los deseados efectos positivos sobre la producción de cultivos y/o la protección de cultivos. El planteamiento más fiable es inocular los microorganismos beneficiosos dentro del suelo como parte de un cultivo mixto, y a una suficientemente alta densidad de inóculo para maximizar la probabilidad de su adaptación a condiciones ecológicas y medioambientales, explicándonos de esta manera porque a mayores dosis de FERTI EM, las plantas del cultivo de tomate tuvieron mayor promedio de altura de planta.

Los resultados obtenidos, tienen similitud por lo planteado por Goigochea (2014), quienes evaluaron cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (FERTI EM) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto El Huallaguino en el distrito de Lamas” y en la evaluación de la variable altura de planta con mayores dosis y con el tratamiento T4 (1.0 t.ha⁻¹) obtuvo mayor promedio con 1.98 m de altura de planta superando estadísticamente a los promedios de los tratamientos T3 (0.8 t.ha⁻¹), T2 (0.6 t.ha⁻¹), T1 (0.4 t.ha⁻¹) y T0 (testigo) respectivamente.

6.2. Del número de racimos florales

El análisis de varianza para el número de racimos florales (cuadro 3), no detectó diferencias significativas para la fuente de variabilidad bloques, pero sí diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos. Cuya interpretación es que al menos uno de los tratamientos fue distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 94.6% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de racimos florales, entendiéndose este resultado como que las dosis de FERTI EM han influenciado fuertemente sobre el número de racimos florales, por otro lado, el valor obtenido en el coeficiente de variabilidad (CV) de 2.1% no implica mayor interpretación, debido a que la dispersión de la información obtenida fue muy pequeña y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan (Gráfico 2) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 3) y donde se puede observar diferencias significativas entre todos los promedios de los tratamientos, siendo el tratamiento T4 ($1000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) el que obtuvo el mayor promedio con 33.64 racimos florales, superando estadísticamente a los tratamientos T3 ($800 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), T2 ($600 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), T1 ($400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 28.8 racimos, 25.81 racimos, 25.03 racimos y 23.62 racimos florales respectivamente.

La evaluación de esta variable dependiente evidenció que la aplicación de las dosis de FERTI EM superaron en sus promedios al tratamiento testigo, por otro lado, los efectos del incremento de las dosis de FERTI EM aplicados ha definido una línea de regresión lineal positiva descrita por la ecuación $Y = 2.3809x + 20.237$, así mismo, se definió un alto valor de correlación (r) igual a 94.6% ($r = \sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (dosis de FERTI EM) sobre la variable dependiente (Número de racimos florales).

A mayores dosis de FERTI EM, secretan más sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelados y antioxidantes y en conjunto cambiaron la micro y macro flora del suelo, que mejoró el equilibrio natural del suelo, Se prevé que los efectos antioxidantes promovieron la descomposición de la materia orgánica y aumento el contenido de humus, que ayudó a mejorar el crecimiento de la planta y por consiguiente promovió un mayor número de racimos florales del cultivo de tomate (<http://www.zonamerica.org/es/programas-especiales/em/index.html>; http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=114:microorganismos-eficientes&catid=1:timas&Itemid=41). Concordando esta valoración con lo planteado por Brock y Madigan, 1993 y Campo *et al.*, 2014, quienes indican que los efectos de FERTI EM promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.

6.3. Del número de flores por racimo

El análisis de varianza para el número de flores por racimo (cuadro 4), no detecto diferencias significativas para la fuente de variabilidad bloques, pero si diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos. Cuya interpretación es que al menos uno de los tratamientos fue distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 96.5% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de flores por racimo, entendiéndose este resultado como que las dosis de FERTI EM han influenciado fuertemente sobre el número de flores por racimo, por otro lado, el valor obtenido en el coeficiente de variabilidad (CV) de 2.97% no implica mayor interpretación, debido a que la dispersión de la información obtenida fue muy pequeña y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan (Gráfico 3) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 4) y donde se puede observar diferencias significativas entre todos los promedios de los tratamientos, siendo el tratamiento T4 (1000 kg.ha^{-1}) el que obtuvo el mayor promedio con 9.32 flores por racimo, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (800 kg.ha^{-1}), T2 (600 kg.ha^{-1}), T1 (400 kg.ha^{-1}) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 7.9 flores, 6.59 flores, 5.87 flores y 4.83 flores por racimo respectivamente.

La evaluación de esta variable dependiente evidenció que la aplicación de las dosis de FERTI EM superaron en sus promedios al tratamiento testigo, por otro lado, los efectos del incremento de las dosis de FERTI EM aplicados ha definido una línea de regresión lineal positiva descrita por la ecuación $Y = 1.1018x + 3.5955$, así mismo, se definió un alto valor de correlación (r) igual a 99.3% ($r = \sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (dosis de FERTI EM) sobre la variable dependiente (Número flores por racimo).

6.4. Del diámetro del fruto (cm)

El análisis de varianza para el diámetro del fruto (cuadro 5), no detecto diferencias significativas para la fuente de variabilidad bloques, pero si diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos. Cuya interpretación es que al menos uno de los tratamientos fue distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 95.0% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el diámetro del fruto, entendiéndose este resultado como que las dosis de FERTI EM han influenciado fuertemente sobre el diámetro del fruto, por otro lado, el valor obtenido en el coeficiente de variabilidad (CV) de 7.41% se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan (Gráfico 4) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 5) y donde se puede observar diferencias significativas entre todos los promedios de los tratamientos, siendo el

tratamiento T4 (1000 kg.ha⁻¹) el que obtuvo el mayor promedio con 6.27 cm de diámetro del fruto, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (800 kg.ha⁻¹), T2 (600 kg.ha⁻¹), T1 (400 kg.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 5.7 cm, 4.43 cm, 3.93 cm y 3.33 cm de diámetro del fruto respectivamente.

La evaluación de esta variable dependiente también evidenció que la aplicación de las dosis de FERT EM superaron en sus promedios al tratamiento testigo, por otro lado, los efectos del incremento de las dosis de FERTI EM aplicados ha definido una línea de regresión lineal positiva descrita por la ecuación $Y = 0.7633x + 2.4433$, así mismo, se definió un alto valor de correlación (r) igual a 98.7% ($r = \sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (dosis de FERTI EM) sobre la variable dependiente (Diámetro del fruto).

6.5. De la longitud del fruto (cm)

El análisis de varianza para la longitud del fruto (cuadro 6), no detecto diferencias significativas para la fuente de variabilidad bloques, pero si diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos. Cuya interpretación es que al menos uno de los tratamientos fue distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 93.8% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre la longitud del fruto, entendiéndose este resultado como que las dosis de FERTI EM han influenciado fuertemente sobre la longitud del fruto, por otro lado, el valor obtenido en el coeficiente de variabilidad (CV) de 4.72% no implica mayor interpretación, debido a que la dispersión de la información

obtenida fue muy pequeña y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan (Gráfico 5) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 6) y donde se puede observar diferencias significativas entre todos los promedios de los tratamientos, siendo el tratamiento T4 (1000 kg.ha^{-1}) el que obtuvo el mayor promedio con 4.57 cm de longitud del fruto, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (800 kg.ha^{-1}), T2 (600 kg.ha^{-1}), T1 (400 kg.ha^{-1}) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 3.93 cm, 3.67 cm, 3.40 cm y 3.10 cm de longitud del fruto respectivamente.

La evaluación de esta variable dependiente también evidenció que la aplicación de las dosis de FERT EM superaron en sus promedios al tratamiento testigo, por otro lado, el efecto de la aplicación en incremento de las dosis de FERTI EM aplicados ha definido una línea de regresión lineal positiva descrita por la ecuación $Y = 0.3467x + 2.69.33$, así mismo, se definió un alto valor de correlación (r) igual a 98.01% ($r = \sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (dosis de FERTI EM) sobre la variable dependiente (Longitud del fruto).

A mayores dosis de FERTI EM, mayor es el incremento de la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante, trayendo como consecuencia mayor desarrollo de las raíces, mayor absorción y disponibilidad de nutrientes del

suelo, mayor vigorosidad, mayor incremento de las reacciones enzimáticas, mayor protección de las plantas con relación a la inherencia de las plagas y enfermedades, esperando incremento de la capacidad fotosintética debido al mayor desarrollo foliar, traduciéndose de esta manera porque razón las plantas crecidas con mayores dosis de FERTI EM, evidenciaron y promovieron mayor longitud del fruto de tomate (Brock y Madigan, 1993 y Campo *et al.*, 2014; http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=114:microorganismos-eficientes&catid=1:timas&Itemid=41), siendo concordando la presente apreciación con Melgar-Valdez *et al.*, 2013, quienes manifiestan que los microorganismos benéficos incrementan el valor nutricional de suelo y disminuyen enfermedades mediante la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas y por consiguiente hay mayor posibilidad de incrementarse el crecimiento estructural del cultivo (Jaizme-Vega, *et al.*, 2003; Rivera-Cruz *et al.*, 2008).

6.6. Del peso del fruto

El análisis de varianza para el peso del fruto (cuadro 7), detecto diferencias significativas al 95% para la fuente de variabilidad bloques y diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos. Cuya interpretación es que al menos uno de los tratamientos fue distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 98.3% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el peso del fruto, entendiéndose este resultado como que las dosis de FERTI EM han influenciado fuertemente sobre el peso promedio del fruto, por otro lado, el

valor obtenido en el coeficiente de variabilidad (CV) de 4.46% no implica mayor interpretación, debido a que la dispersión de la información obtenida fue muy pequeña y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan (Gráfico 6) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 7) y donde se puede observar diferencias significativas entre todos los promedios de los tratamientos, siendo el tratamiento T4 (1000 kg.ha⁻¹) el que obtuvo el mayor promedio con 11.8 g de peso del fruto, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (800 kg.ha⁻¹), T2 (600 kg.ha⁻¹), T1 (400 kg.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 9.67 g, 8.23 g, 7.03 g y 5.77 g de peso promedio del fruto respectivamente.

La evaluación de esta variable dependiente también evidenció que la aplicación de las dosis de FERT EM superaron en sus promedios al tratamiento testigo, por otro lado, el efecto de la aplicación en incremento de las dosis de FERTI EM aplicados ha definido una línea de regresión lineal positiva sobre el peso promedio del fruto descrita por la ecuación $Y = 1.47x + 4.09$, así mismo, se definió un alto valor de correlación (r) igual a 99.2% ($r = \sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (dosis de FERTI EM) sobre la variable dependiente (Peso del fruto).

6.7. Del número de frutos cosechados por planta

El análisis de varianza para el número de frutos cosechados por planta (cuadro 8), no detecto diferencias significativas para la fuente de variabilidad bloques y diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos. Cuya interpretación es que al menos uno de los tratamientos fue distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 96.7% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de frutos cosechados por planta, entendiéndose este resultado como que las dosis de FERTI EM han influenciado fuertemente sobre el promedio del número de frutos cosechados por planta, por otro lado, el valor obtenido en el coeficiente de variabilidad (CV) de 2.42% no implica mayor interpretación, debido a que la dispersión de la información obtenida fue muy pequeña y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan (Gráfico 7) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 8) y donde se puede observar diferencias significativas entre todos los promedios de los tratamientos, siendo el tratamiento T4 (1000 kg.ha^{-1}) el que obtuvo el mayor promedio con 84.7 frutos cosechados por planta, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (800 kg.ha^{-1}), T2 (600 kg.ha^{-1}), T1 (400 kg.ha^{-1}) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 973.79 frutos, 62.46 frutos, 56.7 frutos y 49.56 frutos promedio cosechados por planta respectivamente.

La evaluación de esta variable dependiente también evidenció que la aplicación de las dosis de FERT EM superaron en sus promedios al tratamiento testigo, por otro lado, el efecto de la aplicación en incremento de las dosis de FERTI EM aplicados ha definido una línea de regresión lineal positiva sobre el peso promedio del fruto descrita por la ecuación $Y = 8.7365x + 39.233$, así mismo, se definió un alto valor de correlación (r) igual a 99.04% ($r = \sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (dosis de FERTI EM) sobre la variable dependiente (Número de frutos cosechados por planta).

Resultados similares obtuvieron Goigochea (2014), quienes evaluaron cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (FERTI EM) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto en el distrito de Lamas, y obtuvieron con las aplicaciones de $0.8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (T3) y $1.0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (T4) de Ferti EM mayores promedios en número de vainas por planta, número de semilla por vaina y peso promedio de una semilla con 168.7 vainas, 164.0 vainas; 8.3 semillas, 7.7 semillas por vaina y 0.48 g y 0.41 g de peso promedio de una semilla respectivamente, superando estadísticamente a los promedios obtenidos por los demás tratamientos. Atribuyéndose dichos efectos al sinergismo metabólico y a la combinación que ejercen sus efectos (Sánchez *et al.*, 2011 las bacterias fototrópicas, bacterias productoras de ácido láctico, levaduras y hongos de fermentación (Higa, 2013; Melgar-Valdez *et al.*, 2013; López y Medina, 2011 y Navia-Cuetja *et al.*, 2011).

6.8. Del Rendimiento (kg.ha⁻¹)

El análisis de varianza para el rendimiento (cuadro 9), no detecto diferencias significativas para la fuente de variabilidad bloques y diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos. Cuya interpretación es que al menos uno de los tratamientos fue distinto a los demás. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 98.27% explica muy bien el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el rendimiento, entendiéndose este resultado como que las dosis de FERTI EM han influenciado fuertemente sobre los promedios de rendimiento, por otro lado, el valor obtenido en el coeficiente de variabilidad (CV) de 8.142% se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, indicado por Calzada (1982).

La prueba múltiple de significación de Duncan (Gráfico 8) para los promedios de los tratamientos ordenados de menor a mayor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro 9) y donde se puede observar diferencias significativas entre todos los promedios de los tratamientos, siendo el tratamiento T4 (1000 kg.ha⁻¹) el que obtuvo el mayor promedio con 11,129.1 kg.ha⁻¹ de rendimiento, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (800 kg.ha⁻¹), T2 (600 kg.ha⁻¹), T1 (400 kg.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 7,918.81 kg.ha⁻¹; 5,726.62 kg.ha⁻¹; 4,427.26 kg.ha⁻¹ y 3,177.07 kg.ha⁻¹ promedio de rendimiento respectivamente.

La evaluación de esta variable dependiente también evidenció que la aplicación de las dosis de FerTi EM superaron en sus promedios al

tratamiento testigo, por otro lado, el efecto de la aplicación en incremento de las dosis de Ferti EM aplicados ha definido una línea de regresión lineal positiva sobre el rendimiento descrita por la ecuación $Y = 1939.6x + 657.09$, así mismo, se definió un alto valor de correlación (r) igual a 97.7% ($r = \sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (dosis de FERTI EM) sobre la variable dependiente (Rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Los mayores rendimientos obtenidos al aplicar mayores dosis de FERTI EM estuvieron relacionados por el aumento de sus efectos sinérgicos ocurridos en el suelo, permitiendo el restablecimiento del equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicos, traduciéndose en un incremento de la cosecha (Higa, 1991; 1994; <http://www.aldeaverde.or.mx/micro.pdf>; Rosales *et al.*, 2006).

Resultado similares obtuvo Goicochea (2014) en el cultivo del frijol trepador usando la variedad Huasca Poroto en Lamas, al aplicar dosis de Ferti EM con $0.8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ en el tratamiento (T3) obteniendo el mayor promedio de rendimiento con $7,529.82 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, superando estadísticamente a los tratamientos T4 ($1.0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), T2 ($0.6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), T1 ($0.4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) y T0 (testigo) respectivamente. También Linares (2014), al aplica dosis de $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ en el cultivo de la cebolla china (*Allium fistulosum*) obtuvo un rendimiento de $26,166.7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

6.9. Del análisis económico

El análisis económico de los tratamientos evaluados (cuadro 10) nos presenta el rendimiento en $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$, el costo de producción en nuevos soles, el precio de

venta por tonelada en nuevos soles, el beneficio bruto y neto en nuevos soles y la relación beneficio/costo. Se puede concluir que solo los tratamientos T4 (1000 kg.ha⁻¹ de FERTI EM) y T3 (800 kg.ha⁻¹ de FERTI EM) T2 (600 kg.ha⁻¹ de FERTI EM) y T (400 kg.ha⁻¹ de FERTI EM) alcanzaron beneficios netos positivos, generando riqueza y obviamente ganancias, con valores B/C de 1.36, 0.78, 0.35 y 0.09 y beneficios netos de S/. 9605.74. S/. 5186.34; S/. 2237.27 y S/. 538.16 nuevos soles por campaña respectivamente. El tratamiento T0 (testigo absoluto) reporto valores B/C negativos y por ende beneficios netos negativos, no habiendo generado ganancias económicas.

Resultados similares obtuvieron Goigochea (2014), al aplicar dosis de FERTI EM en los tratamientos estudiados y arrojaron valores de B/C positivos, siendo el tratamiento T3 (800 kg.ha⁻¹) fue el que generó mayor riqueza con un valor B/C de 2.83 y un beneficio neto de S/. 1,794.73 nuevos soles, seguido de los tratamientos T4 (1000 kg.ha⁻¹), T2 (600 kg.ha⁻¹) y T1 (400 kg.ha⁻¹) quienes reportaron valores B/C de 2.22, 1.64 y 1.09 con beneficios netos de S/.5,108.2; S/.2,416.54 y S/.329.12 nuevos soles respectivamente. El Tratamiento T0 (testigo) obtuvo un valor B/C de S/. -1,305.85 nuevos soles.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1. La aplicación de 1000 kg.ha^{-1} de FERTI EM (T4) reportó los mayores y mejores promedios con $11,129.1 \text{ kg.ha}^{-1}$ de rendimiento, 84.7 frutos cosechados por planta, 11.8 g de peso del fruto, 4.57 cm de longitud del fruto, 6.27 cm de diámetro del fruto, 9.32 flores por racimo, 33.64 racimos florales y 204.9 cm de altura de planta, superando estadísticamente a los demás tratamientos
- 7.2. Los tratamientos T4 (1000 kg.ha^{-1} de FERTI EM), T3 (800 kg.ha^{-1} de FERTI EM), T2 (600 kg.ha^{-1} de FERTI EM) y T1 (400 kg.ha^{-1} de FERTI EM), reportaron beneficios netos positivos y altos, generando riqueza y obviamente ganancias, con valores B/C de 1.36, 0.78, 0.35 y 0.09 y beneficios netos de S/. 9605.74, S/. 5186.34, S/. 2237.27 y S/. 538.16 nuevos soles por campaña respectivamente. El tratamiento T0 (testigo absoluto) reportó valores B/C negativos y por ende beneficios netos negativos, no habiendo generado ganancias económicas.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1. En respuesta a los resultados y análisis económico obtenido, se recomienda la aplicación de 1000 kg.ha^{-1} de FERTI EM para las condiciones de la zona de Lamas por el mayor rendimiento y rentabilidad obtenida.
- 8.2. Ensayar en investigaciones futuras para el mismo cultivo y en las mismas condiciones de suelo y clima con dosis superiores a 1000 kg.ha^{-1} de FERTI EM con el objetivo de encontrar el máximo valor de rendimiento y rentabilidad
- 8.3. Ensayar en investigaciones futuras para el mismo cultivo y en condiciones edafoclimáticas distintas con dosis similares y superiores a 1000 kg.ha^{-1} de FERTI EM con el objetivo de validar los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andelini, R. (1996). El cultivo del tomate. Ed. Ceac, S.A Bailona – España. 108 pp
2. Álvarez-Pérez, E. (2010). Modo de activar EM. Madrid (España): Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal de Pontevedra, 2 p.
3. Brock, D. T. Madigan, M. T. (1993). Microbiología. 6ta. Ed. Naulcalpan de Juarez: Prentice Hall. Hispanoamericana.
4. Cáceres, E. (1984). Producción de Hortalizas. IICA, San José, Costa Rica. 387 páginas.
5. Calzada B., J. (1982). "Métodos estadísticos para la investigación". Editorial Milagros S.A. Lima –Perú. 664 p.
6. Campo, M. A.; Acosta, S. R. L.; Morales, V. S.; Prado. F. A. (2014). Evaluación de microorganismos de Montaña (mm) en la producción de Acelga en la meseta de Popayán-Colombia. Rev. Bio .Agro vol.12 No.1 Popayán Jan./June 2014. Print version ISSN 1692-3561
7. Galindo, T., Polanía, J., Sánchez, J., Moreno, N., Vanegas, J. and Holguín, G. (2006). Efecto de inoculantes microbianos sobre la promoción de crecimiento de plántulas de mangle y plantas de *Citrillus vulgaris* San Andrés Isla, Colombia. Acta Biológica Colombiana. 11(1):83-97.
8. Goigochea. D. (2014). Efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (FERTI EM) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto en el distrito de Lamas. San Martín-Perú. Tesis para optar el

Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Perú.

9. Higa, T., and Parr, J. (1994). Beneficial and Effective microorganism for a Sustainable Agriculture and Environment. International Nature Farming Research Center. Japan. p2-26.
10. Higa, T. (2013). Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles. Maryland (USA): Centro internacional de Investigación de Agricultura Natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2013, 13 p.
11. Holdridge, L. (1975). "Ecología Basada en las Zonas de Vida". San José – costa rica. IICA. Pág. 250.
12. Higa, T. (1991). Effective microorgan isms: A biotechnology for mankind. Wachington, D.C., USA., Proceedings of the first International conference on Kyusei Nature Farming. U. S. Department of Agriculture. 6 p.
13. Higa, T. and G.N. Wididana. (1991b). Changes In the soil microflora Induced by effective microorganisms. p.153-162. In J.F. Parr, S.B. Hornick, and C.E. Whitman (ed.) Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.
14. Hunziker, A. T. (1979). South American Solanaceae: a synoptic survey. In: Hawwkes, J. G.; Lester, R. N.; Skelding, A. D. (Eds.). The biology and taxonomy of the Solanaceae. Academic Press, New York & London: 4985.
15. Jatha–Muhu. (2009). Pueblos Aymaras y Producción Agropecuaria–Ecológica. Influencia de la aplicación foliar de microorganismos eficaces (EM) en el establecimiento de alfalfa. (tesis, Instituto Peruano de Investigación Quechua

Aymara JATHA–MUHU). Disponible en: <http://jatha-muhu.org/revista/percy.pdf>

16. Jaizme-Vega, M., Rodríguez-Romero, A., and Piñero, M. (2003). Potential use of rhizobacteria from the *Bacillus* genus to stimulate the plant growth of micropropagate banana. *Fruits*. 59(2): 83-90.
17. Linares A. (2014). Evaluación de cuatro, dosis de fertilizante enriquecido con microorganismos eficientes (FERTI EM) en el rendimiento del cultivo de cebolla china, var. Roja Chiclayana), en el distrito de Lamas. Tesis para optar el Título Profesional de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. San Martín. Perú.
18. López-Girón, B.A. y Medina-Mina, I. E. (2011). Efecto de la aplicación de Microorganismos Eficientes (EM) sobre la calidad de efluentes en Porcicultura [Tesis Ingeniero Agropecuario]. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Agropecuaria. 80 p.
19. Lwin, M., and Ranamukhaarachchi. (2006). Development of Biological Control of *Ralstonia solanacearum* Through Antagonistic Microbial Populations. *International Journal of Agriculture and Biology*. 8(5):657-66.
20. Mantilla, C., Anaya, M., and Zumaqué, L. (2007). Bacterias fijadoras asimbióticas de nitrógeno de la zona agrícola de San Carlos. Córdoba, Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología*. IX(2):6-14
21. McMillan, S. (2007). Promoting Growth With PGPR. *The Canadian Organic Grower*. Vía on line: http://www.cog.ca/documents/07SU_PGPR.pdf.
22. Mejía, G., and Gómez, J. (2009). Los desechos generados por la industria bananera en Colombia. Seminario internacional gestión ambiental de residuos

sólidos y peligrosos Siglo XXI. Vía on line:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxix.pdf>.

23. Maroto, J. V. (1986). Horticultura Herbácea Especial. 2da Edición. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – España. 590 Pág.
24. Melgar-Valdés, C., Barba-Macías, E., Álvarez-González, C., Tovilla-Hernández, C. y Sánchez, A. (2013). Efecto de microorganismos con potencial probiótico en la calidad del agua y el crecimiento de camarón *Litopenaeus annamei* (Decapoda: Penaeidae) en cultivo intensivo. Revista Biología Tropical, 61(3), 2013, p. 1215-1228.
25. Navia-Cuetia, C.A., Zemanate-Córdoba, Y., Morales-Velasco, S., Prado, F.A. y Albán-López, N. (2013). Evaluación de diferentes formulaciones de compostaje a partir de residuos de cosecha de tomate. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Edición Especial (2), 2013, p. 165 - 173.
26. Nicho, J. (1993). Informe anual del Centro de investigaciones K. M. Huaraz. Lima – Perú. 76p.
27. Parr, A.J. Hornick, S. B.; Kaufman, D. D. (1994). Use microbial inoculants and organic fertilizers un agricultural production. In: International seminar on the use of microbial and organic fertilizers in agricultural production. Taipei, Taiwan. Proceedings. Taiwan: Published by The food and fertilizers technology center, 1994. P. 1-15.
28. Peñafiel, B; y Donoso, M. (2004). "Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (EM) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) híbrido atar ha-435" (Tesis, Facultad de Ingeniera en Mecánica y Ciencias de

la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral. (Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/695/69530103/69530103.html>).

29. Pérez, R. (2012). Inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en pepino (*Cucumis sativus* L.) Tesis de Maestría en Ciencias. Montecillo (México): Institución de Enseñanza e Investigación En Ciencias Agrícolas, Colegio de Postgraduados, 2012, 160 p.
30. Pinedo, T. L. L. 2013. Estudio comparativo de cuatro ecotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo las condiciones edafoclimáticas del distrito de Lamas. Para optar título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad nacional de San Martín-Tarapoto. Facultad de Ciencias Agrarias. 54 Págs.
31. Ramírez, M. M. D. (2006). Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y Medio Ambiente Sostenible. Monografía. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Química. Especialización Ingeniería Ambiental. Bucaramanga. Colombia.
32. Ramírez, M., Roveda, G., Bonilla, R., Cabra, L., Peñaranda, A., López, M. (2008). Uso de Microorganismos con potencial como Biofertilizantes en el Cultivo de Mora, 1ª Ed. Editorial Produmedios, Bogotá, Colombia, 2008, p. 34-35.
33. Rosales, F., Pocasangre, L., Trejos, J., Serrano, E., Acuña, O., Segura, A.. (2006). Guía para el diagnóstico de la calidad y la salud de suelos bananeros. XVII Reuniao Internacional da Associacao para a Cooperacao nas Pesquisas sobre banana no caribe e na America Tropical. Santa Catarina – Brasil. Via on line: http://musalit.inibap.org/pdf/IN060649_es.pdf.

34. Rivera-Cruz, M., Trujillo, A., Córdova, G., Kohler, J., Caravaca, F., and Roldán, A. (2008). Poultry manure and banana waste are effective biofertilizer carriers for promoting plant growth and soil sustainability in banana crops. *Soil Biology & Biochemistry*. 40: 3092-3095.
35. Sánchez, S., Hernández, M. y Ruz, F. (2011). Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. *Revistas Pastos y Forrajes*, 34(4), p. 375-392.
36. Suchini-Ramírez, J. G. (2012). Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio. San José (Costa Rica): Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 40 p.
37. Terry, E., Leyva, A., and Hernández, A. (2005). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Revista Colombiana de Biotecnología*. VII (2):47-54.
38. Trillas Editorial. (1998). Manuales para la educación agropecuaria tomates. 54 pág.
39. Van Haeff, J. N. M. (1981). Tomates. Manuales para la Educación Agropecuaria. Editorial Trillas S.A. México 54 pág.
40. Von Haeff, J. N. M. (1983). Manuales para Educación Agropecuaria, Área: Producción Vegetal (16), 1ª Edición, Editorial Trillas, D. F., México: 9-53.
41. Woodward, D. (2003). Soil and Sustainability Effective Microorganism as Regenerative Systems in Earth Healing. Vía on line: <http://p2pays.net/compost/CompostTea/SoilandSustainability.pdf>

42. Zhou, Q., Li, K., Jun, X., and Bo, L. (2009). Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. *Bioresource Technology*. 100: 3780- 3786.

LINKOGRAFÍA

1. <https://answers.yahoo.com/question/index?qid=20080220185500AA0A3EM>
2. http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=114:microorganismos-eficientes&catid=1:timas&Itemid=41
3. <http://www.aldeaverde.org.mx/micro.pdf>

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo de evaluar y determinar la dosis más eficiente del fertilizante con microorganismo benéficos (FERTI EM) en el rendimiento del cultivo de un ecotipo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el distrito de Lamas y realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio. La investigación fue realizada en los terrenos del Fundo "El Pacífico" de propiedad del señor Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado políticamente en el distrito y provincia de Lamas, departamento de San Martín. Se utilizó el Diseño Estadístico de Bloque Completo al azar (DBCA) con tres repeticiones y cinco tratamientos, con un total de 15 unidades experimentales. La información obtenida en campo se procesó con el programa estadístico SPSS 19, el cual utiliza el P-valor como comparador de diferencias significativas a los niveles de confianza de 0,05 y al 0,01 en el análisis de varianza (ANVA) y la Prueba de rangos múltiples de Duncan una $P \leq 0.05$. Los tratamientos estudiados fueron: T1: 400 kg.ha⁻¹; T2: 600 kg.ha⁻¹; T3: 800kg.ha⁻¹; T4: 1000 kg.ha⁻¹ y T0: Testigo. Las variables evaluadas fueron: Altura de planta (cm), número de racimos florales, número de flores por racimo, diámetro del fruto (cm), longitud del fruto (cm), peso del fruto (g), número de frutos cosechados por planta, rendimiento (kg.ha⁻¹), análisis económico por tratamiento. La siembra o trasplante se realizó con fecha 22/02/14, previo almácigo en bandejas almacigueras con sustratos y luego a los 21 días de almacigado se realizó la siembra en campo definitivo a un distanciamiento de 1.2 metro entre fila y 0.75 m entre planta. La cosecha se realizó con fecha 29/04/14 y fue realizada cuando el ecotipo de tomate alcanzó su madurez fisiológica, en forma manual. Los resultados obtenidos indican que las plantas tratadas con dosis de 1000 kg.ha⁻¹ de FERTI EM fue el tratamiento más determinante que repercutió en la obtención del incremento del rendimiento con 11,129.10 kg.ha⁻¹ y el que produjo mayor beneficio/Costo con un valor de 1,36, generando mayor beneficio neto, con un valor de 9,605.74 Nuevos Soles, respectivamente.

Palabras Claves: Tomate, ecotipo, dosis, evaluar, determinar, fertilizante, microorganismos, Ferti Em, rendimiento, beneficio neto.

SUMMARY

This research aimed to evaluate and determine the most effective dose of fertilizer with beneficial microorganisms (EM Ferti) in crop yield an ecotype of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) District Lamas and perform economic analysis of the treatments under study. The research was conducted on the grounds of the Fundo "The Pacific" owned by Mr. Jorge Luis Pelaez Rivera, politically located in the district and province of Lamas, San Martin department. The statistical design of randomized complete block (RCBD) with three replications and five treatments, with a total of 15 experimental units was used. The information gathered in the field was processed using SPSS 19 statistical software, which uses the P-value as meaningful comparison to the confidence levels of 0.05 and 0.01 differences in the analysis of variance (ANOVA) and multiple range test of Duncan $P \leq 0.05$. The treatments were: T1: 400 kg ha⁻¹; T2: 600 kg ha⁻¹; T3: 800kg.ha⁻¹; T4: 1000 kg ha⁻¹ and T0 Witness. The variables evaluated were: plant height (cm), number of flower clusters, number of flowers per cluster, fruit diameter (cm), fruit length (cm), fruit weight (g), number of fruit by plant, yield (kg ha⁻¹) by treatment economic analysis. Planting or transplant was performed dated 22/02/14, after I seedbed in substrates and seedbeds trays after 21 days of planting almacigado final field took place in a distance of 1.2 meter between row and 0.75 m between plants. Harvest was dated 04/29/14 and was realized when the tomato ecotype reached physiological maturity, manually. The results indicate that treated with doses of 1000 kg ha⁻¹ of EM FERTI treatment plants was impacted more decisive than obtaining increased performance 11129.10 kg ha⁻¹ and the one produced higher benefit / cost with a value of 1.36, generating higher net profit, with a value of 9,605.74 soles, respectively.

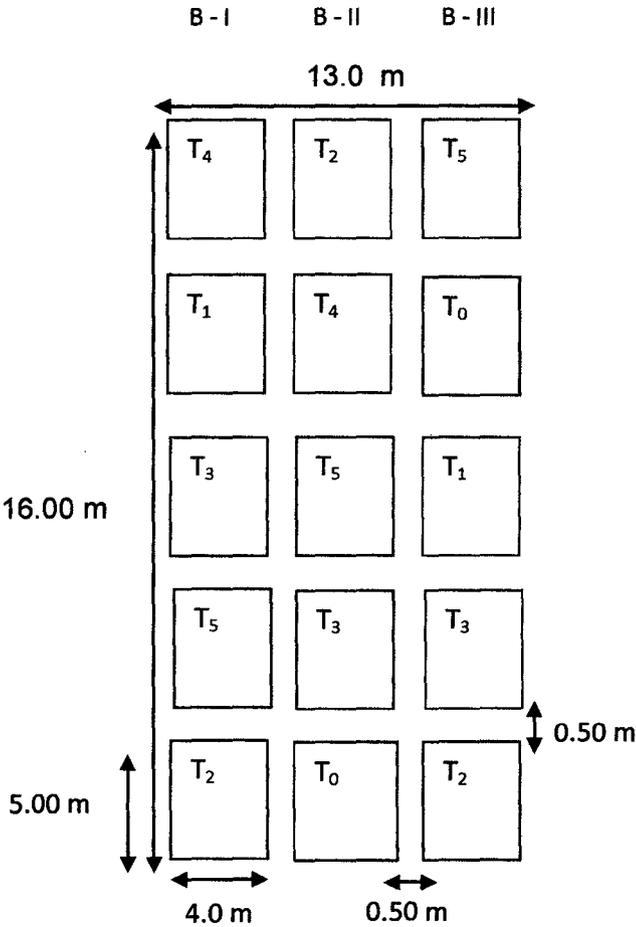
Keywords: Tomato, ecotype, dose, evaluate, determine, fertilizer, microorganisms, EM Ferti, performance, net profit.

ANEXOS

Anexo 1: Datos de campo

Bloques	Trats	Altura de planta	N° de rac. Florales	N° de flo/ rac.	Diámetro de fruto (cm)	longitud de fruto (cm)	peso de fruto (gr)	Frutos cosechad.	Rdto. (kg.ha ⁻¹)
I	0	170.10	23.20	5.30	3.30	3.00	5.50	48.50	2963.89
II	0	168.40	22.90	4.80	3.50	3.20	6.10	49.80	3375.33
III	0	169.50	24.70	4.40	3.20	3.10	5.70	50.40	3192.00
I	1	172.10	24.90	5.90	3.80	3.30	6.90	58.60	4492.66
II	1	171.90	26.40	5.60	4.10	3.50	7.00	55.30	4301.11
III	1	171.40	23.80	6.10	3.90	3.40	7.20	56.10	4488.00
I	2	172.50	23.40	6.50	4.40	3.80	7.80	59.30	5139.33
II	2	171.90	27.20	6.20	4.80	3.50	8.30	62.90	5800.77
III	2	176.20	26.80	7.10	4.10	3.70	8.60	65.30	6239.77
I	3	189.80	28.10	7.90	5.20	3.80	8.90	74.80	7396.88
II	3	191.30	29.80	8.00	6.60	3.90	9.80	77.30	8417.10
III	3	194.20	28.50	7.80	5.30	4.10	10.30	69.40	7942.44
I	4	205.00	32.80	8.80	6.40	4.30	10.90	79.90	9676.77
II	4	199.40	34.20	9.50	6.10	4.90	12.60	85.40	11955.99
III	4	210.30	33.90	9.70	6.30	4.50	11.90	88.90	11754.54
Promedios		182.27	27.37	6.91	4.73	3.73	8.50	65.46	6475.77

Anexo 2: Croquis de Campo Experimental



Anexo 3: Costos de producción por Hectárea

Cultivo: Tomate

Fecha: 02 a 04-2014

Lugar: Lamas

Variedad: Ecotipo de tomate

Propietario: Ing. Jorge Luis Pelaez Rivera

Tecnología: Media

Testigo (sin aplicación)

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
COSTOS DIRECTOS					
1. Prep. del Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30.00	120.00	
- Alineamiento	Jornal	2	30.00	60.00	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70.00	560.00	
2. Siembra	Jornal	6	30.00	180.00	180.00
3. Almácigo	Jornal	1	30.00	30.00	30.00
4. Labores culturales					570.00
- Deshierbo	Jornal	10	30.00	300.00	
- Abonamiento	Jornal	4	30.00	120.00	
- Riegos	Jornal	5	30.00	150.00	
5. Cosecha	Jornal	20	30.00	600.00	600.00
6. Trasp. Y comer.	kg	3177.07	0.10	317.71	317.71
7. Insumos					2400.00
- Semillas	Kg	1	2400.00	2400.00	
- FERTI EM	Kg	0	0.60	0.00	
8. Materiales					120.00
- Machetes	Unidad	4	10.00	40.00	
- Palanas	Unidad	4	20.00	80.00	
Sub. Total					4957.71
- Leyes sociales (50% m.o)					780
Costo Total					5737.71

T1: 400 kg/ha

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
COSTOS DIRECTOS					
1. Prep. del Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30.00	120.00	
- Alineamiento	Jornal	2	30.00	60.00	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70.00	560.00	
2. Siembra	Jornal	6	30.00	180.00	180.00
3. Almácigo	Jornal	1	30.00	30.00	30.00
4. Labores culturales					570.00
- Deshierbo	Jornal	10	30.00	300.00	
- Abonamiento	Jornal	4	30.00	120.00	
- Riegos	Jornal	5	30.00	150.00	
5. Cosecha	Jornal	20	30.00	600.00	600.00
6. Trasp. Y comer.	kg	4427.26	0.10	442.73	442.73
7. Insumos					2640.00
- Semillas	Kg	1	2400.00	2400.00	
- FERTI EM	Kg	400	0.60	240.00	
8. Materiales					120.00
- Machetes	Unidad	4	10.00	40.00	
- Palanas	Unidad	4	20.00	80.00	
Sub. Total					5322.73
- Leyes sociales (50% m.o)					780
Costo Total					6102.73

T2: 600 kg/ha

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
COSTOS DIRECTOS					
1. Prep. del Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30.00	120.00	
- Alineamiento	Jornal	2	30.00	60.00	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70.00	560.00	
2. Siembra	Jornal	6	30.00	180.00	180.00
3. Almácigo	Jornal	1	30.00	30.00	30.00
4. Labores culturales					570.00
- Deshierbo	Jornal	10	30.00	300.00	
- Abonamiento	Jornal	4	30.00	120.00	
- Riegos	Jornal	5	30.00	150.00	
5. Cosecha	Jornal	20	30.00	600.00	600.00
6. Trasp. Y comer.	kg	5726.62	0.10	572.66	572.66
7. Insumos					2760.00
- Semillas	Kg	1	2400.00	2400.00	
- FERTI EM	Kg	600	0.60	360.00	
8. Materiales					120.00
- Machetes	Unidad	4	10.00	40.00	
- Palanas	Unidad	4	20.00	80.00	
Sub. Total					5572.66
- Leyes sociales (50% m.o)					780
Costo Total					6352.66

T3: 800 kg/ha

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
COSTOS DIRECTOS					
1. Prep. del Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30.00	120.00	
- Alineamiento	Jornal	2	30.00	60.00	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70.00	560.00	
2. Siembra	Jornal	6	30.00	180.00	180.00
3. Almácigo	Jornal	1	30.00	30.00	30.00
4. Labores culturales					570.00
- Deshierbo	Jornal	10	30.00	300.00	
- Abonamiento	Jornal	4	30.00	120.00	
- Riegos	Jornal	5	30.00	150.00	
5. Cosecha	Jornal	20	30.00	600.00	600.00
6. Trasp. Y comer.	kg	7918.81	0.10	791.88	791.88
7. Insumos					2880.00
- Semillas	Kg	1	2400.00	2400.00	
- FERTI EM	Kg	800	0.60	480.00	
8. Materiales					120.00
- Machetes	Unidad	4	10.00	40.00	
- Palanas	Unidad	4	20.00	80.00	
Sub. Total					5911.88
- Leyes sociales (50% m.o)					780
Costo Total					6691.88

T4: 1000 kg/ha

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
COSTOS DIRECTOS					
1. Prep. del Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30.00	120.00	
- Alineamiento	Jornal	2	30.00	60.00	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70.00	560.00	
2. Siembra	Jornal	1	30.00	30.00	30.00
3. Almacigo	Jornal	5	30.00	150.00	150.00
4. Labores culturales					570.00
- Deshierbo	Jornal	10	30.00	300.00	
- Abonamiento	Jornal	4	30.00	120.00	
- Riegos	Jornal	5	30.00	150.00	
5. Cosecha	Jornal	20	30.00	600.00	600.00
6. Trasp. Y comer.	kg	11129.1	0.10	1112.91	1112.91
7. Insumos					3000.00
- Semillas	Kg	1	2400.00	2400.00	
- FERTI EM	Kg	1000	0.60	600.00	
8. Materiales					120.00
- Machetes	Unidad	4	10.00	40.00	
- Palanas	Unidad	4	20.00	80.00	
Sub. Total					6322.91
- Leyes sociales (50% m.o)					765
Costo Total					7087.91

Anexo 4: Fotos de la tesis

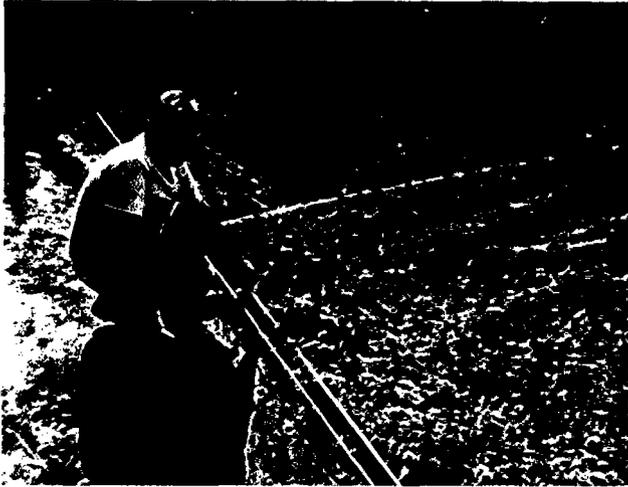


Foto 1: Parcelado



Foto 2: Abonamiento de la parcela



Foto 3: Almacigo de los tomates



Foto 4: Listas para la siembra



Foto 5: Siembra



Foto 6: Plantas del tomate

Anexo 5: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - SUELOS

SOLICITANTE: ING. PELAEZ
AGRICULTOR: ING. PELAEZ
CULTIVO: TOMATE
PROVINCIA: LAMAS
DISTRITO: LAMAS

SECTOR: FUNDO PACÍFICO
PRODUCCIÓN AÑO ANTERIOR:
FECHA DE MUESTREO: 29/03/2014
FECHA DE REPORTE: 30/04/2014



N° M	Análisis Físico				pH	C.E. (μS)	% M.O.	Elementos Disponibles			CIC	Análisis Químico meq/100g					
	Textura			Clase Textural				% N	P (ppm)	K (ppm)		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al	Al+H
	% Are	% Arc	% Lim														
T0	56	32	12	FAA	6.48	156	1.33	0.067	120	375.5	1.84	0.48	0.15	0.2500	0.960	0.00	0.00

pH	C.E. (μS)	% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Al	Al + H
6.48	156	1.33	0.067	120	375.52	0.48	0.15	0.2500	0.00	0.000
Ligeramente ácido	No hay problema de sales	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy bajo	Alto	Alto

DETERMINACIONES	METODOLOGÍAS
TEXTURA :	MÉTODO DEL HIDRÓMETRO BOUYOUCOS
pH :	POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO - AGUA 1 : 2.5
FÓSFORO :	OLSEN MODIFICADO EXTRACCIÓN NaHCO ₃ 0.5M; pH 8.5 FOTÓMETRO
POTASIO, CALCIO, MAGNESIO Y SODIO:	EXTRACCIÓN CON Acetato de Amonio 1N ABSORCIÓN ATÓMICA
MATERIA ORGÁNICA :	WALKLEY Y BLACK
NOTA: El Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliáres de la Facultad de Ciencias Agrarias no es responsable de la toma de muestras en éstos análisis.	

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - SUELOS

SOLICITANTE: ING. PELAEZ
 AGRICULTOR: ING. PELAEZ
 CULTIVO:
 PROVINCIA: LAMAS
 DISTRITO:

SECTOR: FUNDO PACÍFICO
 PRODUCCIÓN AÑO ANTERIOR:
 FECHA DE MUESTREO: 29/03/2014
 FECHA DE REPORTE: 30/04/2014



N° M	Análisis Físico				Clase Textural	pH	C.E. (μS)	% M.O.	Elementos Disponibles			CIC	Análisis Químico meq/100g					
	Textura			% N					P (ppm)	K (ppm)	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al	Al+H	
	% Are	% Arc	% Lim															
T1	53	28	19	FAA	6.73	209	1.8	0.090	122	392.8	1.83	0.38	0.13	0.3200	1.005	0.00	0.00	

pH	C.E. (μS)	% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Al	Al + H
6.73	209	1.8	0.090	122	392.81	0.38	0.13	0.3200	0.00	0.000
Neutro	No hay problema de sales	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo	Alto	Alto

DETERMINACIONES	METODOLOGÍAS
TEXTURA :	MÉTODO DEL HIDRÓMETRO BOUYOUCOS
pH :	POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO - AGUA 1 : 2.5
FÓSFORO :	OLSEN MODIFICADO EXTRACCIÓN NaHCO ₃ 0.5M; pH 8.5 FOTÓMETRO
POTASIO, CALCIO, MAGNESIO Y SODIO:	EXTRACCIÓN CON Acetato de Amonio 1N ABSORCIÓN ATÓMICA
MATERIA ORGÁNICA :	WALKLEY Y BLACK
NOTA: El Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliars de la Facultad de Ciencias Agrarias no es responsable de la toma de muestras en éstos análisis.	

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - SUELOS

SOLICITANTE: ING. PELAEZ
 AGRICULTOR: ING. PELAEZ
 CULTIVO:
 PROVINCIA: LAMAS
 DISTRITO:

SECTOR: FUNDO PACÍFICO
 PRODUCCIÓN AÑO ANTERIOR:
 FECHA DE MUESTREO: 29/03/2014
 FECHA DE REPORTE: 30/04/2014



N° M	Análisis Físico				Elementos Disponibles							Análisis Químico meq/100g					
	Textura			Clase Textural	pH	C.E. (μS)	% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)	CIC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al	Al+H
	% Are	% Arc	% Lim														
T2	58	33	9	FAA	6.71	234	1.96	0.098	136	408.5	2.21	0.67	0.18	0.3200	1.045	0.00	0.00

pH	C.E. (μS)	% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Al	Al + H
6.71	234	1.96	0.098	136	408.5	0.67	0.18	0.3200	0.00	0.000
Neutro	No hay problema de sales	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo	Alto	Alto

DETERMINACIONES	METODOLOGÍAS
TEXTURA :	MÉTODO DEL HIDRÓMETRO BOUYOUCOS
pH :	POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO - AGUA 1 : 2.5
FÓSFORO :	OLSEN MODIFICADO EXTRACCIÓN NaHCO ₃ 0.5M; pH 8.5 FOTÓMETRO
POTASIO, CALCIO, MAGNESIO Y SODIO:	EXTRACCIÓN CON Acetato de Amonio 1N ABSORCIÓN ATÓMICA
MATERIA ORGÁNICA :	WALKLEY Y BLACK
NOTA: El Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliars de la Facultad de Ciencias Agrarias no es responsable de la toma de muestras en éstos análisis.	

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - SUELOS

SOLICITANTE: ING. PELAEZ
 AGRICULTOR: ING. PELAEZ
 CULTIVO:
 PROVINCIA: LAMAS
 DISTRITO:

SECTOR: FUNDO PACÍFICO
 PRODUCCIÓN AÑO ANTERIOR:
 FECHA DE MUESTREO: 29/03/2014
 FECHA DE REPORTE: 30/04/2014



N° M	Análisis Físico				Clase Textural	pH	C.E. (μS)	Elementos Disponibles				CIC	Análisis Químico meq/100g				
	Textura			% M.O.				% N	P (ppm)	K (ppm)	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al	Al+H
	% Are	% Arc	% Lim														
T3	60.1	34	5.9	2.25	0.113	141	409.2	2.38	0.78	0.34	0.2100	1.047	0.00	0.00			

pH	C.E. (μS)	% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Al	Al + H
6.69	321	2.25	0.113	141	409.23	0.78	0.34	0.2100	0.00	0.000
Neutro	No hay problema de sales	Medio	Normal	Alto	Alto	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy bajo	Alto	Alto

DETERMINACIONES	METODOLOGÍAS
TEXTURA :	MÉTODO DEL HIDRÓMETRO BOUYOUCOS
pH :	POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO - AGUA 1 : 2.5
FÓSFORO :	OLSEN MODIFICADO EXTRACCIÓN NaHCO ₃ 0.5M; pH 8.5 FOTÓMETRO
POTASIO, CALCIO, MAGNESIO Y SODIO:	EXTRACCIÓN CON Acetato de Amonio 1N ABSORCIÓN ATÓMICA
MATERIA ORGÁNICA :	WALKLEY Y BLACK
NOTA: El Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliars de la Facultad de Ciencias Agrarias no es responsable de la toma de muestras en éstos análisis.	