

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO CON O.A.S.



**EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON BIOLES EN DIFERENTES
DOSIS, SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CONCENTRACION
NUTRIMENTAL (N) (K) (Ca) EN EL CULTIVO DE TOMATE
(Solanumlycopersicum L.), BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO.**

POR:

ENMER ROVELIO MAZARIEGOS ANGEL

ASESORES

TITULAR:

Ing. Agr. Osman Cifuentes.

ADJUNTO:

Ing. Cristóbal René Navarro Velásquez

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

SAN MARCOS, JUNIO DE 2016.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO CON O.A.S.**

**EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON BIOLES EN DIFERENTES
DOSIS, SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CONCENTRACION
NUTRIMENTAL (N) (K) (Ca) EN EL CULTIVO DE TOMATE
(Solanumlycopersicum L.), BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO.**

TESIS

**PRESENTADA A LAS AUTORIDADES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN
MARCOS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

POR:

ENMER ROVELIO MAZARIEGOS ANGEL

En el acto de investidura como:

INGENIERO AGRONOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE

EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

SAN MARCOS, SEPTIEMBRE DEL 2016.

AUTORIDADES, CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS (CUSAM)

Licda. Eugenia Elizabet Makepeace Alfaro	DIRECTORA
Lic. Edwin René del Valle López	COORDINADOR ACADÉMICO

CONSEJO DIRECTIVO:

Licda. Eugenia Elizabet Makepeace Alfaro	DIRECTORA
Ing. Agr. Aldo Mario Tovar Gramajo	REPRESENTANTE DOCENTE
Lic. German Neptalí Castañón Orozco	REPRESENTANTE DOCENTE
Br. Reina Myrea Barrios.Solano	REPRESENTANTE ESTUDIANTIL
Br. Rafael Antulio Mérida Rodríguez	REPRESENTANTE ESTUDIANTIL

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Lic. Edwin René del Valle López	COORDINADOR ACADÉMICO.
Ing. Agr. Jorge Robelio Juárez Gonzales.	COORDINADOR DE LA CARRERA DE TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA E INGENIERO AGRÓNOMO
Lic. Francisco Leonardo Hernández Castillo	COORDINADOR DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN.
Licda. Aminta Esmeralda Guillén Ruíz	COORDINADORA DE LA CARRERA DE TRABAJO SOCIAL
Lic. Germán Neftalí Castañón Orozco	COORDINADOR DE LA CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS.
Lic. Hugo Alfredo Bautista del Cid	COORDINADOR DE LA CARRERA DE ABOGADO Y NOTARIO Y LICENCIATURA EN CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES
Dr. Jorge Gutiérrez Hazbun	COORDINADOR DE LA CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO
Lic. Juan Carlos López Navarro	COORDINADOR DE LA EXTENSIÓN DE SAN MARCOS.
Ing. Edgar Rolando de León Cáceres	COORDINADOR DE LA EXTENSIÓN DE MALACATAN
Lic. Víctor Hugo Orozco Godínez	COORDINADOR DE LA EXTENSIÓN DE TEJUTLA
Lic. Lisandro Dagoberto de León Gómez	COORDINADOR DE LA EXTENSIÓN DE TACANÁ
Lic. Byron Lionel Orozco García	COORDINADOR DEL ÁREA DE EXTENSIÓN
Ing. Rubén Francisco Ruíz Mazariegos	COORDINADOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN.

COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACION DE LA CARRERA DE INGENIERO.
AGRÓNOMO CON ORIENTACION EN AGRICULTURA SOSTENIBLE.
CUSAM-USAC

Coordinador: Ing. Agr. Rodolfo Carredano Romero.

Vocal: Ing. Agr. Leonel Orozco.

Secretario: Ing. Agr. Fredy Roberto Pérez Monzón.



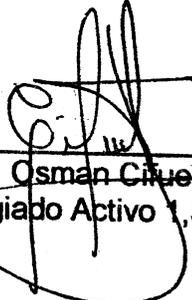
Quetzaltenango, Junio de 2,016.

Señores:
Comité de Trabajo de Graduación
Carrera de Ingeniero Agrónomo con
Orientación en Agricultura Sostenible
Centro Universitario de San Marcos
Edificio.

Atentamente me dirijo a ustedes para manifestarles que he asesorado y revisado el informe final de trabajo de graduación titulado: **EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON BIOLES EN DIFERENTES DÓISIS, SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL (N) (K) (Ca) EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**, del Estudiante Enmer Rovélio Mazariegos Ángel, Con Numero de Carné: 200141342.

Dicho informe cumple con los requisitos metodológicos y académicos, por lo que emito **OPINIÓN FAVORABLE** para ser aprobado como trabajo de graduación previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible.

Amablemente,

f. 
Ing. Agr. Osman Cifuentes.
Colegiado Activo 1,504.

Cc. Archivo

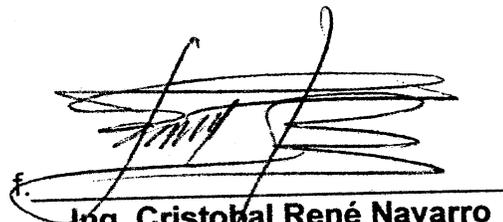
San Marcos, Junio de 2,016.

Señores:
Comité de Trabajo de Graduación
Carrera de Ingeniero Agrónomo con
Orientación en Agricultura Sostenible
Centro Universitario de San Marcos
Edificio.

Atentamente me dirijo a ustedes para manifestarles que he asesorado y revisado el informe final de trabajo de graduación titulado: **EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON BIOLES EN DIFERENTES DÓISIS, SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL (N) (K) (Ca) EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**, del Estudiante Enmer Rovélio Mazariegos Ángel, Con Numero de Carné: 200141342.

Dicho informe cumple con los requisitos metodológicos y académicos, por lo que emito **OPINIÓN FAVORABLE** para ser aprobado como trabajo de graduación previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible.

Amablemente,



Ing. Cristóbal René Navarro
Colegiado Activo No. 1982

Cc. Archivo



EL INFRASCrito SECRETARIO DEL COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACIÓN, DE LA CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE, DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS, DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CERTIFICA: LOS PUNTOS: PRIMERO, SEGUNDO, DÉCIMO CUARTO, DÉCIMO QUINTO, DÉCIMO SEXTO DEL ACTA No. 003-2016, LOS QUE LITERALMENTE DICEN:

ACTA No. 003-2016

En la ciudad de San Marcos, siendo las quince horas, del día martes diez y siete de mayo del año dos mil diez y seis, reunidos en la Sede del Centro de

Documentación y Laboratorio de Cómputo de la carrera de Agronomía, del Centro Universitario de San Marcos, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los integrantes del Comité de Trabajo de Graduación de la Carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible, en su orden: Ing. Agr. Rodolfo Carredano Romero Coordinador, Ing. Agr. Leonel Orozco vocal y quién suscribe Ing. Agr. Fredy Roberto Pérez Monzón Secretario, con el objeto de dejar constancia de lo siguiente: PRIMERO: Establecido el quórum se conoció la agenda la que fue aprobada de la siguiente manera: a) Apertura, b) Solicitudes de Seminario I., c) Solicitudes de Seminario II. SEGUNDO: APERTURA: El Coordinador del Comité procedió a dar la bienvenida a los presentes. DÉCIMO CUARTO: El Secretario del comité de trabajo de graduación informo a los presentes que el estudiante ENMER ROVELIO MAZARIEGOS ANGEL solicita DICTAMEN FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE GRADUACION titulado "EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON BIOLES EN DIFERENTES DOSIS, SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL (N) (K) (Ca) EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO" DÉCIMO QUINTO: Se procedió por parte del Ing. Agr. Leonel Alfredo Orozco Miranda a dar lectura a los artículos que rigen el Normativo del Trabajo de Graduación de la Carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible para llevar a cabo la revisión del informe final del Trabajo de Graduación del estudiante: ENMER ROVELIO MAZARIEGOS ANGEL titulado: "EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON BIOLES EN DIFERENTES DOSIS, SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL (N) (K) (Ca) EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO" El cual llena los requisitos establecidos por el Normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible. DÉCIMO SEXTO: De lo descrito en el punto anterior y los dictámenes emitidos por los Profesionales siguientes: Lic. Q.B. Tereso de Jesús Huitz, Ing. Agr. Carlos Fuentes e Ing. Agr. Carlos Barrios; el comité de trabajo de graduación acordó DICTAMEN FAVORABLE al Trabajo de Graduación presentado por el estudiante antes indicado. Concluyó la reunión en el mismo lugar y fecha a las dieciséis horas, previa lectura que se hizo a lo escrito y enterados de su contenido y efectos legales, aceptamos, ratificamos y firmamos. DAMOS FE. (FS) ilegibles Ing. Agr. Rodolfo Carredano Romero, Ing. Agr. Leonel Orozco, Ing. Agr. Fredy Roberto Pérez Monzón.

Y A SOLICITUD DEL INTERESADO SE EXTIENDE, FIRMA Y SELLA LA PRESENTE CERTIFICACIÓN DE ACTA, EN UNA HOJA DE PAPEL MEMBRETADO DEL CENTRO UNIVERSITARIO, EN LA CIUDAD DE SAN MARCOS A LOS TREINTA Y UN DIAS DEL MES DE MAYO DEL AÑO DOS MIL DIEZ Y SEIS.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ingeniero Agrónomo
Colegiado No. 5.103

Ing. Agr. Fredy Roberto Pérez Monzón
Secretario Comité Trabajo de Graduación

CC. archivo



USAC
TRICENTENARIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS

Transc.COACUSAM-944-2016
Julio 20, 2016

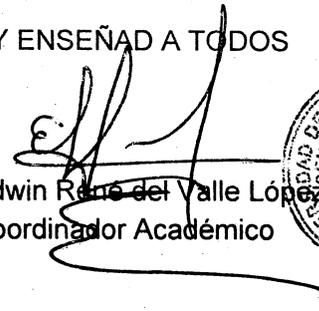
ESTUDIANTE: ENMER ROVELIO MAZARIEGOS ANGEL
CARRERA: INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE.
CUSAM, Edificio.

Atentamente transcribo a usted el Punto **QUINTO: ASUNTOS ACADÉMICOS, inciso b) subinciso b.2) del Acta No. 010-2016**, de sesión ordinaria celebrada por la Coordinación Académica, el 13 de julio de 2016, que dice:

“QUINTO: ASUNTOS ACADÉMICOS: b) ÓRDENES DE IMPRESIÓN. CARRERA: INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE b.2) La Coordinación Académica conoció Providencia No. CACUSAM-060-2016, de fecha julio, 04 de 2016, suscrita por el Ing. Agr. Jorge Robelio Juárez González, Coordinador de la Carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible, a la que adjunta solicitud del estudiante: ENMER ROVELIO MAZARIEGOS ANGEL, Carné No. 200141342, en el sentido se le **AUTORICE IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN, TITULADO: “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON BIOLES EN DIFERENTES DOSIS, SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL (N) (K) (Ca) EN EL CULTIVO DE TOMATE (Solanum lycopersicum L.), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO”** previo a conferírsele el Título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE, EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS. La Coordinación Académica en base a la opinión favorable de los Asesores, Comité de Trabajos de Graduación y Coordinador de Carrera, **ACORDÓ: AUTORIZAR IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON BIOLES EN DIFERENTES DOSIS, SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL (N) (K) (Ca) EN EL CULTIVO DE TOMATE (Solanum lycopersicum L.), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO”,** al estudiante: ENMER ROVELIO MAZARIEGOS ANGEL, Carné No. 200141342, previo a conferírsele el Título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE, EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS.”

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Lic. Edwin René del Valle López
Coordinador Académico



c.c. Archivo.
ERdVL/stfb

TRIBUNAL EXAMINADOR

Licda. Eugenia Elizabet Mekapeace Alfaro.

DIRECTORA

Lic. Edwin René del Valle López

COORDINADOR ACADÉMICO

Ing. Agr. Jorge Robelio Juárez González

**COORDINADOR CARRERA DE TÉCNICO EN
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA E INGENIERO
AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN
AGRICULTURA SOSTENIBLE.**

Ing. Agr. Osman Cifuentes

ASESOR PRINCIPAL

Ing. Agr. Cristóbal René Navarro

ASESOR ADJUNTO

DEDICATORIA.

Este trabajo está dedicado A:

DIOS

Ser supremo dador de vida y sabiduría

MIS PADRES

Carlos Mazariegos de León (Q.E.P.D) y Carmelinda Ángel López, por el apoyo incondicional en mi formación académica y en todo ámbito de mi vida.

MIS HERMANOS

Aura, Rosario, Alba, Edelmira, Amilcar (Q.E.P.D.) Sandra, Enrique, Francisco, Yensi, y José
Por el apoyo moral y económico durante mi proceso estudiantil.

SOBRINOS SOBRINAS Y MI FAMILIA EN GENERAL

Con mucho cariño y aprecio hacia todos.

PERLITA

Por todo el apoyo brindado.

MIS AMIGOS, AMIGAS Y COMPAÑEROS

Kenlly, Sandy, Carlos Romeo, Javier, Milton, Ronald, Placido, Gustavo, Wualter, JC. Peinado, Romeo Arturo, Arturo, Eduardo, Luis, Milton Guillen, Erick, Mario, Marcos, Bryan, Sergio, José, Cristian, Osberto, Fredy Gerardo, Signor, Castilla.
Por su amistad

COMPAÑEROS DE FUSION ROCK Y CLUB "CDM"

Por el apoyo y todos los consejos.

AGRADECIMIENTOS:

A :

DIOS

Ser supremo dador de vida y sabiduría

AL PUEBLO DE GUATEMALA

Que con el aporte de sus impuestos hicieron posible la conclusión de mi carrera.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

Alma Mater formadora de profesionales

CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS

Con mucho respeto, aprecio y agradecimiento a los docentes de la carrera de Agronomía del CUSAM.

CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO

Bastión primordial en donde di los primeros pasos de formación en el maravilloso campo de la agronomía.

A INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS (ICTA)

Por brindarme la oportunidad de realizar la investigación de campo y por todo el apoyo brindado durante la realización del presente trabajo

A MIS ASESORES

Ing. Agr. Osman Cifuentes, Ing. Agr. CristóbalRené Navarro, Ing. Agr. Ivo Oliveira, por los consejos, apoyo y dedicación para la realización del presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	No. Pág.
I TÍTULO.....	1
II. Introducción.....	2
III. Planteamiento del Problema.....	3
IV. Justificación.....	4
V. MARCO TEORICO.....	5
5.1 Marco Teórico Conceptual.....	5
5.2 Abonos orgánicos.....	5
5.2.1 Bioabonos.....	5
5.2.2 Clases de Bioabonos.....	6
5.2.3 Los residuos orgánicos como materia prima para la producción de abonos orgánicos.....	6
5.3 Los biofertilizantes líquidos.....	7
5.3.1 Generalidades.....	7
5.3.2 Los Microorganismos eficientes.....	8
5.4 Los Biodigestores.....	9
5.4.1 Fases de la descomposición bacteriana sobre condiciones anaeróbicas.....	11
5.5 Aspectos importantes en la producción de biofertilizantes.....	12
5.6 Beneficios de lo biofertilizantes.....	13
5.7 Recomendaciones para uso de biofertilizantes.....	14
5.8 EL BIOL (Fitoestimulante orgánico).....	14
5.8.1 Generalidades.....	14
5.8.2 Principio.....	15
5.8.3 Preparación del biol.....	15
5.8.4 Verificación de la calidad del biol.....	16
5.8.5 Ventajas del biol.....	16
5.8.6 Usos del biol.....	17
5.8.7 Modo de acción.....	17
5.8.8 Modo de aplicación.....	18
5.8.9 Ámbito del desarrollo de la tecnología.....	18
5.8.10 El biol en la agricultura.....	18
5.8.11 Biol al follaje.....	19
5.9. Descripción botánica del cultivo de tomate.....	20
5.9.1 Agroecología del cultivo.....	21
5.9.2 Generalidades del híbrido Silverado.....	22
5.9.3 Técnicas del cultivo.....	22
5.9.4 Labores culturales durante el crecimiento del cultivo.....	25
5.9.5 Plagas que afectan al cultivo de tomate.....	26
5.9.6 Enfermedades que afectan al cultivo de tomate.....	26
5.9.7 Fertilización.....	26
5.9.8 Carencia de nutrientes.....	27
5.9.9 Materia orgánica y Estiércol.....	28
VI MARCO REFERENCIAL.....	29
VII. OBJETIVOS.....	31

VIII.	HIPOTESIS.....	32
IX.	Descripción del área experimental.....	33
X.	Materiales y métodos.....	34
10.1	Recursos.....	34
10.2.	Métodos.....	34
10.2.1	Diseño experimental.....	35
10.2.2.	Unidad experimental.....	35
10.2.3	Tamaño de la unidad experimental.....	35
10.2.4	Descripción de los tratamientos.....	35
10.2.5	Modelo estadístico.....	36
10.2.6	Distribución de los tratamientos.....	37
10.3	VARIABLES DE RESPUESTA.....	37
10.4	Manejo agronómico del cultivo.....	37
XI.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	40
11.1	Rendimiento de tomate expresado en toneladas por hectárea t/ha.....	40
11.2	Concentración nutrimental de las plantas de tomate.....	42
11.3	Días a floración.....	45
11.4	Altura de la planta.....	45
11.5	Análisis económico.....	46
11.6	Viabilidad económica.....	51
XII.	CONCLUSIONES.....	50
XIII.	RECOMENDACIONES.....	51
XIV.	BIBLIOGRAFÍA.....	52
XV.	ANÉXOS.....	56

ÍNDICE DE CUADROS.

No. Cuadro	Contenido.	No. Pág.
1.	Relación materia prima (estiércol, residuos vegetales).....	15
2.	Comparación de los macronutrientes del biol y los abonos químicos tradicionales.....	18
3.	Disoluciones de biol para aplicaciones al follaje (en bomba de 20 litros).....	19
4.	Requerimientos Nutricionales del tomate.....	26
5.	Contribución promedio de nutrientes en estiércol de pollo.....	28
6.	Contribución promedio de nutrientes en estiércol vacuno.....	28
7.	Cantidades de biol a aplicar a cada uno de los tratamientos.....	35
8.	Descripción de los tratamientos en estudio.....	36
9.	Distribución de los tratamientos en estudio.....	37
10.	Cuadro de doble entrada, producción de tomate expresado en toneladas por hectárea, t/ha.....	40
11.	Análisis de varianza del rendimiento de tomate t/ha.....	41

12.	Resultados del análisis foliar para la determinación de la concentración nutrimental del cultivo de tomare expresado en gr/kg	42
13.	Niveles de concentración de Nitrógeno (N).....	42
14.	Niveles de concentración de potasio (K).....	43
15.	Niveles de concentración de calcio (Ca).....	44
16.	Ingreso neto obtenido en el cultivo de tomate con distintas dosis de biol elaborado de forma artesanal.....	47
17.	Componente de datos para determinar la rentabilidad de la producción de los distintos tratamientos.....	49

ÍNDICE DE GRAFICAS

No. de gráfica.	Contenido.	No.pág.
1.	Concentración de nitrógeno en las plantas de tomate.....	42
2.	Concentración de potasio en las plantas de tomate.....	44
3.	Concentración de calcio en las plantas de tomate.....	45
4.	Altura de las plantas de tomate.....	46
5.	Utilidad neta del cultivo de tomate.....	48
6.	Porcentaje de rentabilidad en el cultivo de tomate.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS.

No. Figura.	Contenido	No. Pág.
1.	Ubicación del área experimental.....	33
2.	Modelo del invernadero utilizado.....	39

CUADROS DEL ANEXO.

No. Cuadro	Contenido	No. Pág.
1.	Datos nutricionales del biol relación 1:2- 75% de agua y 25% materia orgánica.....	59
2.	Datos comparativos de Biol (agua: rso) vs biol de bocashi.....	59
3.	Costo de producción de abono bocashi tomando en cuenta la cantidad mínima que se pueda elaborar.....	60
4.	Costo de producción de 225 litros de biol de Bocashi.....	61
5.	Costo de producción de biol de residuos vegetales.....	61
6.	Costo de producción del tratamiento utilizando fertilización química.....	62
7.	Cantidad de Biol utilizado en el tratamiento 1, 1Litro de biol/m2.....	64
8.	Cantidad de Biol utilizado en el tratamiento 2, 2Litros de biol/m2.....	64

FIGURAS DEL ANEXO.

No. cuadro	Contenido	No. Pág.
1.	Esquema para la elaboración y obtención del biol.....	57
2.	Preparación de materiales y siembra.....	58
3.	Forma de aplicación de biol.....	50
4.	Corte, Identificación y pesado de tomate producido.....	60
5.	Análisis de suelo del ICTA.....	65

RESUMEN:

El presente estudio fue establecido bajo condiciones de invernadero, en las instalaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) Labor Ovalle sobre el kilómetro 3.5 carretera a Olinstepeque, departamento de Quetzaltenango. El propósito del estudio fue evaluar el biol de desechos orgánicos proveniente de biodigestores artesanales y el biol de Bocashi como fertilizante orgánico para la producción de tomate (*Solanumlycopersicum L.*) Se evaluaron cinco tratamientos los cuales se distribuyeron en un diseño completamente al azar. La unidad experimental estuvo compuesta por cinco tratamientos y cuatro repeticiones, con once plantas por repetición y se tuvieron 44 plantas por tratamiento. La variedad utilizada en esta investigación fue Silverado, El trasplante se efectuó con plantas de 15 a 20 cm de altura y con tres a cuatro hojas verdaderas. Se utilizaron cuatro hileras con cinco segmentos en cada una de ellas con un distanciamiento de 0.90m entre hileras y de 0.30m entre plantas, para hacer un total de 2.90m² por cada unidad experimental. El invernadero cuenta con un sistema de riego por goteo, por lo que la humedad en el interior fue controlada durante el ciclo, que fue de 146 días después del trasplante. Los tipos de fertilización fueron: **1)** Fertilización inorgánica con 1 litro de biol proveniente de desechos vegetales por m² aplicado al suelo **2)** Fertilización inorgánica con 2 litros de biol proveniente de desechos vegetales por m² aplicado al suelo **3)** Fertilización inorgánica con 1 litro de Biol de bocashi por m² aplicado al suelo, **4)** Fertilización química con las formulas 7gr de Triple 15 por planta, 15 días después del trasplante (ddt), 5gr de Urea por planta a los 37 ddt y 5gr de Nitrato de Potasio por planta a los 52 (ddt) **5)** Testigo absoluto si tratamiento alguno. El biol utilizado fue proveniente de biodigestores artesanales ubicados en la cabecera departamental de Quetzaltenango y el ICTA, donde fueron elaborados con materiales provenientes de desechos del mercado municipal y Bocashi preparado en el ICTA. El rendimiento del tomate no fue afectado por los tratamientos de fertilización (*Biol de vegetales y biol de bocashi*). El rendimiento promedio fue de 29.802 t/ha de la variedad Silverado considerado como rendimiento aceptable.

SUMMARY:

This study was established under greenhouse conditions at the facilities of the Institute of Agricultural Science and Technology (ICTA) Labor Ovalle on the 3.5 kilometer road Olintepeque, department of Quetzaltenango. The purpose of the study was to evaluate the biological organic waste digesters from artisanal and biol of Bocashi as organic fertilizer for tomato production (*Solanumlycopersicum L.*) five treatments which were distributed in a completely randomized design were evaluated. The experimental unit consisted of five treatments and four replications, with eleven plants per repetition and 44 plants per treatment. The variety used in this research was Silverado, transplantation was carried out with plants 15 to 20 cm and with three to four true leaves four rows with five segments between each were used with a spacin from 0.90m to 0.30m between rows and between plants were used for a total of 2.90m² per experimental unit. The greenhouse has a drip irrigation system, so the humidity inside was controlled during the cycle, which was 146 days after transplantation. The types of fertilization were: **1)** inorganic fertilizer with 1 liter of biol from vegetable waste per m² applied to the soil **2)** inorganic fertilization with 2 liters of biol from plant waste by m²applied to soil**3)** inorganic fertilizer with 1 liter of Biol bocashi by m²aplicado the ground, **4)** chemical fertilization with 7gr formulas Triple 15 per plant, 15 days after transplanting (DAT), 5 grams of urea per plant to 37(dat) and 5 grams of potassium nitrate per plant at 52 (dat) **5)** witness all if any treatment. Biol used was from artisanal biodigesters located in the departmental capital of Quetzaltenango and the ICTA, where they were made with materials from waste from the municipal market and Bocashi prepared in ICTA.El tomato yield was not affected by fertilization treatments (Biol vegetable and biological bocashi). The average yield was 29 802 t/ha dela variety Silverado considered acceptable performance.

I. TITULO

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON BIOLES EN DIFERENTES DOSIS,
SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL (N) (K) (Ca)
EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanumlycopersicum* L.), BAJO CONDICIONES
DE INVERNADERO.

ENMER ROVELIO MAZARIEGOS ÁNGEL

SAN MARCOS MARZO DE 2016

II. INTRODUCCIÓN.

La producción de biofertilizantes foliares han venido desarrollándose desde hace mucho tiempo por agricultores latinoamericanos. Autores e investigadores manifiestan que los biofermentos constituyen una herramienta agrícola con la que se pueden reducir o sustituir los abonos químicos de alta solubilidad; permitiendo al productor disminuir la dependencia de insumos externos. Por otro lado, los biofermentos fortalecen la autogestión campesina en una inmensa gama de sistemas productivos y constituyen además un excelente vehículo para fomentar la investigación participativa y la creatividad de los y las agricultores (as) en sus propias fincas (30).

En la agricultura una gran parte de la materia orgánica no es aprovechada, como por ejemplo, los desechos vegetales provenientes de restos de cosechas y desechos de mercados, que no son eficientemente utilizados, es por ello que gracias al desarrollo de los bioles se puede optimizar y aprovechar esta materia orgánica que es rica en macro y micro elementos y en fitoreguladores, lo que incide en una mayor producción reduciendo los costos y logrando que el suelo tenga un balance físico y químico adecuado para obtener un producto más sano y saludable para los seres humanos (21).

La incorporación de materia orgánica a los suelos sujetos a producción es una técnica muy común, y algunas Investigaciones realizadas a los suelos sujetos a esta técnica, presentan mejoras, ya que la aplicación de materia orgánica aumenta los rendimientos debido a que la descomposición de esta libera ácidos carbónicos, que favorecen la asimilación de ciertos nutrientes insolubles en las plantas. Además la materia orgánica ayuda a mantener los nutrientes en forma fácilmente asimilables, sin que se produzca en ningún momento una concentración excesiva (31).

La presente investigación se realizó en el cultivo de tomate *Solanumlycopersicum L.*, variedad Silverado ya que es una de las variedades que está siendo preferida por los productores debido a su alta rentabilidad, tolerancia y resistencia al ataque de plagas y enfermedades, de tal manera que es una de las principales variedades utilizadas en varios departamentos del país.

Se planteó determinar el rendimiento del fruto de tomate *Solanumlycopersicum L.*, comparando la aplicación de diferentes dosis de fertilizante orgánico producido por medio de biofermentación anaeróbica (biol) aplicadas al suelo, en un experimento que se realizó en estructura de microtunel, dicho experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), labor Ovalle; Olinstepeque, Quetzaltenango.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El limitado uso y aplicación de biol en el cultivo de tomate en las distintas zonas productoras del país es uno de los mayores problemas que atraviesan los productores, esto es debido principalmente al desconocimiento de los beneficios y bondades que este fertilizante de origen orgánico posee para mejorar la calidad y cantidad de tomates producidos.

El uso excesivo de productos químicos en la agricultura preocupa a los consumidores por el nivel de contaminación que los frutos pudieran contener, los problemas ambientales y la presencia de compuestos residuales en los suelos agrícolas para reducir el impacto de los agroquímicos sobre el ambiente y calidad de los productos vegetales y obtener productos inocuos: se recomiendan sistemas de producción orgánica que reduzcan o supriman el uso de fertilizantes, insecticidas, hormonas y reguladores de crecimiento inorgánicos, ya que estos productos bien pueden ser sustituidos por biopreparados considerando que la superficie destinada a la agricultura orgánica ha registrado un crecimiento mundial superior a un 25% anual, además que los productos orgánicos tienen un mejor precio que oscila entre 20 hasta un 40% con respecto a los productos tradicionales (32)

La importancia de utilizar abonos de origen orgánico como fertilizantes en la agricultura es conservar la fertilidad del suelo y reducir la dependencia de los fertilizantes químicos. En la agricultura comercial, el uso de los fertilizantes y otros productos químicos ha permitido obtener rendimientos a costos elevados que provocan el descuido de la conservación de la capa orgánica del suelo (34).

La necesidad de dar un uso adecuado a los residuos sólidos orgánicos que se generan a diario en los hogares hace que se plantee escoger lo que en un principio se realiza de manera empírica (casera) la obtención de Biol (fitoestimulante Orgánico- abono líquido), adaptarlo a un diseño neto de obtener Biol a partir de los residuos sólidos orgánicos, aprovechando uno de los grandes potenciales que posee los desechos de naturaleza orgánica, con la finalidad de obtener un producto de origen natural. Sin embargo, a pesar de la relevancia que ha tomado recientemente existe poca o ninguna información que documente el biol utilizado como medio de fertilización en la producción de tomate bajo condiciones de invernadero (12).

Por lo que se planteó la siguiente Pregunta de Investigación ¿Cuál será el efecto de la fertilización con distintas dosis de biol procedente de la fermentación anaeróbica en el rendimiento del cultivo de tomate?

IV. JUSTIFICACIÓN

La utilización de bioles en la agricultura es una práctica que se ha venido desarrollando en los últimos años, se ha fomentado y aumentado el uso y aplicación de los bioles a los cultivos ya que estos estimulan el crecimiento, mejoran la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas. Estos pueden ser aplicados foliarmente, al suelo y/o en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular (18).

La utilización del biol representa una alternativa a los abonos químicos existentes en la actualidad los cuales contaminan y desgastan nuestro ambiente e incluso afectan a la salud de la población en general, y además existe la posibilidad de utilizar el biol para generar desarrollo y bienestar social (16).

En la actualidad el uso de abonos orgánicos representa una opción adecuada para una buena parte de la agricultura del país, el uso de abonos de origen orgánico, permite a los agricultores aumentar la producción y la calidad del producto, a cambio del trabajo y capital invertido, por lo tanto, el empleo racional de los fertilizantes en combinaciones con técnicas de manejo del cultivo (aplicaciones de materiales orgánicos al suelo), permite al agricultor obtener buenos resultados, si lo anterior es verídico y puede demostrarse experimentalmente, el agricultor logrará el objetivo de aumentar sus rendimientos al mismo tiempo que estará brindando al suelo una regeneración de sus propiedades físicas, químicas y biológicas (11).

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe, principalmente, al aumento en el rendimiento y, en menor proporción, al aumento de la superficie cultivada. La producción de tomate en Guatemala en el año 2011 abarcó 8,822 ha, con una producción de 305,426 toneladas métricas, las que en su mayoría han sido consumidas en el mercado interno del país DIPLAN (2011), con base a datos de (BANGUAT)(19).

El cultivo tiene una gran importancia para el consumo nacional tanto en fresco como para la industria. Respecto a las exportaciones en los últimos años se ha notado un fuerte incremento y a partir del año 2007 E.E.U.U. ha crecido como destino para las exportaciones de tomate bajo invernadero, y como tal tiene buenas perspectivas (BANGUAT) (19).

La presente investigación generó información sobre el uso y aplicación de bioles en el cultivo de Tomate bajo condiciones de invernadero, en la estación experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) Labor Ovalle, Olintepeque Quetzaltenango, definido como la única localidad por ser el primer estudio de carácter experimental sobre el tema.

V. MARCO TEÓRICO

5.1. Marco Teórico conceptual.

5.2. ABONOS ORGÁNICOS

El enfoque de la nutrición de las plantas en la agricultura orgánica es diferente de las prácticas de la agricultura convencional. La agricultura convencional tiene como meta proveer una nutrición directa a las plantas utilizando principalmente fertilizantes minerales fácilmente solubles, mientras que la agricultura orgánica alimenta a las plantas indirectamente alimentando los organismos del suelo con materia orgánica (7).

La nutrición de las plantas en la agricultura orgánica se enfoca en el manejo adecuado de la materia orgánica en los suelos, que es la mayor fuente de nutrientes para las plantas. Suministrados de forma gradual y lenta la planta aprovecha los nutrientes; su respuesta no es tan rápida como en lo convencional, pero es eficaz tanto para la planta como en el mejoramiento del suelo y los microorganismos. Los abonos orgánicos como el compost, el bocashi y el humus de lombriz, entre otros son fuentes que podemos utilizar para proveer materia orgánica a los suelos (7).

5.2.1. BIOABONOS

Los abonos orgánicos o bioabonos son todos los materiales de origen orgánico que se pueden descomponer por la acción de los microbios y del trabajo del ser humano, incluyendo además a pequeños organismos presentes en las excretas animales y al trabajo de microbios específicos, que ayudan a la tierra a mantener su fertilidad (37).

Ventajas de los abonos orgánicos sobre los químicos:

- Mayor efecto residual
- Aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura (granulación y estabilidad de agregados), la porosidad y densidad aparente.
- Formación de complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a estos en forma aprovechable para las plantas.
- Reducción de la erosión de los suelos, al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia y al reducir el escurrimiento superficial.
- Elevación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, protegiendo los nutrientes de la lixiviación.

- Liberación de CO₂ que propicia la solubilización de nutrientes.
- Abastecimiento de carbono orgánico, como fuente de energía, a la flora microbiana heterótrofa.

5.2.2. CLASES DE BIOABONOS.

En la actualidad se puede disponer de diferentes clases de bioabonos, entre los cuales se destacan los siguientes:

- Estiércoles.
- Residuos de cosechas
- Residuos de agroindustria
- Abonos verdes.
- Compost.
- Abonos líquidos (te de estiércol, biol, purines)
- Humus de lombriz, etc. (35).

5.2.3. Los residuos orgánicos como materia prima para la producción de abonos orgánicos.

Parece oportuno discutir definiciones referentes a lo que se entiende por abonos, bioabonos o fertilizantes. Entendemos genéricamente por abonos todas aquellas sustancias o compuestos de origen abiógeno o biógeno que presentan alguna propiedad positiva para los suelos y cultivos. Por abonos minerales se entienden sustancias o compuestos químicos que pueden pertenecer al campo de la química inorgánica u orgánica. Son inorgánicos todos los abonos potásicos y fosfatados; entre los nitrogenados, algunos como la urea y el amoníaco, pertenecen a la química orgánica (33).

Por contraposición, los abonos orgánicos o bioabonos, son aquellas sustancias o compuestos de origen biógeno vegetal o animal que pertenecen al campo de la química orgánica, y que son en general incorporados directamente al suelo sin tratamientos previos. La aplicación de estiércoles y purines es una práctica tradicional de abonos orgánicos. En esta categoría se puede incluir a los abonos verdes. Si bien potencialmente, la incorporación al suelo de residuos orgánicos puede llegar a tener algún efecto beneficioso sobre la estructura y fertilidad de los suelos, no en todos los casos esto se cumple e inclusive el efecto puede ser perjudicial. Cuando incorporamos residuos orgánicos frescos o en procesos incipientes de biodegradación al suelo, el orden natural, conlleva a que se cumplan los procesos de mineralización. Es frecuente, que para que esta serie de procesos se cumplan, se produzca un alto consumo de oxígeno e inclusive si los materiales aportados no tienen una buena relación carbono/nitrógeno se agotan inicialmente la reserva de nitrógeno del suelo. En algunos casos, se terminan

favoreciendo los procesos anaerobios, con la siguiente acidificación, movilización y pérdida de nutrientes. En resumen, los procesos de estas prácticas son incontrolables por lo que los resultados finales quedan en muchos casos librados al azar (33).

Parece entonces razonable, que para aprovechar el potencial que los desechos orgánicos tienen como abonos, estos deben pasar por un proceso previo antes de su integración al suelo, de tal manera que, el material que definitivamente se aporte, haya transcurrido por los procesos más energéticos de la mineralización, se presente desde el punto de vista de la biodegradación de la forma más estable posible, y con los macro y micro nutrientes en las formas más asimilables posibles para los productores primarios (7).

5.3. LOS BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS

5.3.1 Generalidades

También conocidos como "bioles" o "bioabonos", son sustancias líquidas orgánicas que se obtienen mediante la fermentación de estiércoles, plantas y otros materiales orgánicos en medios líquidos (agua) y que algunas veces son enriquecidos con sales minerales naturales (34).

Los biofertilizantes son productos que están formados por organismos vivos o en estado de latencia (esporas), los mismos que liberan metabolitos que se componen de proteínas, enzimas, antibióticos, vitaminas, toxinas, fenoles, esteroides y ácidos, inclusive de acción fitohormonal (34).

Éstos mejoran la nutrición de las plantas en los suelos y son capaces de realizar funciones como:

- Fijar Nitrógeno.
- Movilizar Fósforo.
- Potenciar la acción de algunos Nutrientes.
- Producir sustancias activas.

Los biofertilizantes son elaborados con diferentes tipos de microorganismos, que tienen efectos positivos sobre los procesos de descomposición y síntesis que ocurren en el suelo. Dichos microorganismos se colocan en medios de cultivo, para posteriormente adicionarles sustratos inertes, que aportan energía para su supervivencia y multiplicación. Tal es el caso de los microorganismos eficientes.

Uno de los mejores ejemplos son las bacterias *Rhizobium*, que toman el abundante nitrógeno del aire y lo convierten en amonio, con el cual nutren de nitrógeno a las plantas leguminosas (30).

5.3.2. Los microorganismos eficientes

Los microorganismos eficientes (EM "EffectiveMicroorganisms"), son de origen Japonés y son uno de los más usados por agricultores que practican la agricultura orgánica. Son una mezcla de varios microorganismos benéficos (aerobios y anaerobios). Aplicado al suelo sirve como:

- Corrector de salinidad: al tener funciones de intercambio de iones en el suelo y aguas duras, facilita el drenaje y lavado de sales tóxicas para los cultivos (Sodio y Cloro).
- Aumento de colonias benéficas, desplazando poco a poco a los patógenos (elimina enfermedades del suelo).
- Mejorador de las características físico químicas del suelo.
- Desbloqueador de suelos: pues permite solubilizar ciertos minerales tales como la cal y los fosfatos.
- Acelerador de la descomposición de los desechos orgánicos (Bioles, Compost, Bocashi, Vermicompost) por medio de un proceso de fermentación (30).

Hoy en día se realiza la captura de microorganismos según la localidad donde se requiere hacer agricultura. De esta manera existen metodologías a seguir para capturar estos ML (microorganismos locales).

Los materiales más utilizados son:

1. Un recipiente de Plástico.
2. Un Pedazo de nylon.
3. 5 onzas de arroz cocido (sin aceite solo con sal)
4. 60 CC de melaza.
5. 100 CC de agua (32).

Se coloca el arroz cocinado dentro del recipiente de plástico. Posteriormente se tapa la boca del recipiente con el pedazo de nylon y se asegura bien. Las trampas se deben colocar en lugares poco perturbados y que no hayan sido manipulados con productos químicos. Se recomienda colocarlas debajo de la copa de árboles o junto a un talud húmedo, poniendo sobre el nylon materia orgánica semi-descompuesta (32).

El tiempo de recolección de las trampas depende mucho de las condiciones climáticas de la localidad, pero en resumen se deben desenterrar los tarros plásticos después de 2 semanas. El arroz para ese entonces estará impregnado de bacterias orgánicas (32).

Para activar estos microorganismos se debe licuar el arroz y mezclarlo en una solución a base de 1 litro de melaza y 3 litros de agua pura cocinada y fresca. Esta solución es llamada solución madre (32).

Cuando se realiza un buen proceso de fermentación, no habrá diferencia entre utilización de microorganismos locales o importados independientemente de la zona (38).

a) Los microorganismos Eficientes de Montaña (EM).

El E.M. está compuesto principalmente por bacterias ácido lácticas, levaduras, bacterias fotosintéticas y Actinomicetes.

b) Bacterias ácido lácticas

Producen ácido láctico a partir de azúcares que son sintetizados por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico puede suprimir microorganismos nocivos como el *Fusarium sp.* Ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca (37).

c) Levaduras

Degradan proteínas complejas y carbohidratos. Producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de EM, así como de plantas superiores (37).

d) Bacterias fotosintéticas

Pueden fijar el Nitrógeno atmosférico y el bióxido de Carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, también sintetizan sustancias bioactivas. Llevan a cabo una fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrimentos, carbohidratos, aminoácidos, sin necesidad de la luz solar, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos las 24 horas del día (37).

e) Actinomicetes

Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas (37).

5.4 Los biodigestores

Las excretas de los animales contienen nutrimentos que los cultivos pueden utilizar, pero también poseen altas concentraciones de coliformes fecales que producen enfermedades infecciosas, capaces de causar hasta la muerte en los humanos. Por ello, para utilizarlas como fertilizantes, es necesario darles un tratamiento que elimine estos agentes infecciosos. Una forma de hacerlo es mediante la biodigestión. Al usar un biodigestor se utilizan los nutrimentos contenidos en las excretas y, además, se reduce la contaminación ambiental, ya que convierte las excretas (que contienen microorganismos patógenos como bacterias, protozoos, larvas, huevos, pupas de insectos, etc.), en residuos útiles y sin riesgo de transmisión de enfermedades (29).

La digestión anaerobia es un proceso complejo desde el punto de vista microbiológico; al estar enmarcado en el ciclo anaerobio del carbono, es posible en ausencia de oxígeno, transformar la sustancia orgánica en biomasa y compuestos inorgánicos en su mayoría volátiles: CO₂, NH₃, H₂S, N₂ y CH₄ (30). Naturalmente ocurre en el tracto digestivo de animales y debajo de aguas estancadas o pantanos, pero también puede realizarse en depósitos cerrados herméticamente, llamados biodigestores.

Estos se utilizan cuando se quiere captar todos los productos obtenidos de la descomposición anaerobia (gases y sólidos), ya que al haber en su interior un ambiente oscuro y sin aire se favorece el medio óptimo para el cultivo intensivo de bacterias anaerobias (31).

Después de pasar por el biodigestor, los residuos presentan alta calidad para uso como fertilizante agrícola, debido principalmente a los siguientes aspectos: disminución del contenido de carbono del material, pues la materia orgánica al ser digerida pierde exclusivamente carbono en forma de CH₄ y CO₂, aumentando el contenido de nitrógeno y demás nutrientes, disminuyendo la relación C/N, lo que mejora las condiciones del material para fines agrícolas; mayores facilidades de movilización de biofertilizantes por los microorganismos del suelo, debido a que el material ya se encuentra en grado avanzado de descomposición lo que viene a aumentar la eficiencia del biofertilizante y solubilidad parcial de algunos nutrientes (27).

El uso de los biodigestores tiene ciertas ventajas, ya que a diferencia de la biodegradación aerobia, en este tipo de fermentación se aprovecha al máximo los productos que se generan en el proceso (gases y líquidos con sólidos disueltos), especialmente el que se utiliza en la agricultura como fertilizante (29).

Los residuos orgánicos obtenidos después de la biodegradación anaerobia tienen mayor riqueza nutricional que los obtenidos en la biodegradación aerobia. Sin embargo se debe considerar que el material orgánico obtenido en su mayor parte es líquido y siendo este aplicado al suelo, puede ocurrir la lixiviación de alguno de sus componentes, especialmente si se trata de suelos permeables. Se debe tener cuidado en el momento en que este se aplique, pues el suelo debe haber sido previamente humedecido, ya que en suelos secos existe gran pérdida de nitrógeno por volatilización (29).

Existen varios tipos de biodigestores según el modo de operación:

1. De régimen estacionario o de Batch

Son muy utilizados para obtener fertilizantes orgánicos. Estos consisten en tanques herméticos con una salida de gas. Por lo general son de materiales plásticos con tapas enroscables, se llenan una sola vez y se descargan cuando han dejado de generar gas (33).

2. De régimen semicontínuo

Se construyen enterrados y se cargan por gravedad una vez al día. El gas es almacenado en una campana colocada en la parte superior. (34).

3. Horizontales de desplazamiento

Se construyen enterrados semejantes a un canal, se operan a régimen semicontínuo, entrando la carga por un extremo del biodigestor y saliendo el efluente por el extremo opuesto (34).

4. De régimen continuo

Se utilizan principalmente para tratamiento de aguas negras; son plantas muy grandes que emplean equipos para proporcionar calefacción y agitación, son de tipo industrial (35).

La FAO propuso el "Biodigestor plástico de flujo continuo", el mismo que es un prototipo denominado generador de gas y bioabono a partir de aguas residuales servidas. Está hecho de polietileno calibre 8 resistente a la luz ultravioleta (LUV), tiene capacidad para 9 m³ y el tiempo aproximado de retención para la digestión anaerobia de la materia orgánica diluida es de 30 a 40 días en zonas tropicales con temperaturas promedio de 30° C (36).

5.4.1 Fases de la descomposición bacteriana sobre condiciones anaeróbicas

La descomposición bacteriana anaeróbica es afectada en 3 fases:

a) Fase de hidrólisis y fermentación

La materia orgánica es descompuesta y las bacterias liberan en el medio las llamadas enzimas extracelulares, quienes van a promover la hidrólisis de las moléculas solubles en agua, como grasas, proteínas y carbohidratos y las transforman en moléculas menores solubles (29)

b) Fase de acetogénesis y deshidrogenación

Los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos se degradan produciendo ácido acético, CO₂ e hidrógeno que son los sustratos de las bacterias metanogénicas (29).

c) Fase metanogénica

Se produce un rápido consumo de oxígeno, del nitrato y del sulfato por los microorganismos, produciéndose la metanogénesis. Las bacterias metanogénicas (producen metano como parte de su metabolismo energético) actúan sobre el hidrógeno o dióxido de carbono, transformándolos en gas metano (CH₄). En estas condiciones, el nitrato se transforma en amonio y el fósforo queda como fosfato. También se reducen los iones férrico y mangánico, debido a la ausencia de oxígeno (29).

La concentración de hidrógeno juega un papel fundamental en la regulación del flujo del carbono en la biodigestión. Los microorganismos que en forma secuencial intervienen en el proceso son:

- Bacterias hidrolíticas y fermentadoras.
- Bacterias acetogénicas obligadas reductoras de protones de hidrógeno (sintroficas).
- Bacterias sulfato reductoras (sintroficas facultativas) consumidoras de hidrógeno.
- Bacterias homoacetogénicas.
- Bacterias metanogénicas.
- Bacterias desnitrificantes (29).

5.5 Aspectos importantes en la producción de biofertilizantes

No existe una fórmula estándar para la producción de biofertilizantes.

Recetas variadas van siendo testadas e utilizadas por investigadores para fines diversos, especialmente en La China y La India, quienes son los mayores productores y consumidores de esta tecnología con más de 150 mil unidades instaladas, incluyendo la producción de biogas (gas metano CH₄). Los biofertilizantes vienen siendo utilizados en cultivos como: manzana, pera, uva, tomate, papas, hortalizas en general, banano, etc.

Un factor limitante para una buena fermentación puede estar asociado a la contaminación o alteración brusca del compuesto, o cuando el estiércol proviene de animales que han sido tratados con antibióticos. Por esta razón la adición de micronutrientes debe ser tratada de la manera más lenta posible, ya que esta práctica a la final puede tornarse inviable (28)

Para que se dé un buen proceso de digestión anaerobio, es necesario que las bacterias encuentren las siguientes condiciones:

a) Temperatura

Las bacterias mesófilas completan su ciclo biológico en el ámbito de 15 a 40°C con una temperatura óptima de 35°C. Las bacterias termofilicas cumplen sus funciones en el ámbito de 35 a 60°C con una temperatura óptima de 55°C. Para el biofertilizante hecho con estiércol, la mejor temperatura es 38°C, que es la temperatura de la panza (rumen) de los animales que pastan, sean estos conejos, camellos, vacas, venados o cabras (7)

b) Hermetismo

El tanque en el cual se desarrolla el proceso debe estar herméticamente cerrado. Si el aire llegara a entrar en el biodigestor, contenido del mismo es afectado a tal punto que se desarrolla un proceso de pudrición (7).

c) Presión

Debido al proceso de fermentación que ocurre en el biodigestor, la presión aumenta. Una presiónsubatmosférica de 6 cm de agua dentro del biodigestor se considera la presión óptima (7).

d) Tiempo de retención

Se refiere al tiempo en que la materia orgánica es digerida por los microorganismos. Se ha observado que para tiempos largos de retención, se obtiene un afluente más degradado con excelentes características como fuente de nutrimentos. Por otro lado si el tiempo de retención es corto, se obtiene un residuo de baja calidad fertilizante por haber sido parcialmente digerido (7).

e) Relación Carbono nitrógeno C/N

La relación óptima de C/N es de 30:1, cuando la relación es muy estrecha (10:1) hay pérdidas de nitrógeno asimilable, lo cual reduce la calidad del material digerido. Si la relación es muy amplia (40:1) se inhibe el crecimiento debido a falta de nitrógeno (29)

f) Porcentaje de sólidos

El porcentaje óptimo de sólidos en la mezcla a digerir es de 7 a 9 y se consigue al diluir el material orgánico con agua (29).

g) pH

Indica la concentración de iones hidrógeno existente en la disolución del biodigestor y trata de medir la acidez. En digestores operados con estiércol de bovino, los valores óptimos de operación oscilan entre 6.7 y 7.5 con límites de 6.5 a 8.0 (29).

h) Agitación

Esta práctica es importante para establecer un mejor contacto de las bacterias con el sustrato.

En la fase de metanogénesis especialmente, se limita la velocidad de la cadena de reacciones, debido principalmente a la formación de micro bolas de metano y dióxido de carbono en torno a la bacteria metanogénica, aislándola del contacto directo con la mezcla en la digestión. Razón por la cual la agitación del biodigestor es una práctica recomendada (27).

5.6 Beneficios de los biofertilizantes

Los biofertilizantes aplicados al suelo ejercen cierto efecto, de acuerdo a su naturaleza, promueve el equilibrio nutricional del suelo, aumenta su fertilidad natural, estimulando a los microorganismos benéficos del suelo (mayor velocidad de descomposición de sustratos, aporte de nutrientes, etc.) (25).

También mejora el balance nutricional en la planta, haciéndola más resistente al ataque de plagas y enfermedades originadas por el desequilibrio ambiental; es por eso que en algunos casos se le atribuye el efecto de actuar como repelente, fungicida o insecticida suave. Aumenta la producción, mejora la calidad de los productos, garantizando al agricultor mayor aceptación de sus productos y precio en el mercado.

Muchos de estos productos pueden contener uno o más microorganismos, de tal forma que se mantengan los principios básicos de ecosistemas naturales, los cuales son sostenibles por sus constituyentes, la calidad y cantidad de sus poblaciones.

Otro aspecto importante es que los suelos presentan grandes variaciones con respecto al tipo y número de microorganismos. Generalmente los suelos más fértiles, menos degradados, con más contenido de materia orgánica y menos contaminados con productos químicos permiten mantener altas poblaciones de microorganismos, con una mayor diversidad de especies (26).

Los biofertilizantes sirven para estimular y activar la nutrición y resistencia de las plantas al ataque de insectos y enfermedades (6).

Además de la fermentación de materia orgánica que produce y de sus residuos con excelentes propiedades, los biofertilizantes son buenos generadores de biogás (29).

La composición del bioabono en promedio tiene 8.5% de materia orgánica, 2.6% de nitrógeno, 1.5% de fósforo, 1.0% de potasio y un pH de 7.5 (36) El biofertilizante sólido o líquido no posee mal olor, a diferencia del estiércol fresco, tampoco atrae moscas y puede aplicarse directamente al campo en forma líquida, en las cantidades recomendadas; o bien, el biofertilizante sólido puede deshidratarse y almacenarse para usarlo posteriormente en el entendido de que al deshidratarse puede haber pérdidas por volatilización hasta 60%, sobre todo de nitrógeno (29) El biofertilizante no deja residuos tóxicos en el suelo, eleva la calidad del mismo y puede considerarse como un buen fertilizante que puede competir o complementarse con los fertilizantes químicos (35).

5.7. Recomendaciones para uso de biofertilizantes

- Estos productos no deben exponerse a altas temperaturas ni a la luz directa del sol.
- Si se aplican a la semilla, esta se debe sembrar inmediatamente después de inocular o a más tardar dentro de las próximas 24 horas.
- Evitar el contacto del producto con fungicidas y herbicidas.
- Si la semilla está tratada con fungicidas se recomienda agregar el producto al suelo a un lado de la misma.
- Si el producto se aplica al suelo hacerlo en las primeras horas del día o en la tarde.
- Evitar aplicaciones foliares del producto junto o muy cerca de las aplicaciones de fungicidas.
- Asegúrese de la buena preparación del producto antes de colocarlo en el equipo de aspersión.
- Use la cantidad apropiada del producto.
- Lavar adecuadamente el equipo de aspersión antes de adicionar el producto.
- No aplicar si la humedad del suelo es deficiente (28).

5.8. EL BIOL. (FITOESTIMULANTE ORGÁNICO).

5.8.1 Generalidades.

El biol es un abono orgánico de naturaleza líquida, resultado de la descomposición anaeróbica de los residuos animales y vegetales: estiércoles, cascara de las frutas, hortalizas, etc., el cual aparece como residuo líquido sobrante, resultado de la fermentación metanogénica de los desechos orgánicos. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes a plagas y enfermedades, el manejo de suelos constituye una actividad que debe realizarse mediante la integración de alternativas que permitan sumar "alimentos" para el suelo y la planta, es decir ir sumando el nitrógeno y otros macro y micronutrientes. Los abonos líquidos o bioles son una estrategia que permite aprovechar el estiércol de los animales y otros componentes de origen vegetal,

sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica, dan como resultado un fertilizante foliar que contiene principios hormonales vegetales (20).

5.8.2. Principio.

Los abonos líquidos, también conocidos como bioles, biofertilizantes o biopreparados se originan a partir de la fermentación anaeróbica de materiales orgánicos tales como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, etc. Diferentes organismos se encargan de transformar estos materiales orgánicos en humus, vitaminas, ácidos minerales complejos indispensables al metabolismo y equilibrio nutricional de las plantas. El biol es también una fuente orgánica de fitoreguladores que a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas. También se afirma que el biol influye sobre actividades agronómicas como: enraizamiento, incremento del área foliar, mejora de la floración y del vigor germinativo de las semillas, traduciéndose todo en un aumento significativo de las cosechas. El Biol también actúa como un repelente y "fungicida" foliar desarrollando una mayor resistencia a las enfermedades (27).

5.8.3. Preparación del biol.

El diseño del sistema para la obtención del biol se fundamenta en un proceso netamente anaerobio, proceso que funciona con la complementación de uno o varios biodigestores, en el cual se producen las diferentes reacciones entre la materia orgánica que se genera en el hogar o en la comunidad, además se aprovecha el gran potencial que estos tienen para ser desarrollada y utilizada ampliamente (30).

Para conseguir un buen funcionamiento del digestor, Suquilanda (1996), manifiesta que debe cuidarse la calidad de la materia prima o biomasa, la temperatura de la digestión (25. 35 °C), la acidez (pH) alrededor de 7.0 y las condiciones anaeróbicas del digestor que se da cuando este es herméticamente cerrado. Es importante considerar la relación de materia seca y agua que implica el grado de partículas en la solución. La cantidad de agua debe normalmente situarse alrededor del 90% en peso del contenido total. Tanto el exceso como la falta de agua son perjudiciales. La cantidad de agua varía de acuerdo con la materia prima destinada a la fermentación (36).

Cuadro No. 1. Relación: materia prima (estiércol, residuos vegetales)/agua

Fuente de estiércol	Estiércol	Cantidades utilizadas		
		%	AGUA	%
Bovino	1 parte	50	1 parte	50
Porcino	1 parte	25	3 partes	75
Gallinaza	1 parte	25	3 partes	75

Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario. ICA.

Para la preparación del biolPSuquilanda (1996),recomienda los siguientes pasos:

1. Se recoger el estiércol procurando no mezclarlo con tierra
2. Se coloca el estiércol en el tanque,la mitad si es de origen bovino, la cuarta parte del tanque si es de cerdo o gallinaza.
3. Agregar alfalfa u otra leguminosa picada al interior del tanque.
4. Agregar la cantidad de agua necesaria, dejando un espacio de 20 centímetros entre el agua y el filo del tanque.
5. Colocar el pedazo de plástico en la boca del tanque y con una cuerda de nylon o alambre se ata fuertemente procurando dejar el plástico abombado para que se colecte en dicho espacio el biogás. (Mantener las condiciones anaeróbicas).
6. El lapso de tiempo para que el biol esté listo para extraerse será determinado por las condiciones ambientales en donde éste sea elaborado.
7. El biol obtenido de esta manera debe filtrarse haciéndolo pasar por medio de cedazos o filtros de alambre y tela que son colocados y sostenidos en unos embudos especialmente hechos para el fin.
8. La operación del filtrado se facilita utilizando una pequeña espátula construida para tal propósito.
9. De esta manera el biol está listo para ser utilizado (36).

Para utilizar el biol se procede de la siguiente manera:

- ✓ Sacar el biol en baldes en el momento necesario.
- ✓ Antes de aplicar el producto, se debe mezclar con agua para evitar el posible quemado del follaje, de acuerdo a las dosis recomendadas.
- ✓ La parte sólida del biol, producto del colado, se usa como abono natural incorporándolo alrededor de las plantas (28).

5.8.4 Verificación de la calidad del biol

Para la verificación de la calidad del fermentado (Tecnología química y comercio (2005)), manifiesta que esto se hace al revolver durante 5 minutos. La mezcla líquida, que debe presentar un olor a fermentación (agradable a jugo de caña) y no putrefacción, debe ser de color amarillo. En la superficie se tiende a formar una nata espumosa de color blanca. El olor a putrefacción y la presencia de un color verde azulado o violeta indican que la fermentación está contaminada y se debe desechar (38).

5.8.5. Ventajas del biol (39).

1. Acelera el crecimiento y desarrollo de la plantas
2. Mejora la producción y la productividad de las cosechas.
3. Aumenta la resistencia a plagas y enfermedades, mejora la actividad de los microorganismos benéficos del suelo y ocasiona un mejor desarrollo de raíces, en hojas y en los frutos.

4. Aumenta la tolerancia a condiciones climáticas adversas (heladas, granizadas, otros).
5. Es ecológico, compatible con el medio ambiente y no contamina el suelo y sobre todo, es económico.
6. Acelera la floración, en trasplante, se adapta mejor la planta en el campo.
7. Conserva mejor el N, P, K, Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica lo cual nos permite aprovechar totalmente los nutrientes.
8. El N que contiene se encuentra en forma amoniacal que es fácilmente asimilable.

5.8.6 Usos del biol.

El biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla y/o a la raíz. La aplicación del biol se realiza por lo menos cuatro veces durante el desarrollo fenológico del cultivo (29).

Para su utilización (Tecnología química y comercio (2005)), propone que se puede utilizar en hortalizas, cultivos anuales, pastos, frutales, plantas ornamentales. Como encapsulador: En relación 1:1 con el plaguicida al mezclar. En mezcla con fertilizantes utilizar 3 o 4 Litros de biol mezclado con la solución madre de fertilización (para una hectárea). En huertas de dormancia utilizar 2 litros de biol por cada 100 litros de agua (38).

Al utilizar bioles como fertilizante en los distintos cultivos Gomero (2000), propone que el biol favorece al enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), actúa sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas. Debe utilizarse diluido en agua, en proporciones que pueden variar desde un 25 a 75 por ciento. Las aplicaciones deben realizarse de tres a cinco veces durante el desarrollo vegetativo de la planta. También se puede aplicar biol junto con el agua de riego para permitir una mejor distribución de las hormonas y los precursores hormonales que contiene. Con ello se mejora el desarrollo radicular de las plantas, así como la actividad de los microorganismos del suelo. De igual manera se puede remojar la semilla en una solución de biol, para activar su germinación, el tiempo de remojo depende del tipo de semilla; se recomienda de dos a seis horas para semillas de hortalizas, de 12 a 24 horas para semillas de gramíneas y de 24 a 72 horas para especies gramíneas y frutales de cubierta gruesa (12).

5.8.7 Modo de acción

La aplicación de biol para el control de insectos que puedan dañar los cultivos se debe de realizar continuamente, al respecto Tecnología química y comercio (2005), propone que el biol mezclado con insecticidas traspasa la capa cerosa de los insectos permitiendo una penetración más rápida y eficaz de los insecticidas. Como agente encapsulador mezclado con plaguicidas lo protege de factores

ambientales que podrían reducir su eficacia y efecto residual, el biol no es volátil y no permite que los plaguicidas aplicados pasen del estado líquido a gaseoso tan rápidamente, el biol hace que el plaguicida quede adherido a la planta evitando pérdidas por excesiva humedad relativa o lluvias (38).

5.8.8 Modo de aplicación.

Para la aplicación de biol Tecnología química y comercio (2005), manifiesta que el biol siempre debe ser mezclado previamente con el plaguicida en la proporción 1:1 en un recipiente aparte agitando constantemente, luego esta pre-mezcla debe ser añadida al tanque de pulverización en el volumen de agua calibrado (38).

5.8.9 Ámbito del desarrollo de la tecnología.

La elaboración y utilización del biol se prepara a partir de los desechos sólidos orgánicos, los mismos que son ricos en: nitrógeno amoniacal, hormonas, aminoácidos y vitaminas, las mismas que regularizan el metabolismo vegetal y además puede ser un gran complemento a la fertilización integral de las plantas. El biol puede prepararse en diferentes envases, tales como: mangas de plástico, cilindros toneles, entre otros (17).

Cuadro No.2. Comparación de los macronutrientes del biol y los abonos químicos tradicionales. (11)

BIOL 2:1 – RSO:H2O			FERTILIZANTES EQUIVALENTES		
N	P	K	N	P	K
FERTILIZANTE ORGANICO			UREA	S.S	KCl
0.10	130	3141.88	46	87.25	3026

Adaptado de: Viabilidad Técnico-económico de productos fertilizantes químicos tradicionales

5.8.10 El biol en la agricultura

La actividad de las plantas se refleja en la continuidad del crecimiento de los brotes y sus hojas, lo cual repercute en mayor área foliar para maximizar la eficiencia fotosintética de los cultivos mediante hormonas que permiten estimular la división celular y con ello establecer una "base" o estructura sobre la cual continúa el crecimiento (14).

El biol es un efluente líquido que se descarga frecuentemente de un digestor, por cuanto es un biofactor que promueve el crecimiento en la zona trofogénica de los vegetales por un crecimiento apreciable del área foliar efectiva en especial de cultivos anuales y semi-perennes (15)

Para otros autores, el biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. La técnica empleada para lograr este propósito son los biodigestores. Los biodigestores se desarrollaron principalmente con la finalidad de producir energía y abono para las plantas utilizando el estiércol de los animales. Sin embargo en los últimos años, esta técnica está priorizando la

producción del bioabono, especialmente del abono foliar denominado biol. El biol es un líquido que se descarga de un digestor y se utiliza como abono foliar. Es una fuente orgánica de fitorreguladores que permiten promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas. Existen diferentes formas de enriquecer el biol en el contenido de fitorreguladores así como de sus precursores, mediante la adición de alfalfa picada en un 5% del peso total de la biomasa, también se logra mayor contenido en fósforo adicionando vísceras de pescado (1kg /100lts de agua) (29).

Con relación a la utilización de biol en la agricultura orgánica, una de las alternativas de fertilización foliar son los bioles. Los abonos líquidos o bioles son una estrategia que permite aprovechar el estiércol de los animales y desechos de cosechas, estos son sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica, dando como resultado un fertilizante foliar que contiene principios hormonales vegetales (auxinas y giberelinas).

Investigaciones realizadas, permiten comprobar que aplicados foliarmente a los cultivos en una concentración entre 20 y 50% se estimula el crecimiento, se mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas. Estos abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, en hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo (2).

5.8.11 Biol al follaje

Para la aplicación de biol foliar Suquilanda. (1996), propone que el biol, no debe ser utilizado puro cuando se va aplicar al follaje de las plantas, sino en disoluciones. La disoluciones recomendadas pueden ser desde el 25% al 75%, mediante la presencia de hormonas vegetales que regulan y coordinan funciones vitales que se reproducen en células meristemáticas y pueden ser transportadas desde el lugar que son sintetizadas células a células, no suelen actuar de forma aislada, que provocan la elongación y división de la células, de este modo contribuyen al crecimiento (36).

Cuadro No. 3. Disoluciones de biol para aplicaciones al follaje (en una bomba de 20 litros).

SOLUCIÓN	BIOL/lit.	AGUA/lit.	TOTAL/lit.
25%	5	15	20
50%	10	10	20
75%	15	5	20

Fuente: AGRONOVIDA. 2010.

Las disoluciones de biol al follaje, deben aplicarse unas 3 ó 5 veces durante los tramos críticos de los cultivos, mojando bien las hojas con unos 400 a 800 litros por hectáreas dependiendo de la edad del cultivo y empleando boquillas de alta presión en abanico. Se debe tomar en cuenta para la aspersion del biol, el uso de

un adherente para evitar que este se evapore o sea lavado por acción de lluvia. Desde el punto de vista de la agricultura orgánica se puede utilizar como adherentes la leche o suero de leche (un litro en cada 200 litros de disolución) (1).

En referencia a lo anterior se dice que la fertilización foliar es una técnica que permite la incorporación del fertilizante en la planta por medio de las hojas, el tallo y las raíces. El momento de aplicación en las plantas es desde que las mismas poseen 15 cm de altura con una frecuencia determinada por el productor (1).

5.6. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CULTIVO DE TOMATE(Solanumlycopersicum L.)

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Especie: Solanumlycopersicon L. (Knapp,et al; 2005)

Planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semirrecta o erecta. Existen de crecimiento limitado (determinado) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminado) (3).

El sistema radicular consiste en una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 metros, sin embargo, las labores del trasplante destruyen la raíz principal y lo más común es que presenta una masa irregular de raíces fibrosas. Es muy frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales (19).

El tallo de tomate es herbáceo, aunque, tiende a lignificarse en las plantas viejas. Visto en sección transversal parece más o menos circular. Con ángulos o esquinas; en las ramas jóvenes es triangular. La epidermis se forma en una capa de células, las que a menudo tienen pelos largos. Debajo hay una zona de colénquima, que es más gruesa en las esquinas y que constituye el mayor soporte del tallo. Sigue luego la región cortical, con cinco a diez capas de parénquima, de células grandes con muchos espacios intercelulares finalmente, el cilindro vascular se compone de afuera hacia adentro, de floema, en bandas aisladas o unidas por conexiones delgadas de xilema que forman un tejido continuo. La médula que ocupa gran parte del tallo tiene hacia la parte externa cordones de fibra del periciclo inferior (23).

Las hojas compuestas imparipinadas, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen en forma alternativa sobre el tallo. El mesófiloparenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambos sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la

zona superior o zona empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés y constan de un nervio central.

Las flores se desarrollan en racimos y se abren simultáneamente (13).

En una misma ramilla hay siempre botones, flores y frutos. La antesis ocurre por lo común en las mañanas, 24 horas después de iniciar la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras y, por la posición pendiente de la flor cae directamente sobre la superficie de los estigmas. La auto polinización es lo más frecuente en los tomates cultivados, la polinización es cruzada debido a los insectos y ocurre en un 5% (13).

El fruto es una baya bi o plurilocular de forma muy variada. En los principales cultivos comerciales es de forma ovalada (aplanada), con reborde longitudinales o lisos; hay también elipsoides y periformes. En los tamaños silvestres predominan los frutos esféricos. El número de lóbulos en los frutos de tomate silvestre es de dos. En los cultivares comerciales, seleccionados por el mayor número de tabiques y su grosor, es corriente encontrar de 5 a 10 celdas. La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas por la cutícula. Es frecuente la presencia de pelos o glándulas que desaparecen conforme madura el fruto. Debajo del pericarpio hay 3 o 4 estratos de colénquima que junto con la epidermis forma una cáscara fina resistente. En ella hay pigmentos amarillos y rojos, según la variedad. El resto del fruto se forma de parénquima cargado de pigmentos rojos y amarillos que aparecen como cristales suspendidos en el líquido que rellenan las células. Las paredes de las células son también de parénquima, interrumpidos por cordones aislados de haces vasculares. Los tejidos de la placenta, sobre los que están las semillas, contienen una mayor cantidad de haces, lo que les da un color más claro. Las capas de células que rodean las semillas se disuelven en la madurez, formando una masa gelatinosa rica en granos de almidón (3).

Las semillas, planas y ovaladas, miden de 2 a 5 mm de largo y están cubiertas de pelos finos, el embrión que ocupa la mayor parte se encuentra arrollado cerca de la superficie (3).

5.6.1. Agroecología del cultivo

A. Temperatura

El Tomate es un cultivo de clima cálido y templado, que no soporta heladas. La temperatura del suelo debe estar en el rango de los 12° a 16° C, mientras que la temperatura ambiente para su desarrollo debe estar entre los 21° y 24° C, siendo 22° C la temperatura óptima. Temperaturas más altas o más bajas pueden detener su crecimiento, provocar poco amarre del fruto, o aborto de flores. El rango óptimo de temperatura para la maduración del fruto es de 18° a 24° C- Por otro lado, para lograr una óptima pigmentación rojiza el rango adecuado de temperatura es de 22° a 28° C (13).

B. Humedad

En cuanto a la humedad relativa del ambiente se recomienda un rango de 65 a 85%. Para el cultivo en invernadero, la humedad debe mantenerse en el rango de 50 a 60% (13).

C. Luminosidad

El tomate es un cultivo que no requiere cambios en la cantidad de horas luz que reciba para cumplir con los procesos de crecimiento y desarrollo; sin embargo, requiere de una buena iluminación, la cual será modificada según la densidad de siembra, el sistema de poda o el tutorado (13).

D. Requerimientos edáficos

El tomate es una hortaliza tolerante a la acidez, con valores de pH 5.0-6.8. En lo referente a la salinidad, es medianamente tolerante, con valores máximos de 6400 ppm (10mmho).

El tomate se desarrolla sobre suelos de diversa Textura, desde livianos (arenosos), hasta pesados, (arcillosos); siendo los mejores los francos, franco-arenosos, franco-Arcillosos y limo-arenosos, con un buen drenaje y profundos, Deben tener un contenido de materia orgánica superior al 3.5% (13).

5.6.2 Generalidades del híbrido Silverado.

Híbrido tipo saladette de Crecimiento determinado grande, con firmeza inigualable, cuya adaptabilidad lo hacen resaltar del mercado en su tipo. Tiene la capacidad de mantener los frutos firmes y maduros aun en condiciones difíciles de humedad y calor, de uso industrial. Fruto en forma de pera, de color rojo intenso al estar bien maduro, Resistente al transporte, tolerante a *Alternaria solani*; *Fusarium oxysporium* (1,2) y *Verticillium*, procedente de FERRY MORSE. Este es el material, más difundido e nivel Nacional y Regional (3).

5.6.3 Técnicas del cultivo:

A. Preparación del suelo.

Se recomienda el uso de subsolado al menos una vez cada 3 a 5 años, que debe efectuarse en la época seca. En el establecimiento normal del cultivo es necesario realizar varios pasos de arado y rastra, a fin de enterrar los restos del cultivo anterior. Esta práctica reduce la transmisión de enfermedades entre los cultivos. A continuación es necesario nivelar el terreno para proceder al levantamiento de las camas o camellones y de los canales de drenaje. Se recomienda hacer camas de 1.2 a 1.8 m de ancho (dependiendo de la maquinaria disponible y el tipo de crecimiento de la planta), con una altura de 20 a 30 cm (13).

C. Trasplante

El trasplante debe realizarse cuando las plantitas tengan de cuatro a cinco folíolos (aproximadamente 15 a 20 cm de altura). El trasplante puede realizarse hasta entre los 25 a 30 días después de la siembra (13).

Las plántulas que se trasplantan, son colocadas en el campo en el medio de crecimiento adherido a las raíces. Hay pérdidas menores de esta manera que con el trasplante a raíz desnuda. Lo que resulta en cultivos más uniformes. Además, en el caso de que se utilice una cubierta plástica, hay menor tendencia a la marchitez, ocasionada por las quemaduras debido a que el plástico se calienta en días de sol. Por otro lado, si se emplea maquinaria para esta labor, la misma

requiere de la presencia del pilón para funcionar apropiadamente. Cuando se efectúe el trasplante, especialmente en suelos fríos, el establecimiento de las plántulas puede mejorarse con el uso de pequeñas cantidades de solución fertilizante iniciador (19).

Cualquier fertilizante alto en Fósforo soluble, empleando entre 3 y 4 libras por 50 galones de agua para el trasplante, a menudo estimula el desarrollo temprano de las raíces. En recientes investigaciones se ha encontrado que soluciones de fosfato monopotásicoamoniacado dan dado buenos resultados (13).

D. Uso de coberturas al cultivo para protección antiviral

Se recomienda el uso de "cubierta de polipropileno no tejido", material que impide el paso de insectos vectores y proporciona suficiente luz para que crezca el cultivo. Se remueve al empezar la floración (13).

E. Uso del sistema de riego por goteo

Reduce la cantidad de agua a emplear, se puede fertilizar mientras se riega y realizar el control de enfermedades y plagas, porque permite realizar satisfactoriamente el proceso de quimigación. Estos conceptos de fertirrigación y quimigación son importantes por el uso de pequeñas cantidades de fertilizantes, fungicidas e insecticidas, aplicados en forma constante y en concentraciones expresadas en partes por millón (ppm), a través del agua de riego; son aplicaciones más eficientes y evitan problemas de fitotoxicidad por excesos de sales en el suelo además permite colocar los productos directamente en la zona radicularmente activa de la planta en la rizósfera. Esta tecnología tiene un efecto significativo en el aumento de la cantidad y calidad de la cosecha, así como también en la sanidad general del cultivo (23).

El establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros: Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares. Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación). Evapotranspiración del cultivo), eficacia de riego, uniformidad de caudal de los goteros. Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que, es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad) (13).

F. Fertirrigación y fertilización.

Para cultivos con riego por goteo, distribuir todo el P₂O₅ y los micro-nutrientes al voleo, y un 20 a 25% de N y K₂O en el área de las camas. Inyectar el remanente de fertilizante a través del sistema de riego.

Los cultivos de tomate con cobertura, el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va a ser en función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que esta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.) (10).

En cuanto a la nutrición del cultivo, es importante considerar la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo, que suele ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración, cambiando hasta 1/2 e incluso un 1/3 durante el periodo de recolección. El calcio es otro macro elemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical o "blossom-endrot". Entre los micro elementos de mayor importancia en nutrición del tomate se encuentra el hierro, que juega un papel primordial en la coloración de los frutos, y en menor medida en cuanto a su empleo, se sitúan manganeso, zinc, boro y molibdeno. Al momento de fertilizar, existen un margen muy amplio de abonado en el que no se aprecian diferencias sustanciales en el cultivo, pudiendo encontrar recetas muy variadas y contradictorias dentro de una misma zona, con el mismo tipo de suelo y la misma variedad. No obstante, se recomienda no sobrepasar la dosis de fertilizante total superior a 2 g/l, siendo común aportar 1 g/l para aguas de conductividad próxima a 1 mS/cm (13).

Actualmente se emplean básicamente dos métodos para establecer las necesidades de fertilización: en función de las extracciones del cultivo, sobre las que existen una amplia y variada bibliografía y en base a una solución nutritiva ideal a la que se ajustarán los aportes previo al análisis de agua. Los fertilizantes de uso más extendido son los simples en forma de sólidos solubles (nitrato de calcio, citrato potásico, nitrato amónico, fosfato mono-potásico, fosfato mono amónico sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo ya que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque, existen en el mercado fertilizante complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente solos o en combinación con los abonos simples a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo. El aporte de micro elementos, resulta vital para una nutrición adecuada, pudiendo encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos¹, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo su absorción por la planta. También se dispone de numerosos correctores de carencias tanto de macro como de micro nutrientes que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos y uso preventivo o curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo bajo condiciones ambientales desfavorables, así como otros productos (ácidos húmicos, fúlvicos, correctores salinos etc.), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta (9).

Si la fertilización se realiza de la forma convencional, es necesario resaltar que la fertilización del cultivo debe hacerse sobre la base de los resultados del análisis de

¹Desde un punto de vista químico los quelatos con cuerpos orgánicos obtenidos por quelación.

La **quelación** es un proceso natural por medio del cual un mineral se une a una molécula orgánica volviéndose activo y pudiendo así ser transportado directamente en los sistemas vasculares vegetales.

Por medio de la quelación, los metales son fijados en el interior de importantes sustancias biológicas, **proteínas** –como el caso de la hemoglobina, que contiene hierro; la clorofila que **contiene magnesio** o la **vitamina B₁₂**, que contiene cobalto-; así pues la quelación está inspirada en los procesos metabólicos de la naturaleza y permite al organismo la asimilación de los minerales o de los metales de forma completa.

suelo; y en términos generales los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate en kg/ha son:

Nitrógeno: 170, Fósforo: 225, Potasio: 275, Calcio: 150, Magnesio: 25 y Azufre: 22 (13).

5.6.4 Labores culturales durante el crecimiento del cultivo

A. Estacado y tutorado

En sistemas de producción abiertos, consiste en poner un sostén a la planta, a fin de mantenerla erguida y evitar que las hojas y en especial los frutos toquen el suelo. Esto mejora la aireación general de la planta, favorece el aprovechamiento de la luminosidad y facilita el manejo del cultivo en las labores restante. Lo anterior permitirá obtener frutos de mejor calidad, y un mayor control de enfermedades (9). Para esta práctica se pueden emplear estacas de madera (provenientes de la región y debidamente desinfectadas), de aproximadamente 5 cm de diámetro y 2 m de largo. Cada estaca se coloca en la cama, en la mitad entre cada plata, o también cada 3m clavándolas a una profundidad de 40 ó 50 cm. Esta práctica debe hacerse 2 ó 3 semanas después del trasplante (13).

Para sistemas de producción en ambientes protegidos, consiste en la sujeción de las plantas con hilo de polipropileno (pita de rafia) sujeto a un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anilla) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hijo tutor mediante anilla, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones: Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra; consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips; de esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción. Dejar que la planta crezca cayendo por su propia gravedad, y dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del tutorado (13)

E. Cosecha

La cosecha debe estar acorde con las exigencias del mercado, y considerando si las variedades o híbridos sembrados son para consumo fresco o para industrialización.

En todo caso, los comercializadores, escogen tomates de piel lisa, clara y brillante, de buen color, pulpa firme en cualquier etapa de maduración. Se busca un buen peso en relación al tamaño. La fruta debe estar madura (no sobre madura) y bien formada. Cicatrices alrededor del hoyo pedúncular resultan en desperdicios pero no afectan el sabor, mientras que un tomate aguado señala un sabor deficiente. Siendo la firmeza y la textura consideraciones importantes en la determinación de la calidad del tomate. (13)

5.6.6 Plagas que afectan al cultivo de tomate.

Entre las principales plagas que atacan al cultivo del tomate están (40):

- A) Araña roja
- B) Vasate
- C) Mosca blanca
- D) Pulgón
- E) Trips
- F) Minadores de la hoja
- G) Larvas de lepidópteros
- H) Gusanos del suelo
- I) Nemátodos.

5.6.7 Enfermedades que afectan al cultivo de tomate (40).

- Tizón tardío (phytophthora infestans.)
- Tizón temprano (Alternaria Solani)
- Virus del enrollamiento de la hoja.

5.6.8 FERTILIZACIÓN

Los requerimientos nutricionales de la planta del tomate tanto elementos mayores como micro-elementos serán suministrados de forma correcta y oportuna, a fin de que la planta pueda completar su desarrollo (13).

Recomendación nutricional en temporada verano – invierno (13).

Cuadro No.4 requerimientos nutricionales del tomate

	N	K	P
Tomate máximo desarrollo			
Verano	1.0	0.2-0.3	1.0-1.5
Invierno	1.0	0.3-0.5	2-4

Fuente: Manual del cultivo de tomate en Invernadero.

En la etapa inicial, se recomienda una relación de N-P-K de 2-1-1(12).

En la etapa de floración, se recomienda una relación de N-P-K de 1-2-1(12).

En la etapa de fructificación, se recomienda una relación N-P-K de 1-1-2 (12).

Algunos de los fertilizantes más utilizados son: Fosfonitrato (33% N), sulfato de amonio (20.5% N), superfosfato de calcio triple (46% P), fosfátodiamónico (18 46-00), nitrato de potasio (12-00-45), calcio, magnesio, hierro, zinc, boro, azufre, manganeso y molibdeno (9).

El potencial de Hidrógeno pH es el parámetro que determina la alcalinidad o acidez de agua y suelo, tomando como base el 7 (neutro) en una escala del 0 al 14, del cual dependerá la utilización de los fertilizantes ácidos o alcalinos para establecer su rango. Para el cultivo de tomate, el rango óptimo de pH es de 6.5 a 7.0 (9).

La conductividad eléctrica CE es el flujo de energía eléctrica que se presenta en el suelo, debido a la concentración de sales. La unidad de medición se da en mmhos/cm a 25°C. Mientras mayor sea el flujo, mayor será el contenido de sales y a mayor contenido de sales, mayor dificultad para la absorción de nutrientes (9).

Es necesario considerar que los fosfatos jamás se deberán mezclar con los otros fertilizantes, principalmente con los nitratos y el magnesio pues induce a la solidificación de los mismos. Además de utilizar fertilizantes solubles para evitar taponamiento en el sistema de riego (18).

5.6.9 Carencias de nutrientes (18).

- ✓ Nitrógeno: presenta hojas débiles y de color verde-amarillentas.
- ✓ Magnesio: presenta hojas de colores entre blancos y amarillos con manchas marrones, y puede ser corregido pulverizando sulfato de magnesio.
- ✓ Fósforo: se manifiesta más en las flores, las cuales se secan prematuramente, además de que tardan en formarse y abrirse. Se corrige abonando después de la floración con superfosfato de calcio.
- ✓ Potasio: se manifiesta en la forma y color de las hojas, las cuales se doblan por su borde, se quedan pequeñas y amarillean hasta tornarse grises. Si la falta de potasio persiste, estos síntomas progresan hasta que alcanzan la parte superior de la planta.
- ✓ Manganeso: decoloración severa en las hojas.

Recomendaciones antes de instalar un cultivo de tomate:(18).

- No abandonar residuos vegetales en lugares cercanos al cultivo.
- Aplicar vía riego por goteo un desinfectante de suelos antes del trasplante para eliminar hongos o la posibilidad de algunos nematodos.
- Desinfectar las herramientas con lejía o productos a base de compuestos de cobre.
- Formar adecuadamente a los operarios para evitar que sean vehículos de contaminación.
- Realizar un programa de buenas prácticas agrícolas para lograr el aseguramiento de la calidad del fruto.

5.6.10 Materia Orgánica y Estiércol.

Se aplica materia orgánica y estiércol para aumentar la capacidad de retención de agua del suelo y para mejorar la estructura y actividad microbiológica del suelo. Se debe prestar atención al hecho que el estiércol puede contener cantidades sustanciales de nutrientes y así pues de aumentar el riesgo de tener un exceso de nutrientes en la zona radicular (riesgo de salinización) y de producir ciertos desequilibrios de nutrientes (13).

Las aplicaciones de 10-50 t/ha de estiércol contribuirán a una parte importante de la demanda total de nutrientes. El estiércol de pollo seco, (cuadro No. 4) Es más

concentrado que el estiércol vacuno seco (cuadro No. 5) con diez toneladas de estiércol de pollo, se aplican 243 kg/ha de nitrógeno. Si se aplican 500 toneladas de estiércol vacuno seco, se proporcionarían aproximadamente 50 t/ha x 5.5 kg/ton de nitrógeno total = 275 kg/ha de nitrógeno total (13).

Cuadro No5. Contribución promedio de nutrientes en estiércol de pollo(13).

		N total	N min	N-Org.	P2O5	K2O	MgO	Na2O
		en kg por 100 kg de estiércol						
Pollo (seco)		2.4	1.1	1.3	2.8	2.2	0.4	0.3
Aplicación (t/ha)	10	243	109	134	283	222	35	30

Fuente: Gonzales Ramírez, I. M. 1984

Cuadro No 6. Contribución promedio de nutrientes en estiércol vacuno (13).

		N total	N min	N-Org.	P2O5	K2O	MgO	Na2O
		en kg por 100 kg de estiércol						
Vacuno (seco)		0.55	0.11	0.44	0.38	0.35	0.15	0.10
Aplicación (t/ha)	10	55	11	44	38	35	15	10

Fuente: Gonzales Ramírez, I. M. 1984

La mayoría del nitrógeno se encuentra en compuestos orgánicos y se liberará durante la temporada de crecimiento como consecuencia de la actividad microbiológica. Esto conducirá a una entrega alta de nitrógeno más tarde en la época de crecimiento, cuando el tomate ya está en su fase productiva, causando posiblemente maduración irregular, mal sabor y vida corta de anaquel.(13).

Como esto es uno de los mayores problemas en la práctica del agricultor, se recomienda limitar la dosis de estiércol a un máximo de 25% del total de los requerimientos de nitrógeno y agregar el resto de los nutrientes con productos de nutrición vegetal de especialidad(13).

VI. MARCO REFERENCIAL.

Durante los últimos años se ha venido haciendo varias investigaciones con la utilización del biol como fertilizante, estas investigaciones han tenido lugar en distintos países de Sur América como Perú, Bolivia, Colombia y Chile, en Centro América solamente Costa Rica ha realizado un estudio similar mientras que en Guatemala es la primera investigación de este tipo, para ello se hace referencia de estudios similares con respecto a la utilización del biol como fertilizantes.

a. EFECTOS DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE BIOL APLICADOS FOLIARMENTE Y AL SUELO EN EL CULTIVO DE VAINITA (*Phaseolus vulgaris* L.)

Por la importancia de la utilización del biol como abono orgánico líquido y su utilización en cultivos hortícolas como vainita, se plantearon los siguientes objetivos en este trabajo de investigación:

- Determinación de rangos de concentración de biol más adecuados en la producción del cultivo de vainita.
- Determinar la productividad de vainita cuando se utiliza biol.

Resultados obtenidos en la investigación:

Rendimiento comercial de vainita.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas para los rendimientos siendo el promedio general de 16 707 Kg/ha, considerado como un alto rendimiento promedio. Concentraciones del Biol al 100%, aplicados foliarmente y al suelo dieron un aumento de 11.6% y 12.3% respectivamente en relación con el testigo (sin aplicación). Estas diferencias fueron de 2000 kg/Ha aproximadamente, que en condiciones de campo significaron una mejor productividad y un mayor margen en los ingresos de los agricultores (30).

b. ELABORACION Y APLICACIÓN DE DOS TIPOS DE BIOL EN EL CULTIVO DE BROCOLI (*Brassicaoleracea* Var. Legacy).

En esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL.

Evaluar el abono orgánico tipo biol a partir de dos tipos de estiércol (Bovino y ovino) y su efecto en el cultivo de brócoli (*Brassicaoleracea* Var. Legacy).

ESPECIFICOS.

- a. Establecer un modelo (formulación) para la elaboración del biol y valorar su calidad.

- b. Evaluar la calidad nutricional al aplicar en el cultivo de brócoli (*Brassicaoleracea*Var. Legacy).
- c. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Rendimiento por parcela neta.

Los resultados del rendimiento por parcela neta y para los tratamientos en estudio y según el Análisis de Varianza para el rendimiento por parcela neta expresado en kilogramos, se observó diferencias no significativas para el factor A (abonos) e Interacciones A x B y diferencias significativas para el facto B (Concentración) y Testigo vs resto (30).

c. APLICACIÓN DE BIOL EN EL CULTIVO ESTABLECIDO DE ALFALFA (*Medicago sativa*)

CONCLUSIONES

Terminado el trabajo de investigación en “APLICACIÓN DE BIOL EN EL CULTIVO ESTABLECIDO DE ALFALFA (*Medicago sativa*)”, se concluye lo siguiente:

Los resultados obtenidos de la elaboración del biol de bovino fue el de mayor relevancia, reportando los siguientes resultados; un pH de 5,8, conductividad eléctrica de 16,6mS/cm, con un contenido de materia orgánica de 22,0%, nitrógeno total de 1,8%, un alto contenido de fósforo 679,0ppm, potasio 0,3%, calcio 0,2%, magnesio 0,1%, cobre 78,0ppm, manganeso 89,0ppm y un contenido de zinc 36,7ppm, los cuales aportan a una mayor productividad.

El tratamiento dispuesto a la interacción P1D1E2 (biol de bovino – 5cc/l – 15 días después del corte), reportó excelentes resultados, ya que se obtuvo una gran altura de planta de 96,32cm, en toda parcela que se aplicó este tratamiento, un número de brotes con un promedio de 18,53, y superando (3) brotes del el testigo, mayor número de hojas por rama, y un incremento en el rendimiento, en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*, y lo más importante para el agricultor es que es de fácil preparación y permite aprovechar el estiércol de los animales ya que los bioles son una alternativa de fertilización foliar.

Con respecto al testigo (sin biol), su altura de planta fue menor con 77,22cm, el número de brotes fue reducido, de tan solo 15,27 por planta en todas las parcelas que no recibieron ningún tratamiento, y con la diferencia de (3) brotes del mejor tratamiento, el número de hojas por rama fue de 12.07 hojas, los mismos que no estuvieron al nivel de los demás tratamientos, ni mucho menos del que reportó excelentes resultados, mediante la utilización de bioles permite promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas debido a que es una fuente orgánica de fitoreguladores, además de los macronutrientes y micronutrientes que lo conforman (15).

VII. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Evaluar el efecto del Biol como alternativa de fertilización en el cultivo de tomate (*Solanumlycopersicum L.*), bajo condiciones de invernadero tipo túnel.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Determinar el efecto de las diferentes dosis de biol sobre el rendimiento en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.
2. Comparar el efecto de las diferentes dosis de biol en la concentración nutrimental en las plantas de tomate.
3. Valorar la factibilidad económica de la utilización de bioles en la producción de tomate bajo condiciones de invernadero.

VIII. HIPÓTESIS

- **Ha₁:** Con la aplicación de diferentes dosis de biol como fertilización se inducirá a un incremento significativo en el rendimiento del cultivo de tomate.
- **Ha₂:** Con la utilización de diferentes dosis de biol en la fertilización se presentará una diferencia en las concentraciones de (N), (K) y (Ca), en las plantas de tomate.
- **Ha₃:** Al menos una de las dosis utilizadas presentará una viabilidad económica favorable en la producción de tomate.

IX. DESCRIPCIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL.

a). **Ubicación:** El ensayo se desarrolló en la estación experimental "Labor Ovalle" del instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, ubicada en el Municipio de San Juan Olintepeque, y según el INSIVUMEH, se encuentra a una altura de 2,380 msnm, a 12°52'16" latitud Norte y 91°30'52" longitud Oeste (5).

b). **Características climáticas:** Tipo semi-frio, húmedo, con invierno benigno y seco, predominan los vientos fuertes que van desde los 9.5 km/hora de norte a sur y bajas temperaturas en la época seca del año. La precipitación pluvial anual es de 2,000 a 2,500 mm, con temperaturas medias de 22.2°C máxima y 6.8°C mínima (5).

c). **Características del suelo:** Los suelos pertenecen a la serie de los lentisoles de origen volcánico, según análisis de suelo presenta las siguientes características: textura franco arcilloso, pH 4.08 capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) de 7.2, porcentaje de materia orgánica de 4.2, nitrógeno 1.62 miligramos/litro, 29.30 ml de fosforo, 185.00 ml de potasio, 5.61 ml de calcio, magnesio 1.34 meq/100ml de suelo, cobre 3.00 meq/100ml de suelo, hierro 38.00 miligramos/litro, manganeso 39.00miligramos/litro, zinc 18.00 miligramos/litro y sodio 45.00 miligramos/litro.

d). **Zona de vida:**Según Holdridge la zona de vida pertenece a bosque muy húmedo montano bajo subtropical (5).

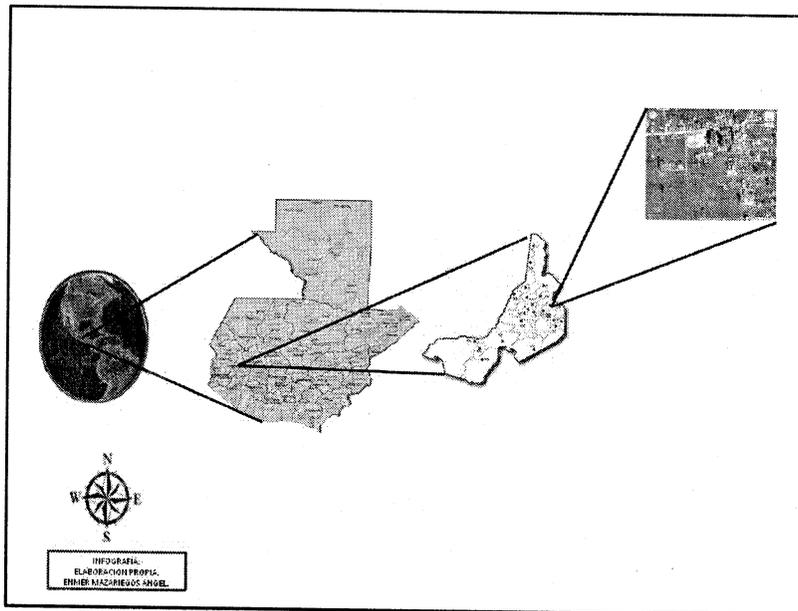


FIGURA No. 1. UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

e). Estructura y medio en donde se realizó el estudio.

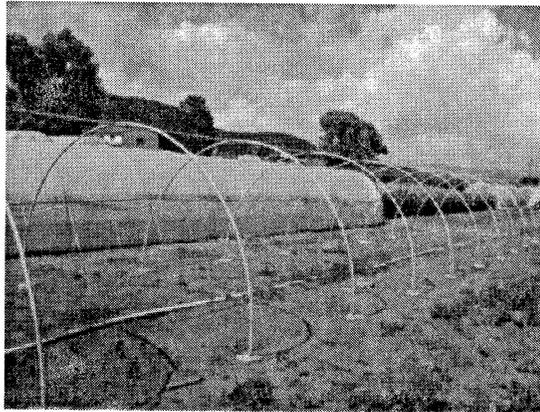
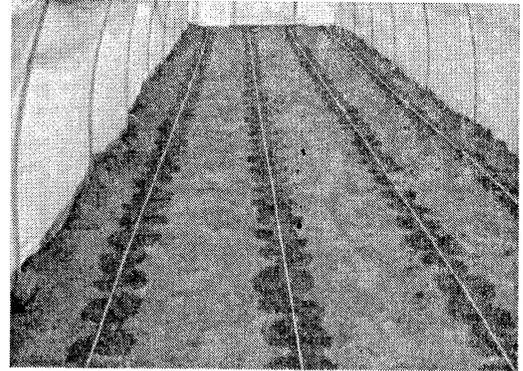
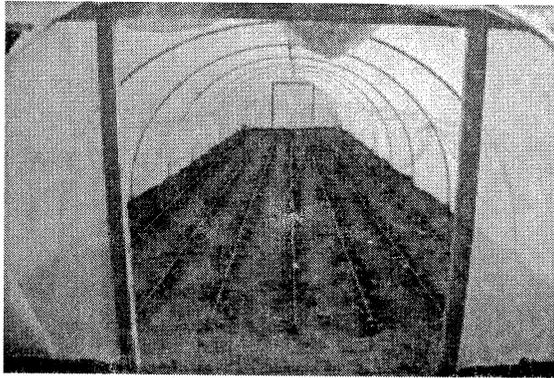


Figura No. 2 Modelo del invernadero utilizado a) Vista externa, b) Vista interna, c) Vista lateral

X. MATERIALES Y METODOS

10.1. RECURSOS:

a). Humanos:

- Asesor principal ICTA, Quezaltenango
- Asesor adjunto CUSAM
- Estudiante CUSAM
- Personal de planta ICTA.

b). Físicos:

- Pilonos de tomate variedad Silverado
- Estructura de Invernadero tipo túnel
- Sistema de riego por goteo
- Libreta de campo.
- Balanza.
- Probeta
- Pipeta
- Biol de un biodigestor artesanal alimentado de desechos orgánicos.
- Biol de Bocashi.
- Fertilizantes químicos, triple quince, urea y Nitrato de Potasio.

c). Fuentes de financiamiento:

ICTA, Quezaltenango

Estudiante CUSAM

ALTERNA Ong.

10.2 MÉTODOS:

10.2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se utilizó un diseño Completamente al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

10.2.2. Unidad experimental.

Cada unidad experimental fue constituida por la parcela grande; donde se ubicaron los tratamientos evaluados (biol 1L/m², biol 2L/m², biol de bocashi 1L/m², fertilización química y el testigo absoluto).

10.2.3. Tamaño de la unidad experimental.

El área experimental total fue de 64.8 mts², el área de cada unidad experimental fue de 2.97 mts², compuesta por cinco segmentos con cuatro repeticiones de 11 plántulas por unidad experimental de las cuales abarcaron el área total del invernadero, la parcela bruta es igual a la parcela neta que fue de 2.97 mts².

10.2.4. Descripción de los tratamientos.

Se diseñaron 5 tratamientos que incluyeron un testigo o control (sin aplicación) con cuatro repeticiones por cada tratamiento, 1 tratamiento con una cantidad a aplicar de 1lts de biol al 100% por metro cuadrado (aplicado al suelo) 1 tratamiento con una cantidad de 2lts de biol al 100% de biol por metro cuadrado (aplicado al suelo) 1 tratamiento con una cantidad de 1lts por metro cuadrado de biol de bocashi al 100% (aplicado al suelo) 1 tratamiento con fertilización química o convencional. Se utilizó el diseño estadístico Completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones.

Cuadro No 7. Cantidades de biol a aplicar en cada uno de los tratamientos

SEMANA NO.	PORCENTAJE DE BIOL A APLICAR	DOSIS DE BIOL A UTILIZAR Tratamiento 1. (1 L/m ²)	DOSIS DE BIOL A UTILIZAR tratamiento 2 (2L/m ²)
1-4	25%	67cc/planta	135cc/planta
4-8	50%	134cc/planta	270cc/planta
8-12	75%	202cc/planta	405cc/planta
12.....N. final de la producción	100%	270cc/planta	540cc/planta

Fuente: ICTA 2012.

10.2.5. Modelo estadístico.

El modelo matemático utilizado en el análisis de las variables en estudio fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = es el j-ésimo elemento perteneciente al i-ésimo tratamiento.

μ = es la media general.

T_i = efecto debido al i-ésimo tratamiento.

e_{ij} = error experimental asociado al j-ésimo elemento del i-ésimo tratamiento.

Cuadro No. 8. Descripción de los tratamientos en estudio:

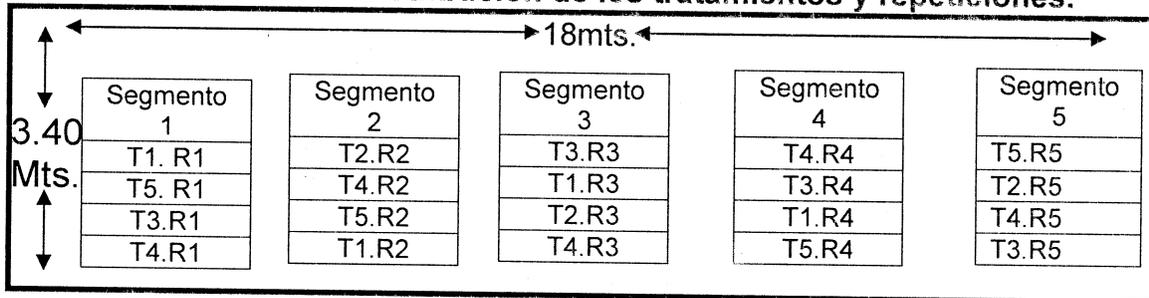
TRATAMIENTO	DESCRIPCION	DOSIS A APLICAR	TRATAMIENTOS Y SU DESCRIPCION
T1	Biol por fermentación Anaeróbica provenientes de un biodigestor Artesanal	1Lt./M2 (4 aplicaciones por mes)	T1R1 T1R3 T1R4 T1R2
T2	Biol por fermentación Anaeróbica provenientes de un biodigestor Artesanal	2Lt./M2 (4 Aplicaciones por mes)	T2R2 T2R4 T2R5 T2R3
T3	Biol de Bocashi provenientes de un biodigestor Artesanal	1Lt./M2 (4 Aplicaciones por mes)	T3R3 T3R4 T3R1 T3R5
T4	Triple Quince. Urea. Nitrato de Potasio	7Gr./planta (15 DDT) 5Gr./planta (37DDT) 5Gr./planta (52 DDT)	T4R4 T4R2 T4R5 T4R3
T5	Testigo Absoluto	Sin tratamiento alguno	T5R5 T5R1 T5R2 T5R4

Fuente ICTA 2012

10.2.6 Distribución de los tratamientos.

Los tratamientos fueron distribuidos en campo de la siguiente manera:

Cuadro No 9. Distribución de los tratamientos y repeticiones.



Dónde:T= Tratamiento y R= Repetición.Fuente: ICTA 2012

10.3. VARIABLES DE RESPUESTA:

a) Variables estudiadas:

- Rendimiento expresado en t/ha.
- Concentración Nutrimental (N, K, Ca.).
- Análisis económico,

b) Variables a Observar:

- Altura de las plantas
- Días a floración

a) Concentración nutrimental de las plantas de tomate:

Para la determinación de la concentración nutrimental que presentó cada uno de los tratamientos se realizó un muestreo foliar tres semanas después del inicio de la floración, que es cuando los nutrientes se encuentran en una mayor concentración en el área foliar.

d) Análisis económico.

Este se efectuó tomando en cuenta el costo inicial del producto como del manejo y procedimientos de cada uno de los tratamientos sujetos a estudio y de esta manera determinar la rentabilidad de los mismos.

10.4 MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO:

a). Material genético utilizado.

Para este estudio se utilizaron 220 plántulas de tomate variedad Silverado, provenientes de los viveros del ICTA.

b). Preparación del terreno

La preparación de terreno se realizó en forma manual utilizando azadón y en el cual no se realizó ninguna aplicación de desinfectante al suelo y ninguna incorporación de materia orgánica.

c). Siembra

La siembra se efectuó en forma de trasplante de plántulas de 30 días de germinadas, con distanciamiento de 30cm entre plantas y 90cm entre hileras.

d). Riego

Se utilizó un sistema de riego por goteo con distanciamiento de 30cm entre goteros.

e). Fertilización orgánica

Biol de fabricación casera proveniente de un biodigestor artesanal ubicado en las instalaciones de Alterna Ong, en la cabecera municipal de Quetzaltenango. El biodigestor utilizado fue elaborado con un tonel con capacidad de 260 litros y anillo de seguridad, los materiales utilizados fueron: restos de vegetales provenientes del mercado de Quetzaltenango.

Biol de Bocashi elaborado de forma artesanal en las instalaciones del ICTA en contenedores con capacidad de 260 litros.

f). Fertilizantes químicos

Las distintas dosis de Fertilizantes inorgánicos utilizados según recomendaciones ICTA fueron las siguientes:

Triple quince aplicado a los 15 DDT a una dosis de 7 gramos por planta

Urea aplicada a los 37 DDT con dosis de 5 gramos por planta.

Nitrato de Potasio aplicada a los 52 DDT a una dosis de 5 gramos por planta.

g). Control de malezas

Los deshierbes fueron manuales y también se hizo uso de azadones, estas se realizaron continuamente.

h). Tutorado

Se colocó tutorado tipo Español a la plantación el cual consiste en colocar pita rafia a los costados de cada uno de los surcos sujeta a tubos Hg ubicados en el centro de cada uno de los surcos.

i). Cosecha

La cosecha se inició a los 111 DDT, siendo en total 3, con una frecuencia entre 2 y 3 semanas entre cada corte, finalizando a los 146 DDT siendo una labor realizada en forma manual.

j) Muestreo foliares.

El muestreo foliar se realizó para poder determinar la concentración Nutrimental de las planta, este se hizo en la etapa fenológica de las planta cuando se encontraba en floración.

k). Análisis de laboratorio

El análisis de laboratorio realizado fue con la finalidad de conocer la concentración nutrimental de cada uno de los elementos nutricionales que posee el material vegetal.

XI. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

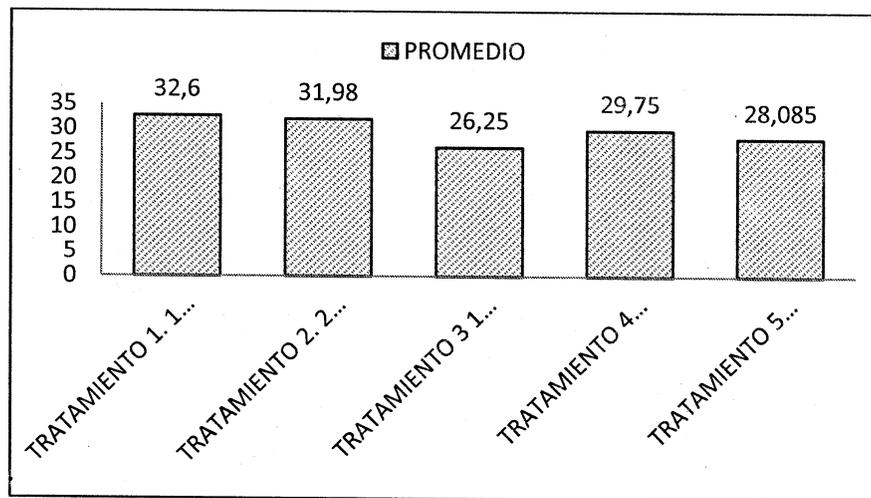
11.1 RENDIMIENTO DE TOMATE EXPRESADO EN TONELADAS POR HECTAREA. t/ha

Cuadro No. 10. Cuadro de Doble entrada producción de tomate expresado en t/ha.

Tratamiento	Repeticiones				TOTAL (t)	MEDIA (X _t)
	1	2	3	4		
1 1litro de biol/m ²	19.44	43.86	39.84	27.26	130.4	32.6
2 2litros de biol/m ²	26.90	42.89	34.71	23.41	127.91	31.98
3 1litro de biol de bocashi/m ²	21.08	39.48	22.96	22.07	105.59	26.39
4 Fertilización Química	18.75	33.19	35.56	32.35	119.85	29.96
5 Testigo Absoluto	19.16	33.85	32.13	27.20	112.34	28.08
Total	596.09				Media	149.02

Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

En el cuadro anterior podemos observar que las concentraciones del Biol aplicados al suelo dieron un aumento porcentual considerable en relación con el testigo (sin aplicación). Con relación al tratamiento uno. Estas diferencias fueron de 2.64 t/ha que equivale al 8.09% mayor, con el tratamiento dos que presenta una diferencia de 2.02 t/ha equivalente al 6.19% aproximadamente, siendo el promedio general de 29.73 t/ha, considerado como un alto rendimiento promedio, que en condiciones de campo se puede considerar como una mejor productividad y un mayor margen en los ingresos de los productores.



Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Gráfica No. 3 Rendimiento promedio de tomate.

Cuadro No. 11 Análisis de varianza del rendimiento de tomate t/ha.

F.V.	GL.	S.C.	C.M.	F	F05	F01
TRATAMIENTOS	4	108.51	27.13	0.36	3.06	4.89
ERROR	15	1,139.81	75.99			
TOTAL	19	1,248.3237				

C.V.=29.24%

Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Según los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANDEVA) podemos observar claramente que no se encuentran diferencias estadísticas significativas para el parámetro de rendimientos evaluado. Los resultados obtenidos en esta investigación son similares a otros estudios que se han realizado en otros países. Inicialmente se podría esperar que la fertilización con bioles estimulara la absorción de nutrientes a causa del incremento de la demanda asociado a un crecimiento más intenso. Sin embargo, la evidencia experimental a este respecto no es concluyente (Escudero, A. y Mediavilla, S. 2003).

Tomando como base y referencias los resultados de otras investigaciones realizadas en otros países en donde los resultados obtenidos coinciden a los de esta investigación, podemos decir que a pesar de que en la presente investigación no se encontraron diferencias significativas en cuanto al rendimiento de la producción de tomate bajo invernadero, pero se pudieron observar ciertas tendencias que hacen viable la utilización del biol para el incremento del rendimiento, sin embargo se debe de tomar en cuenta el periodo de transición o desintoxicación que el suelo debe de sufrir este es por una tiempo aproximado de 4 años consecutivos sin utilizar químicos, de esta manera se podrá conocer el incremento del productivo en los cultivos.

En la presente investigación no se realiza la prueba de Tukey ya que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

11.2 Concentración nutrimental de las plantas de tomate.

Cuadro No. 12. Resultados del Análisis foliar para la determinación de la concentración Nutrimental del cultivo de tomate expresado en gr/kg.

NUTRIENTES Totales en (g/Kg)	T 1 BIOL 1 lt/m2		T2 BIOL 2l/m2		T3 BIOL DE BOCASHI		T4 FERTILIZACION QUIMICA		T5 TESTIGO ABSOLUTO (sin tratamiento alguno)		RANGOS DE REFERENCIA
N	20.73	D	26.71	D	23.03	D	38.23	D	21.19	D	40.0 – 60.0
P	2.50	D	2.53	D	2.51	D	2.25	D	2.09	D	4.0 – 8.0
K	32.25	A	31.44	A	31.98	A	33.96	A	29.79	D	30.0 – 50.0
Ca	18.57	A	19.89	A	18.21	A	20.07	A	21.03	A	14.0 – 40.0
Mg	4.77	A	5.16	A	4.41	A	5.94	A	5.19	A	4.0 – 8.0
S	3.88	A	4.27	A	3.93	A	4.53	A	4.34	A	3.0 – 10.0
Na	0.08	A	0.06	A	0.06	A	0.05	A	0.05	D	0.05 – 0.15

Fuente: Agrolaboratorio SERES 2014

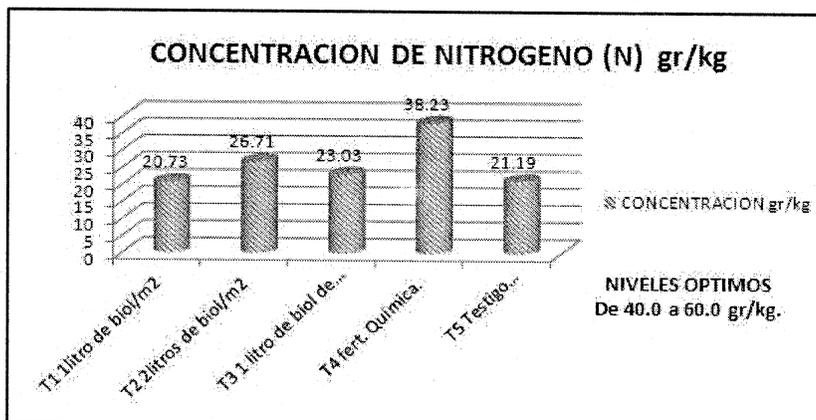
REFERENCIAS: Letra "A" nivel adecuado de Nutrientes. Letra "D" deficiencia de Nutrientes

Cuadro No. 13. Niveles de concentración de nitrógeno (N)

TRATAMIENTO	NIVELES DE N EN gr/kg	RANGO DE REFERENCIA O NIVELES ADECUADOS
1. 2lts de biol/m2	20.73	De 40.0 a 60.0 gr/kg
2. 1lts de biol/m2	26.71	
3. 1lts de biol de bocashi/m2	23.03	
4. Fertilización química.	38.23	
5. Testigo Absoluto (sin aplicación)	21.19	

Fuente: Agrolaboratorio SERES 2014

Al obtener los resultados y tal como se expresa en el cuadro anterior se puede observar claramente que en cuanto a la concentración de Nitrógeno (oscila entre 20 y 38 gr por cada kg) según los requerimientos nutricionales para la producción de tomate la concentración adecuada es de 40.00 a 60.00 gr/kg por lo cual vemos que el nitrógeno es muy bajo en los distintos tratamientos siendo el más cercano el tratamiento químico que presenta un 38.23 con lo cual aseveramos que aún sigue siendo deficiente la cantidad de nitrógeno en las plantas.



Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Grafica No. 1 Concentración de Nitrógeno en las plantas de Tomate.

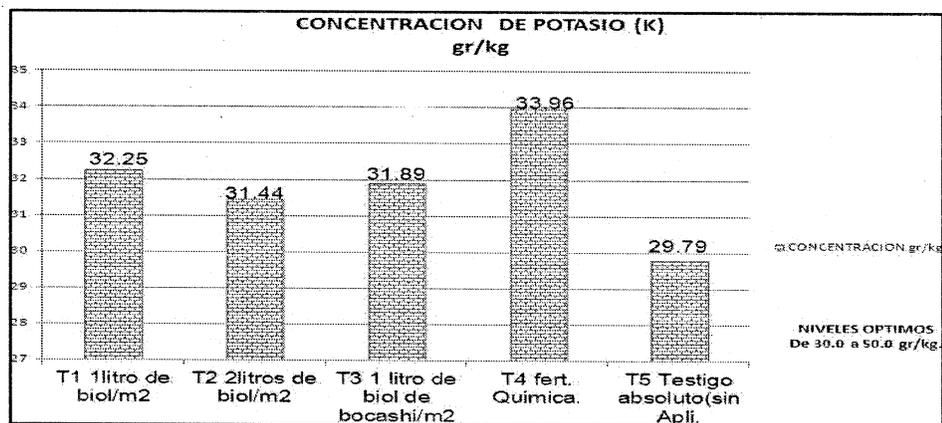
Por la importancia del N en las plantas es importante conocer la forma en la cual las mismas asimilan este elemento, para lo cual **Pereyra Cardozo**, Universidad de La Pampa 2001 expresa que la asimilación del nitrógeno requiere una serie compleja de reacciones bioquímicas con un alto costo energético. En la asimilación del nitrato (NO_3^-), el nitrógeno del NO_3^- es convertido en una forma de energía superior, nitrito, (NO_2^-), luego en una mayor forma de energía, amonio, (NH_4^+) y finalmente en nitrógeno amídico en la glutamina. Este proceso consume 12 equivalentes de ATPs por molécula de nitrógeno, Y que la Absorción del nitrato por las raíces (NO_3^-) está sujeta a una regulación positiva o de inducción negativa. La última parece depender del nivel de N de la planta. Ha sido sugerido que el ciclo de los aminoácidos entre los tallos y las raíces sirve para proveer la información necesaria respecto del nivel de N en la planta, que le permite a las raíces regular la absorción de N (Cooper and Clarkson, 1989).

Cuadro No. 14. Niveles de concentración de potasio (K)

TRATAMIENTO	NIVELES DE K EN P/M	RANGO DE REFERENCIA O NIVELES ADECUADOS
1. 2lts de biol/m ²	32.25	De 30.0 a 50.0 p/m
2. 1lts de biol/m ²	31.44	
3. 1lts de biol de bocashi/m ²	31.98	
4. Fertilización química.	33.96	
5. Testigo Absoluto (sin aplicación)	29.79	

Fuente: Agrolaboratorio SERES 201

De la misma manera podemos observar que las cantidades de Potasio presentes en las plantas es adecuada ya que según los rangos está por encima de los niveles mínimos, siendo el tratamiento 5 (sin aplicación) el único que presenta deficiencia del mismo con una cantidad por debajo de los niveles adecuados óptimos necesarios por la plantas, por lo que se considera que con el uso de los bioles si es posible nutrir con la demanda adecuada de K al cultivo de tomate.



Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

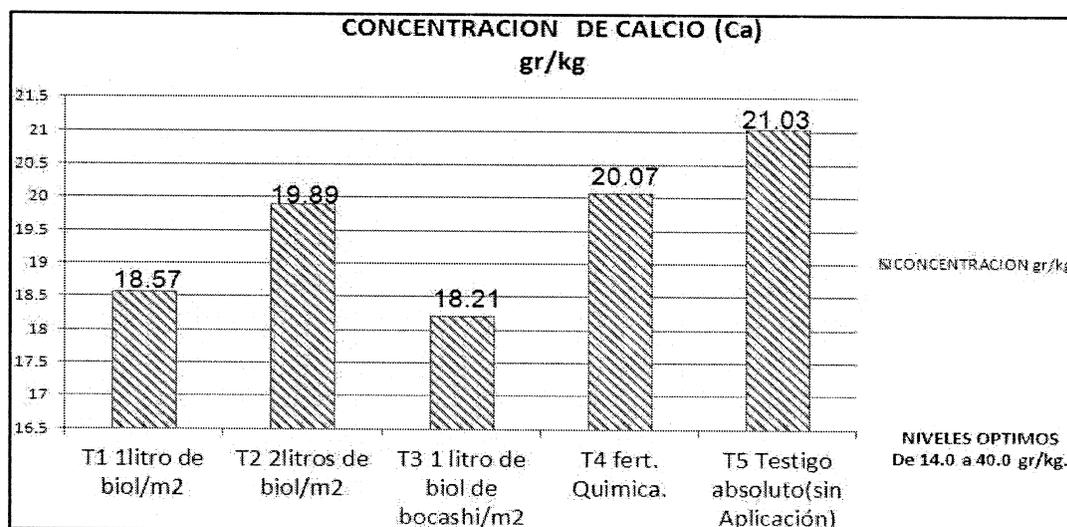
Grafica No. 2 concentración de potasio en las plantas de tomate.

Cuadro No 15. Niveles de concentración de calcio (Ca).

TRATAMIENTO	NIVELES DE Ca EN P/M	RANGO DE REFERENCIA O NIVELES ADECUADOS
1. 2lts de biol/m ²	18.57	De 14.0 a 40.0 p/m
2. 1lts de biol/m ²	19.89	
3. 1lts de biol de bocashi/m ²	18.21	
4. Fertilización química.	20.07	
5. Testigo Absoluto (sin aplicación)	21.03	

Fuente: Agrolaboratorio SERES 2014.

En la tabla anterior se puede notar claramente que en cuanto a las concentraciones de Calcio se refiere todos los tratamientos poseen una cantidad no menor a los 18.21 gr/kg, lo que se puede deducir como una concentración Nutricional de Calcio Adecuada para el cultivo de Tomate, tomando en cuenta los parámetros específicos según las necesidades del cultivo.



Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Gráfica No. 3, concentración de calcio en las plantas de tomate.

Según (Global Organic's a Agrytec.com 2008) El calcio es un elemento estructural en las plantas ya que constituye la lámina media entre las paredes y membranas de la célula, además participa en la división y extensión celular, influye en la compartimentalización de la célula (permite especializar funciones en los orgánulos), contribuye al equilibrio iónico de la misma, modula la acción de hormonas y señales, estabiliza la pared celular y membranas (12).

La absorción del calcio por la planta es pasiva y no requiere una fuente de energía. El calcio se transporta por la planta principalmente a través del xilema, junto con el agua. Por lo tanto, la absorción del calcio, está directamente

relacionada con la proporción de transpiración de la planta; por eso es que en condiciones ambientales de humedad alta, bajas temperaturas, salinidad del suelo y bajo nivel de transpiración puede causar deficiencia de calcio(12).

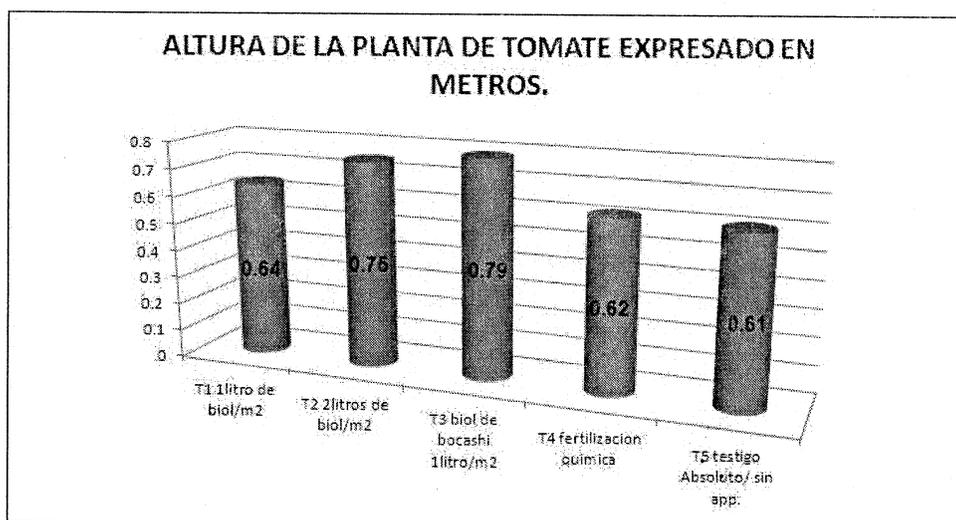
En términos productivos un déficit de calcio ocasiona una reducción del rendimiento. En menor medida, la deficiencia del calcio afecta otras propiedades asociadas con la calidad. Los síntomas de deficiencia del calcio aparecen primero en las hojas y tejidos jóvenes e incluyen hojas pequeñas, deformes a veces partidas manchas cloróticas, crecimiento deficiente, retraso en el crecimiento de raíces y daños a la fruta (12).

11.3. Días a floración.

En cuanto a la floración fue tomado en cuenta el método utilizado para determinar los días que lleva a floración las plantaciones sometidas a evaluación, según Espinoza Calderón et. al. 2002, citado por Rodríguez-Dimas (2007) dice que si el 50% de los sujetos en estudio presentan floración en determinado tiempo este será tomado como días a floración. En referencia a lo anteriormente descrito podemos manifestar que todos los tratamientos tuvieron la misma respuesta, iniciándose esta a los 38 DDT, siendo indiferentes a las aplicaciones de Biol por lo que se concluye en este experimento que el Biol no ejerció ningún efecto sobre el adelanto o retardo de la floración en tomate.

11.4. Altura de la Planta de tomate.

En lo que refiere a la altura de la planta se pudo observar que los tratamientos 2, y 3 fueron los que presentaron una mayor altura, siendo las plantas del tratamiento 3 alcanzando una altura de 0.79 metros y el tratamiento 2 presentando plantas con una altura máxima de 0.75 metros, mientras que las plantas que menor altura presentaron fueron las plantas del tratamiento 5 con una altura máxima de 0.60 metros, presentando un promedio de 0.69 metros de altura de las plantas.



Fuente: investigación de campo ICTA 2014.

Grafica No. 4 Altura de las plantas de tomate.

11.5. Análisis económico.

En el análisis de los costos de producción se consideran los gastos de cultivo (materiales utilizados) y los gastos especiales (insumos), diferenciándose cada tratamiento por el gasto del biol que demandó cada uno de ellos. También se calculó la relación del costo de producción con el ingreso neto obtenido por cada tratamiento.

Los resultados obtenidos para las condiciones bajo invernadero muestran que el tratamiento 1 fue el que mayor ingreso neto obtuvo, no así el tratamiento 2 que presentó un buen ingreso bruto pero a la vez fue el que generó un menor ingreso neto, debido a la excesiva cantidad de biol utilizado para dicho tratamiento (35,666.66 litros/ha), lo que incrementó los gastos del cultivo en más del 14% en relación con el tratamiento testigo, sin aplicación. Para el tratamiento 5 que es el tratamiento testigo, se obtuvieron ingresos brutos similares al tratamiento de biol de bocashi, pero el mayor ingreso neto lo obtuvo el tratamiento 1 siendo la dosis de 1 litro por metro cuadrado, siendo por lo tanto el mejor tratamiento tanto en producción (t/ha de tomate cosechada) y rentabilidad neta.

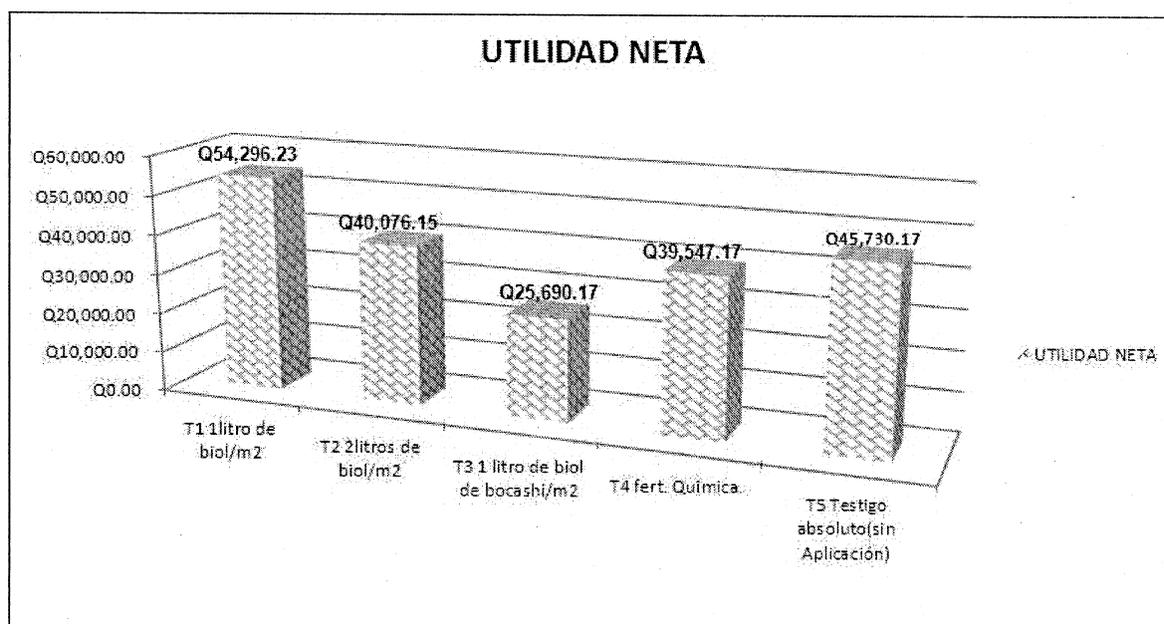
En este ensayo se consideró el costo de Q/. 64 por litro de biol proveniente de residuos vegetales y de Q/. 63 por litro de biol de bocashi, debido a que fue obtenido de biodigestores artesanales. Tomando en cuenta los costos de producción se considera la preparación del biol en la propia finca, como por ejemplo en recipientes cerrados como tambos, que es la alternativa que se propone, el costo de producción de un biol es de Q405.05 por cilindro de 260 litros, y en la cual los insumos utilizados pueden ser: restos frescos de vegetales, abono tipo bocashi (40 Kg), melaza o panela (2Kg), leche (1 litro), levadura para pan (1 libra) y agua (200 litros aproximadamente), todo lo cual produce unos 220 litros de biol utilizables como abono líquido. Con este nuevo costo la rentabilidad y el ingreso neto serían todavía mayores.

Para la determinación del ingreso obtenido por la producción de tomate tomamos como referencia la media de precio del año 2009 según –DIGIPLAN-MAGA- en el comportamiento de los precios del tomate en el mercado “La Terminal” que es de Q99.21 por caja de 45/50lbs.

Cuadro No. 16. Ingreso y Utilidad Neta que se obtuvo con el cultivo de tomate utilizando distintas dosis de biol elaborado de forma artesanal.

Tratamiento	Costo del cultivo (Q/.)	Uso de Biol (litros)	Costo de Biol (Q/.)	Costo Total (Q/.)	Ingreso Bruto (Q/.)	Utilidad Neta (Q/.)
BIOL 1L/M2	78,093.57	18,000	11,340	89,433.57	143,729.89	54,296.32
BIOL 2L/M2	78,093.57	35,666.06	22,826.66	100,920.23	140,996.379	40,076.15
BIOL BOCASHI 1lt/m2	78,093.57	18,000	12,600	90,693.57	116,383.74	25,690.167
QUIMICO	92,553.57	0	0	92,553.57	132,101.44	39,547.87
SIN APLICACIÓN	78,093.57	0	0	78,093.57	123,823.74	45,730.17

Adaptado de: La Molina, 1999.



Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Grafica No. 5. Utilidad neta del cultivo de tomate.

11.6. Viabilidad económica:

Para observar la viabilidad económica de la producción de tomate bajo condiciones de invernadero utilizando diferentes dosis de biol, se trabajó el costo de producción del proceso con el ingreso bruto utilizando la fórmula siguiente:

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{\text{INGRESO BRUTO} - \text{COSTO DE PRODUCCION}}{\text{COSTO DE PRODUCCION}} \times 100$$

Rentabilidad de la producción de tomate en el tratamiento 1 utilizando la dosis de 1 litro de biol por metro cuadrado.

$$\frac{143,729.89 - 89,433.57}{89,433.57} \times 100 = 60.71 \%$$

Rentabilidad de la producción de tomate en el tratamiento 2 con la dosis de 2 litros de biol por metro cuadrado.

$$\frac{140,996.379 - 100,920.23}{100,920.23} \times 100 = 39.71 \%$$

Rentabilidad de la producción de tomate en el tratamiento 3 con la dosis de litro de biol de bocashi por metro cuadrado.

$$\frac{116,383.74 - 90,693.57}{90,693.57} \times 100 = 28.32\%$$

Rentabilidad de la producción de tomate en el tratamiento 4 con la utilización de fertilización química.

$$\frac{132,101.44 - 92,553.57}{92,553.57} \times 100 = 42.72\%$$

Rentabilidad de la producción de tomate en el tratamiento 5 que es el testigo absoluto (sin aplicación).

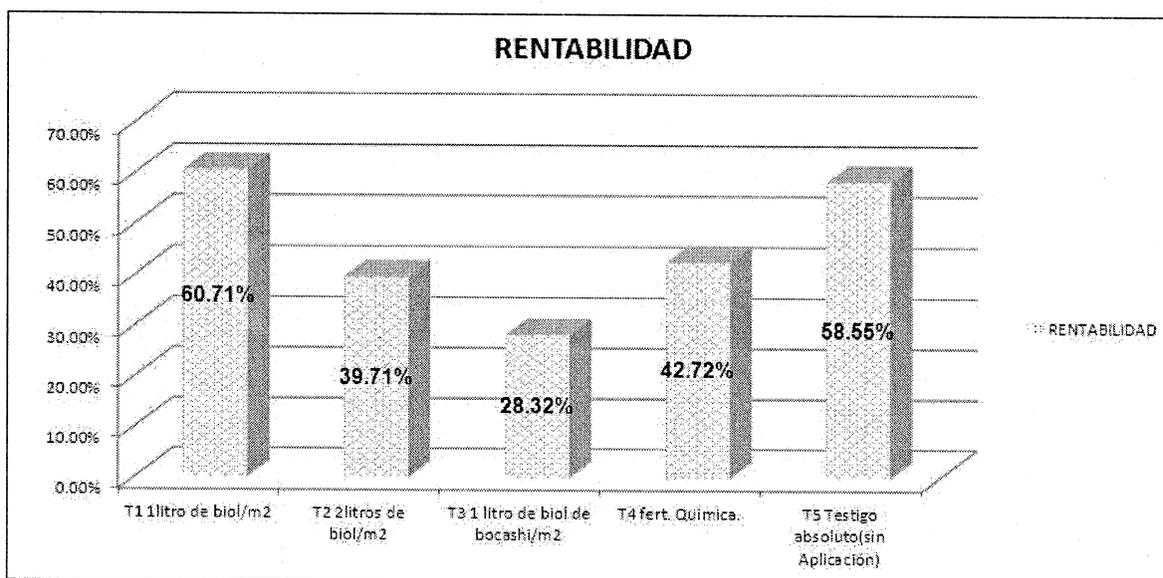
$$\frac{123,823.74 - 78,093.57}{78,093.57} \times 100 = 58.55\%$$

Al realizar y analizar la rentabilidad de los tratamientos y del proceso de producción encontramos una rentabilidad económica positiva en cada uno de los tratamientos los cuales se describen en el cuadro siguiente:

Cuadro No. 17 Componente de datos para determinar la rentabilidad de la producción de los distintos tratamientos.

ACTIVIDAD	PRECIO Q.	TOTAL Q.	RENTAB. %
Costo del Tratamiento 1 1ltbiol/m2	99.21 c/45lb.	143,729.57	60.71
Costo del Tratamiento 2 2ltsbiol/m2	99.21 c/45lb.	140,996.379	39.71
Costo del Tratamiento 3 1lt biol bocashi/m2	99.21 c/45lb.	116,383.74	28.32
Costo del Tratamiento 4 fertilización química.	99.21 c/45lb.	132,101.44	42.72
Costo del Tratamiento 5 Testigo Absoluto (sin aplicación).	99.21 c/45lb.	123,823.74	58.55

Adaptado de: La Molina, 1999.



Fuente: investigación de campo ICTA 2014

GRAFICA No. 6. Porcentaje de rentabilidad en el cultivo de tomate.

Como se expresa en el cuadro No. 25 y la gráfica No. 9 se puede interpretar que el tratamiento que presenta un mayor porcentaje de rentabilidad es el tratamiento 1 que es 1 litro de biol por m2, seguido por el tratamiento 5 Testigo absoluto (Sin aplicación) obviamente debido a que a este no se le hace ningún tipo de aplicación por lo tanto el costo de producción es bajo, mientras que el tratamiento 4 al que se le aplicara fertilizantes químicos presenta un 42.72% de rentabilidad, siendo el tratamiento 3, 1 litro de biol de bocashi el que presento un menor porcentaje de rentabilidad, presentando solamente un 28.32%.

XII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo la presente investigación se puede concluir lo siguiente:

1. No se determinaron diferencias significativas para la variable rendimiento (t/ha) entre los tratamientos de "Biol" para el cultivo de tomate (*Solanumlycopersicum* L.) variedad Silverado por lo que se rechaza la hipótesis número uno que hace mención en que la aplicación de biol inducirá al incremento en el rendimiento.
2. El análisis de laboratorio practicado para determinar la concentración de Nitrógeno demostró que los niveles fueron deficientes en todos los tratamientos comparados con los rangos óptimos (40-0 – 60-0 gr/kg); no obstante se presentaron diferencias entre todos los tratamientos, siendo el tratamiento número 4 (fertilización química) el que mostró una mayor concentración (38.23 gr/kg) por lo que se acepta la hipótesis número 2 en cuanto a este elemento.
3. Con relación a la concentración de Potasio (K) el análisis demostró que cuatro de los cinco tratamientos evaluados están en los niveles óptimos de requerimientos nutricionales para el cultivo de tomate (*Solanumlycopersicum* L.) variedad Silverado; y existen diferencias significativas entre el testigo absoluto y los demás tratamientos, por lo que se acepta la hipótesis número 2 para el Potasio (K).
4. En cuanto a las concentraciones de Calcio (Ca) los patrones son muy similares con la utilización del biol, esto significa que las concentraciones que presentaron cada uno de los tratamientos son adecuados para realizar las funciones fundamentales en el desarrollo y producción de las plantas evaluadas, por lo que se acepta la hipótesis número dos.
5. Con la realización de los costos de producción y conociendo los valores de la rentabilidad en esta investigación, se puede concluir que en el cultivo de tomate es rentable la utilización de distintas dosis de biol considerando las condiciones bajo las cuales se realizó la presente investigación, ya que estos presentan resultados económicos positivos, por lo tanto se acepta la hipótesis número tres.

XIII. RECOMENDACIONES

1. La incorporación de biofermentos orgánicos pueden ser utilizados para la producción agrícola con fines de conservación y mejoramiento de los suelos, ya que si deseamos aumentar el rendimiento en los distintos cultivos, los biofermentos a utilizar deben de ser enriquecidos con otros compuestos orgánicos con fuentes de nutrientes elevadas.
2. Se recomienda seguir realizando investigaciones en torno a la utilización del biol, en diversos cultivos, considerando su aplicación sobre todo en suelos que presenten niveles de fertilidad baja o pobre, para evaluar con mayor precisión sus efectos sobre el suelo en donde sea aplicado.
3. Realizar trabajos de investigación en el cultivo de tomate utilizando distintas dosis, bioles enriquecidos y épocas de aplicación para verificar los resultados obtenidos en la presente investigación y si pudiesen existir mejores resultados.

XIII. BIBLIOGRAFIA

1. **Agronovida. 2010** Comparación del efecto de 2 biofertilizantes líquidos a base de estiércol caprino y vacuno sobre parámetros de crecimiento de algarrobo (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.) en fase de vivero (en línea) Consultado el 10 de Octubre de 2012 disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/509/1/998.pdf>.
2. **Aparca. S. 2008.** Estudio sobre el valor fertilizante de productos del proceso de fermentación anaeróbica para la producción de biogás (en línea). Disponible en:
<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/18545.html>
3. **Castillo Galindo, MA. 1984.** Evaluación agronómica de ocho materiales genéticos de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) bajo dos sistemas de manejo y su tolerancia al virus del acolchamiento de la hoja, Bárcenas, Villa Nueva. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, USAC. P. 75.
4. **Chimguercela, F. 2000.** Aplicación foliar del fitoestimulante biol al cultivo de Crisantemo Ambato, 103 p.
5. **Cruz S, JR De la. 1982.** Clasificación de reconocimiento de las zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 16-17.
6. **Díaz, A. 1996.** Efecto de la fertilización foliar y la frecuencia de cosecha en el rendimiento y calidad de arveja de vaina comestible. Tesis UNA La Molina.
7. **Equipo Técnico Fundación FASES 2007.** Guía de elaboración de abonos orgánicos fermentados.
8. **Escudero y Mediavilla. 2003.** Dinámica interna de los nutrientes. Ecosistemas 2003/1 (URL: www.aeet.org/ecosistemas/031/investigacion7.htm).
9. **Estados Unidos. NationalPlantFoodInstitute. 1.982.** Manual de fertilizantes. México, Limusa. P. 46-51. 132-144.
10. **FASAGUA** (Federaciones de Asociaciones Agrícolas de Guatemala, GT). 2005. Adopción de tecnología en la producción agrícola de los valles centrales de Baja Verapaz. Nuestro Campo no. 10. p. 12.
11. **Gomero y Velásquez. 2000.** Manejo ecológico de suelos, experiencia y prácticas para una agricultura sustentable. RAAA, (Red de Acción en Agricultura Alternativa) Lima, Perú.

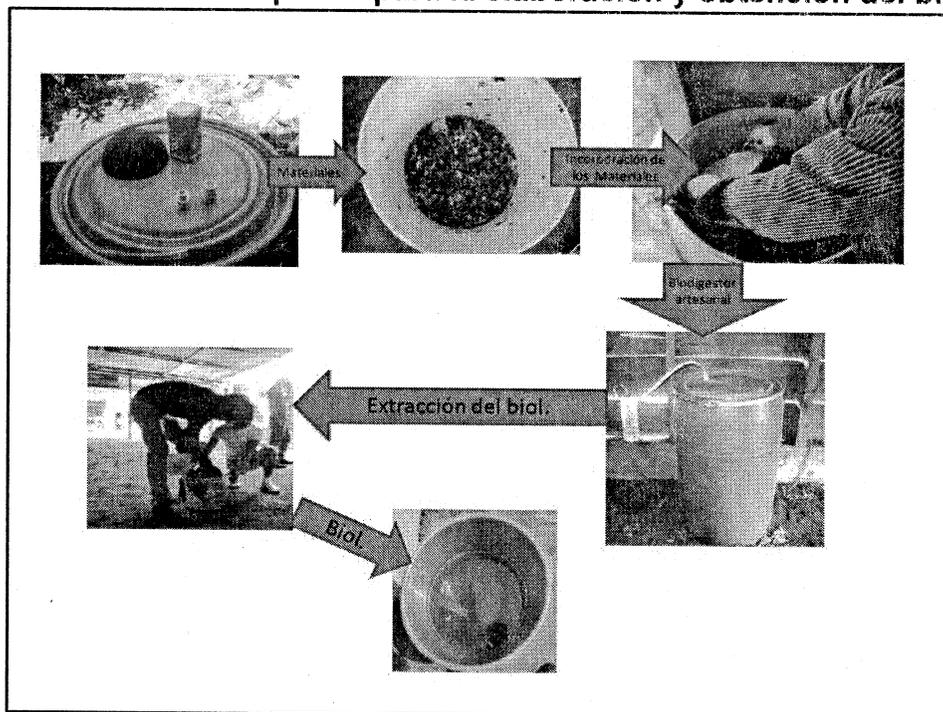
12. **Gomero, L. 2000.** Los Biodigestores campesinos una innovación para el aprovechamiento de los recursos orgánicos. (En línea), consultado Septiembre del 2012. Disponible en: http://www.leisa.info/index.php?url=getblob.hp&o_id=75455&a_id=211&a_seq=0
13. **Gonzales Ramírez, I. M. 1984.** Interacción de N-P y fuentes de Materia orgánica sobre el rendimiento de Tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, USAC. 40 p.
14. **Guanopatin Chicaiza, M. 2012.** Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*) Trabajo de investigación como requisito para optar al título de Inga. Agra. Universidad Técnica de Amabato, Ceballos - Ecuador
15. **Guerrero, J. 1993.** Abonos Orgánicos. Tecnologías para el manejo ecológico del suelo. Ed. RAAA (Red de Acción en Agricultura Alternativa) Lima - Perú. Ministerio de Agricultura. Producción Hortofrutícola 1997. Impreso en los talleres gráficos OIA (Oficina de Información Agraria). Lima - Perú.
16. **Harmen T. 2006.** Guía de Manejo Nutrición Vegetal de Especialidad. SQM S.A.
17. **Infoagro.com. 2003.** Cultivo del tomate (en línea). España. Consultado 25 Jul. 2012. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>.
18. **INIA (Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria), 2005,** Producción de Biol abono líquido natural y ecológico (en línea) consultado Septiembre de 2012. Disponible en <http://www.quinoa.life.ku.dk/-/media/Quinoa/docs/pdf/Outreach>
19. **MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación),** Dirección de Planeamiento. EL AGRO EN CIFRAS edición 1. 2011.
20. **Manual de Elaboración de Abonos foliar biol.** Catabuasi 2006 año 9: No11.
21. **Medina, A. 1990.** El biol fuente de fitoestimulante en el desarrollo agrícola. Cochabamba, Biol. UMSS-GTZ. 23 p.
22. **M.C. Linares Ontiveros H.** Manual de El Cultivo de Tomate en Invernadero Diciembre del 2004.
23. **Monterroso Gracia, R. 1.981.** Efecto de seis combinaciones de abonos orgánicos y químicos sobre la producción de coliflor y su comportamiento en el suelo. Tesis, Lic. Ing. Agr. USAC. 58 p.

24. **Pereyra Cardozo M. 2001**, Facultad de Agronomía Universidad de La Pampa. PDF.
25. **Pontón Sigcha. R. 2010**. Diseño de un sistema para la Obtención de Biol mediante los residuos orgánicos generados en el Cantón Joya de Sachas. Tesis Ing. Quím. Esc. Politécnica de Chimborazo, Riomba-Ecuador. 145 p.
26. **Popayán, GT. 2007**. Guía práctica para el uso de fertilizantes en los cultivos de tomate y chile. Guatemala, Techniagro. p. 1–6.
27. **Promer. 2002**. El biol (en línea). Consultado Agosto de 2012.
28. **RAAA (Red de Acción en Agricultura Alternativa), 2004**. Produzcamos biol, abono foliar.
29. **Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias**, Vol. 17, No. 3, 2008.
30. **Restrepo, J. 2000**. Agricultura orgánica con énfasis en biofertilizantes y caldos minerales. Primer curso-taller Latinoamericano. Escuela de Agricultura en la Región del Trópico Húmedo (EARTH). Costa Rica.
31. **Rodríguez Reyes, J.R. 1988**. evaluación del efecto de diferentes niveles de materia orgánica y de fórmulas químicas en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos localidades de Chimaltenango. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, USAC. 57 p.
32. **Rodríguez-Dimas, et. al.** Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero revista chapingo. serie horticultura, Vol. 13, Núm.2, julio diciembre, 2007, pp. 185- 192 Universidad Autónoma Chapingo México.
33. **Sotomayor, Inés. 1979**. Compost de basura como fuente de fertilización orgánica, comparado con fertilizante químico. Agricultura Técnica (Chile) 39 (4): 152-157.
34. **Suquilanda, M. 1995**. El Biol. Fitoestimulante orgánico. Ed. FUNDAGRO. Ecuador. Specifics studies temperatura field crops abstracts 1981 # 4672.
35. **Suquilanda, M. 1996** Agricultura Orgánica. 1a ed. Quito Ecuador. Editorial UPS. pp. 145, 162, 240, 251
36. **SARAY SIURA F. 2001**. Programa de Horticultura, UNA La Molina Dpto. de Horticultura, UNA La Molina. Documento PDF.

37. **Torres Ulloa A. 2008.** Efecto de la Fertilización con Bioles durante la Fase de Vivero de *Swieteniamacrophylla*(CAOBA) TESIS DE GRADO, INGENIERA AGROPECUARIA Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil Ecuador.
38. **TQC (Tecnología Química y Comercio). 2005.** El biol (en línea). Consultado en Agosto de 2012. Disponible en <http://www.tqc.com.pe/uploads/fichas/agricola/biol.pdf>.
39. **Watterson, JC.** 1988. Enfermedades del tomate: guía práctica para Agrónomos y agricultores. Disponible en: <http://www.eljardin.ws/invernaderos/tipos/invernadero-tipo-tunel.html>.
40. **Zambrano, L. 2003.** Efecto del biol (en línea). Consultado en Septiembre 2012. Disponible En: <http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:SWMjLH0oe1UJ;www.cofenac.org/documentos/Efecto-del-Biol.pdf+aplicacion+bioles>

ANEXOS

Anexo No. 1. Esquema para la elaboración y obtención del biol.



Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

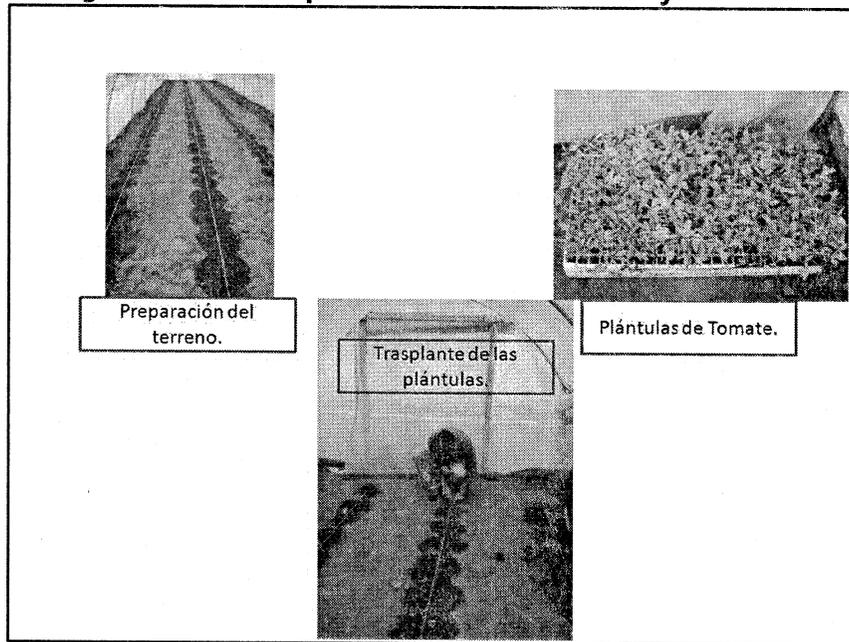
La digestión anaerobia abarca una serie sumamente compleja de reacciones bioquímicas simultáneas que involucran un número considerable de especies microbianas interactuantes. Del nivel de eficiencia del metabolismo de cada grupo depende el de otros que le continúan y en su conjunto la mayor o menor producción de gas y la calidad de la estabilización de los residuos finales.

Durante el proceso se pueden distinguir tres fases o etapas, cada una de las cuales las gobierna un grupo de microorganismos específicos.

- Así en la primera etapa, trabaja un grupo de bacterias llamadas hidrolíticas debido a que su función consiste en romper los enlaces de los materiales orgánicos complejos transformándolos en compuestos más sencillos.
- En la segunda etapa los compuestos producidos son fermentados, por un grupo de bacterias llamadas acidogénicas, hasta ácidos orgánicos (acéticos, propiónico, butírico, etc.)
- En la tercera y última fase conocida como metanogénica, esos ácidos orgánicos se transforman en metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) fundamentalmente y ocurre la estabilización final de la materia orgánica remanente.

Anexo No. 2.

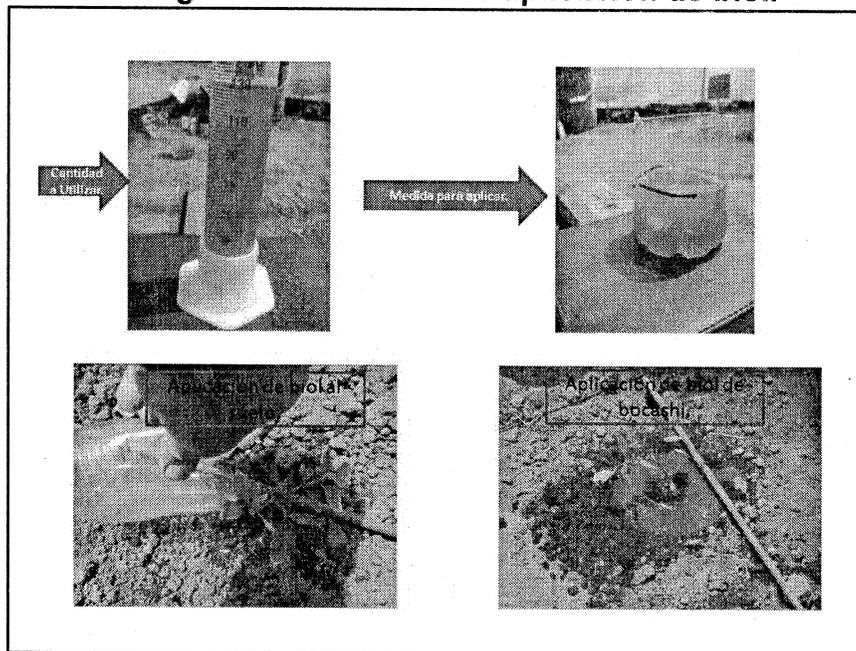
Figura No. 2. Preparación de materiales y siembra.



Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Anexo No. 3.

Figura No. 3. Forma de aplicación de biol.



Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Anexo No 4.

Cuadro No. 1. DATOS NUTRICIONALES DEL BIOL RELACION 1:2- 75% DE AGUA Y 25% MATERIA ORGANICA.

PARAMETROS	METODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO
N	PEE-CESTTA/22 Kjeldhal	%	0.10
K asimilable	PEE-CESTTA/22 Absorción Atómica	Mg/kg	3141.88
P asimilable	PEE-CESTTA/38 Absorción Atómica	Mg/kg	130
Ca asimilable	PEE-CESTTA/36 Absorción Atómica	Mg/kg	173.94
Mg asimilable	PEE-CESTTA/37 Absorción Atómica	Mg/kg	361.69
Zn asimilable	PEE-CESTTA/37 Absorción Atómica	Mg/kg	4.29
Fe asimilable	PEE-CESTTA/74 Absorción Atómica	Mg/kg	70.75
Cu asimilable	PEE-CESTTA/35 Absorción Atómica	Mg/kg	0.32
Mn asimilable	PEE-CESTTA/92 Absorción Atómica	Mg/kg	5.62
Materia Orgánica	PEE-CESTTA/81 Volumétrico	%	1.83
Coliformes Totales	PEE-CESTTA/14 EPA 3050 APHA9222A.9221	UFC/10g	<1
Coliformes Fecales	PEE-CESTTA/14 EPA 3050 APHA9222A.9221	UFC/10g	<1

Fuente: Laboratorios. CESTTA

Anexo No. 5.

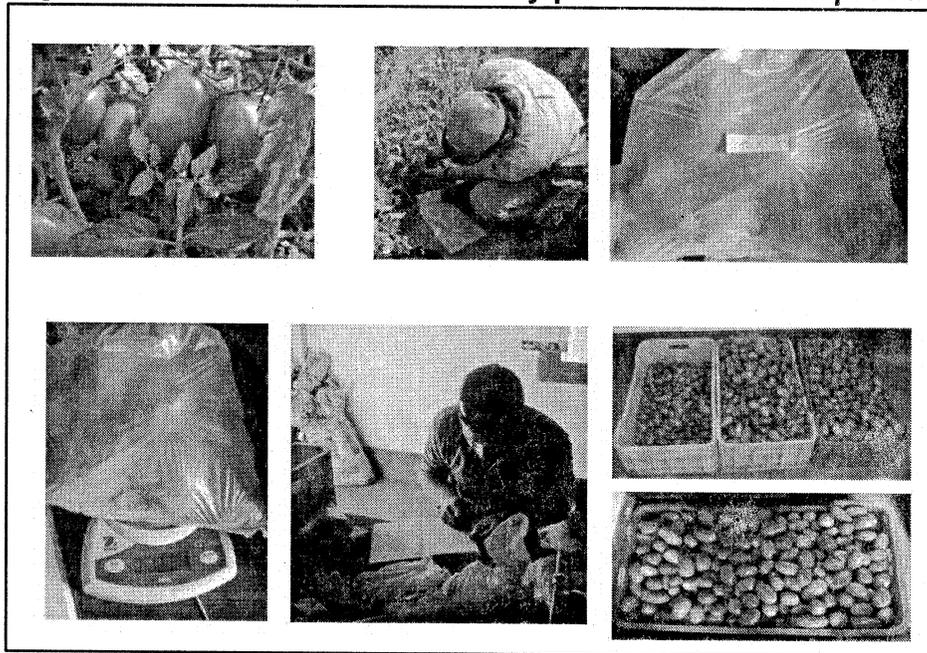
Cuadro No. 2. Datos comparativos de Biol (agua: rso) vs biol de bocashi.

PARAMETROS	UNIDAD	BIOL 2:1 (RSO:H2O)	BIOL DE BOCASHI
N	%	0.10	0.15
K	Mg/kg	3141.88	140
P	Mg/kg	130	137.6
Ca	Mg/kg	173.94	105
Mg	Mg/kg	361.69	100
Zn	Mg/kg	4.29	--
Fe	Mg/kg	70.75	--
Mn	Mg/kg	5.62	---
Materia Orgánica	%	1.83	3.55
Coliformes Totales	UFC/10g	<1	--
Coliformes Fecales	UFC/10g	<1	--
pH	--	6.8	7.10

Fuente: Laboratorios. CESTTA

Anexo No. 6

Figura No. 7. Corte, identificación y pesado de tomate producido.



Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Anexo No. 7.

Cuadro No. 3. Costo de producción de abono bocashi tomando en cuenta la cantidad mínima que se pueda elaborar. (10 bultos)

MATERIALES	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD A UTILIZAR	COSTO	TOTAL.
Estiércol	Costal 100 lbs	Q15.00	165 lbs	Q24.75	Q24.75
Zacate verde o seco (broza)	Costal 100 lbs	Q10.00	165 lbs	Q16.50	Q16.50
Tierra de bosque	Costal 15 lbs	Q20.00	10 lbs	Q13.33	Q13.33
Tierra negra	-----	-----	165 lbs	-----	-----
CArbon quebrado	Costal 75 lbs	Q95.00	50 lbs	Q63.33	Q63.33
Maiz molido/salvado de trigo	Costal 100 lbs	Q60.00	8 lb	Q4.80	Q4.80
Cal/ceniza	Costal 50 lbs.	Q35.00	2 lbs	Q1.40	Q1.40
Levadura	Libra 16 Onzas	Q12.00	3 onzas	Q2.25	Q2.25
Melaza	Tonel 150 lts	Q900.00	½ litro	Q3.00	Q3.00
Agua.	-----	-----	-----	-----	-----
Mano de obra	Jornal	Q50.00	3	Q150.00	Q150.00
				TOTAL	Q279.36

Costo por bulto elaborado Q27.93 Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Anexo No. 8.

Cuadro No. 4. Costo de producción de 225 litros de biol de Bocashi.

MATERIALES	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD A UTILIZAR	COSTO	TOTAL.
Tonel	Tonel	Q250.00	1 tonel	Q250.00	Q250.00
Adaptadores pvc	Unidad	Q2.50	2 M/H	Q2.50	Q5.00
Manguera para nivel	Yarda	Q4.75	1	Q4.75	Q4.75
Bocashi	Bulto	Q27.93	1/2	Q13.95	Q13.95
Melaza	Litro	Q6.00	2	Q12.00	Q12.00
Levadura	Libra	Q12.00	1	Q12.00	Q12.00
Leche o suero de leche	Litro	Q5.00	1	Q5.00	Q5.00
Agua	Litros	-----	200 aprox.	-----	-----
Mano de obra	Jornal	Q50.00	2	Q100.00	Q100.00
				TOTAL	Q402.7

Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Tomando en cuenta que producimos 225 litros a un costo de Q402.7, eso significa que el costo aproximado de litro producido es de Q1.78

NOTA: los costos de algunos materiales que son inversiones o costos que se realizan una sola vez, como por ejemplo el tonel, adaptadores y la manguera, si seguimos produciendo el costo disminuirá considerablemente hasta llegar a tener un valor de Q0.63 por litro de biol producido.

En este caso se toma el valor de Q1.20 por litro de biol utilizado si hacemos un promedio de los costos de producción.

Anexo No. 9.

Cuadro No. 5. Costo de producción de biol de residuos vegetales

MATERIALES	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD A UTILIZAR	COSTO	TOTAL
Residuos vegetales	Costal 100lbs	Q30.00	1	Q30.00	Q30.00
Cal	Costal 50 lbs	Q35.00	5 lbs	Q3.50	Q3.50
Levadura	Libra	Q12.00	1	Q12.00	Q12.00
Agua	Litro	-----	200	-----	-----
Tambo	Unidad	Q250.00	1	Q250.00	Q250.00
Adaptadores	Unidad	Q2.50	2	Q5.00	Q5.00
Manguera	Yarda	Q4.75	1	Q4.75	Q4.75
Mano de obra	Jornal	Q50.00	2	Q100.00	Q100.00
				TOTAL	Q405.25

Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

El costo de producción de un litro de biol de residuos vegetales es Q1.80

Tomando en consideración la primera y única inversión del sistema biodigestor el costo de producción de un litro de biol oscilaría en: Q0.64 por cada litro producido.

Para fines de estudio en este caso se toma en consideración el costo de Q1.22 por litro de biol utilizado en relación al promedio de costos.

Anexo No.10

Cuadro No. 6. Costo de producción del tratamiento utilizando fertilización química.

COSTO DE PRODUCCION DE TOMATE EN INVERNADERO (Quetzales/28 metros Cuadrados).					
CONCEPTO		UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL Q.
COSTOS DIRECTOS					
Mano de obra:					
Choquedo		Jornal	0.25	25	6.25
Trasplante y abonado		Jornal	0.25	25	6.25
Limpías (4)		Jornal	0.5	25	12.5
Fertilizaciones (2):		Jornal	0.5	25	12.5
Tutorado Inicial:		Jornal	1	25	25
Colocacion de Pitas		Jornal	0.25	25	6.25
Aplicación Fitosanitarios (12)		Jornal	1.5	25	37.5
Cosechas* (8)		Jornal	1.25	25	31.25
*incluye Corte, clasificación, y limpieza					
Subtotal:			5.5		137.5
INSUMOS					
Semilla	Elios	Pilones	0.5	60	15
Fertilizante 1	15-15-15	Libras	3	1.25	3.75
Fertilizante2	Urea	Libras	1	1.25	1.25
Insecticida 1	Thidan	Litro	0.037	98	3.626
insecticida2	Confidor	Sobre	0.0625	145	90.625
Fungicida 1	Trimiltox	Gramos	0.1	60	6
Fungicida 2	Dithane	Gramos	0.19	48	4.8
Fungicida 3	Curzate	Gramos	0.19	250	47.5
Fungicida 4	Previcur	Litros	0.025	420	10.5
Fungicida 5	Derosal	Litros	0.025	240	6
Abono Foliar	Bayfolan	Litros	0.125	41	5.125
Adherente	Carrier	Litros	0.037	28	1.036
Rafia		Rollo	0.1	80	8
Sub-total Insumos				121.65	
Total Costos Directos					259.15

Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Anexo No. 11.

Gastos de biol en los tratamientos utilizados.

Según los tratamientos y cantidades de aplicación de biol se determinó que se debía de hacer aplicaciones semanales con cantidades considerables de biol, como por ejemplo en las primeras semanas luego del trasplante se inició con aplicación del 25% correspondiente durante tres semanas luego aumentar la cantidad al 50% de la semana 4 a la semana 8, de la semana 8 a la semana 12 75% y después de la semana 12 la totalidad de la cantidad recomendada o sea el 100%.

Las cantidades que aquí se describen corresponden a la aplicación que corresponde a cada planta ya que el estudio determina que los tratamientos serán sujetos a aplicaciones por metro cuadrado, considerando que el área de la unidad experimental es de 2.97 mts², este será dividido por la cantidad de plantas que ocupan esta área.

NOTA. El área experimental es de 2.97mts² debido a que si multiplicamos el distanciamiento de siembra que es de 0.30 X 0.90 m esto es igual a 0.27 y si este lo multiplicamos por la cantidad de plantas que serán utilizadas en cada repetición que es igual a 11 hacemos la operación de $0.27 \times 11 = 2.97$ mts², esto ya convertido nos da la pauta de que por metro cuadrado tendremos aproximadamente 3.70 plantas y si dividimos la cantidad de biol a utilizar que es el 25% de un litro es igual a 336.70cc y este lo dividimos posteriormente entre el número de plantas nos arroja la cantidad a aplicar por cada planta que es en este caso 67.5cc por planta, para la próxima aplicación será del 50% el cual corresponde a 134cc la tercera es de 202cc correspondiente al 75% para finalizar con 270cc por planta que corresponde al 100% de la cantidad a utilizar.

La cantidad de biol utilizada para cada tratamiento se considera a continuación:

Para el tratamiento 1.

Primer mes = 25% la cantidad de biol por planta es de 67.5cc.

$67.5 * 11 \text{ plantas} = 742.5 \text{cc}$ y si esto lo multiplicamos por 4 que es la cantidad de repeticiones nos da la cantidad exacta que usamos durante cada aplicación que es de 2,970cc y si este resultado lo multiplicamos por la cantidad de aplicaciones que es 3 nos da la cantidad de 8,910cc el cual dividimos entre mil para obtener litros lo cual nos da la cantidad de 8.91lts de biol utilizados en el primer mes.

Cuadro No. 7. Cantidad de Biol utilizado en el tratamiento 1, 1Litro de biol/m2.

Porcentaje a usar	Cantidad planta en cc. *	Cantidad por repetición en cc.	Por 4 aplicaciones en cc.	Total de biol utilizado en cc.	Total de biol utilizado en Litros
Mes 1 = 25%	67.5	742.5	2.970	8,910cc	8.91lts.
Mes 2 = 50%	125	1,474	5,896	23,584	23.58
Mes 3 = 75%	202	2,222	8.888	35,552	35.55.
Mes 4 = 100%	270	2,970	11,880	47,520	47.52
Total de biol utilizado en este tratamiento					115.56

Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Esto nos da el total de 115.52 litros utilizados en todo el cultivo, para el tratamiento 1 que es de 1 litro de biol por metro cuadrado.

Para el tratamiento 2

Para el tratamiento 2 tenemos la aplicación de 2 litros de biol por metro cuadrado tomando en consideración lo descrito en el tratamiento uno tenemos:

Cuadro No. 8. Cantidad de Biol utilizado en el tratamiento 2, 2Litros de biol/m2.

Porcentaje a usar	Cantidad / planta en cc.	Cantidad por repetición en cc.	Por 4 aplicaciones en cc.	Total de biol utilizado en cc.	Total de biol utilizado en Litros
Mes 1 = 25%	135	1,485	5,940	17,820	17.82
Mes 2 = 50%	270	2,970	11,880	47,520	47.52
Mes 3 = 75%	405	4,455	17,820	71,280	71.28
Mes 4 = 100%	540	5,940	23,760	95,040	95.04
Total de biol utilizado en este tratamiento					231.66

Fuente: Unidad de Investigación ICTA 2014

Considerando que la cantidad de biol que se utilizó en el tratamiento 3 (biol de bocashi) fue la misma cantidad del tratamiento 1 o sea 1 litro de biol de bocashi por metro cuadrado.

Anexo No. 12.
Figura 8. Análisis de Suelos del ICIA, Quetzaltenango

SECTOR PÚBLICO AGROPECUARIO Y DE ALIMENTACIÓN
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS

Km. 21.5 Carretera al Pacífico, Bárcenas Villa Nueva.
 PBX. 66905702 Ext. 758 E-mail: laboel@icita.gov.gt
 Guatemala C.A.

INTERVENIDO: Ing. Agr. Daniel Chivert
 PROCEDENTE: ICITA, Labor Ornit, Quetzaltenango
 ENTREGA: Vietnam
 CULTIVO: No indica

Fecha de Ingreso: 3/12/2014

Identificación de la muestra	pH	C.E.C.	M. O.	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	mgq / 100ml suelo			miligramos / litro		
							Calcio	Magnesio	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc
No. NIVELES ADECUADOS	5.5-6.5	5.0 - 15.0	2.0 - 4.0	2-4	12-24	120-150	6.0	1.1-2.5	0.2-0.4	10-15	1-6	-----
Suelo.	4.00	7.2	4.2%	1.42	29.30	185.30	8.81	1.34	1.00	39.00	18.00	43.00

- Los datos de análisis son válidos para la muestra como fue recibida en el laboratorio y en su totalidad original.
- El Laboratorio de ICITA NO es responsable por otros análisis que se le dé a estos datos de análisis.
- Zonación Extractiva Metélica.