

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE UN FERTILIZANTE ORGÁNICO LÍQUIDO
PARA EL CULTIVO DE TOMATE *SOLANUM LYCOPERSICUM* COMO
ALTERNATIVA ECOLÓGICA DE FERTILIZACION, EN EL MUNICIPIO DE
CHACHAGUI, DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

POR:

VICENTE ANDRES TOBAR BASTIDAS I.A.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA "UNAD"
PROGRAMA ESPECIALIZACION EN BIOTECNOLOGIA AGRARIA
SAN JUAN DE PASTO, 2016.

CERTIFICADO

DIRECTOR: Dra. Gloria Cifuentes

AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

Se informa al lector que todos los datos, procedimientos en campo y oficina, así como los resultados y conclusiones obtenidos, son responsabilidad del autor.

AUTORIZACION

El autor del presente trabajo autoriza la publicación del mismo en la Biblioteca Virtual de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia "UNAD", para posteriores consultas de quien lo requiera.

Dedicado a:

Mi Esposa y mi hija,

Mi Familia

Amigos de la UNAD Pasto

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales a los docentes del programa de Biotecnología Agraria por todos sus conocimientos brindados.

A la Dra. Gloria Cifuentes, por su guía en la realización de este trabajo.

Y al Docente Diego Deaza por su colaboración y guía.

RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de la aplicación de un fertilizante orgánico líquido en el cultivo del tomate de mesa *Solanum Lycopersicum*. Teniendo en cuenta las variables productivas: Peso promedio del fruto, Peso total de frutos por planta, Rendimiento en kilos por hectárea y costos de producción. Se evaluaron tres tratamientos y un testigo: fertilizante químico, fertilizante orgánico de elaboración industrial, fertilizante orgánico de elaboración casera y un testigo sin aplicación. Los cuatro tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con dos repeticiones. En las variables estudiadas se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. El fertilizante orgánico casero obtuvo el mejor promedio de peso por fruto de 258 gramos, mejor peso por planta de 3.23 kilos, mejor rendimiento de 73 ton por hectárea y los menores costos de producción al compararlos con los otros tratamientos. El fertilizante orgánico de elaboración casera mostro propiedades benéficas que lo sitúan como una opción tecnológica para una explotación más rentable y sostenible con el medio ambiente.

Palabras claves: Fertilizante, Fertilizante orgánico, Alternativa ecológica, Variables productivas.

ABSTRAC

This study evaluated the effect of applying a liquid organic fertilizer in the cultivation of table tomatoes *Solanum Lycopersicon*. Considering the production variables: average fruit weight, Total weight of fruits per plant, yield in kilos per hectare production costs. They were evaluated to compare three treatments and a witness: chemical fertilizer, organic fertilizer, industrial processing, homemade organic fertilizer and a control without application. The four treatments were distributed in a completely randomized design with two replications. In the studied variables significant differences between treatments were presented. The homemade organic fertilizer had the best average fruit weight of 258 grams, better weight 3.23 kilos per plant, improved performance of 73 tons per hectare and lower production costs when compared with other treatments. The homemade organic fertilizer showed beneficial properties that place it as a technological option for a more profitable and sustainable exploitation of the environment.

Keywords: fertilizer, organic fertilizer, ecological alternative, productive variables.

INDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCION	1
GENERALIDADES Y ANTECEDENTES	2
1.1 Definición del problema	2
1.2 Objetivo general	3
1.3 Justificación	4
MARCO TEORICO	5
2.1 Estado de arte de la investigación	5
2.2 Marco teórico-conceptual	8
2.3 Aspectos metodológicos	12
2.4 Diseño experimental	12
2.5 Variables evaluadas	14
2.6 Material vegetal	15
2.7 Proceso de evaluación	16
2.8 Descripción de tratamientos evaluados	17
2.9 Análisis estadístico	20
2.10 Manejo del cultivo	21
RESULTADOS Y DISCUSION	23
3.1 Análisis de laboratorio del fertilizante orgánico liquido casero	23
3.2 Evaluaciones realizadas	23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
4.1 Conclusiones	33
4.2 Recomendaciones	33
4.3 Investigaciones futuras	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS	38

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Pesos de fruto por tratamiento evaluado	24
Tabla 2. ANAVA para Peso de fruto. Programa R-project 2015.	24
Tabla 3. Test de Normalidad para Peso de fruto. Programa R-project 2015	25
Tabla 4. Prueba de Tukey para Peso de fruto. Programa R-project 2015.	26
Tabla 5. Pesos totales de fruto por planta y por tratamiento evaluado.	26
Tabla 6 ANAVA para Peso de fruto por planta. Programa R-project 2015.	27
Tabla 7. Test de Normalidad para Peso de fruto. Programa R-project 2015	27
Tabla 8. Prueba de Tukey para Peso de fruto por planta. Programa R-project 2015.	28
Tabla 9. Rendimientos por hectárea (kilo/ha) por tratamiento evaluado.	28
Figura 10. ANAVA para Rendimiento. Programa R-project 2015.	29
Tabla 11. Test de Normalidad para Peso de fruto. Programa R-project 2015	29
Tabla 12. Prueba de Tukey para Rendimiento. Programa R- project 2015.	30
Tabla 13. Costos de elaboración de 50 litros de fertilizante orgánico enriquecido.	31
Tabla 14. Precio de Tratamientos químico y orgánico sintético año 2014.	32

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura Nº 1. Germinación de plántulas.	13
Figura Nº 2. Material vegetal en crecimiento.	13
Figura No. 3. Diseño experimental y distribución de tratamientos.	14
Figura No. 4. Tomate Híbrido Jennifer.	16
Figura Nº 5. Materiales para la elaboración del fertilizante orgánico enriquecido.	19
Figura Nº 6. Mezcla y elaboración de fertilizante orgánico enriquecido	19
Figura Nº 7. Filtrado del Fertilizante orgánico para su aplicación foliar	20
Figura Nº 8. Sistema de riego.	22
Figura Nº 9. Efecto exuberante del fertilizante orgánico enriquecido sobre plantas de tomate de meza.	23

LISTAS DE ANEXOS

	Página
Anexo No. 1. Análisis bromatológico del fertilizante orgánico líquido casero.	38

INTRODUCCION

La producción de hortalizas bajo cubierta, en especial, el tomate de mesa, se ha caracterizado por el exceso en la utilización de insumos fertilizantes de síntesis química que proporcionan la nutrición necesaria para obtener grandes volúmenes de producto final. Estas recomendaciones por lo general se obtienen con base a análisis de suelos y, en el peor de los casos, según los comercializadores locales o criterios propios del agricultor.

Lo anterior implica, acumulación de residuos contaminantes en frutos, elevados costos de producción y daño ambiental potencial.

La fertilización orgánica o la utilización de insumos de nutrición ecológicos, de preparación casera o artesanal, se distingue como una solución a la producción más limpia de cultivos. Igualmente, al utilizar insumos de muy bajo costo o desechos de la misma finca, la reducción en los costos de producción se hace evidente y llama la atención de los productores como una opción de rentabilidad agrícola.

Una de las falencias en la aplicación de la tecnología de fertilizantes orgánicos, es la falta de evidencias demostrables al agricultor, de los efectos benéficos de estos insumos en la agricultura.

El presente trabajo pretendió realizar una comparación de insumos de fertilización química, biológica industrial y biológica casera, con el fin de evidenciar los efectos productivos en el cultivo de tomate de mesa *Solanum Lycopersicum*. bajo cubierta, en la zona del Municipio de Chachagui, Departamento de Nariño, Colombia, logrando así tener certezas para formular recomendaciones reales al agricultor.

1. GENERALIDADES Y ANTECEDENTES

1.1 DEFINICION DEL PROBLEMA.

En el departamento de Nariño el cultivo del tomate de mesa bajo invernadero ha logrado un gran crecimiento. La construcción de infraestructuras de protección o cubiertas se han concentrado en los últimos años en los municipios del norte del departamento así como algunos del sur.

El crecimiento de esta modalidad de cultivo se centra en el corto tiempo del cultivo y la generación de ingresos por venta más continuos en comparación a cultivos como el café que son los de mayor presencia en las zonas referidas. Es así como el agricultor ha tomado al cultivo bajo invernadero como alternativa rápida de generación de ingresos complementaria a los cultivos perennes.

Debido a lo anterior se ha creado una problemática general presente en la zona, y que se caracteriza por las siguientes causas y consecuencias:

- Presencia de monocultivos en invernaderos: tomate de mesa
- Problemas fitosanitarios y presencia endémica de plagas y enfermedades que en algunas zonas han motivado el abandono de infraestructuras.
- Costos de producción elevados, generados por los ítems anteriores
- Dependencia del agricultor a la formulación de insumos de síntesis química por parte de almacenes agropecuarios sin previo monitoreo y diagnóstico.
- Probable generación de frutos contaminados para el consumo por exceso de insumos químicos en la producción.

Como posible solución a lo anteriormente nombrado, se pretendió investigar los efectos que, insumos de elaboración casera con ingredientes naturales para nutrición, podrían beneficiar a los cultivos que como el tomate de mesa bajo cubierta no tienen al categorizarlo por los mismos agricultores como ampliamente químico y contaminado.

1.1.1 Problema de investigación.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto la problemática se resume en la producción de tomate de mesa con excesos de insumos de síntesis química, afectando la calidad y propiedades organolépticas del fruto así como la inocuidad para el consumo.

Como solución se planteó la generación de insumos ecológicamente amigables para la producción agrícola, comenzando como lo hace esta investigación, con la nutrición ecológica de cultivos.

1.1.2 Sistematización del problema.

Como pregunta de investigación se planteó la siguiente:

- ¿Qué efecto benéfico sobre el rendimiento en el cultivo de tomate de mesa bajo condiciones protegidas puede tener el FERTILIZANTE ORGANICO ENRIQUECIDO al compararlo con los insumos de síntesis química?

1.2 OBJETIVO GENERAL.

Determinar el efecto de un Fertilizante orgánico enriquecido, mediante un estudio comparativo con un insumo de síntesis química y un bioinsumo comercial, en la producción de un cultivo de tomate de mesa en el municipio de Chachagui, departamento de Nariño.

1.2.1 Objetivos específicos.

- Comparar el efecto sobre la producción en tomate de mesa del fertilizante orgánico enriquecido frente a un insumo de síntesis química y un bioinsumo comercial.
- Determinar la viabilidad del fertilizante orgánico enriquecido como alternativa de nutrición amigable con el ambiente y la inocuidad para el consumo.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

El presente trabajo se justificó en la necesidad de generar alternativas ecológicas de manejo de cultivos, que como el tomate de mesa bajo invernadero, han sobrepasado los límites de contaminación por exceso en aplicaciones de insumos de síntesis química.

En el municipio de Chachagui, lugar de estudio, existen 2.5 hectáreas bajo cubierta, en las cuales trabajan aproximadamente 17 productores de tomate de mesa, los cuales mantienen paquetes tecnológicos de manejo basados 100% en insumos de síntesis química, especialmente en fertilización y control fitosanitario demeritando el producto final por su contaminación residual (Paguatian, 2014).

Por lo anterior, la aplicación de fertilizantes orgánicos enriquecidos surge como alternativa de nutrición más limpia que permite al cultivo absorber naturalmente los elementos necesarios para su desarrollo y producción.

Además la producción de insumos artesanales ecológicos promueve tanto la salud del trabajador como del consumidor, y aminora los costos de producción beneficiando la generación de ingresos del agricultor.

La disminución de costos se evidencia en las materias primas utilizadas para la elaboración de cada tipo de fertilizante orgánico enriquecido. Estas son desechos de animales y elementos fácilmente asequibles en la zona de producción lo cual permite la generación de grandes volúmenes de insumo.

Estudios realizados en diversos lugares del mundo evidencian las ventajas de la utilización de la fertilización orgánica en los cultivos, especialmente en el tomate de mesa como son la estimulación en el desarrollo y vigor de la planta, resalta el color, olor y sabor de la fruta así como que mantiene un rendimiento casi equivalente al manejo químico tradicional pero a bajos costos de producción.

2. MARCO TEORICO

2.1 ESTADO DE ARTE DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes

En un trabajo realizado en Comayagua, Honduras, por Ávila, Marcia y Portillo (2009) llamado *Evaluación de la fertilización orgánica como alternativa suplementaria a la fertilización química en el sistema de producción del cultivo del tomate*. Como objetivo del estudio se pretendía demostrar la efectividad de la fertilización orgánica como suplementaria a la química. Se estudió el efecto de tres programas de fertigacion: una orgánica (te dé bocashi), fertilización química más una enmienda húmica líquida y fertilización 100% química convencional. Como resultados no se detectaron diferencias entre los tratamientos en las variables de rendimiento total, rendimiento comercial y peso de frutos promedio general, pero al realizar el análisis entre cortes se presentaron mayores rendimientos totales con la fertilización química, mayor rendimiento comercial con la fertilización química tanto como con la enmienda húmica y mayor peso de fruto con la fertilización orgánica.

Para Rodríguez *et al.* (2009) en un estudio denominado: *Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero* desarrollado en la UAAAN, Torreón, Coahuila, México. El objetivo del estudio se encamino en determinar si el Té de compost como fertilizante puede sustituir total o parcialmente otras formas de fertilizante en la producción de tomate en invernadero. Realizaron el análisis de tres tratamientos de fertilización: arena + solución nutritiva inorgánica; arena + te de compost y arena + compost + te de compost. No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables de rendimiento y calidad, recomendando al final del estudio que los tratamientos orgánicos son una alternativa económica para el agricultor.

Rangel *et al.* (2011) en su estudio: *Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero*, realizado en el Instituto Tecnológico de Torreón, México, y que tuvo como objetivo evaluar el efecto de soluciones nutritivas orgánicas sobre el rendimiento y la calidad del tomate producido en invernadero

determinaron con la factibilidad de soluciones orgánicas como fuente de nutrientes para tomate de invernadero, aplicaron cuatro tratamientos: un testigo inorgánico y tres fuentes orgánicas sobre las variables de rendimiento y calidad de fruto. Como resultados se obtuvieron mayores rendimientos con la solución inorgánica con respecto a las fuentes orgánicas, pero estas últimas se mostraron como alternativa económica para la obtención de buenos resultados de cosecha.

Cifuentes *et al.* (2013) en una investigación llevada a cabo en Sololá, Guatemala, y que tenía como objetivo evaluar cuatro mezclas de compost y fertilizante inorgánico en relación a la productividad y la calidad del tomate bajo invernadero, concluyó que la sustitución parcial del fertilizante inorgánico por compost tendió a reducir el rendimiento del tomate pero no afectó su calidad y por el contrario aumentó el contenido de licopeno en los frutos.

En una evaluación realizada por Rodríguez (2005) se fijó como objetivo conocer el efecto que tienen los biofertilizantes sobre la productividad del tomate, se investigó la influencia de *Azotobacter Chroococcum* con y sin inoculación de *Glomus spp* en semillero y en campo con y sin estiércol ovino. Como conclusión se comprobó el efecto bioestimulante y biofertilizante de los productos ensayados y su acción más marcada cuando se emplean de forma combinada.

Terry & Ruiz & Ruiz (2008) desarrollaron un estudio denominado: Evaluación de bioproductos para la producción de tomate bajo sistema de cultivo protegido, la cual se llevó a cabo para estudiar el efecto de las micorrizas y análogos de brasinoesteroides. Contó con siete tratamientos con aplicaciones simples y combinadas de los productos a evaluar y fertilizantes minerales. El tratamiento micorrizas – brasinoesteroides (50%) + Fertilizantes minerales (50%) obtuvo los mejores resultados en número de racimos, número de frutos por planta y rendimiento agrícola, disminuyendo al 50% la fertilización mineral tradicional.

En una evaluación realizada por Mendoza *et al.* (2003) se evaluó el efecto del lombricompost, la gallinaza y la combinación de ambos complementada con la solución orgánica BIOAGRO[®] en la producción de tomate en invernadero. Como variables de estudio se tuvieron en cuenta: rendimiento, índice de eficiencia de

productividad (IEP), de eficiencia del agua (IEA), de eficiencia de fertilizante (IEF), de productividad modificada (IPM) y el número de plantas enfermas, de nematodos y de frutos infestados por plagas. Los tratamientos con mayor rendimiento e índices de eficiencia fueron: gallinaza a dosis de 1,93 kg/m² y 1,66 kg/m² y la mezcla de lombricompost + gallinaza 1,27 Kg/m². Los tratamientos con Lombricompost fueron los más afectados por enfermedades mientras que la mezcla lombricompost + gallinaza fue afectada por plagas.

Martínez *et al.* (2009) realizaron una investigación que tuvo como objetivo evaluar la aportación de nitrógeno y otros nutrimentos en el te de composta para producir tomate en invernadero. Se evaluaron cuatro tipos de fertilización: solución nutritiva, te de composta, te de composta diluido y aplicación fraccionada de composta, tratamientos que se aplicaron a tres genotipos de tomate: Bosquy, Romina y PX01636262. Se evaluó hasta el octavo racimo cosechado. Como resultados se presentaron que el tratamiento con solución nutritiva tuvo el mayor rendimiento con 21,8 kg/m², mientras que el te de composta rindió 17% menos. La concentración de nitrógeno foliar al inicio de floración e inicio de cosecha fue igual para los tratamientos de solución nutritiva y te de composta mostrando la capacidad de este último para abastecer de nitrógeno y otros nutrimentos al cultivo, logrando producir más de 18 kg/m² de fruto extra grande con menores costos en fertilización.

Márquez *et al.* (2012) realizaron un estudio sobre el rendimiento y la calidad del tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de varios tratamientos de fertilización en la producción orgánica de tomate. El estudio se realizó sobre un mismo sustrato resultado de la combinación de 50% de composta + 50% de arena en un diseño completamente al azar. Los tratamientos son la aplicación de una mezcla orgánica de micro elementos, mezcla orgánica de macro elementos y una mezcla inorgánica de macro elementos. Como resultados se obtuvo que la mezcla de macro elementos orgánicos fue superior en un 37.1% al testigo en las variables de rendimiento, altura de planta y calidad del fruto, lo cual fue similar al tratamiento con macro elementos inorgánicos. Esto

determina que los tratamientos orgánicos son una alternativa de sostenibilidad para el agricultor.

Finalmente, Cano *et al.* (2004), realizaron dos experimentos sobre producción orgánica de tomate bajo invernadero con el objetivo de verificar el comportamiento de genotipos de tomate de mesa con la aplicación de compostas y vermicompostas. El estudio se realizó en la Comarca Lagunera, México. El primer experimento determino el efecto de la mezcla de vermicomposta con arena como sustrato en el desarrollo del cultivo dando como resultado que el tratamiento de 50% de vermicomposta tuvo los mejores rendimientos con 173.6 ton/ha. El segundo experimento con un diseño completamente al azar y arreglo trifactorial (composta; sustratos inertes; niveles de composta) 2x2x4 dando lugar a 16 tratamientos, como resultados se apreciaron que el testigo (arena más fertirrigación química) fue superior en un 30.9% al mejor de los tratamientos orgánicos que fue la mezcla de 50% de vermicomposta con 54.08 Ton/ha.

2.2 MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL.

2.2.1 Nutrición vegetal

Bonilla (2001) afirma que las necesidades nutricionales de las plantas se estudian en forma separada en dos grandes grupos: nutrientes orgánicos e inorgánicos. Los primeros representan el 90 y 95% del peso seco de las plantas y están constituidos por los elementos carbono, oxígeno e hidrógeno obtenidos a partir del CO₂ de la atmósfera y del agua del suelo, el restante 5 a 10% constituye la denominada fracción mineral.

2.2.2 Función y comportamiento de la nutrición en las plantas

Según Clavijo (1994), las plantas sintetizan para su crecimiento y desarrollo 13 nutrientes minerales a saber: nitrógeno, fósforo, azufre, magnesio, calcio, potasio, hierro, manganeso, cobre, zinc, molibdeno, boro y cloro, y las funciones específicas y esenciales que cumplen en el metabolismo vegetal se describen a continuación:

- Constitución de estructuras orgánicas

- Activación de reacciones enzimáticas
- Almacenamiento y transferencia de energía
- Transporte de cargas y osmorregulación
- El dióxido de carbono y el agua conforman los carbohidratos los cuales constituyen el esqueleto o estructura de las plantas y son una fuente de energía metabólica.

2.2.3 Aspectos importantes de la nutrición de las plantas.

Garate y Bonilla 2001 afirman que el crecimiento de las plantas depende de la regulación génica, factores edafoclimáticos y el contenido de nutrientes minerales en el suelo. En cuanto al diagnóstico de la nutrición los autores convergen en que el análisis de suelos y el análisis foliar son herramientas esenciales para determinar el contenido nutricional del suelo y la planta. Igualmente los métodos de suministro de nutrientes abordan métodos como la fertirrigación, los quelatos, enmiendas orgánicas y fertilización biológica con ayuda de Micorrizas y Rhizobium

2.2.4 Necesidades nutricionales del tomate de mesa.

Jaramillo et al (2006) dicen que se debe tener en cuenta que el tomate es una planta exigente en nutrientes; requiere de una alta disponibilidad de N, P, K, Ca, B, Zn. Igualmente manifiesta que en el momento de trasplante a floración la relación nitrógeno y potasio debe ser de 1:1, mientras que en producción la relación cambia a 1:2 y 1:3, debido a que el potasio contribuye al llenado y maduración de frutos.

Según Jaramillo et al (2007) en general para el cultivo de tomate bajo invernadero se recomiendan las siguientes cantidades: nitrógeno 300 – 600 kg/ha; fósforo 400 – 800 kg/ha y potasio 600 a 1100 kg/ha.

2.2.5 Deficiencias nutricionales del tomate que afectan la calidad del fruto.

Los elementos nutrientes, cuando son deficientes, afectan directa o indirectamente el desarrollo y calidad final del fruto de tomate. Se nombran a continuación según Jaramillo *et al* (2006), algunas deficiencias de interés en la calidad del fruto:

- **Nitrógeno:** por caída prematura de flores no hay fruto posteriormente, fruto que se forma se queda pequeño afectando calidad.
- **Fósforo:** su deficiencia presenta poca floración y cuajado de frutos, retardo en la floración, caída de flores y frutos o maduración tardía.
- **Potasio:** frutos presentan maduración irregular, reducción de tamaño y calidad por pocos sólidos solubles, maduración manchada (Biotchy rippening).
- **Calcio:** afecta a calidad del fruto por la presencia de podredumbre apical lo que se conoce como "Culillo".
- **Hierro:** caída de flores.
- **Manganeso:** poco desarrollo de flores y frutos.
- **Zinc:** aborto de flores, frutos pequeños y maduración prematura.
- **Boro:** caída de flores y frutos con áreas corchosas alrededor del punto de abscisión.
- **Cobre:** no hay producción de flores.

2.2.6 Fertilizante orgánico líquido y componentes.

Berrú (2012), comenta que los fertilizantes orgánicos líquidos como el biol son insumos de carácter orgánico debido a su principal componente que es la materia orgánica presente en el estiércol animal o en otras formas de residuos y que por un simple proceso de fermentación en agua, los ingredientes se degradan transformándose en un caldo rico en nutrientes asimilables por las plantas además de llevar una carga de microorganismos benéficos para el suelo y los cultivos.

Presentan las siguientes ventajas frente a los abonos orgánicos sólidos:

- Facilidad de elaboración, empaque y transporte.
- Facilidad de aplicación
- Absorción por vía radical y foliar
- Aplicación por sistemas de riego
- Bajas dosis
- Efectos inmediatos por la rápida absorción de nutrientes.

Para Restrepo (2002) los ingredientes principales en la elaboración de biofertilizantes son:

- Estiércol de vaca: aporta microorganismos responsables de la degradación de los elementos del bioinsumo.
- Leche o suero: proteínas, vitaminas y grasa para la formación de otros compuestos orgánicos dentro de la fermentación.
- Melaza o jugo de caña: fuente de energía que activa el metabolismo microbiológico, aporta boro y magnesio
- Ceniza de leña: fuente de minerales como calcio y potasio
- Agua sin tratar: medio donde se realizan todas las reacciones bioenergéticas del proceso.
- Sales minerales: fuente mineral de nutrientes, enriquece el biopreparado.

2.2.7 Efectos del fertilizante orgánico líquido sobre la planta.

Según Almaguer *et al* (2012) en un estudio denominado: evaluación del efecto del humus líquido, obtenido por tres métodos, en condiciones de maseta y de campo, utilizando maíz y remolacha azucarera, determinaron la generalidad de los efectos que los biofertilizantes realizan sobre las plantas.

Favorecieron características fenológicas del maíz como: peso seco, altura de planta y volumen de raíz. Según el estudio, el efecto está relacionado con el aporte de nutrimentos de forma foliar además de una acción bioestimuladora sobre la planta.

En remolacha azucarera se incrementaron los rendimientos debido, al igual que en el maíz, a la presencia de nutrientes disponibles y de fácil absorción sumado a la bioestimulación de la planta. Estos resultados fueron acordes a la revisión bibliográfica hecha por los autores donde se demuestra los mismos resultados en cultivos de tomate y pepino donde hubo mayor cantidad de frutos por área y rendimiento.

2.3 ASPECTOS METODOLOGICOS

2.3.1 Diseño de investigación

2.3.1.1 Hipótesis

H₀: No hay diferencias significativas en los efectos del fertilizante orgánico enriquecido de elaboración casera sobre el cultivo de tomate de mesa, al compararlo con insumos comerciales de síntesis química y bioinsumos comerciales.

H₁: Hay efectos positivos del fertilizante orgánico enriquecido de elaboración casera sobre las variables de peso promedio de frutos, peso total de los frutos por planta, rendimiento en kilos por hectárea y los costos de producción en el cultivo de tomate de mesa, al compararlo con insumos comerciales de síntesis química y bioinsumos comerciales.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro tratamientos y dos repeticiones por el límite del área de estudio.

La infraestructura para el estudio es un invernadero tradicional de guadua y plástico calibre 7 como cubierta, tiene un área de 120 metros cuadrados con capacidad para 400 plantas de tomate de mesa que fue la población objeto de los tratamientos evaluados.

La siembra del cultivo se hizo en suelo con preparación por canaletas (preparación profunda del surco) y por surcos sencillos.

La figura número uno muestra la germinación del material vegetal utilizado en el presente estudio.



Figura N° 1. Germinación de plántulas. Fuente Autor.

La distribución fue en 16 surcos de 25 plantas separadas a 40 centímetros una de otra. El área de cada tratamiento fue de dos surcos con dos repeticiones por tratamiento.

La figura número dos muestra el cultivo establecido y en crecimiento por tratamientos.



Figura N° 2. Material vegetal en crecimiento. Fuente Autor

El tratamiento testigo no tuvo aplicaciones foliares solo por fertirriego.

Los tratamientos iniciaron a aplicarse a partir de floración (50% de flores abiertas en el área de cultivo) debido a que los tratamientos se les evaluó su efecto en cuaje y desarrollo de fruto, lo cual permitió medir los efectos en las variables a evaluar.

2.5 VARIABLES EVALUADAS.

En un ciclo productivo de 5 meses (siembra a cosecha) se evaluaron las siguientes variables:

- Peso promedio del fruto
- Peso total de frutos por planta
- Rendimiento
- Costos

El presente trabajo es una investigación cuantitativa que midió el efecto nutritivo de un fertilizante orgánico líquido en el desarrollo y producción de un cultivo de tomate de mesa.

La figura número tres muestra la distribución de los tratamientos evaluados dentro del lote bajo invernadero.

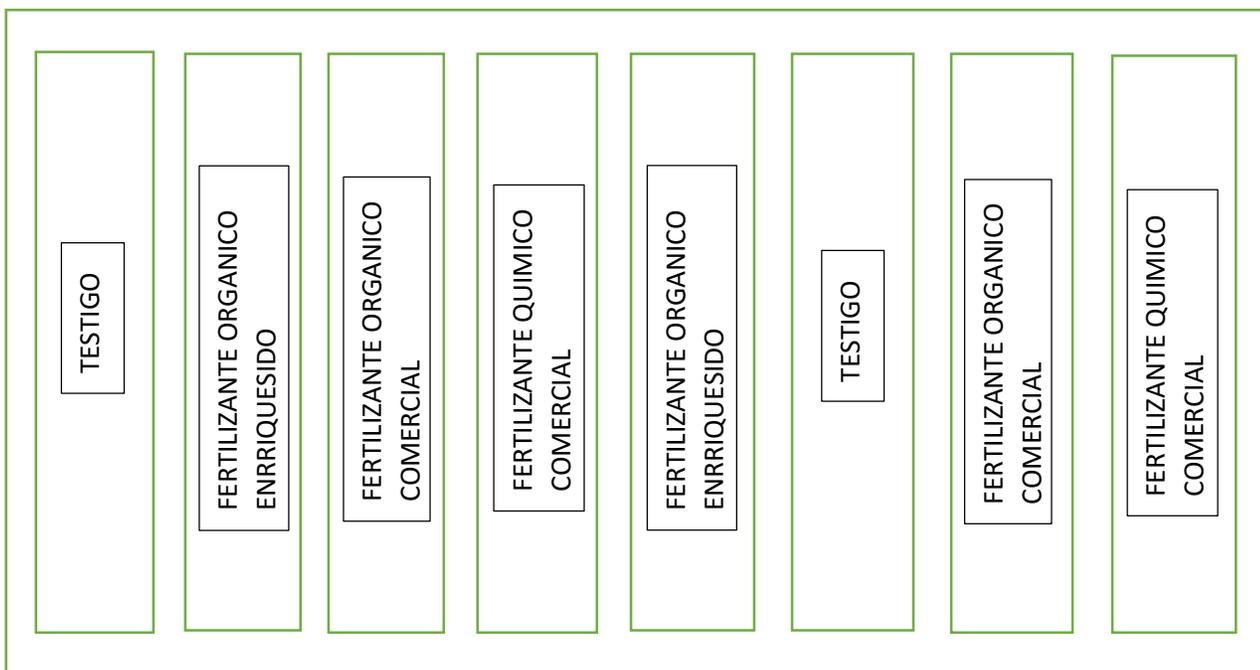


Figura No. 3. Diseño experimental y distribución de tratamientos.

El diseño experimental se realizó con cuatro tratamientos:

T1: Fertilizante orgánico enriquecido

T2: Fertilizante orgánico comercial

T3: Fertilizante químico comercial

Testigo sin aplicaciones

Distribuidos estrictamente al azar en ocho parcelas, dos por cada tratamiento, resultando en dos repeticiones debido al tamaño reducido del lote bajo cubierta.

El invernadero de la finca tiene un área de 120 metros cuadrados con capacidad para 400 plantas de tomate de mesa, está construido (modelo tradicional en la zona) en guadua con bases de cemento y plástico calibre 7 como material de cubierta. El sistema de riego está compuesto de 4 módulos con 4 líneas de cinta de goteo, lo cual nos brinda la oportunidad de separar exactamente los tratamientos del estudio.

2.6 MATERIAL VEGETAL.

Se estableció el cultivo de tomate de mesa tipo milano larga vida como objeto de aplicación del estudio. Como híbrido seleccionado se encuentra Jennifer de la casa SAKATA^R, por ser el común preferido por los agricultores de la región, sus características son:

- Híbrido de crecimiento indeterminado
- Frutos uniformes, con peso promedio de 240 a 280 g
- Frutos muy firmes, de excelente conservación post-cosecha
- Alto nivel de resistente a *Verticillium dahliae* raza 1, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* razas 1 y 2, ToMV estirpe Tm 1, *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incógnita* razas 1,2,3, y 4
- La planta mantiene el calibre y formato de los frutos en los racimos superiores
- Planta vigorosa de excelente adaptación a diferentes condiciones de clima y suelo.

- Híbrido de grandes rendimientos y alta productividad a campo abierto y bajo cubierta

En la figura número cuatro se indica la imagen de un fruto del material seleccionado para el estudio.



Figura No 4. Tomate Híbrido Jennifer. Fuente: <http://andinaseed.com/>

Según Jaramillo *et al* (2006) los requerimientos de temperatura para el cultivo del tomate oscilan entre 18 y 28 grados centígrados, la humedad entre 60 y 80 %, luz se 8 a 16 horas al día y suelos con pH de 5.8 a 6.8, con materia orgánica por encima del 5%, texturas francas a francas arcillosas y buen contenido de nutrientes.

2.7 PROCESO DE EVALUACIÓN.

El proceso de evaluación se caracterizó por ser cuantitativo y de investigación evaluativa ya que pretende analizar los efectos de una intervención que, en este caso, es la comparación de diferentes insumos para la nutrición foliar en el cultivo del tomate de mesa.

Cada insumo fue catalogado como tratamiento y se aplicaron desde la época de floración del cultivo donde la fertilización foliar es determinante para el cuaje y llenado de frutos.

Los insumos evaluados son: fertilizante orgánico enriquecido, bioinsumo comercial, un insumo de síntesis química comercial y un testigo con cero aplicaciones foliares.

2.8 DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS EVALUADOS.

2.8.1 TRATAMIENTO 1: MICROCOLJAP NPK ®

Fertilizante foliar y de aplicación por fertirriego, compuesto por macro y micro nutrientes para una nutrición completa en etapas de desarrollo vegetativo, cuajado y desarrollo de frutos.

Para la presente evaluación se aplicó en dosis de 5 centímetros cúbicos por litro de agua.

COMPOSICION GARANTIZADA	
ELEMENTO	g/L
Nitrógeno Total (N)	160.0
Nitrógeno Amoniacal (N)	95.0
Nitrógeno Nítrico (N)	24.0
Nitrógeno Uréico (N)	41.0
Fósforo Asimilable (P ₂ O ₅)	160.0
Potasio Soluble en Agua (K ₂ O)	120.0
Azufre Total (S)	30.0
Boro (B)	10.0
Cobalto (Co)	0.05
Cobre (Cu)	0.20
Hierro (Fe)	0.50
Manganeso (Mn)	0.40
Molibdeno (Mo)	0.02
Zinc (Zn)	10.0

Fuente: Tomado de

http://www.arysta.com.co/images/stories/pdf_Nutricin/MICROCOLJAPNPK_Fichatecnica010805.pdf

2.8.2 TRATAMIENTO 2: BIOSYME ®

Fertilizante foliar orgánico – mineral a base de micronutrientes y moléculas biológicamente activas que actúan como estimulantes de procesos metabólicos y fisiológicos de las plantas.

En la presente evaluación se utilizaron dosis de 1 centímetro cubico por litro de agua por su alta concentración.

COMPOSICION GARANTIZADA

ELEMENTO	g/L
Magnesio soluble en agua (MgO)	2.53
Azufre soluble en agua (S)	6.00
Boro soluble en agua (B)	3.30
Hierro soluble en agua (Fe)	5.39
Manganeso soluble en agua (Mn)	1.32
Zinc soluble en agua (Zn)	4.07
Carbón Orgánico Oxidable Total (COOT)	76.80

Enterobacterias < 10 UFC/G
Salmonella sp Ausencia / 25 ml

Fuente: Tomado de

http://www.arysta.com.co/images/stories/pdf_herbicidas/BIOZYMETF_fichatecnica_11110_9.pdf

2.8.3 TRATAMIENTO 3: FERTILIZANTE ORGANICO ENRIQUECIDO

Fertilizante foliar y para fertirriego de elaboración casera, a base de material orgánico y enriquecido con sales minerales (micronutrientes). No tiene registro de estudios de comparación y efectos en cultivos. Es recomendado por los HOGARES JUVENILES CAMPESINOS como fertilizante foliar para cultivos de tomate de mesa y brécol.

La dosis del compuesto según la referencia bibliográfica es de 12.5 centímetros cúbicos por litro la cual se aplicó en el presente estudio.

Ingredientes: estiércol fresco de vacuno, melaza, leche, ceniza, cal dolomítica, Fosforita Huila, bórax, zinc, hierro y manganeso.

La figura número cinco muestra los materiales utilizados para la preparación del fertilizante orgánico enriquecido, tratamiento evaluado.



Figura N° 5. Materiales para la elaboración del fertilizante orgánico enriquecido.

Para el presente estudio se realizó la preparación del fertilizante orgánico enriquecido según la receta original y posteriormente se hizo un análisis de laboratorio para determinar la cantidad de nutrientes finales después del proceso de elaboración.

Las figuras seis y siete indican los procesos de mezcla final de ingredientes y filtrado del fertilizante orgánico enriquecido.



Figura N° 6. Mezcla y elaboración de fertilizante orgánico enriquecido. Fuente

Autor



Figura N° 7. Filtrado del Fertilizante orgánico para su aplicación foliar. Fuente Autor.

2.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para el análisis de resultados se aplicó un análisis de varianza, y el procesamiento de datos se desarrolló en el programa R-project Versión 3.2.4 para Windows, para así determinar las diferencias significativas entre los tratamientos a evaluar, con lo cual se definió los efectos de los tratamientos sobre las variables de cultivo: peso promedio de fruto, peso total de frutos por planta y rendimiento, mostrando así la mejor opción de fertilización para cultivos y buscando siempre la inocuidad del producto.

Igualmente se hizo necesario definir la diferencia entre los valores de costos de producción que afecta cada tratamiento en la inversión del cultivo.

El análisis anterior pretendió arrojar una opción tecnológica limpia y no costosa como alternativa para los productores del municipio de Chachagui en el departamento de Nariño.

2.10 MANEJO DEL CULTIVO.

2.10.1. Fertilización.

Al cultivo de tomate de mesa Jennifer se le realizó un plan de fertilización que se considera común en la zona de producción. Esta labor se realizó vía edáfica y por fertirriego sin afectar los resultados de los tratamientos foliares a evaluar.

A los cinco (5) días después de siembra se diluyeron 350 gramos de un fertilizante completo rico en fósforo como lo es 13 – 26 - 6 en 30 litros de agua dejándolo de un día para otro. La dilución se aplicó al cultivo en forma de vaceado (se utiliza un vaso plástico) otorgando una dosis de 200 cc de solución por planta. La disolución de este método no se aplica por medio del sistema de riego para evitar taponamientos de los goteros. Se suspendió a partir de la floración en un 50% del lote. El periodo de aplicación era semanal.

Igualmente a partir de los cinco días después de siembra, por medio del sistema de riego, se distribuye SULFATO DE MAGNESIO en dosis de 250 gramos por tanque de 1000 litros. Esta dosis cubre la demanda de riego en un día y en un periodo de dos aplicaciones en la mañana y en la tarde. El periodo de aplicación era semanal.

Por naturaleza el tomate de mesa es ávido en Calcio, por lo cual a partir del día 31 después de siembra, se utilizó CALCIO LIQUIDO en dosis de 350 centímetros cúbicos diluidos en el tanque de 1000 litros y distribuidos por el sistema de riego. El periodo de aplicación era semanal.

A partir del día 41 después de siembra que coincide con el 50 % de floración se inició la aplicación de llenado y producción. Se aplicó SULFATO DE POTASIO en dosis de un kilo diluido en tanque de 1000 litros y distribuido por el sistema de riego, El periodo de aplicación era semanal.

También se continuó con adiciones de CALCIO LIQUIDO y SULFATO DE MAGNESIO incrementando las dosis a 500 y 350 centímetros cúbicos respectivamente para colaborar con el cuajado y llenado de frutos. Estos productos se distribuyeron en días diferentes de la semana.

2.10.2. Manejo fitosanitario.

Igualmente el manejo fitosanitario se realizó con método calendario, donde cada ocho días se aplica la misma mezcla para darle un periodo de protección al cultivo.

Para la protección contra plagas se utilizó CIPERMETRINA en dosis de 25 cc/ bomba de 20 litros, este producto por su amplio espectro ejercía un control mayoritario de posibles plagas en el cultivo.

El producto MANCOZEB, como fungicida preventivo se escogió también por su amplio espectro, utilizándose en dosis de 20 gramos/ bomba de 20 litros.

De igual manera el bactericida KASUMIN, se utilizó para prevenir posible ataque de bacterias en el cultivo, aplicándose dosis de 20 cc/ bomba de 20 litros.

En la segunda semana del periodo de cultivo se presentó un ataque de Cogollero por la presencia de un cultivo de maíz aledaño al lote de evaluación, para lo cual se aplicaron productos fitosanitarios específicos.

2.10.3. Riego.

El riego, como lo aplican los agricultores, se realizó en tandas de 10 minutos en la mañana y 10 en la tarde. Los días que se aplica fertirriego solo se adiciona agua en la tarde durante 10 minutos.

En la figura número ocho se indica el sistema de riego utilizado en el estudio.



Figura N° 8. Sistema de riego. Fuente Autor.

3. RESULTADOS Y DISCUSION.

3.1 ANÁLISIS DE LABORATORIO DEL FERTILIZANTE ORGÁNICO LIQUIDO CASERO.

Elaborado el fertilizante orgánico, se llevó al laboratorio de suelos de la Universidad de Nariño, una muestra para realizar un análisis bromatológico y determinar las cantidades resultantes de nutrientes en el compuesto después del proceso de fabricación del abono líquido.

Como lo muestra el anexo 1, en el fertilizante orgánico enriquecido de elaboración casera hay altos contenidos de Calcio, potasio y zinc que estimulan al cuajado y llenado de frutos además de resistencia a enfermedades.

3.2 EVALUACIONES REALIZADAS.

Para la medición de variables, se llegó a etapa de cosecha, realizando 11 pases en el tiempo transcurrido, posteriormente se realizó el pesaje de lo producido por cada tratamiento y los cálculos a realizar, determinando así los resultados que a continuación se presentan.

En la figura número nueve se indica la exuberancia del cultivo provocada por el efecto del fertilizante orgánico enriquecido.



Figura N° 9. Efecto exuberante del fertilizante orgánico enriquecido sobre plantas de tomate de mesa. Fuente Autor.

3.2.1 Peso promedio del fruto.

Para la variable peso promedio de fruto se determinaron las diferencias entre tratamientos a través del análisis de varianza y la prueba de Tukey aplicando el 5% de confiabilidad.

En la tabla 1 se aprecian los pesos de fruto por tratamiento evaluado en el transcurso de los pases de cosecha.

Tabla 1. Pesos de fruto por tratamiento evaluado.

REPETICION	TRATAMIENTOS			
	COLJAP	BIOZYME	FEOREN	TESTIGO
1	241	247	258	235
2	240	243	253	232

FEOREN: FERTILIZANTE ORGANICO ENRIQUECIDO

El análisis de varianza muestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos, determinando los efectos de la capacidad de nutrición de algunos de los tratamientos sobre la variable de estudio. Tabla 2.

Tabla 2. ANAVA para Peso de fruto. Programa R-project 2015 versión 3.2.4 for windows.

```

      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Tratamiento  3  582.5  194.17  155.3 0.000135 ***
Residuals    4    5.0    1.25
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> library(lmtest)

```

Se valida supuestos de normalidad. Tabla 3.

Tabla 3. Test de Normalidad para Peso de fruto. Programa R-project 2015 versión 3.2.4 for windows.

```

                Durbin-Watson test

data:  fit1
DW = 3.45, p-value = 0.9542
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0

> bptest(fit1)

                studentized Breusch-Pagan test

data:  fit1
BP = 8, df = 3, p-value = 0.04601

> shapiro.test(fit1$residuals)

                Shapiro-Wilk normality test

data:  fit1$residuals
W = 0.86056, p-value = 0.1216

> library(agricolae)
> prueba=HSD.test(fit1,'Tratamiento')
~ ~~~~~

```

Comprobada la normalidad se desarrollan las pruebas de comparación de medias.

La prueba de Tukey (tabla 4) para la variable peso promedio de frutos el tratamiento de fertilizante orgánico enriquecido muestra mayores efectos en comparación al testigo y al tratamiento químico. Coincidiendo con el estudio llevado por Márquez et al (2012) donde la mejor calidad de frutos se obtuvo con componentes orgánicos, además el balance de nutrientes y la materia orgánica que posee el fertilizante orgánico actúa como biostimulante como lo afirma Almaguer *et al* (2012) en su estudio de efectos del humus líquido en las plantas.

Tabla 4. Prueba de Tukey para Peso de fruto. Programa R-project 2015 versión 3.2.4 for windows.

```

>groups
      trt means M
1 FEOREM 257.5 a
2 BIOSYME 248.0 b
3 COLJAP  241.0 c
4 TESTIGO 234.5 d

```

3.2.2 Peso total de frutos por planta.

Se determinaron las diferencias de entre tratamientos aplicando el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable peso total de frutos por planta.

En la tabla 5 se aprecian los pesos totales de fruto por planta y por tratamiento evaluado en el transcurso de los pases de cosecha.

Tabla 5. Pesos totales de fruto por planta y por tratamiento evaluado.

REPETICION	TRATAMIENTOS			
	COLJAP	BIOZYME	FEOREN	TESTIGO
1	2,58	2,70	3,23	2,36
2	2,54	2,68	3,20	2,34

FEOREN: FERTILIZANTE ORGANICO ENRIQUECIDO

Para la variable peso total de frutos por planta hay diferencias significativas entre tratamientos, determinando los efectos de la capacidad de nutrición de algunos de los tratamientos sobre la variable de estudio. Tabla 6.

Tabla 6 ANAVA para Peso de fruto por planta. Programa R-project 2015 versión 3.2.4 for windows.

```

              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  3  0.8355  0.27851    9.633 0.0266 *
Residuals    4  0.1157  0.02891
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Se constata con una confianza del 95% que hay diferencias entre tratamientos, y se pasa a comparar la normalidad de los datos. Tabla 7.

Tabla 7. Test de Normalidad para Peso de fruto. Programa R-project 2015 versión 3.2.4 for windows.

```

> dwtest(fit1)

      Durbin-Watson test

data:  fit1
DW = 3.3638, p-value = 0.9272
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0

> bptest(fit1)

      studentized Breusch-Pagan test

data:  fit1
BP = 8, df = 3, p-value = 0.04601

> shapiro.test(fit1$residuals)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  fit1$residuals
W = 0.87039, p-value = 0.152

> library(agricolae)
> prueba=HSD.test(fit1.'Tratamiento')

```

Se comprueba la normalidad de los datos para pasar a la comparación de medias.

En la prueba de Tukey (Tabla 8), se demostró que el fertilizante orgánico mostro los mejores efectos sobre peso de frutos totales mientras que el tratamiento químico y el testigo tuvieron los pesos más bajos.

El BIOZYME como tratamiento orgánico de fábrica posee características similares al fertilizante enriquecido, pero en la variable de estudio obtuvo pesos más bajos.

Al igual que la variable de peso promedio de fruto, se explica que la bioestimulación de la materia orgánica y el balance de nutrientes en el fertilizante orgánico son efectos que mejoran peso y rendimientos según Almaguer *et al* (2012).

Tabla 8. Prueba de Tukey para Peso de fruto por planta. Programa R-project 2015 versión 3.2.4 for windows.

```

$groups
      trt means M
1 FEOREM 3.230 a
2 BIOSYME 2.680 ab
3 COLJAP  2.555 ab
4 TESTIGO 2.360 b

```

3.2.3 Rendimiento.

En la tabla 9 se aprecian los rendimientos por hectárea de cada uno de los tratamientos evaluados en el transcurso de los pases de cosecha.

Tabla 9. Rendimientos por hectárea (kilo/ha) por tratamiento evaluado.

REPETICION	COLJAP	BIOZYME	FEOREN	TESTIGO
1	58636	61364	73409	53636
2	57727	60909	72727	53182

FEOREN: FERTILIZANTE ORGANICO ENRIQUECIDO

Se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey para determinar las diferencias entre tratamientos en la variable rendimiento.

El análisis de varianza muestra que hay diferencias significativas entre tratamientos, determinando los efectos de la capacidad de nutrición de algunos de los tratamientos sobre la variable de estudio. Tabla 10.

Figura 10. ANAVA para Rendimiento. Programa R-project 2015 versión 3.2.4 for windows.

```

              Df    Sum Sq   Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  3 431597191 143865730   9.634 0.0266 *
Residuals    4  59734339  14933585
---

```

Se constata que hay diferencias entre tratamientos con una confianza del 95%, pasando a verificar normalidad.

Tabla 11. Test de Normalidad para Peso de fruto. Programa R-project 2015 versión 3.2.4 for windows

```

              Durbin-Watson test

data: fit1
DW = 3.3638, p-value = 0.9272
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0

> bptest(fit1)

              studentized Breusch-Pagan test

data: fit1
BP = 8, df = 3, p-value = 0.04601

> shapiro.test(fit1$residuals)

              Shapiro-Wilk normality test

data: fit1$residuals
W = 0.87038, p-value = 0.152

> library(agricolae)

```

En la prueba de Tukey (Tabla 12) El mejor tratamiento es el fertilizante enriquecido con 72727 kilos/ha y los menores resultados los muestran el tratamiento químico y el testigo con 57727 y 53182 kilos/ha respectivamente.

Lo anterior se explica con los mejores resultados que en variables como peso promedio de fruto y peso total de frutos por planta muestra el tratamiento de fertilizante enriquecido y por lo cual los rendimientos finales serán más altos. Esto podría deberse al balance de nutrientes del insumo orgánico junto con la bioestimulación que este realiza a la planta mejorando su estado productivo de acuerdo con autores como Almaguer *et al* (2012) y Márquez *et al* (2012).

Tabla 12. Prueba de Tukey para Rendimiento. Programa R- project 2015 versión 3.2.4 for windows.

```

$groups
      trt  means M
1 FEOREM 73409.5 a
2 BIOSYME 60909.0 ab
3 COLJAP  58068.0 ab
4 TESTIGO 53636.5 b

```

3.2.4 Costos.

En la tabla 13 se aprecian los costos para la elaboración de 50 litros de fertilizante orgánico enriquecido.

Tabla 13. Costos de elaboración de 50 litros de fertilizante orgánico enriquecido.

Ingrediente/Rubro	Unidad	Valor (\$) /unidad	Cantidad requerida	Valor (\$) cantidad
Estiércol	Kilo	200	10	2000
Leche	Litro	1000	4	4000
Melaza	Kilo	536	2	1072
cal dolomita	Kilo	238	1,25	297,5
Fosforita Huila	Kilo	390	0,35	136,5
Ceniza	Kilo	300	0,175	52,5
Bórax	Kilo	5220	0,25	1305
Sulfato de zinc	Kilo	4400	0,025	110
Sulfato de manganeso	Kilo	2500	0,025	62,5
Sulfato de hierro	Kilo	1900	0,025	47,5
Mano de obra	Jornal	14000	24	24000
Transporte	Hora	5000	10000	10000
			Valor total (\$)	43083,5

De lo anterior se tiene en cuenta que la elaboración de 50 litros de fertilizante enriquecido cuesta \$43083,5, el costo por litro será de \$861.7.

En comparación a lo anterior se muestran en la tabla 14 los precios de los tratamientos químico y orgánico sintético.

Tabla 14. Precio de Tratamientos químico y orgánico sintético año 2014.

ELEMENTO	UNIDAD	PRECIO (\$)
Biozyme TF	Litro	60800
Micro Coljap	Litro	20266
Fertilizante orgánico enriquecido	Litro	861,7

Realizada la comparación, el tratamiento menos costoso es el Fertilizante orgánico enriquecido, que por su elaboración casera, utilización de materiales naturales y grandes volúmenes de fabricación, se muestra como la mejor alternativa para disminuir costos en la producción de Tomate de mesa al igual que por la biostimulación orgánica mejora los rendimientos por unidad de área.

No se niegan las buenas propiedades del BIOZYME como biostimulante con ingredientes orgánicos, lo cual lo mantuvo en los mejores promedios de las variables de producción evaluadas, pero igualmente se descarta como una alternativa económica para el pequeño agricultor por su alto costo dentro de la producción.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1 CONCLUSIONES.

- La comparación entre Biozyme (orgánico industrial), Coljap (síntesis industrial) y Fertilizante orgánico enriquecido (elaboración casera) demuestra que el último por efectos de bioestimulación y la riqueza de elementos nutrientes (micronutrientes), mejoran los rendimientos y la calidad del producto final.
- En la evaluación realizada con los tres tipos de fertilizantes, se determinó que las diferencias de métodos de elaboración industrial y casera determinan que la última permite la utilización de residuos de finca lo cual disminuye costos.
- Los fertilizantes orgánicos enriquecidos de elaboración casera, son una alternativa balanceada de nutrición más natural para los cultivos generando bioestimulación la planta que corresponde con producción al agricultor.
- En variables productivas como peso de fruto, peso total de frutos por planta y rendimiento por hectárea, el mejor tratamiento de nutrición es el fertilizante orgánico enriquecido debido a su balance de nutriente y a la biostimulación que generan a las plantas, sobrepasando a tratamientos químicos y orgánicos sintéticos o de fábrica más costosos.
- Los fertilizantes orgánicos enriquecidos de elaboración casera, por su bajo costo de elaboración y generación de grandes volúmenes, es una gran alternativa económica para bajar gastos en la actividad productiva, específicamente en el cultivo del tomate de mesa factor de estudio del presente trabajo.

4.2 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar estudios más profundos del efecto de los fertilizantes enriquecidos en la generación de resistencias a plagas y enfermedades.

- Igualmente se recomienda la agregación de elementos vivos al fertilizante orgánico enriquecido, ya sean bacterias u hongos compatibles, que generen mayores efectos benéficos naturales a los cultivos.
- El uso del fertilizante enriquecido deberá hacerse en aplicaciones edáficas con el fin de no alterar la inocuidad del producto consumible especialmente los de consumo directo como frutas y verduras llegando a afectar la salud del consumidor.

4.3 INVESTIGACIONES FUTURAS.

- Realizar evaluaciones comparativas entre el fertilizante orgánico enriquecido y bioinsumos comerciales, donde el factor comparativo sea la carga biológica que poseen y que efectos tendrían en los rendimientos de los cultivos.
- Efecto del fertilizante enriquecido en otros cultivos y variación de cantidades o elementos enriquecedores.
- En futuras investigaciones se debería realizar e incluir análisis microbiológico y de metales pesados en dos etapas para soportar de manera mas eficiente los resultados que se obtengan en otros ensayos de efectos en cultivos

REFERENCIAS

Almaguer J, *et al.* (2012). Evaluación del efecto del humus líquido obtenido por tres métodos, en condiciones de maseta y de campo, utilizando maíz (*Zea Mays*. L.) y remolacha azucarera (*Beta Vulgaris*, L.) respectivamente. Disponible: <http://www.eumed.net/rev/delos/15/llhp.pdf> [Acceso: Noviembre, 2014].

Ávila G, *et al.* (2009). Evaluación de la fertilización orgánica como alternativa suplementaria a la fertilización química en el sistema de producción del cultivo de tomate. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola FHIA, Programa de Hortalizas. Disponible: www.lamjol.info/index.php/FHIAPH/article/download/229/155. [Acceso: Julio, 2014].

Berrú C. (2012). El biol, un abono orgánico natural para mejorar la producción agrícola. Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos91/biol-abono-organico-natural-mejorar-produccion-agricola/biol-abono-organico-natural-mejorar-produccion-agricola.shtml> [Acceso: Noviembre, 2014].

Bonilla I. (2001). Introducción a la nutrición mineral de las plantas: Los elementos minerales. En Fundamentos de Fisiología vegetal. McGraw – Hill Interamericana, Universitat de Barcelona, Madrid. 83 – 98 p.

Cano P, *et al.* (2004). Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. Disponible: http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio4/07-Prod_organica_Tomate_Invernadero_Laguna.pdf [Acceso: Diciembre, 2014].

Cifuentes R, *et al.* (2013). Efecto de la sustitución parcial de fertilizante inorgánico por compost sobre el rendimiento y la calidad del tomate de invernadero (*Solanum Lycopersicum* L.) en Sololá. Disponible: <http://www.uvg.edu.gt/publicaciones/revista/volumenes/numero-26/2.EFECTO%20DE%20LA%20SUSTITUCION%20PARCIAL.pdf>. [Acceso: Agosto, 2014].

Clavijo J, (1994). Metabolismo de los nutrientes en las plantas. En Fertilidad de suelos: diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia. 13 – 28 p.

Garate A y Bonilla I. (2001). Nutrición mineral y producción vegetal. En Fundamentos de Fisiología vegetal. McGraw – Hill Interamericana, Universitat de Barcelona, Madrid. 113 – 130 p.

Jaramillo J, et al. (2006). El cultivo de tomate bajo invernadero. Boletín Técnico 21. CORPOICA: Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. 48 p.

Jaramillo et al. (2007). Buenas Prácticas Agrícolas – BPA en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. CORPOICA, MANA, FAO, Gobernación de Antioquia, Medellín. 331 p.

Márquez C, *et al.* (2012). Rendimiento y calidad del tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero. Disponible: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572013000100008 [Acceso: Diciembre, 2014].

Martínez E, *et al.* (2009). Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon Esculentum*, Mill.) en invernadero. Disponible: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60912186004> [Acceso: Septiembre, 2014].

Mendoza H, *et al.* (2003). Evaluación de fuentes de fertilización orgánica para tomate de invernadero en Oaxaca, México. Disponible: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1938E/A1938E.PDF>. [Acceso: Agosto, 2014]

Paguatian R (2014). Informe de gestión agropecuaria. Secretaria de Agricultura, Municipio de Chachagui. Chachagui, Nariño, Colombia. 22 p.

Rangel P, *et al.* (2011). Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. Instituto tecnológico de Torreón. Disponible: www.interciencia.org/v36_09/689.pdf. [Acceso: Julio, 2014].

Restrepo J. (2002). Agricultura orgánica: biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Fundación Juquira Candiru. Cali, Colombia. 105 p.

Rodríguez N, *et al.* (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C. Disponible: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57313040006>. [Acceso: Julio, 2014].

Rodríguez P. (2005). Influencia de la biofertilización en el cultivo del tomate (*Lycopersicon Esculentum*, Mill). Disponible: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181322702004>. [Acceso: Agosto, 2014].

R Core Team (2015). R: A lenguaje and environment for satatistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible: <http://www.R-project.org/>.

Terry E. y Ruiz J. (2008). Evaluación de bioproductos para la producción de tomate (*Solanum Lycopersicum*, Mill) bajo sistema de cultivo protegido. Disponible: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193221653002> [Acceso: Septiembre, 2014].

ANEXOS

ANEXO 1. Análisis bromatológico del fertilizante orgánico líquido casero

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS				Código: LBE-PRS-FR-76	
	REPORTE DE RESULTADOS				Página: 1 de 1	
					Versión: 2	
					Vigente a partir de: 2014-01-15	
LABORATORIO BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS						
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA			REPORTE No. LB-R- 061-14	
Solicitante: Vicente Andrés Tobar		Muestra: Abono orgánico líquido			Código muestra: 319	
Dirección: Condominio Agualongo II Bloque 2 Apto 304		Procedencia Finca: Los Pomos, Municipio: Chachagüí				
cc / nit: 5.206.289		Responsable del Muestreo ^a : Vicente Tobar				
Teléfono: 311 765 5616		Fecha de Muestreo ^a		AA	MM	DD
e-mail: vatb007@misena.edu.co		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA	MM	DD
		Fecha de Emisión del Reporte		AA	MM	DD
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2014-06-03 a 201-06-12				
ANÁLISIS SOLICITADO		Fisicoquímico				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA			NTC 5167
Carbono orgánico Oxid	Walkley Black	Colorimétrica	g/L	6,46		≥ 20
Nitrógeno	Kjeldahl	Titulométrica	g/L	1,13		
Relación C / N	Cálculo matemático	Cálculo matemático	-	5,70		
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/L	4,19		
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/L	0,36		
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/L	0,62		
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/L	1,42		
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Turbidimétrica	g/L	0,62		
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/L	0,17		
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/L	0,02		
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/L	1,42		
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/L	0,00		
Densidad	NTC 5167	Gravimétrica	g/mL	1,02		
pH	NTC 5167	Electrométrica	-	5,81		≤ 8,5
Conductividad (25°C)	NTC 5167	Electrométrica	dS/m	13,5		
CaO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/L	4,19		
P ₂ O ₅	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/L	0,82		
MgO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/L	1,03		
K ₂ O	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/L	1,71		
OBSERVACIONES						
Nota a	Información suministrada por el usuario					
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO						

Original firmado

Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos
Elaboración del Reporte

Aprobación del Reporte

Revisó: GSE 2014-06-18

FIN REPORTE DE RESULTADOS