



Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus L.*), municipio de Achocalla.

Evaluation of the effect of efficient microorganisms (EM), on cucumber (*Cucumis sativus L.*), in the municipality of Achocalla.

Yoselin Callisaya Quispe y Celia María Fernández Chávez

RESUMEN:

En el presente artículo se describen los resultados de la investigación del efecto de los Microorganismos Eficientes (EM), utilizado en la agricultura como fertilizante foliar, el cual genera beneficios y son catalogados como productos orgánicos. Aplicándose en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus L.*), en dos variedades SMR-58 y Eureka bajo condiciones controladas. Evaluándose el comportamiento agronómico del pepinillo y su rendimiento. Se inició captando y recolectando los Microorganismos del suelo en la comunidad de Suiqui -Chulumani, se multiplicó y a partir de ello posteriormente se aplicó el EM en el cultivo de pepinillo, en la comunidad de Marquirivi Municipio de Achocalla. El diseño utilizado fue Bloques al azar; con 3 repeticiones y 6 tratamientos, en cada tratamiento se evaluaron 12 muestras. Las concentraciones de EM utilizadas fueron: C1=10%, C2= 50% y C3 = 80%. Se registraron datos sobre las variables agronómicas y variables de rendimiento desde el inicio hasta la culminación de la investigación. Estadísticamente se observó diferencias respecto al efecto de la aplicación de EM en cuanto a la altura de planta, número de frutos por planta, y el rendimiento registrándose un rendimiento más alto del T5 con 14.57 kg/4.2 m², resultado de la variedad SMR-58 con la concentración 2 (50% de EM diluida en 5 litros de agua), en comparación al T1, la variedad Eureka con la concentración 1 (10% de EM diluida en 5 litros de agua) que no fueron favorables los datos registrados. En el análisis económico por tratamientos se determinó la relación beneficio/costo B/C, donde los tratamientos 2, 4, 5 y 6, obtuvieron valores aceptables (B/C=>1). Mas al contrario los tratamientos 1 y 3 no se registraron ganancias a partir de lo invertido.

PALABRAS CLAVE:

EM (Microorganismos Eficientes), orgánicos, fertilizante foliar, comportamiento agronómico.

ABSTRACT:

This article describes the results of the investigation of the effect of Efficient Microorganisms (EM), used in agriculture as a foliar fertilizer, which generates benefits and are classified as organic products. Applying in gherkin cultivation (*Cucumis sativus L.*), in two varieties SMR-58 and Eureka under controlled conditions. Evaluating the agronomic behavior of the gherkin and its yield. It was started by picking up and collecting soil microorganisms in the community of Suiqui -Chulumani, multiplied and from that it was subsequently applied the MS in the gherkin crop, in the community of Marquirivi Municipality of Achocalla. The design used was random blocks; With 3 replicates and 6 treatments, 12 samples were evaluated in each treatment. The concentrations of MS used were: C1 = 10%, C2 = 50% and C3 = 80%. Data on the agronomic variables and yield variables were recorded from the beginning to the culmination of the research. Statistically, differences were observed regarding the effect of the application of MS in terms of plant height, number of fruits per plant, and yield with a higher T5 yield of 14.57 kg / 4.2 m², resulting from the variety SMR-58 With concentration 2 (50% DM diluted in 5 liters of water), compared to T1, the Eureka variety with concentration 1 (10% DM diluted in 5 liters of water) were not favorable data recorded. In the economic analysis by treatments, the benefit / cost ratio B / C was determined, where treatments 2, 4, 5 and 6 obtained acceptable values (B / C => 1). On the contrary treatments 1 and 3 did not record gains from the inverted.

KEYWORDS:

EM (Efficient Microorganisms), organic, foliar fertilizer, agronomic behavior

AUTORES:

Yoselin Callisaya Quispe: Facultad de Agronomía -Universidad Mayor de San Andrés

Celia María Fernández Chávez: Asesora y Docente. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés.

Recibido: 15/09/2017. Aprobado: 15/11/2017.

DOI: <https://doi.org/10.53287/cwpu3794jc40j>

INTRODUCCIÓN

En el mundo, del total de los productos agrícolas, se destacan por su importancia nutricional las hortalizas debido a que pertenecen a un mercado dinámico y en crecimiento el cual ha recibido en la última década un marcado desarrollo, especialmente en lo que se refiere a la investigación.

El pepinillo goza de muy buena fama en el mundo, la finalidad básica del cultivo es la producción de frutos de piel verde, humano cuando estos no han alcanzado su tamaño definitivo. La producción de hortalizas presenta mayor exigencia de nutrientes por lo que obliga al productor recurrir a utilizar productos químicos como fertilizantes químicos sintéticos que aplicados en exceso y causan deterioro a los suelos.

Es así que actualmente está ingresando el uso de EM (microorganismos eficientes o efectivos), un producto orgánico, considerado una tecnología que evita el envenenamiento del planeta y de nuestro cuerpo. Desarrollado por el Ingeniero Agrícola Japonés Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón.

Los EM son un concentrado líquido que contiene alrededor de 80 variedades de microorganismos, y está compuesto principalmente por bacterias fotosintéticas o fototróficas (*Rhodopseudomonas spp.*), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp.*) y levaduras (*Saccharomyces spp.*).

Los EM son utilizados en la agricultura, como fertilizante orgánico, se pretende reemplazar agroquímicos y fertilizantes sintéticos en varios cultivos y se enmarca en la preparación del terreno, germinación, enraizamiento del material vegetal, la siembra, trasplante, el mantenimiento tanto al suelo, como al follaje de las plantas, incrementar la producción, ayudara a prevenir y disminuir el ataque de plagas y enfermedades. Esta mezcla biológica de microorganismos, no son perjudiciales, ni tóxicos, ni genéticamente modificados (Transgénicos); por el contrario son naturales, benéficos y altamente eficientes. Su uso se enfoca a diferentes fines como ser la agricultura, ganadería, medio ambiente, salud, industria, construcción, y otros.

Como objetivo principal se tiene la Evaluación del efecto agronómico de la aplicación foliar de microorganismos eficientes (EM), en dos variedades de pepinillo (*Cucumis sativus L.*), bajo ambiente controlado.

Teniendo en cuenta los objetivos específicos que nos ayudaran a cumplir lo establecido.

Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo del pepinillo, determinar el rendimiento y la dosis de (EM) más apropiada para la aplicación foliar en el cultivo de pepinillo finalmente el análisis económico preliminar de la utilización de los microorganismos eficientes (EM) en la producción orgánica agrícola.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevó a cabo en un ambiente atemperado ubicado en la Comunidad de Marquirivi del Municipio de Achocalla, tercera sección municipal de la Provincia Murillo. Geográficamente la comunidad de Marquirivi se halla situada entre las coordenadas de 16° 35'23,4" de latitud sur y a los 68°08'42,3" de longitud oeste del meridiano de Greenwich con una altitud promedio de 3700 m.s.n.m. (IGM, 2007).

Primera etapa de planificación

Se realizó la elección de la zona fue por las características requeridas para captar los microorganismos del suelo necesarios para la posterior elaboración del (EM) Microorganismos Eficientes como son, características de clima, temperatura, humedad, profundidad, pendiente y terrenos que no tengan intervención del hombre, ni animales domésticos. Para ello el lugar que se eligió fue la Comunidad de Suiqui del municipio de Chulumani.

Paralelamente para evaluar el trabajo de investigación se utilizó el diseño de bloques al azar (DBA) con arreglo bi-factorial, con 6 tratamientos, producto de la interacción de dos factores principales. Las cuales son: 2 variedades de pepinillo (*Cucumis sativus L.*) y 3 diferentes concentraciones de EM aplicado foliarmente.

Los factores que se utilizaron en el presente estudio fueron dos: Variedades de pepinillo (*Cucumis sativus L.*) y concentraciones de EM aplicados foliarmente, para la investigación se tomaron en cuenta las recomendaciones de (OISCA-BID, 2009), quienes sugieren utilizar una concentración al 2 % es decir 2 L. de EM en 100 L. de agua. Así mismo se tomó los 2 L. de EM como un 100% el cual representaría para posteriores concentraciones formando un total de 18 unidades experimentales.

FACTOR A: Variedades

a1 = Variedad Eureka
a2 = Variedad SMR 58

FACTOR B: Concentraciones de EM

b1 = 10 % de Solución EM + 5 litros de agua sin cloro
b2 = 50 % de solución EM + 5 litros de agua sin cloro
b3 = 80 % de solución EM + 5 litros de agua sin cloro

Como segunda etapa se procedió a la ejecución en campo

Para la captación de microorganismos del suelo y posterior uso se realizaron las siguientes actividades:

- **Cocción del arroz para la captación de microorganismos del suelo:** cocción en una olla con el agua de vertiente recolectada, durante 20 minutos de tal forma que quedó semiblando similar al cocinado de arroz blanco
- **Incorporación de ceniza:** se procedió a dividir el arroz cocido en tres partes colocándolos en diferentes recipientes, un tercio de arroz se mezcló con la ceniza recolectada, con ayuda de una cuchara hasta obtener una mezcla homogénea, a otro tercio de arroz se incorporó el vinagre de manera que se mezclaron ambos insumos de forma uniforme. Finalmente la última parte de arroz se utilizó sin incorporar nada.
- **Preparación de los medios para la captura:** Una vez ya preparado las tres partes de arroz, se procedió a llenarlos en vasos de plástico por separado; es decir se colocó 3 cucharadas en el vaso de la primera mezcla (arroz con vinagre), completando los 50 vasos, la segunda mezcla (arroz con ceniza) en otros 50 vasos y por último la tercera parte que fue solo el arroz, en los restantes 50 vasos. De esta manera se completó el número total, una vez llenados, se cubrió con la tela tul cada vaso asegurándolo con una goma elástica.
- **Distribución de los medios de captura en campo:** Posterior al llenado de vasos llevamos a campo todo lo preparado y comenzamos a distribuir de manera estratégica en el bosque seleccionado donde no exista la intervención del hombre o animales domésticos, teniendo así la ventaja que, en la comunidad de Suiqui existen áreas en las que se pueden aprovechar por la poca

actividad agrícola que existe en el lugar, dándonos la posibilidad de realizar la captación de los microorganismos en distintas zonas, puesto que en estos lugares la descomposición de materia orgánica y la actividad microbiana es mayor. Posterior a ello se ubicaron los vasos a 45 - 55 cm de la base del árbol, con la boca abajo sobre el suelo, además también se distribuyó otros vasos donde se observaba materia orgánica en descomposición, y otros vasos en zonas con mayor humedad como en bananales y se dejaron durante 7-10 días.

- **Recolección de los medios de captura:** Una vez pasados los diez días se procedió a recogerlos esto en dos baldes los cuales estaban seleccionados, el primer balde con los vasos que presentaban colores claros como blanco, rojo claro, amarillo, rosado, beige, naranjado, celeste, y otros. En el segundo balde se recolectó los medios que presentaron colores oscuros como plomo, guindo, negro, café, verde, azul, y otros. Esto para poder identificarlos de manera visual a los microorganismos presentes en cada preparación.

Preparación de la solución EM

La elaboración de EM consta de los siguientes pasos:

- **Primero.** En el vaso de la licuadora se seleccionó de los baldes la cantidad de $\frac{1}{4}$ balde de arroz recolectado, conjuntamente con 500 ml de miel de caña, y completando la cantidad del vaso de la licuadora con el agua de vertiente, se procedió a licuar todo durante 3 minutos hasta que quede una mezcla cremosa y uniforme teniendo como producto final 20 litros.
- **Segundo.** Posterior al licuado de todo el material recolectado, se trasladó 10 litros de licuado en un bidón de 20 litros, a ello se incorporó, 4 kilos de melaza o chancaca diluida en un litro de agua, seguidamente se realizó la misma operación en el segundo bidón y por último tapándolo bien se almacenó en un lugar fresco y con sombra, dejándolo fermentar durante 7 días con una constante expulsión de gases para evitar que el

bidón estalle, ya que por la actividad microbiana se forman gases y estas pueden provocar un hinchazón en el bidón, es por esta razón que se debe realizar este procedimiento teniendo como producto final solución madre.

- **Tercero.** Como último punto se realizó la **activación de EM** para su posterior uso, para esto se tomó un tercer bidón de capacidad 20 litros y se le adicionó 10 litros de la solución madre previamente agitada, se disolvió en un litro de agua 4 kilos de chancaca, en otro recipiente se disolvió 250 gramos de levadura en 2 litros de agua, seguidamente se le incorporó 250 cm³ de yogurt natural y 250 cm³ de leche natural que fueron el elemento activador.

Todos estos materiales preparados se le adicionan al tercer bidón que ya contenía 10 litros de la solución madre, y el restante se lo completó a 20 litros con agua de vertiente dejándolo de 5 a 8 días fermentarse. Lo ideal fue, alcanzar la temperatura del rumen de los poligástricos de 38 a 40°C.

Las características del producto. La calidad final del producto después de la intensa actividad microbiológica presentara:

- Color marrón o vino
- Olor avinagrado o agridulce
- El pH no debe sobrepasar de 3.5

El almacenamiento de EM activado fue en un lugar oscuro y fresco, esto garantizó que no se degradó el producto y esté listo para el uso en el cultivo de pepinillo como abono foliar

Uso de EM activado para la aplicación foliar.

En este caso según las recomendaciones se indica utilizar una solución de EM al 2%, es decir 2 L. de EM cada 100 l. de agua. Para lo cual se utilizó 1 cuchara de EM y 1 cuchara de melaza en 1 litro de agua. (BID, 2009).

Procedimiento para la implementación del cultivo de pepinillo en ambiente controlado.

i. **Preparación del terreno;** Para la preparación del terreno se procedió la remoción del suelo a una profundidad de 40 cm puesto que el cultivo de pepinillo requiere de suelos profundos y sueltos. Se removió 9 m de largo por 3.30 m de ancho con un área total de 30 m² para dar las condiciones adecuadas al cultivo en cuanto a aireación y retención de humedad del suelo.

ii. **Desinfección del suelo;** Mediante la solarización se capturó la energía solar, logrando fuertes incrementos térmicos, hasta los 50°C, el efecto principal está por los primeros 25 cm del suelo, dando mayores ventajas como el menor uso de productos químicos, menor impacto de la competencia de malezas, mejora la porosidad del suelo y la calidad de la materia orgánica menor costo de mano de obra destinado al control de malezas (INTA, 2005).

iii. **Delimitación del área y bloques;** Se procedió a la delimitación del área total que tenía una superficie de 30 m² con alambre tejido, cada bloque medía 9.00 m de largo por 1.00 m de ancho y los tratamientos tenían un área de 1.40 m de largo y 1.00 m de ancho cada uno siguiendo el croquis experimental.

iv. **Siembra del cultivo de pepinillo;** Sobre la superficie nivelada, mullida y previamente regada a capacidad de campo un día antes, se procedió a la siembra en forma manual colocando de 3 a 4 semillas por hoyo cubriendola tres veces su tamaño, con arena fina mezclada con turba, para luego continuar con el riego leve para humedecer la semilla. La selección de plantas para la toma de muestras se utilizó 108 marbetes para los tres bloques, tomado 6 plantas por tratamiento y 36 muestras por bloque.

Labores culturales

- i. **Raleo:** se efectuó esta labor a los 15 días después de la siembra, cuando estas ya presentaban sus primeras hojas verdaderas, y una altura de 7 a 10 cm, solo dejando las mejores plantas.
- ii. **Aplicación de EM** (Microorganismos Eficientes) en el cultivo de pepinillo.

Para la aplicación foliar de EM (Microorganismos Eficientes) se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Se aplicó el EM (Microorganismos Eficientes) después del análisis químico y análisis físico - químico de suelos; esto para determinar la cantidad de los elementos nutritivos presentes y en base a ello se calculó los requerimientos nutricionales del cultivo de pepinillo y se formuló las distintas concentraciones a ser aplicados para la nutrición equilibrada de la planta.
- Las distintas concentraciones de EM (Microorganismos Eficientes) fueron diluidas en 5 litros de agua en el momento de la aplicación en el cultivo.
- La aplicación foliar se realizó cuando las plantas presentaron de 2 a 3 hojas verdaderas (a las 2.5 semanas), para estimular el crecimiento.
- El horario de aplicación fue en las primeras horas de la mañana de 6 a 9 a.m. y al caer la tarde desde las 16 a 18 p.m., principalmente porque estas horas son recomendables para la absorción de EM, ya que no se puede realizar este trabajo en

horas de mucho calor pudiendo existir una evaporación rápida perjudicando el estudio.

- La aplicación se realizó de forma manual con la utilización del equipo de bombeo manual de aspersión que se adapta a cualquier contenedor y es de fácil uso, en este caso para el estudio se utilizó bidones de 5 litros de capacidad.

Dosis de aplicación

Para ello una vez determinado el contenido de nutrientes, mediante el análisis de laboratorio de EM (Microorganismos Eficientes), además del análisis químico del suelo; se plantearon las necesidades nutritivas reales del cultivo en base a los cálculos. Donde el aporte de (N-P-K) del EM en Kg/ha, para cubrir los requerimientos reales es de 27272.72 litros de EM/ ha.

Para ello indicar que, se estableció tres dosis distintas, la primera fue la dosis baja (10% de EM), la segunda dosis media (50% de EM) y la última dosis alta (80% de EM). Utilizándose 5 litros para su dilución y posterior aplicación en el cultivo como se observa en la Tabla 1

Tabla 1. Dosis de fertilización con EM (%) aplicado a los tratamientos.

Dosis	Cantidad de EM en 5 l de H ₂ O	Nº de aplicaciones	Aplicaciones totales de EM	Cantidad de EM l/m ²	EM fraccionado en l/ha
C3= (80% de EM)	109 cm ³	10	1090 cm ³	0.72	21818.18
C2= (50% de EM)	68.18 cm ³	10	681.8 cm ³	0.46	13636.36
C1= (10% de EM)	13.64 cm ³	10	136.4 cm ³	0.091	2727.27

Frecuencia de aplicación

Las frecuencias de aplicación se realizaron en intervalos de 7 días, y en diez oportunidades; el primero a las dos semanas después que presentaron las primeras hojas verdaderas.

- iii. **Tutorado:** En el cultivo de pepinillo el tutorado se realizó con la utilización de cuerdas o rafia de polietileno, a una distancia de 2.50 metros de altura desde la parte del suelo hasta el armado de alambres de tres filas a lo largo de los bloques.

- iv. **Aclareo de frutos** Se eliminaron los frutos que se encontraron en la base de la planta ya que impide el desarrollo de la parte superior, también se eliminó los frutos mal formados y se dejó solo un fruto por nudo ya que cuajaron de 3 a 4 frutos los cuales no permiten crecer de manera libre, procedimiento que se realizó por la mañana.
- v. **Control de plagas y enfermedades:** En el transcurso del estudio no se tuvo problemas de plagas y enfermedades, a pesar que las cucurbitáceas son susceptibles a estas, por lo

cual no fue necesario realizar ningún control sanitario en el cultivo hasta la cosecha.

- vi. **Cosecha:** El cultivo alcanzó su madurez fisiológica de comercialización de los primeros frutos a los 65 días después de la siembra, la cosecha se efectuó en horas de la mañana, cortando el pedúnculo con ayuda de una tijera puesto que la planta es muy frágil para poder arrancar los frutos y con la utilización de guantes por que el fruto presenta pequeñas espinas. Se cosecharon los frutos de forma progresiva registrando los rendimientos en el momento de la recolección, los frutos fueron pesados para obtener el rendimiento por variedad y por tratamiento.

Tercera Etapa de análisis de Información

Se recolectó la información en planillas y cuadernos de campo, para determinar la influencia de la aplicación foliar del EM en el cultivo, se evaluaron las variables, según los objetivos planteados.

Descripción de variables de respuesta

- a) **Variables Climáticas:** Temperatura del ambiente controlado, Humedad.
- b) **Variables Agronómicas:** Porcentaje de emergencia, Altura de la planta, Número de hojas por planta, Número de flores por planta, Número de frutos por planta
- c) **Variables Fenológicas:** Días a la Emergencia, Días a la floración, Días a la fructificación, Días a la cosecha.
- d) **Variables de Rendimiento:** Peso del fruto, Longitud del fruto, Diámetro del fruto, Rendimiento.
- e) **Variables morfológicas:** Forma del fruto
- c) **Variables Económicas:** Análisis Económico de Presupuestos Parciales, Análisis Económico de Costos totales, Evaluación Económica
 - **Calculo del Ingreso Bruto**
 - **Calculo del Beneficio Neto**

Calculo de la relación Beneficio – Costo.

$$B/C = I.B. / C.T.$$

Dónde:

B = Beneficio

C = Costo variable de producción en Bs/ha, considerando los costos de insumos mano de obra y herramientas.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el análisis y discusión de los resultados del efecto agronómico de EM (Microorganismos Eficientes) sobre la producción de pepinillo, se tomaron en cuenta todas las variables que influyeron en su desarrollo, y que se presentan a continuación.

Variables Climáticas

Registro de temperatura mensual del ambiente atemperado

El valor más alto se registró en el mes de septiembre alcanzó temperaturas máximas en promedio 41°C. Las Temperaturas mínimas más bajas se registraron en el mes de noviembre con una temperatura promedio de 7°C con un descenso de temperatura en horas de la madrugada por época de lluvias. De acuerdo con Casaca, (2005), las temperaturas apropiadas para un óptimo desarrollo del cultivo de pepinillo es de 20 °C a 35 °C, con un límite inferior, a 1°C la planta muere y es muy poco probable que se recupere puesto que hasta los 10°C puede soportar el descenso de temperaturas.

Otros autores como Rehfich V. Tóala N. y Vélez J. (2000), señalan que es conveniente que el cultivo de pepinillo se desarrolle a temperaturas promedios de 15 °C A 30°C y tener un suelo profundo y bien drenado.

Si las temperaturas sobrepasan los 40°C, se observan desequilibrios en las plantas que afectan directamente a los procesos de la fotosíntesis y respiración además de detener el crecimiento y si las temperaturas desciden por debajo de 12 a 1°C, ocasionan malformaciones en la hojas, frutos y quema de partes vegetativas sensibles (Góngora, 2008).

Humedad Relativa del ambiente controlado

se registró un valor promedio de 70.5 %, alcanzando mayores valores durante los meses de noviembre y diciembre además la humedad reflejada por el riego dentro del ambiente controlado, llegando a un valor máximo de 78% y un valor mínimo de 63% de humedad relativa registradas en el mes de septiembre.

Al respecto CENTA (2003), señala que el cultivo de pepinillo se desarrolla bien siendo recomendable la humedad relativa de 75% - 80% lo recomendable. Al respecto Fuentes (1998), hace mención que la máxima producción vegetal se logra cuando las demandas de evaporación se igualan a las posibilidades de transpiración. Así mismo Chilón (1997), indica que al aumentar la humedad relativa es posible lograr la mayor penetración de las gotas de solución en la superficie foliar, aumentando la posibilidad de absorción.

Variables edafológicas

De acuerdo al análisis del suelo efectuado en el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear “IBTEN” La Paz, las mismas que presentaron los siguientes resultados:

Ánalisis Físico de Suelos

Al respecto Casaca, (2005) indica que el pepinillo se puede cultivar en una amplia gama de suelos fértiles y bien drenados; desde los arenosos hasta los franco-arcillosos. Así mismo CENTA (2003), señala que los suelos en los que mejor se desarrolla el pepinillo son fracos-arenosos y fracos arcillosos con buen contenido de materia orgánica, las cucurbitáceas requieren de buena aireación en sus raíces por lo que le favorecen suelos sueltos.

Ánalisis Químico de Suelos

Los valores descritos reflejan una fertilidad media del suelo, excepto el fosforo que se encuentra en un alto rango de acuerdo a la “Interpretación del status de la fertilidad de suelos “explicada por Chilon (1997).

Caracterización de EM (Microorganismos Eficientes)

Los EM fueron analizados en los laboratorios del IBTEN y MIC en los cuales se realizaron los siguientes análisis.

Análisis Químico de EM (Microorganismos Eficientes)

Al respecto FAO (1986), señala que los abonos orgánicos contienen nutrientes solubles y fitorreguladores como auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno e inhibidores de crecimiento en dosis adecuadas regulan los procesos fisiológicos.

Al respecto (Fuentes, 1999), menciona que el nitrógeno (N) es un factor de crecimiento necesario para el crecimiento de las plantas, esencial en la formación de la clorofila, órganos vegetativos de la planta, y estimula el crecimiento. IICA, (2013), indica que el uso de los EM realiza un control biológico de patógenos ya que los microorganismos benéficos se multiplican a gran escala, compiten y suprimen patógenos como *Fusarium*, *Phytiun* y *Rizoctonia*, causantes de las enfermedades extendidas por todo el mundo.

El objetivo de los EM en la agricultura se basa también en los beneficios que este producto elaborado aporta a los cultivos, OISCA (2009), señala que las pulverizaciones del cultivo con EM Activado previenen el ataque de varios patógenos, y a medida que no se usen plaguicidas químicos en el cultivo se favorece el desarrollo de hongos entomopatógenos (hongos que atacan a los insectos) y otros agentes de control biológico, disminuyendo por lo tanto las plagas.

Análisis Bacteriológico de EM

Para el análisis de Bacterias, Levaduras y Hongos

Se realizó incubaciones de diferentes Microorganismos en los medios selectivos, luego se realizó una caracterización de los mismos por medio de tinción o coloración.

En cuanto a los hongos se registró el *Trichoderma spp* que es un hongo muy común en el suelo, también se encuentra en troncos caídos y estiércol, perteneciente

a la subdivisión deuteromicete utilizado en la agricultura como agente de control biológico debido a sus propiedades como biopesticida, biofertilizante y bioestimulante.¹

Al respecto Pérez, et al. Requena, Ezziyyani, Candela, Sid Ahmed, (2004) , El *trichoderma* ayuda al desarrollo del sistema radicular y cumple el rol de antagonismo provocando la reducción de la población del patógeno, la competencia entre estos puede resultar en control de la enfermedad teniendo un efecto marcado preventivo de las enfermedades de la raíz y el follaje controlando a patógenos de la raíz (*Pythium, Fusarium, Rhizoctonia*) y del follaje (*Botritis y Mildiu*) , estimula el crecimiento de los cultivos al producir

Variables Agronómicas del cultivo de Pepinillo

Se sistematizaron y analizaron los datos de las variables, se examinaron estadísticamente mediante el Análisis de Varianza (ANVA) para el Diseño Bloques al Azar (DBA), haciendo el uso del paquete estadístico “INFOSTAT”.

Porcentaje de Emergencia

Cotrina, (1979) señala que las semillas de pepinillo permanecen en letargo hasta que la temperatura del suelo alcanza los 12° C. Por esta razón la siembra debe efectuarse cuando la temperatura ambiente llega a los 16 ó 20° C. Con esta temperatura las plantas emergen en cuatro o seis días.

Los valores de emergencia obtenidos fueron altos comparados con los que obtuvo Plata (2013), quien reporta un porcentaje de 88% y 91% con el uso de mulch en ambiente atemperado registrados después de 8 días de la siembra. Barrientos, (2002), en su evaluación registró porcentajes de emergencia de 75 % a los 15 días después de la siembra esto sin uso de mulch en los meses de diciembre a marzo.

Altura de la planta

En la figura 1 se observa que la mayor altura de 198.76 cm corresponde a la variedad SMR-58 con una aplicación de la concentración 2 (50% de EM diluido en 5 litros de agua), por otra parte, se obtuvo en menor promedio en altura de planta 160.77 cm en la variedad Eureka con la dosis 1 (10% de EM diluido en 5 litros de agua).

Número de flores por planta

Para el número de flores por planta donde se observa que existen grados de variación de unos con respecto a otros, se observa también al tratamiento 5, que resulta ser la variedad SMR-58 aplicado con la concentración 2 (50% de EM diluido en 5 litros de agua), siendo este el tratamiento que obtuvo el mayor promedio de numero de flores por planta en relación a los demás tratamientos, con un promedio general de 34 flores por planta.

Al respecto, García et al. (2000), indican que en estudios realizados en *cucumis sativus*, se encontró que los pepinillos que crecen bajo periodos de luz de días cortos, que promueve la feminidad, liberan más etileno que aquellos que crecen bajo condiciones de día largo.

Número de frutos por planta

El contenido promedio de frutos por planta, en cada uno de los tratamientos registra diferentes grados de variación uno respecto de otro, asimismo se puede observar que el tratamiento cinco que fue resultante de la combinación entre la variedad SMR-58 (a2) aplicado con la concentración dos (50% de EM diluida en 5 litros de agua) b2, tiene un promedio de 14.03 frutos/planta resultando ser el mayor a los demás tratamientos.

El análisis de varianza para el número de frutos/planta, muestra diferencias altamente significativas para variedades (factor A) y concentraciones (factor B), y no así en la interacción de los dos factores lo que indica que no hubo influencias entre el uso de diferentes concentraciones

¹ www.ecured.cu

y las dos variedades, por lo que los factores son independientes para la variable número de frutos por planta.

En comparación a las investigaciones de Maydana (2015) donde indica que obtuvo un número de frutos de 9.55 para la variedad carolina y para la variedad SMR-58 obtuvo un valor de 5.62 frutos por planta, Mamani (2016) obtuvo resultados de 3.77 frutos por planta aplicado biol al 25 % de manera foliar. Las condiciones favorables y el aporte nutricional del EM permitieron obtener resultados muy favorables puesto que se consiguieron mayor cantidad de frutos de pepinillo.

Variables fenológicas

Días a la Floración

El tratamiento 5 que resulta de la combinación entre la variedad SMR-58 y aplicado con la concentración 2 (50% de EM en 5 litros de agua), tuvo un promedio de 52.67 días, alcanzando una floración precoz en comparación con los demás tratamientos tuvieron un promedio general de 55.39 en total 56 días a la floración.

Días a la Cosecha

En la figura 5, se observa los promedios de días a la cosecha en el mismo se observa dos grupos en el que no existió diferencias significativas en cuanto a la influencia del factor B (concentraciones de EM). Las variedades e híbridos para consumo en fresco deben cosecharse a los 50 a 65 días después de la siembra y cada 3 días para mantener el tamaño del fruto a efectos de calidad, cosechando los frutos en un estado inmaduro para encurtidos (CENTA, 2003)

Al respecto Zamudio, (2014) indica que la fructificación está dada principalmente por las características de la variedad y el manejo puesto que al realizar las podas y eliminar frutos curvados y mal formados ayudan a que exista mayor aireación y entrada de luz y el llenado de los restantes frutos en las axilas dando mayor precocidad. Al respecto Quispe, (2005) reporta en su investigación que los

días a la primera cosecha fueron de 70.16 días en el cultivo de pepinillo señalando así, que no se tuvo cambios respecto a los días a la cosecha con la aplicación de biol.

Variables de producción

Longitud del fruto (cm)

El análisis de varianza nos indica que no hubo diferencias significativas del factor A (variedades) sobre esta variable. Las longitudes de fruto de las variedades SMR-58 y Eureka fueron similares de tamaños y rangos establecidos por el mercado, si estos sobrepasan los 12 cm pierden su valor comercial, el presente estudio no busca que los frutos de pepinillo sean de mayor tamaño ya que estos están controlados según a la demanda.

Al respecto (García, 2000), menciona que se cosecha los frutos cuando presenten las características visibles entre ellas el tamaño, color de la cascara, piel lisa, sin humedad exterior y libres de descomposición. La calidad de frutos se determina en mayor parte por su tamaño, es decir, por su grosor y longitud. Maydana, (2015), indica también que la longitud del fruto de pepinillo de la variedad SMR-58 alcanzó 77.16 mm y 67.61 mm con las diferentes aplicaciones de estiércol.

Diámetro del fruto (cm)

Se observa también que el tratamiento que logra el mayor diámetro de fruto con un promedio de 3.06 cm fue la variedad SMR-58 (a1) aplicado con la concentración de 80 % de EM, (b2), y el que registro el menor diámetro de fruto con un promedio de 1.86 cm fue la variedad Eureka aplicado con la concentración de 10 % de EM, teniendo como promedio general de 2.58 cm de diámetro de fruto.

Maydana, (2015) obtuvo un diámetro de 21.53 mm aplicando estiércol en distintos niveles a la variedad SMR-58. De la misma manera con la aplicación foliar de biol con un 50% y 75%, Mamani (2016) registró 2.67 cm de diámetro para la variedad Eureka. La aplicación de EM logró registrar diámetros estándares según categoría, puesto que el diámetro del fruto está

determinado por la cantidad de nutrientes y agua utilizados.

Peso del fruto (g)

Se puede observar que existen diferencias numéricas entre concentraciones y variedades en el peso de frutos de pepinillos en las cosechas realizadas, para el tratamiento 6 (80% EM diluido en 5 litros de agua), con un promedio de 23 g, logra el mayor peso por fruto, registrándose un promedio general de 20.82 g por fruto. Esto es corroborado por Mamani, (2016) que en su trabajo de investigación obtuvo un peso promedio de 21.75 g para la variedad Eureka con el uso de diferentes sustratos hidropónicos. También Plata (2013), en su investigación con el uso de té de humus y té de bovino registró promedios de 19.71 g y 19.07 g respectivamente estos resultados se atribuye a la cantidad de nutrientes que se suministró a la planta.

Rendimiento (kg/m²)

Se observa partir de las primeras cosechas a los 69 días se cosecho continuamente los frutos, mientras que en la variedad Eureka, la cosecha no fue continua, se procedía a la espera de 2 a 3 días para su posterior cosecha. Así mismo, se puede apreciar que el tratamiento 1 obtuvo en promedio el menor rendimiento de 1.35 kg/m² y un promedio general de 2.64 kg por m².

Al respecto Mamani (2006), en su investigación con la variedad SMR-58 verificó los valores más destacados; la dosis de 0.6 kg/planta de aplicación de humus, presentó un mayor rendimiento en peso de fruto de 2.09 kg/m², y la aplicación de compost a 0.3 kg/m² el valor más disperso del resto con 1.4 kg/m².

Resultados que fueron coincidentes con los resultados observados en las variaciones de crecimiento del fruto en la producción de pepinillos, donde Chilón (1997) menciona de las ventajas de la fertilización foliar indicando que el tipo de cultivo influye en la velocidad de absorción, y que las hojas jóvenes tienen una capacidad de absorción que las hojas viejas. Lo que se constató ya que el cultivo de pepinillo existe

una actividad continua de formación de hojas en su ciclo productivo. Por su parte Quispe (2003), sostiene que el uso de abonos orgánicos líquidos, aumenta la diversidad y disponibilidad de nutrientes, logra desarrollar cultivos de microorganismos, en especial de bacterias, que transforman la materia orgánica del suelo en nutrientes específicos para las plantas en menor tiempo, mejorando la disponibilidad de nutrientes y por otro tanto la sanidad, desarrollo y producción de las plantas.

Variables morfológicas

La clasificación de frutos por categoría y por tratamiento, teniendo al tratamiento 2 y 3 para la variedad Eureka, los tratamientos 4 y 5 para la variedad SMR-58 los cuales mayor número de frutos medianos aptos para la demanda y dentro de los requerimientos para pepinillos encurtidos en la categoría 2.

Variables Económicas

Promedio de relación Beneficio/ costo en la producción de dos variedades pepinillo con la aplicación de diferentes concentraciones de EM.

Se realizó el análisis económico de la investigación para las dos variedades Eureka y SMR-58, a un precio de venta del mercado, para pepinillos con destino a la venta en fresco 5 bs/libra, y para la venta de pepinillos en conserva a 12 bs/frasco. Sin antes realizar un ajuste del rendimiento de campo restándole un 10 %, con el fin de eliminar la sobre estimación de la investigación.

El beneficio costo se determinó, tomando en cuenta los costos de producción y el ingreso neto, donde se indica que todos los valores son interpretados de manera positiva así como según Perrin, et al (1978), quien indica que si el valor de la relación beneficio/costo es mayor a 1 es aceptable, siendo así se registró el tratamiento 5 aplicado con la concentración 2, que resulta de la combinación entre la variedad SMR- 58 (50% de EM diluida en litros de agua) con un valor de 3.04 de Beneficio/Costo. En tanto que el tratamiento 1 obtuvo el valor más bajo de

0.61; sin embargo, para esta variedad se obtuvieron mayor calidad en cuanto a presentación y forma de los frutos la cual se aprovechó para la venta en fresco.

Así como Mamani (2006), registro pérdidas en cuanto a la variedad Eureka con la producción hidropónica con una relación de beneficio/costo de 0.89, lo que indica también que la variedad carece de alta producción por factores de disminución de temperaturas y aumento de la humedad.

Por otro lado, Cutili (2003), en su investigación con la variedad SMR-58, en el efecto de la polinización artificial, registro una relación Beneficio/costo de 1.4 promedio, comparada con la presente investigación también utilizada la variedad SMR-58, se tiene una relación de beneficio/costo de 2.72 en promedio, el cual corrobora en cuanto a la variedad que es recomendable puesto que se obtienen ganancias aceptables.

CONCLUSIONES

Las alturas de las plantas de las variedades SMR-58 ($b_1=188.91$, $b_2=198.76$ y $b_3= 193.35\text{cm}$), mientras tanto para la variedad Eureka se tiene ($b_1=160.77$, $b_2=169.93$ y $b_3=163.77 \text{ cm}$). Por lo tanto, al aplicar la concentración 2 (50% de EM en 5 litros de agua), tuvo efectos positivos en el desarrollo fisiológico en cuanto a la altura de ambas variedades.

Los tratamientos 2 y 5 fueron los que mayor número de frutos obtuvieron ya que estos están combinados con la concentración 2, consiguiendo 8.87 y 14.03 frutos/planta en la variedad Eureka y SMR-58 respectivamente.

El rendimiento obtenido fue del tratamiento 2 (variedad SMR-58 aplicado con 50% de EM diluida en 5 litros de agua), con 3.86 kg/m^2 , el menor rendimiento fue del tratamiento1 (variedad Eureka con 10% de EM diluida en 5 litros de agua), con 1.35 kg/m^2

La producción agrícola requiere una alternativa viable para el productor, en este sentido el análisis económico de presupuestos parciales muestra; que el

tratamiento 5 es la alternativa que ofrece el mejor retorno de capital invertido es decir, por 1bs invertido retorna 2.04 bs. En cuanto al análisis de beneficio/costo se tiene que los tratamientos 6,4 y 2 con un índice de 2.75, 2.39 y 1.56 respectivamente. Mas al contrario los tratamientos 1 y 3 no se registraron ganancias a partir de lo invertido.

RECOMENDACIONES

Incentivar y recomendar la difusión de los EM como uso de abonos orgánicos, para una agricultura ecológica a los agricultores, en diferentes cultivos ya sea hortícolas, frutales, a campo abierto o en ambientes atemperados, esto para garantizar la sostenibilidad productiva, seguridad alimenticia y la salud, ya que este producto como tal no es considerado contaminante, ni toxico por el contrario son naturales, benéficos, altamente eficientes y de fácil manejo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Casaca, A. (2005). *El cultivo del pepino - Guías tecnológicas de frutas y vegetales*. Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola PROMOSTA. Banco Interamericano de cooperación para la agricultura (IICA) Costa rica.13p.

CENTA, (2003). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Guía técnica Cultivo del pepino.44 p.

Chilón, C. E. (1997). *Fertilidad del suelo y nutrición de plantas*. Editorial CITAD. Facultad de Agronomía, UMSA. Imprenta Nuevos Tiempos. La Paz, Bolivia.pp.:33-38.

Cotrina, V. (2012). *Cultivo de pepinillo*. Consultado: 23 de febrero de 2015. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1979_07.pdf

Cotrina, F. (1979). *Cultivo del pepinillo*. Ministerio de agricultura. Ed. Barcelona, España.16 p.

Cutili, W, R. (2003). *Efecto de la polinización artificial sobre el rendimiento de tres variedades de*

Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus L.*), municipio de Achocalla.

pepino (*Cucumis sativus L.*). Tesis de grado de UMSA. La Paz – Bolivia. 49 – 69 pp.

EMPROTEC, (2001). Manual Práctico de Uso de EM. Productos del Trópico Húmedo S. A. Costa Rica, 36p.

FAO (1991). *Cultivo protegido en el clima mediterráneo*. Organización para la Agricultura y la Alimentación. Consultado: 12 de septiembre 2013. Disponible en: <http://books.google.com.ec/bo>.

FAO. (1983). *Guía de fertilizantes y nutrición vegetal*. Servicio de fertilizantes y nutrición de las plantas. Vol. IX. Roma. 120 p.

Fornaris, G. (2001). *Conjunto tecnológico para la producción de pepinillo de ensalada. Guía técnica*. Colegio de ciencias agrícolas. Universidad de Puerto Rico. Puerto Rico 17p.

Fuentes, J.L. (1998). *Técnicas de riego*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi Prensa. Impr. España. 44p.

García, F., HONDA, K. GAONA,J. (2000). *Cultivo de pepino de riego. Investigaciones forestales, agrícolas, y pecuarias. Centro de investigaciones regional del campo experimental Zacatepec*. Desplegable informativa nº 20. Zacatepec- Mexico. 6p.

Góngora, E., (2008). *Producción orgánica de tres variedades de pepino bajo condiciones de invernadero*. Tesis de grado. Facultad de ingeniería. Especialidad en ingeniería de invernaderos. Santiago de Querétaro- México.

Higa, T. (2002). *Una Revolución para Salvar la Tierra*. Traducción Ma. Del Mar Riera. EM 3. Research Organization. Okinawa. Japón. Versión en español. 352p

IGM. (2007). *Atlas Digital de Bolivia – La Paz*. Consultado el 30 de noviembre de 2012. Disponible en: www.igmlapaz.com.

INTA, (2005). *Tipos de solarización*. Serie Nº3 Horticultura. Estación Experimental Cultivos Tropicales Yuto -Jujuy.

IICA, (2013). *Guía de manejo de microorganismos eficientes*. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura.

INIDEM, (2001 - 2005). *Plan de Desarrollo Municipal de Achocalla*.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). Sitio Experimental Metepec. Folleto técnico 56 p.

INTA, (2005). *Tipos de solarización*. Serie Nº3. Horticultura. Estación Experimental Cultivos Tropicales Yuto -Jujuy.

Jiménez, A.G.E. (2010). *Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa productora de pepinillo, en la parroquia Sangolqui, cantón Rumiñahui; y su comercialización en la ciudad de Quito*. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. Quito-Ecuador.

Mamani, F. (2006). *Uso del abono residual urbano como insumo de producción de pepinillo (*Cucumis sativus*) El Alto*. Tesis de Grado Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La paz - Bolivia. 75 p.

Maydana, F. (2015). *Evaluación del ritmo de crecimiento y desarrollo de dos variedades de pepinillo (*cucumis sativus*) a diferentes niveles de abono de ovino y su efecto sobre el suelo, en ambiente atemperado en la estación de Cota Cota, La Paz*. Tesis de grado. Facultad de agronomía. La Paz Bolivia.

Oisca, B. I.D, (2009). *Manual Práctico de Uso de EM*. Uruguay: Nº 1.

Perrin, R. et al., (1988). *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos*. Manual de metodología de evaluación agronómica. Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo. 3ra edición. México.

Plata, L. (2013). *Efecto del mulch y la fertilización foliar en la productividad de pepinillo (Cucumissativus L.) bajo carpa solar, en el centro Experimental de cota cota*. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. La paz - Bolivia.83 p.

Quispe, D. G. (2005). *El uso del Biol en la fertilización foliar y radicular en el cultivo de pepinillo (Cucumissativus L.)*. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. La paz-Bolivia 75p.

QUISPE, R. (2003). *Efecto de la fertilización con abonos líquidos orgánicos fermentados en la cañahua*. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz- Bolivia. 89p

Restrepor. (2001). *Elaboración de abonos fermentados y biofertilizantes foliares. Biopreparados, biofertilizantes y biofermentados*

basados en estiércol. ED. Rev. San José, Costa Rica. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).155p.

SENAMHI, (2000). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología La Paz, Bolivia 56 p.

Yaguache P. J., (2014). *Estudio del comportamiento agronómico de cuatro híbridos de pepino (Cucumis sativus); bajo un programa de corte en estado de pepinillos para exportación, en la zona de Babahoyo*. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Los Ríos, Ecuador.

Zamudio B., Reyes A. (2014). *Producción de pepino bajo invernadero en valles altos del estado de México*.

ANEXOS

Tabla 2. Variables de respuesta del pepinillo bajo la aplicación foliar de EM

Variedades de pepinillo	%Emergencia de plántulas	Nº de plántulas emergidas	Nº de plántulas no Emergidas	Nº de plántulas sembradas	Días a la Emergencia
SMR - 58	97,23	105	3	108	6
EUREKA	92,59	100	8	108	9

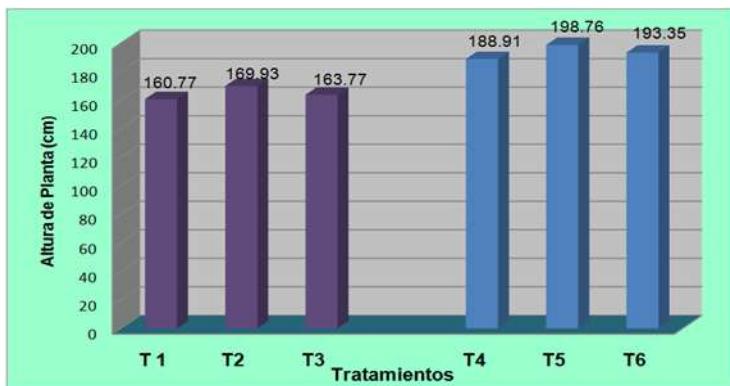


Figura 1. Altura de planta por tratamiento

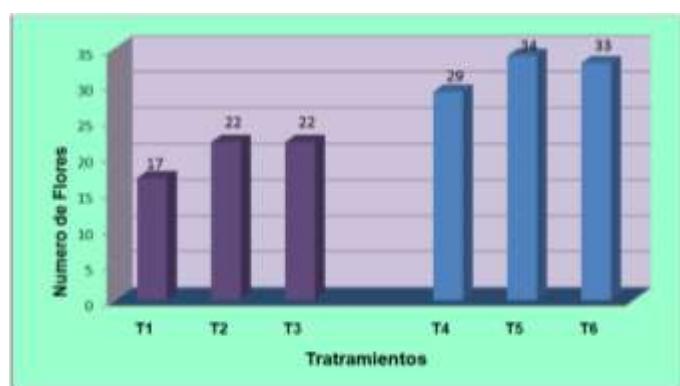


Figura 2. Número de flores por planta.

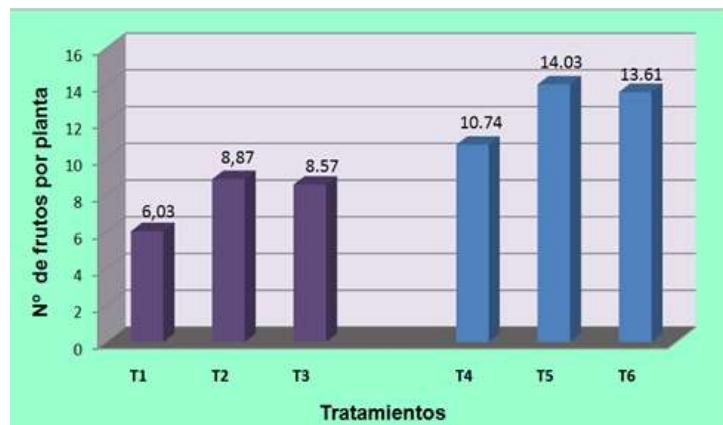


Figura 3. Número de frutos por planta.

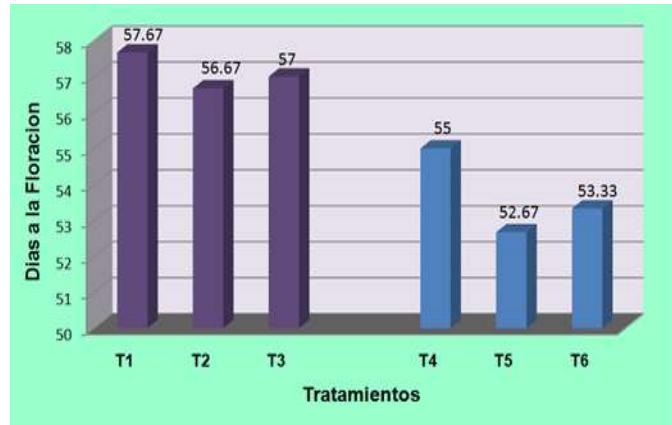


Figura 4. Días a la floración por tratamiento.

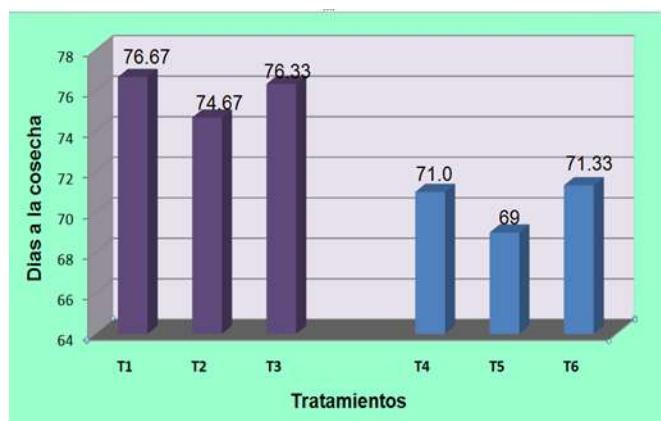


Figura 5. Días a la cosecha por tratamiento.

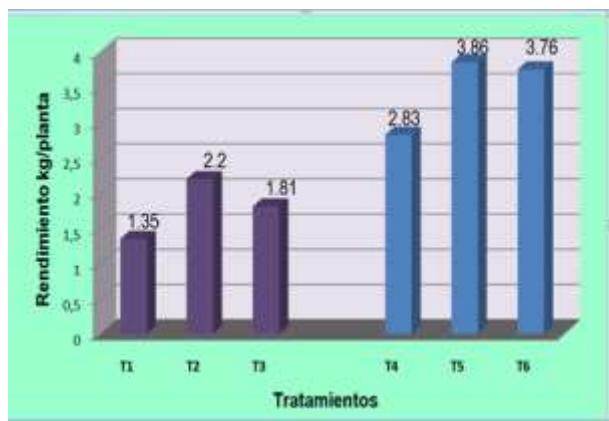


Figura 6. Rendimiento por tratamiento.