

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EFFECTO DE BOCASHI Y COMPOST EN EL CULTIVO DE CHILE DULCE

(*Capsicum annuum L.*) UTILIZANDO PARCELAS

CON Y SIN MICROTÚNELES

POR:

ANGEL GABRIEL MEJIA LOPEZ

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

MARZO 2013

EFECTO DE BOCASHI Y COMPOST EN EL CULTIVO DE CHILE DULCE
(*Capsicum annuum L.*) UTILIZANDO PARCELAS
CON Y SIN MICROTÚNELES

POR:

ANGEL GABRIEL MEJIA LOPEZ

MARIO EDGARDO TALAVERA, M.Sc

Asesor Principal

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE
INGENIERIO AGRÓNOMO

CATACAMAS

OLANCHO

MARZO 2013

ACTA DE GRADUACION

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO: Por darme la vida y brindarme la oportunidad de realizar mis estudios en esta universidad, por iluminarme y guiarme siempre, por darme sabiduría y fortaleza en todo momento y poder culminar con éxito esta etapa de mi vida profesional.

A MIS PADRES: Juan Gabriel Mejia, Antonia Del Carmen Bustillo. Por ser lo más bello que Dios me regalo en la vida, por brindarme su apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida.

A MIS HERMANAS: Brenda Mejia, Janely Mejia y Anny Mejia. Por brindarme su apoyo en todo momento, llenándome de valor y fuerza cada día para afrontar este desafío.

A MI NOVIA: Gabriela Suyapa Hernández C. Por darme su cariño y apoyo condicional en los momentos más difíciles de mi carrera.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODO PODEROSO: Porque con su apoyo y bendición pude culminar exitosamente una de mis metas.

A MIS PADRES: Por ayudarme a dar los primeros pasos en el camino de la educación formal, sus consejos y palabras de aliento fueron motivación para forjar mis ideales.

A MIS HERMANAS: Por apoyarme y ser las mejores hermanas que Dios pudo darme.

A MI NOVIA: Porque éste logro es también fruto de su esfuerzo, su confianza en mí y sus constantes palabras de aliento.

A MIS ASESORES: M. Sc. Mario E. Talavera, M. Sc Josué D. Matute y M. Sc. Ramón L. Canaca. Por su paciencia, educación y voluntad en el asesoramiento de mi trabajo de tesis.

A mis compañeros **"CLASE GENESIS"** por ser mi segunda familia y compartir con migo muchas alegrías y tristezas.

A nuestra alma mater **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**, por haberme permitido realizar mis estudios de Ingeniería Agronómica.

CONTENIDO

ACTA DE GRADUACION	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 General	3
2.2 Específicos	3
III REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Chile dulce	4
3.2 Materia orgánica (MO).....	5
3.2.1 Materia orgánica en el suelo.....	5
3.2.2 Beneficios de la materia orgánica.	7
3.3 El suelo como ecosistema.	8
3.3.1 Bacterias.....	8
3.3.2 Los hongos.	9
3.3.3 Los protozoarios.....	10
3.3.4 Los nematodos.....	11
3.3.5 Las lombrices de tierra	11
3.4 Abonos orgánicos.....	12
3.4.1 Abono fermentado tipo bocashi	12

3.4.2 Compost.....	19
3.5 Microtúneles.....	21
3.5.1 Manejo y cuidado de los microtúneles.....	22
3.5.2 Ventajas de los microtúneles.....	23
IV MATERIALES Y MÉTODO.....	24
4.1 Ubicación del experimento.....	24
4.2 Materiales y equipo	24
4.3 Método	24
4.3.1 Manejo del experimento.....	24
G. Cercado y preparación de las parcelas experimentales	27
4.5 Modelo estadístico	29
4.6 Variables de respuesta.....	31
4.6.1 Daño por plagas.....	31
4.6.2 Precocidad	31
4.6.3 Altura de planta	32
4.6.5 Frutos por planta.....	32
4.6.6 Peso de fruto.....	32
4.6.8 Análisis económico	33
4.6.9 Análisis estadístico.....	33
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
5.1 Daño por plagas.....	35
5.2 Días a floración	37
5.3 Altura de planta	39
5.4 Diámetro de tallo.....	41
5.5 Peso del fruto.....	42
5.6 Frutos por planta	44
5.7 Rendimiento del cultivo (kg. ha – 1).....	46
5.8 Análisis económico.	48
VI CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES	51
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	52

ANEXOS	60
---------------------	-----------

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados en el experimento.....	30
Tabla 2. Cantidades de abono orgánico y fertilizante químico aplicados por tratamiento.	31
Tabla 3. Días a floración de acuerdo al tipo de fertilización (factor B).	38
Tabla 4. Altura promedio de las plantas según el tipo de fertilización (factor B).....	40
Tabla 5. Diámetro de tallo de las plantas según el tipo de fertilización (factor B).	42
Tabla 6. Peso promedio de los frutos de acuerdo al tipo de fertilización (factor B).	43
Tabla 7. Rendimiento en (kg. ha⁻¹) del cultivo según el tipo de fertilización (factor B)...	48

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido nutricional de los abonos (gramos por cada 100 gr aplicados).....	35
Cuadro 2. Aporte nutricional de los diferentes abonos (kg. ha⁻¹).	35
Cuadro 3. Número de insectos por planta que afectaron los tratamientos sin microtúneles en las primeras etapas de desarrollo.	36
Cuadro 4. Promedio de días a floración, altura de planta (cm) y diámetro de tallo (mm) por tratamiento.	39
Cuadro 5. Peso promedio de fruto, número de frutos por planta y rendimiento del cultivo (kg/ha) por tratamiento.	44
Cuadro 6. Análisis económico de todos los tratamientos.....	49

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis del área experimental	61
Anexo 2. Análisis de varianza para días a floracion	62
Anexo 3. Análisis de varianza de altura de planta	63
Anexo 4. Análisis de varianza para diámetro de tallo	64
Anexo 5. Análisis de varianza para peso de fruto	65
Anexo 6. Análisis de varianza para número de frutos por planta.....	66
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable de rendimiento.	67
Anexo 8. Análisis de suelo.	68
Anexo 9. Análisis de bocashi.	69
Anexo 10. Análisis de compost.....	70
Anexo 11. Cálculos para determinar las cantidades de fertilizantes aplicadas	71

Mejia López, AG. 2012. Efecto de bocashi y compost en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum L.*) utilizando parcelas con y sin microtúneles. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras. 73 pág.

RESUMEN

El presente estudio se realizó durante los meses de junio a noviembre, en la Lima, Cortés en los predios de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) con el propósito de generar información sobre la utilización de abonos orgánicos y el uso de microtúneles en la producción de chile dulce (*Capsicum annuum L.*). Se evaluaron cinco combinaciones de bocashi más compost y la influencia de microtúneles, además de un tratamiento con fertilización convencional, se utilizó un diseño en parcelas divididas con 12 tratamientos y tres repeticiones. Se realizaron tres fertilizaciones (0, 15, 30 días después del trasplante). Para el factor A (parcelas con y sin microtúneles) se observó que la utilización de microtúneles presentó una influencia positiva en el peso del fruto, frutos por planta y en el rendimiento del cultivo de chile dulce, además de reducir en un 60% el uso de plaguicidas. El uso de microtúnel más la aplicación de 100% compost (A1B5) fue el tratamiento que presentó mayor rendimiento con 8,660.81 Kg ha⁻¹ y mayor número de frutos por planta, asimismo fue el más rentable de los tratamientos (1.78). Los tratamientos con 100% bocashi tanto con y sin microtúneles fueron los más precoces superando en un promedio de nueve días a los tratamientos con fertilización convencional, también obtuvieron las mayores alturas de planta (30.5 cms en promedio) y mayores diámetros de tallo con un promedio de 7.33mm, mientras que las plantas con fertilización convencional más microtúneles (A1B6) obtuvieron mayores pesos de fruto que los otros tratamientos, las cuales obtuvieron un peso promedio de 65.27 gr. El compost al ser nutricionalmente superior a los otros fertilizantes utilizados, tubo influencia en el peso y el número de frutos por planta además de influenciar en el rendimiento y la reducción de costos de producción.

Palabras claves: Abonos orgánicos, malla antiviral, barreras físicas, fertilización convencional

I INTRODUCCIÓN

Según la FAO (2002), más de la mitad de la población mundial vive en las ciudades, por lo que proporcionar a esta población alimentos inocuos y accesibles ejerce sobre la cadena de suministro y distribución de alimentos una presión extrema. Es probable que la urbanización engulla las tierras productivas y ejerza todavía más presiones sobre la producción de alimentos. Esto incrementa el costo de todas las actividades relacionadas con la producción de alimentos y su traslado a las ciudades, además de exigir enormes inversiones.

El uso de agroquímicos se ha aumentado considerablemente. Rosignoli (2011), menciona que actualmente en el mundo se usan 2.5 millones de toneladas de plaguicidas a un costo que oscila alrededor de los 30 mil millones de dólares, sin incluir los costos sociales, ambientales y de salud. En ese sentido, la agricultura orgánica toma importancia por ser una alternativa de bajo costo y aplicable a las condiciones sociales especialmente de los productores. Senasa (2011), comenta que en Honduras unas 20,000 hectáreas son cultivadas bajo la producción orgánica, manejadas por unos 2,015 productores asesorados por siete agencias certificadoras orgánicas.

Desde los años cuarenta, el uso de plaguicidas ha aumentado continuamente, aunque se observan cambios en la actualidad hacia la reducción en el uso de los mismos en los países desarrollados; no obstante, éstos se siguen aplicando en forma intensiva en los países tropicales o en vías de desarrollo (Carvalho, citado por Torres 2004). Los químicos utilizados en los cultivos contaminan el suelo, ya que sus residuos químicos prevalecen durante años mientras destruyen los componentes químicos, físicos y biológicos del suelo. Estos suelos pierden la capacidad de regenerarse y dejan de ser fértiles; asimismo, las plagas que atacan los cultivos desarrollan resistencia a los plaguicidas, por lo que cada vez

se utilizan cantidades mayores de estos químicos que afectan el ambiente y la salud humana.

Para reducir el uso de plaguicidas y evitar la transmisión de enfermedades por insectos que reducen los rendimientos y aumentan los costos de producción en cultivos como el tomate y chile, se ha implementado el uso de micro túneles, los cuales evitan la llegada de los insectos al cultivo en sus primeras etapas de desarrollo, en las cuales el cultivo es más susceptible. Pero este método de protección física al cultivo implica una mayor inversión por el costo de los materiales utilizados.

El ambiente de equilibrio creado en la agricultura orgánica reduce el ataque y reproducción de plagas en los cultivos, por lo que se evita la utilización de barreras físicas (micro o macro túneles) para producir frutos de calidad y libres de contaminantes químicos.

El objetivo de este estudio fue el de determinar las cantidades de bocashi y compost a aplicar para obtener los mejores resultados en el cultivo de chile dulce para la zona del Valle de Sula; así como, determinar el posible impacto de utilizar micro túneles en este cultivo.

II OBJETIVOS

2.1 General

Determinar el efecto de aplicar abonos orgánicos y utilizar micro túneles en el rendimiento y calidad de frutos de chile dulce en el valle de Sula.

2.2 Específicos

Determinar la rentabilidad del cultivo al sustituir la fertilización convencional por el uso de bocashi y compost.

Determinar mediante análisis económico, la relación beneficio – costo de emplear micro túneles en el cultivo de chile dulce.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Chile dulce

El chile dulce (*Capsicum annuum* L.) pertenece a la familia de las Solanáceas, es un semiarbusto de forma variable y crece entre 0.60 m a 1.50 m de altura, dependiendo principalmente de la variedad, las condiciones climáticas y del manejo. La planta de chile es monoica, tiene los dos sexos incorporados en una misma planta, es autógama; es decir que se auto fecunda, aunque puede experimentar hasta un 45% de polinización cruzada. Su raíz puede llegar a cubrir un diámetro de 0.90 a 1.20 m en los primeros 0.60 m de profundidad del suelo. El tallo puede tener forma cilíndrica o prismática angular, glabro, erecto y con altura variable, según la variedad (Orellana *et al.* s.f).

El cultivo de chile dulce se adapta muy bien a altitudes de 0 hasta 2,300 m, dependiendo de la variedad, se desarrolla bien con temperaturas de 15 a 30° C; a temperaturas mayores la formación de frutos es mínima. El cultivo requiere precipitaciones pluviales de 600 a 1200 mm bien distribuidos durante el ciclo vegetativo. Lluvias intensas durante la floración, ocasionan la caída de flor por el golpe del agua y mal desarrollo de frutos. El chile dulce necesita de una buena iluminación. En caso de baja luminosidad, el ciclo vegetativo tiende a alargarse; en caso contrario, a acortarse. Las exigencias foto periódicas varían de 12 a 15 horas por día (Orellana *et al.* s.f).

La FHIA (2008), comenta que el rendimiento nacional por hectárea es de 36,360 Kg ha⁻¹. Mientras que, el rendimiento promedio mundial es de 19,600 Kg ha⁻¹ (inforural 2007).

3.2 Materia orgánica (MO).

Se considera materia a los residuos de vegetales y animales los cuales constituyen la materia orgánica del suelo. El conjunto de transformaciones que sufren estos residuos orgánicos, puede seguir diferentes caminos dependiendo del tipo y cantidad de material orgánico, ambiente edáfico, material parental, actividad biológica y del clima. Estos procesos se denominan humificación y mineralización, los cuales son eminentemente biológicos y durante su desarrollo el material tiende a desaparecer (Bendeck s.f).

El humus se define como una sustancia orgánica variada, de color pardo y negruzco, que resulta de la descomposición de las materias orgánicas del suelo, las cuales contienen aproximadamente un 5% de nitrógeno. Por otra parte, la mineralización es un proceso en el cual los microorganismos descomponedores convierten materiales orgánicos en inorgánicos (Julca *et al.* 2006).

3.2.1 Materia orgánica en el suelo

La fertilidad natural de un suelo está determinada en gran parte por la presencia de materia orgánica más o menos descompuesta y transformada por la acción de los microorganismos (Sepúlveda *et al.* 2010). El nivel deseable de materia orgánica en suelos arcillosos es del 2%, mientras que en suelos pesados es de 1.65% y para suelos arenosos debería ser de 2.5% (Julca *et al.* 2006).

Kass (1996), determinó que en la materia orgánica de los suelos se distinguen los biopolímeros y las sustancias húmicas. Los biopolímeros forman o han formado parte de los organismos y microorganismos del suelo y de compuestos como aminoácidos, proteínas y carbohidratos; las sustancias húmicas, son sintetizadas directamente y sostienen los procesos y los ciclos de la vida de los organismos del suelo, estas son fuente de energía y suministro de carbono para los organismos.

Por otro lado, Dorronsoro (s.f), menciona que al proceso de la transformación de materia orgánica se le conoce como humificación, la cual lleva a la destrucción o transformación total de los compuestos orgánicos, posteriormente se da la producción de productos inorgánicos sencillos como CO_2 , NH_3 , H_2O , entre otros etc. por medio del proceso de mineralización. Dependiendo de las características del suelo y de la naturaleza de los restos vegetales aportados dominarán la humificación o la mineralización.

Las sustancias húmicas son importantes como fuente de renovación de nutrientes. La formación de humus depende de la cantidad y calidad de la materia orgánica en estado fresco y bajo grado de descomposición (necromasa) producida en cualquier sistema de producción agrícola. Entre mayor contenido de lignina contenga el material (compuesto orgánico), mayor será el contenido de necromasa que se transformara en humus, posteriormente se realiza la mineralización que consiste en la transformación del humus (materia orgánica) en compuestos asimilables para las plantas (compuestos inorgánicos) (Gómez 2000).

En el suelo, los compuestos orgánicos de bajo peso molecular son descompuestos principalmente por levaduras saprófitas (colonizadores primarios). Los colonizadores secundarios utilizan materiales más complejos como los polisacáridos; mientras que, los colonizadores terciarios, metabolizan los polímeros más complejos, como la lignina (Burés 2004).

Los microorganismos del suelo incluyen bacterias, actinomicetes, hongos, algas, protozoos y virus. Si las condiciones ambientales son constantes, las poblaciones de microorganismos permanecen constantes. Ya que los microorganismos necesitan un medio húmedo, la humificación y la mineralización tendrán lugar en presencia de agua y aumentan a medida se aumenta la temperatura (Burés 2004).

Gómez (2000) menciona que en suelos con pH ácido hay una escasa actividad microbiana, resultando en una lenta transformación de la materia orgánica, por lo que se obtiene un

suelo rico en materia orgánica pero sin transformar. Por otra parte en suelos con pH básico hay una mayor actividad, aunque el pH óptimo para la actividad microbiana es de 6.5-7.5 dando como resultado una adecuada descomposición y transformación de la materia orgánica.

3.2.2 Beneficios de la materia orgánica.

La materia orgánica es una gran fuente de nutrientes, ya que los microorganismos al descomponerla realizan la liberación de CO₂, H₂O, nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio, los cuales son utilizados por las plantas. Otra parte de la materia orgánica es transformada en humus, el cual será reutilizado por los microorganismos y producirán otras sustancias (húmicas) y nutrientes (Molina 2008).

Estudios realizados por Lazcano (s.f), demuestran que la MO tiene la capacidad de retener hasta 20 veces su peso en agua. Uno de los mayores beneficios que trae consigo la MO es la humedad, especialmente ayudando a la planta a soportar periodos de sequía en suelos arenosos o con poca capacidad de retención de agua.

Por otro lado, la materia orgánica en el proceso de descomposición puede funcionar como biofumigación, por ejercer una acción fumigante en el cual libera sustancias volátiles (ácidos grasos volátiles, dióxido de carbono, hidrógeno, amonio y sulfuro reducido) con efecto de control sobre los organismos fitopatógenos que se encuentran en el suelo (Magunacelaya 2005).

La materia orgánica permite el desarrollo de los organismos del suelo, reduce la acción de sustancias tóxicas en el suelo (degradación de herbicidas), favoreciendo a la vez el control de plagas que atacan las plantas. La pérdida de materia orgánica obedece a la menor presencia de organismos en descomposición o un aumento de la descomposición como resultado de modificaciones en factores naturales o antropogénicos (Pinto 2001).

3.3 El suelo como ecosistema.

En el suelo, hay una serie de organismos que tienen interacciones complejas en su conjunto, muy importantes en la determinación de las propiedades de los suelos y en el establecimiento de comunidades vegetales. Consecuentemente, las raíces vegetales también participan en la transformación del suelo, disgregándolo, tomando elementos minerales, y aportando restos orgánicos, exudados. Las relaciones entre ellas y con otros organismos son de tipo químico y son muy complejas (Martínez 2007).

En la rizósfera (zona cercana a la raíz) se desarrollan relaciones simbióticas mutualistas entre microorganismos y plantas, ya que la planta exuda nutrientes orgánicos útiles para el metabolismo microbiano, además de proporcionar un nicho ecológico para los microorganismos. Los microorganismos, a su vez, influyen en el crecimiento radical de la planta, la regulación de la actividad metabólica de la raíz y además estimula el crecimiento de las plantas (Sarabia *et al.* 2010).

En el suelo se da la fijación del nitrógeno por las bacterias en las raíces de las leguminosas y las micorrizas realizan la liberación de fósforo y muchos otros minerales por lo que son hongos asociados a las raíces de las plantas (Chaboussou 1987).

3.3.1 Bacterias.

Se pueden agrupar las bacterias del suelo por grupos funcionales, Bacterias amonificadoras: descomponen las sustancias orgánicas nitrogenadas y las transforman en amonio o en sales amoniacales. Bacterias nitrificadoras: oxidan el amoníaco hasta nitrato. Bacterias fijadoras de nitrógeno: toman el nitrógeno atmosférico (N_2) y lo transforman en compuestos aprovechables por los vegetales. Bacterias celulolíticas: degradan la celulosa, es el grupo más numeroso por ser este compuesto el más abundante en los residuos vegetales. Bacterias pectinolíticas: degradan la pectina y sus derivados (Benintende y Sánchez s.f).

Hernández y Escalona (2003), mencionan los beneficios de inocular con bacterias (rizobacterias) a las plantas; uno de ellos, es por la síntesis de ciertas sustancias reguladoras de crecimiento, como giberelinas, citocininas y auxinas, las cuales estimulan la densidad y longitud de los pelos radicales, aumentando así la cantidad de raíces en las plantas, lo que incrementa a su vez la capacidad de absorción de agua y nutrimentos y permite que las plantas sean más vigorosas, productivas y tolerantes a condiciones climáticas adversas, como las heladas o las sequías.

El ambiente afecta la densidad y composición de la microbiota, como los factores abióticos que alteran a la comunidad y su actividad bioquímica, como: la humedad, el oxígeno, la temperatura, el nivel de materia orgánica, el pH, los minerales, el tipo de cultivo vegetal, la estación del año y la profundidad del perfil del suelo. La humedad controla la actividad microbiana, porque el agua es el componente principal del protoplasma para el crecimiento vegetativo; con la humedad excesiva la proliferación microbiana se limita porque disminuye el suministro de O₂ disponible (Sánchez *et al.* s.f).

Las bacterias en un suelo con oxígeno son dominantes y responsables de las transformaciones de la materia orgánica ya que crecen rápidamente y mineralizan una amplia gama de compuestos orgánicos naturales (Sánchez *et al.* s.f).

El pH ácido o alcalino inhibe la actividad bacteriana, pues la mayoría crece en la neutralidad, a mayor concentración de iones de hidrogeno su población se reduce, por ello el encalado de un suelo ácido de pH 3.0 la aumenta (Zengler citado por Sánchez *et al.* s.f).

3.3.2 Los hongos.

Benintende y Sánchez (s.f), argumentan que los hongos, aunque no son los organismos más importantes del suelo, aportan una parte significativa de la biomasa, debido a su agresivo crecimiento micelial. Además, son los principales agentes de descomposición en ambientes ácidos. Todos los hongos son heterótrofos y una de las principales actividades es la

degradación de moléculas complejas, utilizan como fuente de carbono el almidón, pectina, disacáridos, celulosa, ácidos orgánicos, lignina.

Sánchez (s.f), menciona que las principales influencias internas que se imponen a la comunidad de hongos son: nivel y clase de la materia orgánica, concentración del ion hidrógeno o pH, la aplicación de cierta clase de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, el grado de humedad, aireación, variación de temperatura, posición en el perfil del suelo, estación del año y composición de la vegetación nativa o cultivada.

Los hongos toman el nitrógeno del amonio o nitrato, pero también de proteínas, ácidos nucleicos, etc. Por ser heterotróficos dependen de la disponibilidad de sustratos carbonados oxidables. Al incorporar sustratos carbonados se incrementa la comunidad y también varía el dominio relativo de géneros como *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium* y *Trichoderma*. En general, son aerobios por lo que se encuentran en la capa más superficial del suelo (Benintende y Sánchez s.f).

Los hongos son aerobios estrictos, con algunas excepciones de géneros y especies. Esta dependencia del O₂ explica por qué los hongos se ubican a pocos centímetros de la superficie, siendo el O₂ la causa principal de la ausencia de hongos en suelos mal drenados, en ciénagas y pantanos. En suelos minerales inundados, la densidad fúngica es reducida y su actividad biogeoquímica no es importante. Algunos hongos sobreviven durante largos períodos en esa circunstancia desfavorable, lo que está relacionado con síntesis de esporas. Si un suelo inundado se drena, los hongos crecen rápidamente (Sánchez s.f).

3.3.3 Los protozoarios

Los protozoos constituyen un grupo muy heterogéneo de microorganismos eucarióticos, unicelulares y móviles (con algunas excepciones). El ciclo de vida comprende dos fases: una de actividad, durante la cual se desplazan, nutren y reproducen; otra de reposo o enquistamiento. Se alimentan de bacterias, levaduras, algas y otros protozoos. Participan

en el equilibrio biológico del suelo pues consumen grandes cantidades de bacterias, una ameba ingiere unas 40,000 bacterias entre cada división celular (Carrillo 2003).

Las bacterias y hongos de los que se alimentan los protozoarios son los responsables de la mineralización del N, por lo que al consumir uno de estos, los protozoarios excretan el exceso de N de sus cuerpos. Por lo general, los protozoarios viven y se desarrollan en la rizósfera, por lo que este elemento es asimilado por las plantas fácilmente (Vargas 1990).

3.3.4 Los nematodos

Los nemátodos se alimentan de bacterias y hongos, estos secretan CO_2 y Amonio (NH_4) y otros compuestos de nitrógeno, influenciando así directamente la mineralización del C (carbono) y del N. Indirectamente, los nemátodos ayudan a la colonización de sustratos y la mineralización de nutrientes. Los metabolitos de los nemátodos pueden así estimular crecimientos específicos de bacterias cuando liberan nutrientes importantes limitadores (como N y vitaminas). Los nemátodos excretan más nitrógeno que las bacterias en el suelo, son en gran parte responsables de la mineralización de N. Se habla de nemátodos benéficos que viven libremente en el suelo (rizósfera), son numerosos y abundantes cuando se cuida al suelo y se adiciona materia orgánica al suelo constantemente (Camacho s.f).

3.3.5 Las lombrices de tierra

Las lombrices participan en la descomposición de la materia orgánica (MO), a través de los procesos asociados al paso de la MO por sus intestinos, donde hay modificaciones de la materia orgánica en descomposición y los microorganismos durante ese tránsito. Incluyendo la reducción del tamaño de partículas tras el paso por la molleja, adición de azúcares y otras sustancias, la modificación de la actividad y diversidad microbiana, homogeneización del sustrato y los procesos intrínsecos de digestión y asimilación; incluyen también la producción de moco y sustancias excretoras como la urea y el amonio,

que constituyen una fuente de nutrientes fácilmente asimilables para los microorganismos (Domínguez *et al.* 2009).

La descomposición se ve también favorecida por la acción de microorganismos endosimbiontes que viven en el intestino de las lombrices. Estos microbios producen enzimas extracelulares que degradan celulosa y distintos compuestos fenólicos, aumentando la degradación del material ingerido. Otras modificaciones físicas del sustrato originadas por las actividades excavadoras de las lombrices, como la aireación y la homogeneización del sustrato, también favorecen la actividad microbiana y por consiguiente la descomposición de la materia orgánica (Domínguez *et al.* 2009).

3.4 Abonos orgánicos

Cuando hablamos de abonos orgánicos se debe mencionar la importancia de la relación carbono-nitrógeno (C/N). Schuldt (2002), menciona que la relación (C/N) sirve como orientación de cómo disponer y/o combinar materiales de origen natural con el fin de optimizar un compostaje apropiado de los mismos. Para que ocurra una buena descomposición, se requiere que la MO generada posea una relación de 25, 30 a 40 partes de carbono (C) por cada una de nitrógeno (N).

Algunos sustratos comunes en nuestro medio presentan las siguientes relaciones carbono-nitrógeno: cascarilla de arroz 95/1, broza forestal 40-81/1, abono verde 10-20/1, cascaras de café 8/1, estiércol bovino 30-40/1, residuos de frutos 40/1, rastrojos de leguminosas 10-15/1, caña de maíz 150/1 (Schuldt 2002).

3.4.1 Abono fermentado tipo bocashi

“Bocashi” es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”. Una traducción de esta palabra al Español (refiriéndonos al abono) es abono orgánico fermentado (Shintani *et al.* 2000).

Para la esterilización de bocashi o suelo se puede utilizar la solarización que es un proceso natural hidrotérmico, en el cual el calor solar al pasar a través de plástico transparente incrementa la temperatura del suelo o sustrato húmedo a niveles letales para las plagas (49 °C o más). Esta técnica ha probado ser efectiva en el control de patógenos del suelo, causantes de grandes pérdidas en semilleros artesanales de varios cultivos hortícolas. También está asociada a la reducción de malezas y nematodos, así como a un incremento en los niveles de nutrientes solubles y cambios en la biota del suelo, que favorecen la colonización de microorganismos benéficos (FHIA 2007).

A. Ingredientes del bocashi.

El carbón: Mejora la circulación del aire, la absorción de humedad y el calor en el suelo (características físicas) Su porosidad beneficia las actividades macro y microbiológicas; es capaz de retener, filtrar y liberar poco a poco los nutrientes necesarios para las plantas, reduciendo pérdidas por lixiviación. Las partículas de carbón deben ser uniformes, entre uno y dos centímetros (Gómez y Vásquez 2011).

La cascarilla de arroz: mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilitando la aireación, absorción de humedad y el filtraje de nutrientes. Beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra al mismo tiempo que estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. Es una fuente rica en sílice, lo que favorece a los vegetales para darle una mayor resistencia contra insectos y microorganismos. A largo plazo, se convierte en una constante fuente de humus. En la forma de cascarilla carbonizada, aporta principalmente fósforo y potasio, al mismo tiempo que ayuda a corregir la acidez de los suelos (Restrepo 2009).

La pulidura de arroz: ayuda al proceso de fermentación y aporta nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. A falta de éste, puede sustituirse por concentrado para cerdos de engorde (Gómez y Vásquez 2011).

Miel de purga o melaza de caña: es la principal fuente energética para la fermentación de los abonos orgánicos, favoreciendo la multiplicación de la actividad microbiológica. Es rica en potasio, calcio, magnesio y contiene micronutrientes, principalmente boro (Restrepo s.f).

Levadura/tierra de floresta virgen/Bocashi: estos tres ingredientes se constituyen en la principal fuente de inoculación microbiológica para la fabricación de los abonos orgánicos fermentados "Es el arranque o la semilla de la fermentación". Se puede utilizar con éxito la levadura para pan, tierra de floresta o los dos ingredientes al mismo tiempo. Después de algún tiempo y con la experiencia, se selecciona una buena cantidad del mejor abono curtido, tipo bocashi (semilla fermentada) para utilizarla constantemente como la principal fuente de inoculación, acompañado de una determinada cantidad de levadura; eliminando así, el uso de la tierra de floresta virgen con lo que se evita el deterioro de los bosques (Restrepo 2009).

Tierra común: en muchos casos, ocupa hasta una tercera parte del volumen total del abono que se desea fabricar. Tiene la función de darle una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad; con su volumen, aumenta el medio propicio para el desarrollo de la actividad microbiológica de los abonos y consecuentemente, lograr una buena fermentación. Funciona como una esponja, al tener la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente los nutrientes a las plantas de acuerdo a sus necesidades. Dependiendo de su origen, puede aportar variados tipos de arcilla, inoculación microbiológica y otros elementos minerales indispensables al desarrollo normal de los vegetales (Restrepo s.f).

Carbonato de calcio o cal agrícola: su función principal es regular la acidez que se presenta durante todo el proceso de la fermentación, cuando se está elaborando el abono orgánico, dependiendo de su origen, natural o fabricado, puede contribuir con otros minerales útiles a las plantas (Restrepo 2009).

El agua: tiene la propiedad de homogeneizar la humedad de todos los ingredientes que componen el abono, propicia las condiciones ideales para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante todo el proceso de la fermentación cuando se están fabricando los abonos orgánicos. El agua se utiliza una vez; no es necesario hacerlo en las demás etapas del proceso de fermentación. Es mejor que el abono tienda a seco y no a muy húmedo (Restrepo s.f).

B Etapas en la elaboración del bocashi.

La fabricación de estos bioinsumos no se constituye en un simple paquete de recetas de transferencia tecnológica; al contrario, las distintas formas de elaborarlo y calcular la proporción de sus ingredientes, son el resultado del error y el acierto de la práctica de los productores. La preparación de los abonos orgánicos fermentados se debe hacer en un local protegido del sol, el viento y la lluvia, ya que los mismos interfieren en el proceso de la fermentación, retardándola. El piso preferiblemente debe estar cubierto con ladrillo o revestido de cemento, o en último caso, sobre piso de tierra bien firme, de modo que se evite al máximo la acumulación de humedad en el local donde se fabrica (Restrepo s.f).

B1 Diferentes composiciones o fórmulas de bocashi.

Valero (1998), hace mención de las siguientes formulaciones.

Formulación n.º 1

20 sacos de tierra.

20 sacos de gallinaza.

20 sacos de pulpa de café.

1 kilo de levadura para pan.

3 sacos de carbón vegetal triturado.

1 saco de salvado de arroz o semolina (50 kilos).

Humedad: se debe considerar la prueba del puño para lograr en lo máximo entre un 40 y un 45% de humedad. Para conseguirla en caso de que los materiales estén muy secos, lo ideal es aprovechar el mucílago o las llamadas aguas mieles del beneficio del café.

Formulación n.º 2

20 sacos de suelo.

20 sacos de tallo picado de plátano.

20 sacos de gallinaza.

1 kilo de levadura para pan.

Un saco de salvado de arroz o semolina (50 kilos).

Tres sacos de carbón vegetal triturado. Agua mezclada con el mucílago del café, hasta conseguir una humedad entre un 40 y 45% (hacer la prueba del puño).

Formulación n.º 3

20 sacos de suelo.

20 sacos de gallinaza.

20 sacos de tallo bien picado de plátano.

20 sacos de pulpa de café.

20 sacos de cisco o pergamino de café (cascarilla)

1 saco de salvado de arroz o semolina (50 kilos).

2 kilos de levadura para pan.

Agua mezclada con el mucílago del café, hasta conseguir una humedad de un 40 y 45% (hacer la prueba del puño).

B2. La mezcla de los ingredientes.

Restrepo (2009), comenta que algunos productores optan por mezclar todos los ingredientes por camadas alternas hasta obtener una mezcla homogénea de toda la masa de los ingredientes, a la cual poco a poco y por capas agregan el agua necesaria para obtener la humedad recomendada (esta es la fórmula más usual). Otros productores subdividen todos

los ingredientes en proporciones iguales y forman de dos a tres montones; luego mezclan todos los ingredientes de cada uno de los montones de manera independiente, lo que facilita la distribución adecuada de todos los ingredientes. Después se agrega la cantidad de agua apropiada para controlar la humedad; y por último, juntan todos los montones que se mezclaron por separado, quedando una masa uniforme que luego extienden en el piso donde se mezcló.

El orden en que se colocan los ingredientes es: primero la cascarilla de arroz, tierra, gallinaza, carbón, pulidura de arroz y cal agrícola; mientras que, la melaza y levadura se mezclan en un balde junto con el agua (Restrepo 2009).

B3. Etapa de la fermentación y el control de la temperatura

Una vez preparado el Bocashi, es necesario seguir controlando el proceso. Lo primero a tener en cuenta, si no hay exceso de humedad, es que en condiciones aeróbicas la mezcla se fermenta muy rápido y la temperatura aumenta en cuestión de horas, por lo cual podría sobre calentarse. La temperatura se debe mantener entre 35°C - 50°C. Para medir esto, se puede usar un termómetro o introducir un machete a la pila; si es posible mantener la hoja de metal entre las manos, la temperatura es adecuada. Si la temperatura sobrepasa los 50°C, se debe mezclar bien la pila para reducir la temperatura y oxigenar la mezcla (Shintani *et al.* 2000).

Restrepo (s.f), comenta que una buena práctica para acelerar el proceso final de la fermentación es ir rebajando gradualmente la altura del montón a partir del tercer día, hasta lograr más o menos una altura de 20 centímetros al octavo día. De aquí en adelante, la temperatura del abono comienza a ser más baja y se comienza a estabilizar, siendo necesario revolverlo solamente una vez al día. Entre los 12 y los 15 días, el abono orgánico fermentado ya ha logrado su maduración y su temperatura es igual a la temperatura ambiente, su color es gris claro, queda seco con un aspecto de polvo arenoso y de consistencia suelta.

Si la temperatura todavía se mantiene alta, se debe extender la pila para reducir la altura y conseguir con esto la reducción de la temperatura. El proceso de fermentación dura entre 7 – 30 días, dependiendo de los materiales que se utilicen y de la temperatura ambiente. El Bocashi está listo para ser utilizado cuando libera un olor dulce fermentado y aparecen hongos blancos en su superficie. Si la pila libera un olor a podrido, el proceso ha fracasado (Shintani *et al.* 2000).

C. Beneficios del uso de bocashi.

Se mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica, pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización. Además, suministra organocompuestos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes) directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micro y macroorganismos benéficos durante el proceso de fermentación. También ayuda en la formación de la estructura de los agregados del suelo. El bocashi se puede preparar en corto tiempo y no produce malos olores ni moscas (Shintani *et al.* 2000).

Restrepo (2009), lo describe como una fuente constante de fertilización y nutrición de liberación gradual y con acción residual prolongada de macronutrientes y micronutrientes. Promueve que los suelos conserven la humedad y amortigüen mejor los cambios de temperatura economizándose el volumen de agua. Mejora gradualmente la fertilidad, nutrición y vitalidad del suelo asociada a macro y microbiología, finalmente las plantas cultivadas son más sanas, vigorosas y no se enferman fácilmente porque están naturalmente protegidas por el equilibrio nutricional, inherente a la presencia de hormonas, vitaminas, catalizadores y enzimas vegetales, la cual es respaldada por las condiciones de la nutrición orgánica que el abono orgánico fermentado les ofrece a los vegetales en el suelo.

3.4.2 Compost.

Se denomina compost al abono orgánico resultante de la fermentación aeróbica (en presencia de oxígeno) de una mezcla de materias primas orgánicas, bajo condiciones específicas de humedad y temperatura, cuyo producto es inocuo y libre de efectos fitotóxicos. El proceso de compostaje comienza con la recolección de residuos vegetales y animales, estos se apilan y mezclan con pequeñas cantidades de compost maduro, que contienen hongos y bacterias, las cuales al encontrar un medio favorable, comienzan el proceso de descomposición (Sepúlveda *et al.* 2010).

A. Proceso de fermentación (bocashi y compost).

Gómez (2007), menciona que normalmente el proceso de compostaje ocurre durante cuatro etapas: mesofílica, termofílica, de enfriamiento y de maduración. Durante cada una de ellas ocurren procesos de especial importancia. En la etapa mesofílica actúan los microorganismos mesofílicos, que prosperan a temperaturas entre 20 y 40 °C. La temperatura aumenta gradualmente y el pH al inicio baja debido a la generación de ácidos orgánicos; luego empieza a aumentar ligeramente.

Basaure (2012), comenta que al comienzo del proceso la masa se encuentra a temperatura ambiente y, por lo general, es ligeramente ácida. Conforme la población mesofílica se multiplica, la temperatura crece rápidamente. Entre los productos que se forman en esta etapa inicial existen ácidos orgánicos sencillos que causarán un descenso del pH.

Durante la etapa de enfriamiento, que es la tercera, la temperatura baja a un ritmo más o menos similar a cuando aumentaba, y el pH se sigue estabilizando hasta alcanzar un valor cercano a 8. Una vez la temperatura baja de 60 °C, inicia una recolonización de hongos que se unen al proceso (Gómez 2007).

Cuando la temperatura desciende de 60°C, los hongos termófilos de los lugares menos calientes de la pila reinvasen la masa y comienza el ataque y degradación de la celulosa. La hidrólisis y subsiguiente asimilación de polímeros por los microorganismos es un proceso relativamente lento y, por tanto, la generación de calor decrece hasta alcanzar la temperatura del medio ambiente. Alrededor de los 40°C los organismos mesófilos reemprenden su actividad (Basaure 2012).

B. Método de elaboración.

La más común es formar pilas de unos dos metros de ancho y un largo variable dependiendo de la cantidad de material disponible. Se colocan capas sucesivas de residuos vegetales tanto secos como frescos, estiércol y compost, en proporciones 30:5:1, relación volumen Volumen (v:v) las capas se humedecen a medida que se van agregando, hasta completar una altura de poco más de un metro y medio (Sepúlveda *et al.* 2010).

Suquilanda (1995), menciona que el procedimiento bajo techo consta de marcar un rectángulo de 1.20 m de ancho, de 2 a 10 mts de largo y una altura de 1m. Como base y para facilitar el drenaje y la aireación se coloca una capa de caña de maíz (2.5 cm), luego se coloca una capa de hierba tierna seca y fresca, maleza de deshierba, leguminosas, etc. (20 cm), se aplica agua hasta saturación, después se coloca una capa de estiércol bovino, ovino, porcino, entre otros (10cm), seguidamente se coloca una mezcla en partes iguales de tierra, ceniza vegetal y roca fosfórica, posteriormente se repiten las capas (menos la de caña de maíz) hasta alcanzar un metro de altura. Finalmente se cubre la estructura con plástico, paja u hojas de huerta.

C. Beneficios del uso de compost

Mejora la estructura del suelo al favorecer la formación y estabilización de agregados modificando el espacio poroso de suelo, lo cual favorece al movimiento del aire y agua, así como la penetración de las raíces. Incrementa la retención de humedad del suelo

contribuyendo a que las plantas toleren y resistan mejor las sequías. Aporta de manera natural todos los elementos que requieren las plantas, los libera progresivamente para satisfacer los requerimientos nutricionales de las plantas. Incrementa y favorece el desarrollo de la actividad biológica del suelo (macro y microorganismos), favoreciendo la salud y crecimiento de las plantas. Ayuda a corregir las condiciones tóxicas del suelo (Suquilanda 1995).

Es seguro para aplicarlo al cultivo porque es relativamente libre de patógenos y no causa la inanición de nitrógeno. En el compost, la mineralización total asegura un suministro de minerales en estado iónizado y la temperatura alta en el proceso asegura la eliminación de microorganismos que podrían competir por los nutrientes (Shintani *et al.* 2000).

3.5 Microtúneles

Los microtúneles son estructuras físicas que impiden la entrada de insectos, reduciendo así gastos en insecticidas para el control de esos insectos (Morales 2004). Una planta o la parte de una planta cultivada sólo será atacada por un insecto, ácaro, nemátodo o microorganismos (hongos o bacterias), cuando tiene en su savia exactamente el alimento que ellos requieren. Este alimento está constituido principalmente por aminoácidos que son sustancias simples y solubles. Por lo tanto, un organismo saludable, bien alimentado, difícilmente será atacado por "plagas", ya que mueren de hambre en una planta sana (Chaboussou 1987).

Morales (2004), comenta que algunos insectos pueden causar daños a las plantas cuando se alimentan de ellas. Otros insectos pueden también transmitir virus que causan enfermedades en las plantas. Estos problemas se presentan más en zonas agrícolas donde se aplican muchos insecticidas que matan los insectos y otros organismos benéficos (e.g. arañas) que controlan a los dañinos. Considerando que a veces ni los mejores insecticidas evitan la transmisión de virus por insectos, muchos productores grandes han decidido cultivar especies vegetales susceptibles en casas de malla anti insectos.

Proyecto MIP Mosca Blanca para el Trópico, viene promoviendo el uso de ‘micro-túneles’ para los agricultores de recursos limitados que producen vegetales de alto valor, como el tomate, pimentón dulce y los chiles, cultivos muy susceptibles a virus transmitidos por insectos chupadores, como la mosca blanca y los pulgones. Entre los materiales comerciales más usados para hacer ‘micro-túneles’, están el ‘Agribón’ y el ‘Agryl’, existen otros productos en el mercado, algunos más resistentes y durables (pero más caros), como el tricot. Estos materiales no retienen mucho el calor, dejan pasar un 90% de luz y se pueden aplicar líquidos a través del material (Morales 2004).

3.5.1 Manejo y cuidado de los microtúneles.

Cuando se tiene problemas de tizones en cultivos protegidos de tomate y chile se puede aplicar sobre el microtúnel productos sistémicos curativos. En caso de tener malezas dentro del túnel se debe limpiar arrancando la maleza levantando con cuidado un lado del microtúnel, se debe tapar de inmediato; después se puede aplicar un insecticida sobre el túnel para control de vectores. No es recomendable aplicar productos químicos que tengan de base metales, como Clorotalonil, Cobres y Mancozeb sobre el Agryl. Se recomienda destapar el cultivo en horas frescas y sin viento, en la primera hora de la mañana o última de la tarde, regando inmediatamente después de levantar el microtúnel.

Se puede recoger con cuidado el Agryl para pasarlo a otro campo y si ya no será utilizado de preferencia guardarlo cubierto con un plástico oscuro. La vida útil del Agryl depende del cuidado, el manejo y la exposición a la luz a que es sometido, es un producto que si es manejado bien puede durar, puesto en el campo de 3 a 4 meses. Después del destape del cultivo se debe iniciar el control de hongos, insectos y bacterias (Paz 2010).

1

¹ Paz A 2010. AGRYL, microtúneles. (Entrevista). Olancho, HN, Universidad Nacional de Agricultura.

3.5.2 Ventajas de los microtúneles.

Mejoran la precocidad de las plantas por lo que se obtienen cosechas en menos tiempo. Permiten la obtención de cosechas fuera de las épocas normales de producción, alcanzando mejores precios en el mercado. Se protegen las cosechas del frío, lluvia, heladas, granizo y vientos, debido a que se mantienen las temperaturas del aire y del suelo, lo cual permite un mejor desarrollo radicular. En cuanto a la calidad, los frutos obtenidos bajo micro túneles son en general de mejor calidad que los que pueden lograrse sin la protección. Por la calidad de frutos obtenidos, se reducen sustantivamente los costos operativos por el incremento de la sanidad vegetal, además de que se aumentan considerablemente los rendimientos de las cosechas (T. P. AGRO. s.f).

IV MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Ubicación del experimento

El estudio se realizó en el Valle de Sula, en la parcela del “Departamento de Diversificación” (vivero de la FHIA) ubicado en la Lima, perteneciente al departamento de Cortés, a una altura sobre el nivel del mar de 32 m, con temperaturas de 28 a 34°C y una humedad relativa de 45 a 65%.

4.2 Materiales y equipo

Para el desarrollo de la investigación se hizo uso de abonos orgánicos (bocashi y compost), fertilizantes sintéticos, también se utilizó té de humus de lombriz como fertilizante foliar, plántulas de chile dulce, bolsas plásticas, malla antiviral, bandejas, herramientas para preparar el suelo, libreta de campo, lápiz, una cinta métrica graduada en cm, una balanza, entre otros.

4.3 Método

4.3.1 Manejo del experimento

A. Limpieza y nivelación del terreno

Se realizó de forma manual haciendo uso de carretas, palas, azadones, machetes y piochas con el fin de eliminar malezas e irregularidades del terreno donde se realizó el experimento y la cámara de solarización. Posteriormente se realizó el marcado del terreno.

B. Llenado de bolsa

Se utilizaron bolsas negras de 16x16 pulgadas para el sembrado de las plántulas de chile dulce, estas se llenaron haciendo uso de una paleta, con una mezcla de suelo más casulla de arroz no descompuesta, en una relación 4:1 respectivamente.

C. Solarización del suelo (en bolsas)

Posteriormente al llenado de las bolsas se procedió a esterilizar el suelo mediante solarización, para ello se realizó una estructura de doble tienda de campaña (doble capa de plástico) o cámara de solarización, antes del sellado de la cámara el sustrato en las bolsas fue regado hasta alcanzar humedad de campo (ni muy húmedo ni muy seco), con el fin de mejorar la distribución del calor en el suelo. La temperatura promedio en el sustrato fue de 42 °C y la duración de este proceso fue de 31 días.

D. Producción de plántulas

Las semillas fueron sembradas en bandejas de 200 cavidades, como medio de sostén fue utilizado un sustrato comercial el cual antes de llenar las bandejas fue humedecido hasta obtener humedad de campo, posteriormente se llenaron las bandejas con el sustrato, en cada cavidad fue depositada una semilla. Las bandejas ya sembradas se cubrieron con plástico negro para acelerar la germinación de las semillas, después de la emergencia de la plántula diariamente se revisó la humedad del sustrato para evitar deshidratación. Las plantas permanecieron 40 días en las bandejas.

E. Elaboración de abonos orgánicos (bocashi y compost)

Para elaborar el bocashi se mezclaron cuatro sacos de tierra, tres sacos de estiércol de vaca, tres sacos de casulla de arroz, un saco de suelo de foresta, 50 lbs de carbón, media libra de levadura, dos litros de melaza y agua hasta que alcanzó la humedad adecuada, después de mezclados los ingredientes el bocashi se cubrió con plástico. Los primeros nueve días

después de mezclados los ingredientes, la temperatura del bocashi aumentó considerablemente debido a la fermentación, este aumento de temperatura se controlaba al revolver el bocashi dos veces al día, los siguientes días como la temperatura disminuía paulatinamente solo se daba un volteo diario hasta que el bocashi obtuvo una temperatura normal (temperatura ambiente), este fue almacenado 14 días después de mezclados los ingredientes.

Para la elaboración del compost se utilizaron desechos de frutas como naranja, pomelo, limón, piña, moras entre otras. Estos desechos fueron mezclados con compost maduro (compost ya terminado) como fuente de microorganismos importantes en la descomposición de la materia orgánica. Después de mezclados los ingredientes estos eran volteados tres veces al mes para regular la temperatura y en el caso de que el compost tuviera poca humedad se le agregaba agua, la duración de este proceso de compostaje fue de seis meses, por lo que el compost se fabricó meses antes de realizar el experimento. Cuando la textura de éste era similar a la de suelo de montaña y no se podía reconocer ninguno de los ingredientes utilizados fue almacenado.

F. Muestreo de suelo, bocashi y compost para su posterior análisis

Para determinar las cantidades de fertilizantes orgánicos y sintéticos a aplicar según los requerimientos del cultivo fue necesario realizar análisis previos de suelo, bocashi y compost. Para el caso del suelo se tomaron varias sub-muestras de diversas partes las cuales después fueron mezcladas para formar una sola muestra la cual fue llevada al laboratorio para su análisis. En el caso del bocashi y compost, se tomaron para cada uno de estos varias sub-muestras de diferentes sacos, estas fueron mezcladas para formar una sola muestra, la cual fue llevada al laboratorio para su análisis.

G. Cercado y preparación de las parcelas experimentales

Al finalizar la solarización de suelo (en bolsas) se procedió a la elaboración de las parcelas experimentales y distribución de los tratamientos. Cada parcela experimental constaba de diez bolsas, dichas bolsas fueron trasladadas desde la cámara de solarización hasta el área experimental. Se realizó el cercado de todo el perímetro del área experimental, utilizando postes de madera como estructura y saran como cobertura, esto con el fin de evitar la entrada de animales que podían dañar el cultivo (chile dulce).

H. Elaboración de microtúneles

Al estar las parcelas experimentales establecidas y los tratamientos distribuidos, se comenzó la elaboración de los microtúneles. Primero fueron colocadas las estructuras (arcos) que sostenían el agryl, para esto fueron utilizadas mangueras plásticas de PVC de una pulgada de diámetro, las cuales fueron fijadas a estacas para darle firmeza a toda la estructura. Al estar listas las estructuras fue colocado el agryl, que fue cubierto con tierra en los extremos para sellar el micro-túnel y evitar la entrada de insectos.

I. Trasplante

Cuando las plántulas estuvieron listas y las parcelas experimentales establecidas se realizó el trasplante de estas. Las plántulas antes de ser llevadas al lugar de siembra, se les aplicó un fungicida orgánico (caldo sulfocálcico) para los tratamientos orgánicos y químico (Cupravit "*oxicloruro de cobre*") para el testigo relativo. Fue sembrada una planta por bolsa, 50 ml de agua fueron agregados a cada agujero como riego. En caso de los tratamientos con micro-túnel se descubrió un lado de estos para realizar el trasplante, al finalizar la actividad fue cerrado.

J. Fertilización

Se realizaron tres aplicaciones de fertilizantes, una al momento del trasplante, la segunda 15 días después del trasplante y una última a los 30 días después del trasplante. Antes de fertilizar se revisó la humedad del suelo, en caso de haber baja humedad se regaba antes ó después de aplicar los fertilizantes. En el caso del fertilizante químico de síntesis artificial (urea y 12-24-12) se cubría para reducir su volatilización y en cuanto a los fertilizantes orgánicos eran aplicados al pie de la planta. Las cantidades de fertilizantes aplicadas se determinaron en base al análisis nutricional de los abonos y el suelo (Cuadro 2).

Los tratamientos con combinaciones de bocashi y compost se mezclaron en base a peso, en caso del tratamiento 50% bocashi + 50% compost, se mezclaron 10 lbs de cada abono para formar una mezcla de 20 lbs, después se determinó su contenido nutricional para calcular cuánto de la mezcla aplicar por planta (Anexo 11). El mismo procedimiento se realizó con las demás combinaciones (25% bocashi + 75% compost y 75% bocashi +25% compost), para formar una mezcla de 20 lbs.

K. Riego

El riego se realizaba de forma manual haciendo uso de regaderas, este se aplicaba tres veces a la semana (lunes, miércoles y viernes). Por planta se aplicaba aproximadamente un litro de agua, debido a que el suelo en bolsas negras pierde rápidamente la humedad, en caso de que el día anterior hubiese llovido no se regaba.

L. Muestreo de plagas

Todos los días se realizó chequeo general de todo el cultivo, pero el muestreo de plagas se hizo cada dos semanas, en el cual se contabilizaron el número de plantas afectadas por insectos y por hongos.

M. Aplicación de insecticidas y fungicidas

Dependiendo el muestreo de plagas, se determinó la aplicación o no de insecticidas o fungicidas. Haciendo uso de una bomba de mochila se aplicaron los insecticidas y fungicidas ya fueran orgánicos o químicos.

4.4 Tratamientos y diseño experimental

El factor bajo estudio fue el aporte nutricional del bocashi y compost, más la utilización de micro túneles en el cultivo de chile dulce. Se utilizó un diseño en parcelas divididas, donde las parcelas principales o factor A comprendía dos niveles, con micro túneles y sin micro túneles; mientras que, en las sub-parcelas o factor B se probaron seis niveles que eran la combinación de dosis de bocashi más compost y el testigo relativo. Se obtuvo un total de 12 tratamientos y se utilizaron tres repeticiones para 36 parcelas. En total cada parcela correspondió a un área de 1.6 m², donde se manejaba la cantidad de 10 plantas, dando un total de 360 plantas en todo el experimento. Al momento del muestreo se dejó sin muestrear las cuatro plantas de los extremos, por lo que el área útil experimental constaba de seis plantas.

4.5 Modelo estadístico

$$\gamma_{ijk} = \mu + A_i + \text{Bloque} + \text{error}(a) + B_j + A_i B_j + \varepsilon_{ijk}$$

En donde:

γ_{ijk} = Efecto del i-esimo microtúnel, más el j-esimo abono orgánico, más la interacción del microtúnel y el abono orgánico sobre la variable respuesta.

μ = Media de la variable respuesta.

A_i = Efecto del i-esimo microtúnel.

$\text{error}(a)$ = primer error experimental

B_j = Efecto del j-esimo abono orgánico.

$A_i B_j$ = Interacción entre el microtúnel y abono orgánico.

ε_{ijk} = Error experimental, que es aleatorio, independiente tiene distribución normal con esperanza 0 y varianza 1 constante.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados en el experimento.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
A1B1 (T1)	Uso de micro túneles + aplicación de un 100 % de bocashi.
A1B2 (T2)	Uso de micro túneles + aplicación de un 75 % de bocashi + 25% de compost.
A1B3 (T3)	Uso de micro túneles + aplicación de un 50 % de bocashi + 50% de compost.
A1B4 (T4)	Uso de micro túneles + aplicación de un 25 % de bocashi + 75% de compost.
A1B5 (T5)	Uso de micro túneles + aplicación de un 100 % de compost.
A1B6 (T6)	Uso de micro túneles + fertilización convencional.
A2B1 (T7)	Sin micro túneles + aplicación de un 100 % de bocashi.
A2B2 (T8)	Sin micro túneles + aplicación de un 75 % de bocashi + 25% de compost.
A2B3 (T9)	Sin micro túneles + aplicación de un 50 % de bocashi + 50% de compost.
A2B4 (T10)	Sin micro túneles + aplicación de un 25 % de bocashi + 75% de compost.
A2B5 (T11)	Sin micro túneles + aplicación de un 100 % de compost.
A2B6 (T12)	Sin micro túneles + fertilización convencional.

Nota: En los tratamientos con combinaciones de bocashi + compost los porcentajes se realizaron en base a peso, donde se preparaban mezclas de 20 lbs, a las que se determinaba su contenido nutricional, para calcular las cantidades aplicadas (Anexo 11). En el caso de la fertilización convencional se utilizó urea y 12-24-12, para determinar las cantidades usadas en los tratamientos con fertilización convencional no se utilizaron los análisis.

Tabla 2. Cantidades de abono orgánico y fertilizante químico aplicados por tratamiento.

Número	Tratamiento	Dosis por planta (gr)	Dosis total (gr)
1	A1B1	185	555
2	A1B2	100	300
3	A1B3	106	318
4	A2B4	112	336
5	A1B5	119	357
6	A1B6	5	15
7	A2B1	185	555
8	A2B2	100	300
9	A2B3	106	318
10	A2B4	112	336
11	A2B5	119	357
12	A2B6	5	15

Nota: en los tratamientos A1B6 y A2B6 que corresponden a la fertilización convencional con y sin microtúneles, se aplicó en la primera fertilización 5gr de 12-24-12 por planta, en la segunda fertilización se aplicaron 5gr de urea y en la última fertilización se aplicó 5gr 12-24-12 (Cuadro 3).

4.6 Variables de respuesta

4.6.1 Daño por plagas

A partir del trasplante, cada dos semanas se realizaron muestreos en cada uno de los tratamientos con y sin microtúneles para observar los daños por plagas.

4.6.2 Precocidad

Se tomó como base el día de trasplante y se contabilizó el número de días hasta el momento en que el 50% de las plantas de cada tratamiento estaban en floración.

4.6.3 Altura de planta

Al momento de la floración, con ayuda de una cinta métrica se midió la altura de las seis plantas/surco, midiendo desde el nivel del suelo hasta la última yema apical de cada una.

4.6.4 Diámetro del tallo.

Al momento de la floración, con ayuda de una cinta métrica se midió el diámetro de tallo de las seis plantas de la parcela útil tomando como punto de referencia los primeros diez centímetros de tallo después del suelo, estos datos fueron corroborados haciendo uso de un pie de rey (Vernier).

4.6.5 Frutos por planta

En el periodo de cosecha, se contaron los frutos de las seis plantas de la parcela útil de cada tratamiento y posteriormente se determinó la media de producción por planta.

4.6.6 Peso de fruto

Este se determinó considerando los frutos obtenidos en la variable anterior, los cuales fueron pesados en una balanza, para determinar el peso promedio de fruto obtenido en cada tratamiento.

4.6.7 Rendimiento total

Por cada unidad experimental (área útil), fueron cosechados y pesados todos los frutos que se obtuvieron al final del ciclo de producción (peso en campo). Con la ayuda de la siguiente fórmula se obtuvieron los kilogramos por hectárea de cada tratamiento.

$$\text{Rendimiento kg. ha}^{-1} = \frac{(\text{peso de campo en kg} \times 10,000\text{m}^2)}{\text{Área útil m}^2}$$

4.6.8 Análisis económico

Se determinó tomando en cuenta los gastos netos por tratamiento (egresos) y los ingresos netos obtenidos por la venta de los frutos, haciendo uso de la fórmula.

$RBC = (\text{ingresos} / \text{egresos})$, el cual se calculó para cada tratamiento evaluado.

4.6.9 Análisis estadístico

Con los datos que se obtuvieron se procedió a realizar los análisis de varianza al 0.05 de probabilidad y la prueba de comparación de Duncan, para encontrar diferencias reales entre las medias de los tratamientos.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el trabajo en las fechas comprendidas del 28 de mayo al 8 de septiembre, las plantas de chile dulce no fueron sembradas directamente en el suelo, si no que fueron sembradas en bolsas plásticas utilizando como sustrato una mezcla de suelo más casulla de arroz, esto con el fin de solarizar el sustrato antes de la siembra del cultivo. La siembra de las plantas en bolsas causó una restricción en el desarrollo radicular de estas por ende se vio afectado su crecimiento y producción. Ibáñez (2006), menciona que las raíces para poder desarrollarse bien necesitan de agua, oxígeno y además debe existir un espacio poroso adecuado. Con el sustrato en la bolsa se reduce la porosidad ya que al momento de llenado se compacta el suelo, por ende había una menor disponibilidad de oxígeno.

Durante el desarrollo del estudio se presentaron en ciertos días, temperaturas de 31 a 34° C, superiores a las requeridas por el cultivo de chile dulce (15 a 30° C), como resultado de esto se observó que el sustrato del tratamiento con fertilización convencional perdía humedad a mayor velocidad que el sustrato de los tratamientos orgánicos, esto pudo deberse a que la materia orgánica retiene la humedad del suelo y además lo protege de los rayos del sol.

Pocos días antes del trasplante, las plántulas presentaron un problema de deficiencia de nitrógeno, el cual se corrigió en los primeros días después del trasplante, mediante la aplicación de té de lombrihumus. De las plantas con tratamientos orgánicos, solo hubo pérdida de una planta por mal del talluelo (*Damping off*), mientras que en el testigo se murieron seis plantas por *Fusarium sp.*

En los análisis nutricionales realizados a los abonos orgánicos (bocashi y compost) se encontró una gran diferencia nutricional entre éstos (Cuadro 2), específicamente en

nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (k). Esto pudo deberse a que fueron preparados con diferentes materiales.

Cuadro 1. Contenido nutricional de los abonos (gramos por cada 100 gr aplicados)

Abono	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
Bocashi	0.639	0.209	0.323	0.2234	0.1614	0.3227
Compost	1.461	0.167	1.835	0.6738	0.1136	0.1948
Urea	46	0	0	0	0	0
12-24-12	12	24	12	0	0	0

Cuadro 2. Aporte nutricional de los diferentes abonos (kg. ha⁻¹).

Abono	Cantidad aplicada	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
100% B	34687.5	221.65	72.50	112.04	77.49	55.99	111.94
75% B + 25% C	18750	158.34	37.22	131.44	63	28.02	54.51
50% B +50% C	19875	208.69	37.37	214.45	89.16	27.33	51.43
25% B +75% C	21000	263.66	37.28	305.97	117.85	26.37	47.62
100% C	22312.5	325.99	37.262	409.43	150.34	25.35	43.46
F.C	937.5	218.75	150	75	0	0	0

5.1 Daño por plagas

Las plantas de los tratamientos con microtúneles a pesar de estar protegidas contra el ataque de insectos, presentaron algunos ataques de hongos, probablemente debido a una mayor humedad relativa en los microtúneles. Después de haber retirado los microtúneles, se observó que el ataque de insectos fue similar al de los tratamientos sin microtúneles, aunque en las primeras fases de crecimiento (etapas más críticas) no se encontraron insectos atacando las plantas de las parcelas con microtúneles ya que las plantas estuvieron protegidas, con lo que se redujo la aplicación de insecticidas en un 60% en estos tratamientos.

De los niveles del factor B (Abonos orgánicos) el que tubo menor incidencia de plagas, en este caso ataque de insectos fue el B5 (100% compost) esto pudo deberse a una mejor nutrición de las plantas por parte del compost, ya que según el análisis de laboratorio superaba al bocashi en la cantidad de los nutrientes presentes en él (Cuadro 2). Chaboussou (1987), menciona que una planta o la parte de una planta cultivada sólo sera atacada por un insecto cuando esta presenta un desequilibrio metabólico debido a una deficiencia de nutrientes.

En los muestreos de plagas de los tratamientos sin microtúneles se encontraron insectos chupadores como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), araña roja (*Tetranychus urticae*) y masticadores como la *Diabrotica spp* causando daño al cultivo ya que estos se alimentan de su savia, la cual es muy importante para el desarrollo y producción en las plantas, también fueron encontrados insectos benéficos como la *Chrysopa sp* el cual es un controlador biológico de los trips y los áfidos.

Cuadro 3. Número de insectos por planta que afectaron los tratamientos sin microtúneles en las primeras etapas de desarrollo.

Tratamientos sin microtúneles	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) por planta	Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>) por planta	<i>Diabrotica spp</i> por planta
100% bocashi	0.67	0.83	0.33
75% bocashi + 25%compost	0.83	1	0.33
50% bocashi +50% compost	0.83	1.33	0.16
25% bocashi +75% compost	0.67	0.5	0
100% compost	0.16	0.67	0.16
Fertilización convencional	0.5	0.5	0.67

En contraste, las plantas de los tratamientos con microtúneles no presentaron ataques de insectos en sus primeras etapas de desarrollo.

5.2 Días a floración

Los tratamientos con fertilización orgánica sin microtúneles fueron más precoces que los testigos relativos (fertilización química) y los tratamientos orgánicos con microtúneles (Cuadro 4).

Según el análisis de varianza entre los dos niveles del factor A no hubo diferencia estadísticamente significativa (anexo 2), aunque se puede mencionar que las plantas sin microtúneles llegaron a floración en un promedio de 39.7 días, 3 días antes que las plantas en parcelas con microtúnel, lo que probablemente se debió a un posible estrés de las plantas que no poseían microtúneles, ya sea por ataques de insectos, por irradiación o por un estrés hídrico. Basurto *et al.* (2008) mencionan que el estrés en una planta puede acelerar la fase reproductiva de estas y además afecta el desarrollo aéreo de las plantas. Dicho estrés pudo ser influenciado por el clima con alta temperatura de la zona donde se realizó el experimento.

Para los seis niveles del factor B hubo diferencia estadísticamente significativa, los cinco tratamientos orgánicos fueron estadísticamente similares entre sí con un promedio de 39.7 días, pero estadísticamente diferentes al testigo relativo el cual llegó a floración en un promedio de 48.8 días desde el trasplante, recordando que las plantas permanecieron 40 días en semillero. Esto coincide con los resultados obtenidos por Fúnez (2005), en cuyo experimento las plantas de chile dulce más precoces pertenecían a los tratamientos con fertilización orgánica. En ese experimento los tratamientos orgánicos tardaron en promedio 75.4 días para llegar a floración, mientras que el testigo tardo 84.5 días desde la siembra de la semilla.

Probablemente esto se debe al aporte de sustancias húmicas por parte de los abonos orgánicos. FOSAC (2010), sostiene que las sustancias húmicas además de su influencia química, física y biológica sobre las propiedades del suelo, también poseen auxinas. Jordán

y Casaretto (2006), aseguran que las auxinas estimulan la floración, además promueven un mejor desarrollo de las flores.

Tabla 3. Días a floración de acuerdo al tipo de fertilización (factor B).

Factor B	Días	
Fertilización convencional	48.83	A B B B B
50% B + 50% C	40.33	
75% B + 25% C	40.33	
25% B + 75% C	39.67	
100% C	39.17	
100% B	39	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Duncan ($p \leq 0.05$)

En cuanto a la interacción de los factores A y B, según el análisis de varianza, muestra que dicha interacción es no significativa, lo que nos indica que sus efectos son independientes. En cuanto a los días en que las plantas entraron a floración, los tratamientos más precoces fueron sin microtúneles más 100% bocashi (A2B1) con 36 días y el tratamiento sin microtúneles más 25% de bocashi con 75% de compost (A2B4) con 37 días, mientras que los menos precoces fueron los tratamientos con fertilización convencional con microtúnel (A1B6) y sin microtúnel (A2B6) con 49 y 48 días respectivamente.

Esta diferencia pudo ser influenciada por el aporte de macro y micronutrientes por parte de los tratamientos orgánicos, lo que representa una nutrición completa de las plantas por parte de estos tratamientos con respecto a los tratamientos con fertilización convencional, además del aporte nutricional de los abonos orgánicos se puede mencionar del aporte de sustancias húmicas, las cuales poseen auxinas importantes en la floración de las planta.

Cuadro 4. Promedio de días a floración, altura de planta (cm) y diámetro de tallo (mm) por tratamiento.

Tratamiento	Días a floración	Altura de planta en cm	Diámetro de tallo en mm
C.M + 100% B	42	31.7	7.31
C.M +75%B-25%C	42	27.9	6.67
C.M + 50%B-50%C	41	24.1	5.61
C.M +25%B-75%C	42	29.2	6.80
C.M + 100%C	40	28.0	6.58
C.M fertilización convencional	49	19.9	5.92
S.M + 100% B	36	29.3	7.36
S.M +75%B-25%C	39	24.7	6.44
S.M + 50%B-50%C	39	22.5	5.78
S.M +25%B-75%C	37	24.6	6.33
S.M + 100%C	39	27.2	7.22
S.M fertilización convencional	48	19.1	4.72

5.3 Altura de planta

Los tratamientos con fertilización orgánica obtuvieron en promedio mayores alturas que los tratamientos con fertilización convencional (Cuadro 4). Según el análisis de varianza (anexo 3), para el factor A no hay diferencias estadísticas significativas entre los dos niveles, aunque debe considerarse que las mayores alturas de planta se encontraron en el nivel A1 (uso de microtúneles) con 26.8 cm, superando solo por dos centímetros a las plantas en parcelas sin microtúneles. Esto probablemente se deba a que las plantas en microtúneles están en menor competencia con insectos que las plantas sin microtúneles, por lo que poseen una mayor reserva de sustancias nutritivas. Morales (2004), menciona que los insectos causan daños a las plantas cuando se alimentan de ellas, además de transmitir virus que causan enfermedades en las plantas reduciendo su crecimiento y producción.

En cuanto al factor B, según el análisis de varianza existen diferencias estadísticamente significativas para los seis niveles de éste factor, donde las plantas fertilizadas con los abonos orgánicos fueron las que presentaron mayor altura promedio (26.9 cm) que el testigo relativo (19.53 cm), coincidiendo con los resultados de Villanueva (2008) y Fúnez

(2005), donde las plantas fertilizadas con abonos orgánicos obtuvieron mayores alturas que las fertilizadas con productos químicos sintéticos. En los estudios realizados por Fúnez las plantas tratadas con abonos orgánicos alcanzaron una altura de 22.83 cm, mientras que las plantas con fertilización convencional presentaron una altura de 19.3 cm.

Esto probablemente se debe a una mejor nutrición de las plantas por parte de los abonos orgánicos, ya que aportan tanto macronutrientes como micronutrientes, al contrario de la fertilización química sintética convencional que solo aporta macronutrientes a las plantas. Ferrando (s.f), menciona que la ausencia de los micronutrientes en el suelo puede limitar el crecimiento de las plantas, aun cuando todos los demás nutrientes esenciales estén presentes en cantidades adecuadas.

Tabla 4. Altura promedio de las plantas según el tipo de fertilización (factor B)

Factor B	Altura cm			
100% B	30.55	A		
100% C	27.6	A	B	
25% B + 75% C	26.92	A	B	
75% B + 25% C	26.3	A	B	
50% B + 50% C	23.3		B	C
Fertilización convencional	19.53			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Duncan ($p \leq 0.05$).

Para la interacción de los factores A y B según el análisis de varianza no hay diferencias estadísticamente significativas. Aunque las plantas de mayor altura pertenecían a los tratamientos A1B1 (100% de bocashi con microtúnel) con alturas promedio de 31.7 cm y el tratamiento A2B1 (100% bocashi sin microtúnel) con 29.3 cm, mientras que las plantas que presentaron menores alturas fueron las encontradas en las parcelas de los testigos relativos A1B6 (Fertilización convencional con microtúnel) y A2B6 (Fertilización convencional sin microtúnel) con alturas de 19.9 y 19.1 cm respectivamente.

Esto pudo deberse a una menor presencia de micronutrientes en el sustrato de las parcelas con fertilización convencional ya que solo se incorporaron macronutrientes (N, P, K), mientras que en las parcelas con microtúneles más 100% bocashi (A1B1) y sin microtúneles más 100% bocashi (A2B1) se aportó una nutrición más completa “macro y micronutrientes” (Cuadro 2).

5.4 Diámetro de tallo

Los tratamientos A1B1 (100% bocashi con microtúnel), A2B1 (100% bocashi sin microtúnel) y A2B5 (100% compost sin microtúnel) presentaron un mayor diámetro de tallo (Cuadro 4). Para el factor A según el análisis de varianza (Anexo 4), los dos niveles de éste factor no presentaron diferencias estadísticamente significativas, aunque se muestra una reducción en el diámetro de tallo para la mayoría de plantas sin microtúneles, esta reducción es más marcada en los tratamientos con fertilización convencional (urea y 12-24-12), la reducción que estas plantas presentan al no poseer microtúnel y ser fertilizadas con fertilizantes sintéticos es de 1.20 mm.

En cuanto al factor B de acuerdo al análisis de varianza entre los seis niveles de éste factor existe diferencia estadísticamente significativa. En los niveles 100% bocashi (B1) con 7.33 mm de diámetro y 100% compost (B5) con un diámetro promedio de 6.9 mm, estos niveles fueron los que obtuvieron los mayores diámetros, mientras que las plantas con menor diámetro de tallo se encontraron en el testigo relativo (B6) con 5.3 mm.

Esto probablemente se debe al aporte de microorganismos benéficos por parte de los abonos orgánicos, dichos microorganismos influyen en la disposición de nutrientes y sustancias húmicas. Según Suquilanda (1995), los abonos orgánicos incrementan y favorecen el desarrollo de la actividad biológica del suelo (macro y microorganismos). Burés (2004), asegura que los microorganismos son los encargados de la humificación y mineralización de la materia orgánica.

Tabla 5. Diámetro de tallo de las plantas según el tipo de fertilización (factor B).

factor B	Diámetro mm			
100% B	7.33	A		
100% C	6.9	A	B	
25% B + 75% C	6.57	A	B	C
75% B + 25% C	6.56	A	B	C
50% B + 50% C	5.69		B	C
Fertilización convencional	5.32			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Duncan ($p \leq 0.05$).

Para la interacción de los factores A y B según el análisis de varianza no hay diferencia estadísticamente significativa; aunque las plantas con menor diámetro de tallo pertenecen a la fertilización convencional sin microtúneles con 4.7 mm. Esto podría deberse a la competencia de las plantas con los insectos en sus primeras etapas de desarrollo, además de la incompleta nutrición de las plantas ya que solo se aplicaban macronutrientes, faltando así el aporte de los micronutrientes importantes para el buen desarrollo y funcionamiento de las plantas.

5.5 Peso del fruto

El testigo relativo con microtúnel fue el que obtuvo mayor peso de fruto con respecto a los otros tratamientos (Cuadro 5). En el análisis de varianza para el factor A (Anexo 5) se observa que no hay diferencia estadísticamente significativa para los dos niveles de éste factor, aunque se observa que al utilizar microtúneles hay un incremento en el peso del fruto tanto en la fertilización orgánica como en la fertilización convencional, siendo más marcado en la fertilización convencional.

Esto podría deberse a la protección que ofrecen los microtúneles a los cultivos en sus etapas más críticas de desarrollo, además de que crean un micro clima favorable para las plantas como el chile dulce y el tomate. Casados (2005), menciona que los microtúneles forman un microclima en los cultivos, asegurando un mayor desarrollo de las plantas, incrementan la producción del cultivo y proporcionan una mayor calidad de frutos.

El análisis de varianza para el factor B indica que existe diferencia estadísticamente significativa para los seis niveles de éste factor. El mayor peso de fruto fue alcanzado por el testigo relativo (fertilización convencional) con 65.28 gr, mientras que el menor peso promedio de fruto pertenece al nivel B3 (50% de bocashi más 50% de compost) con 47.5 gr. Esto se debe probablemente a una rápida disponibilidad y absorción de macronutrientes por parte de las plantas con fertilización convencional. Cubero y Viera (1999), indican que los fertilizantes químicos en general presentan la ventaja de mayor solubilidad por lo que los nutrientes están rápidamente disponibles para las plantas.

Los nutrientes aportados a las plantas en la fertilización química son generalmente nitrógeno, fósforo y potasio. Según Pavón (s.f), el fósforo influye en el cuajado de los frutos, mientras el potasio mejora el llenado y peso del grano o fruto. El bajo peso de los frutos para las plantas del nivel B3 (50% de bocashi más 50% de compost) pudo deberse a una liberación lenta de nutrientes hacia las plantas por parte de estos abonos orgánicos.

Tabla 6. Peso promedio de los frutos de acuerdo al tipo de fertilización (factor B).

Factor B	Peso (gr)			
Fertilización convencional	65.28	A		
100% C	60.02	A	B	
25% B + 75% C	55.28		B	C
75% B + 25% C	55.27		B	C
100% B	50.23			C
50% B + 50% C	47.58			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Duncan ($p \leq 0.05$).

En cuanto a la interacción de los factores A y B según el análisis de varianza no hay diferencia estadísticamente significativa, pero los frutos con mayor peso pertenecen a las plantas con fertilización convencional más el uso de microtúnel (A1B6) con 75.42 gr, seguido de los tratamientos con microtúnel más 100% compost (A1B5) con un peso de 60.5 gr y el tratamiento sin microtúnel más 100% compost (A2B5) con 59.5 gr, mientras que los pesos de fruto más bajo pertenecen a las plantas con microtúnel más 50% bocashi y 50%

compost (A1B3) con 46.9 gr, seguido de las plantas sin microtúnel más 100% compost (A2B1) con 48.04 gr.

Esto probablemente se debe a la rápida solubilidad de los fertilizantes químicos sintéticos, además de que el compost presenta una mayor riqueza nutricional en comparación con el bocashi, según el análisis nutricional, también podría deberse a que el bocashi posee una liberación más lenta que los fertilizantes químicos sintéticos y el compost. Se puede mencionar que el uso de los microtúneles tubo influencia en cuanto al peso de los frutos, aunque esta fue más marcada en la fertilización convencional donde las plantas que tenían microtúnel superaron en casi 20 gr a las que no poseían microtúnel. Probablemente el microclima creado por los microtúneles favoreció al cultivo, ya que almacenan calor y humedad lo que resulta benéfico para plantas como el chile dulce.

Cuadro 5. Peso promedio de fruto, número de frutos por planta y rendimiento del cultivo (kg/ha) por tratamiento.

Tratamiento	Peso de fruto (gr)	Frutos por planta	Rendimiento del cultivo (kg/ha)
C.M + 100% B	52.42	1.67	4689.72
C.M +75%B-25%C	57.22	1.67	5119.14
C.M + 50%B-50%C	46.92	1.67	4197.66
C.M +25%B-75%C	55.01	2.00	5893.93
C.M + 100%C	60.55	2.67	8660.81
Fertilización convencional	75.42	2.00	8080.71
S.M + 100% B	48.04	1.00	2573.57
S.M +75%B-25%C	53.31	1.33	3798.34
S.M + 50%B-50%C	48.23	1.00	2563.75
S.M +25%B-75%C	55.55	1.67	4969.74
S.M + 100%C	59.50	1.67	5323.12
Fertilización convencional	55.13	1.33	3928.01

5.6 Frutos por planta

El tratamiento con microtúneles más 100% de compost fue el que obtuvo mayor número de frutos por planta (Cuadro 5). Según el análisis de varianza (Anexo 6) no existe diferencia estadísticamente significativa. Se puede destacar que el factor A (uso de microtúneles)

posee el mejor promedio de frutos por planta con 1.94, superando las plantas en parcelas sin microtúnel. Probablemente esto se deba a la protección del cultivo en sus primeras etapas, las cuales son las más críticas en producción de hortalizas, por lo que dichas plantas poseen más sustancias de reserva que las plantas sin microtúneles, ya que estas estaban en constante competencia con insectos.

Para el factor B, el análisis de varianza indica que no hubo diferencia estadísticamente significativa para los seis niveles de éste factor. Las plantas con más frutos pertenecían al nivel B5 (100% compost) con 2.17 frutos, mientras que las plantas con menos frutos producidos pertenecían al nivel B1 (100% bocashi) con 1.33 frutos.

En este resultado pudo influir la diferencia en cuanto a liberación de nutrientes que existe entre estos abonos orgánicos. Shintani *et al.* (2000), mencionan que el compost suministra los minerales casi como en la nutrición inorgánica (liberación rápida), ya que en la preparación del compost, los minerales atrapados en la materia orgánica fresca se vuelven de fácil absorción para las plantas, mientras que el bocashi es una fuente de nutrientes de liberación un poco más lenta pero constante, ya que su objetivo es el aporte de microorganismos al suelo.

También pudo deberse a las diferencias nutricionales existentes entre el bocashi y el compost. Los análisis realizados en los abonos orgánicos utilizados en el experimento demostraron que el compost utilizado es más rico nutricionalmente en algunos macro y micronutrientes que el bocashi aplicado (FHIA 2012). El compost presentó una mayor riqueza en nitrógeno (1.461%), potasio (1.835%) y calcio (0.6738%), superando en más del doble a las cantidades de nitrógeno (0.639%), potasio (0.323%) y calcio (0.2234%) presentes en el bocashi (Anexo 9 y 10), dichos nutrientes son importantes en la floración, formación y cuajado del fruto.

Después del nivel B5 (compost), el segundo nivel en presentar más número de frutos por planta fue el B4 (25% bocashi más 75% compost) con 1.83 frutos, seguido del nivel B6

(fertilización convencional) con 1.67 frutos por planta. Esto refuerza lo mencionado para el compost (75% en este tratamiento), el cual aporta una nutrición más completa de las plantas ya que aporta micro y macronutrientes. Otro factor podría ser la influencia de los microorganismos aportados por los abonos orgánicos sobre el funcionamiento de las plantas.

Para la interacción de los factores A y B según el análisis de varianza no hay diferencia estadísticamente significativa. El mejor tratamiento fue A1B5 (uso de microtúneles más 100% compost) con 2.67 frutos por planta y el tratamiento con menor número de frutos fue el A2B1 (sin microtúneles más 100% de bocashi) con 1 fruto por planta. Esto pudo ser el resultado de que el tratamiento A1B5 (uso de microtúnel + 100% compost) estuvo protegido durante la etapa más crítica para éste cultivo, además de una mejor nutrición de las plantas ya que en éste abono los nutrientes son rápidamente disponibles para la planta. Mientras que el tratamiento A2B1 (sin microtúnel + 100% bocashi) es de liberación más lenta, además de que durante la etapa crítica de crecimiento estuvo en competencia con insectos los cuales disminuyen las reservas nutritivas de las plantas.

Un aspecto importante es la influencia de los microtúneles sobre el cultivo, Pinto (2003) menciona que los microtúneles además de brindar una protección contra insectos por evasión, tienen la capacidad de crear un efecto de microclima, el cual conserva mayor humedad y temperatura bajo la cubierta, favoreciendo así el desarrollo del cultivo, además de lograr incrementos en calidad y rendimiento.

5.7 Rendimiento del cultivo (kg. ha^{-1})

Los mejores rendimientos fueron obtenidos por los tratamientos con microtúneles (cuadro 5). El análisis de varianza para el factor A (Anexo 7) detectó que hay diferencia estadísticamente significativa para los dos niveles de éste factor. El nivel A1 (con microtúnel) presentó un mayor rendimiento promedio ($6,121.84 \text{ kg. ha}^{-1}$) superando en un 40% el rendimiento obtenido en las parcelas del nivel A2 (sin microtúnel). Esto

probablemente se debe a la competencia constante de las plantas bajo el nivel A2 (sin microtúneles) con los insectos. Aragón (2002), menciona que los ataques de insectos en algunos casos llegan a provocar la pérdida total de los cultivos y en muchos otros casos se registra un alto nivel de frutos dañados y bajos rendimientos.

Ese incremento en el rendimiento del cultivo podría también deberse a que los microtúneles proporcionan un microclima favorable para los cultivos promoviendo el desarrollo del cultivo, además de incrementar la calidad y su rendimiento.

Para el factor B, el análisis de varianza muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes niveles. Se observó que el mayor rendimiento se obtuvo con la aplicación de compost (nivel B5) con $6938.57 \text{ kg. ha}^{-1}$, superando en un 12.40% al rendimiento de las plantas con fertilización convencional, coincidiendo de esta manera con los resultados obtenidos por Villanueva (2008), donde el mayor rendimiento se obtuvo con la aplicación de abono orgánico superando el rendimiento del testigo (fertilización química). Villanueva, en sus estudios obtuvo un rendimiento de $17,320 \text{ kg. ha}^{-1}$ superando en un 12% el rendimiento obtenido con la fertilización convencional.

Esto se debe a un mayor aporte de nitrógeno, potasio y calcio por parte de este abono orgánico (100% compost) ya que según análisis de laboratorio (Anexo 9 y 10) es más rico nutricionalmente que los otros abonos utilizados. Además, este aporta las mayores cantidades (kg. ha^{-1}) de nitrógeno, potasio y calcio (Cuadro 2), importantes en la formación del fruto y esenciales para aumentar el rendimiento del cultivo.

Otra causa puede ser al efecto de los microorganismos que son adicionados al sustrato por parte del compost, a diferencia del nivel A6 (fertilización química sintética) que en lugar de adicionar microorganismos los afecta. Chaboussou (1987), menciona que los abonos químicos solubles (ácidos y alcalinos) destruyen los microorganismos útiles del suelo, perjudicando todos los procesos de absorción de nutrientes.

Tabla 7. Rendimiento en (kg. ha^{-1}) del cultivo según el tipo de fertilización (factor B).

Factor B	kg. ha^{-1}		
100% C	6938.57	A	
Fertilización convencional	6078.48	A	B
25% B + 75% C	5569.28	A	B
75% B + 25% C	4471.87	A	B
100% B	3690.18		B
50% B + 50% C	3338.39		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Duncan ($p \leq 0.05$).

Para la interacción del factor A*B según el análisis de varianza no hay diferencia estadísticamente significativa, aunque se puede observar que el mejor rendimiento pertenece a las parcelas con microtúnel más 100% de compost (A1B5) con $8,660.81 \text{ kg. ha}^{-1}$, mientras que el menor rendimiento pertenece al A2B1 (100% bocashi sin microtúnel) con $2,573.57 \text{ kg. ha}^{-1}$. Esto corrobora un mayor aporte de nitrógeno y potasio al cultivo por parte del compost (Cuadro 2), además de la presencia de microtúnel por lo que evita la competencia con plagas en sus primeras etapas de desarrollo y crear un microclima favorable para el cultivo.

5.8 Análisis económico.

En general los tratamientos con microtúneles fueron más rentables que los tratamientos sin microtúnel (Cuadro 6), esto pudo deberse a que en general las plantas con microtúnel obtuvieron los mayores rendimientos por hectárea, además de una reducción de 5,600 lps en los costos de aplicación de plaguicidas en los tratamientos con microtúnel, ya que en los tratamientos sin microtúnel se gastó 8,600 lps en aplicación de plaguicidas. El tratamiento con mejor relación beneficio costo fue el uso de microtúneles más la aplicación de 100% compost (1.78), superando al tratamiento de fertilización convencional con y sin microtúnel con una RBC de 1.48 y 0.83 respectivamente.

Este tratamiento fue el que obtuvo los mayores rendimientos y presentó los menores costos de producción, debido a una menor aplicación de plaguicidas además de que el compost presentó los menores costos de fabricación (10 lps por quintal), mientras que los tratamientos con fertilización convencional presentaron buenos rendimientos pero altos costos de producción por el costo de los fertilizantes, cerca de los 9,450 lps, con un costo promedio de 450 lps por quintal.

De los tratamientos sin microtúnel se puede resaltar la mayor rentabilidad de los tratamientos A2B4 (75% de compost más 25 % bocashi sin microtúnel) con 1.19 y A2B5 (100% compost sin microtúnel) con 1.28, por lo que podemos mencionar que la aplicación de compost tanto en los tratamientos sin microtúnel y los tratamientos con microtúnel tuvo mucha influencia en la rentabilidad del cultivo. Esta influencia del compost pudo deberse a que éste era nutricionalmente superior en nitrógeno, potasio y calcio a diferencia de los otros fertilizantes según análisis de la FHIA (Cuadro 1). Los rendimientos obtenidos en cada tratamiento son bajos en relación al rendimiento promedio nacional (36,360 kg. ha⁻¹), esto probablemente al pobre contenido nutricional del suelo que se utilizó como sustrato.

Cuadro 6. Análisis económico de todos los tratamientos

Tratamiento	Egresos	Ingresos	RBC
C.M + 100% B	72326	65656.08	0.91
C.M +75%B-25%C	68300	71667.96	1.05
C.M + 50%B-50%C	68495	58767.24	0.86
C.M +25%B-75%C	68321	82515.02	1.21
C.M + 100%C	68144	121251.34	1.78
Fertilización convencional	76383	113129.94	1.48
S.M + 100% B	62326	36029.98	0.58
S.M +75%B-25%C	58300	53176.76	0.91
S.M + 50%B-50%C	58495	35892.5	0.61
S.M +25%B-75%C	58321	69576.36	1.19
S.M + 100%C	58144	74523.68	1.28
Fertilización convencional	66383	54992.14	0.83

VI CONCLUSIONES

La aplicación de compost y la utilización de microtúneles en el cultivo de chile dulce presentó un efecto positivo en el aumento del rendimiento y calidad de los frutos.

El uso de microtúneles fue económicamente más rentable ya que presentó una mayor relación beneficio – costo que las parcelas sin microtúneles.

El compost favoreció mejores rendimientos por hectárea que el bocashi ya que era nutricionalmente mejor.

Los rendimientos obtenidos fueron más bajos que la media de producción en nuestro país ($36,360 \text{ kg. ha}^{-1}$), probablemente influenciado por el pobre contenido nutricional del suelo utilizado como sustrato para la planta.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar éste experimento directamente en el suelo para evitar la restricción del desarrollo radicular de la planta.

Revisar constantemente las plantas protegidas con microtúneles ya que dentro de éstos existe mucha humedad lo que favorece el desarrollo de enfermedades fúngicas.

Al fertilizar cultivos con bocashi aplicar la mitad de la dosis recomendada (según el análisis de suelo) uno o dos meses antes del trasplante ya que éste abono orgánico es de lenta liberación de nutrientes.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Aragón J. 2002. Área de suelos y producción vegetal. (En línea). (s.l). Consultado 12 de nov. 2012. Disponible en: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/06/INTA-Marcos-Ju%C3%A1rez-Insectos-perjudiciales-de-la-soja-y-su-manejo-integrado-en-la-Regi%C3%B3n-Pampeana-Central.pdf>

Basaure P 2012. Proceso de compostaje. (En línea). Santiago, CH. Consultado 27 de abr. 2012. Disponible en: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/23233.html>

Basurto M, Núñez A, Pérez R y Hernández A. 2008. Fisiología del estrés ambiental en plantas. (En línea). Chihuahua, MX. Consultado en 21 de feb. 2013. Disponible en: http://www.uach.mx/extension_y_difusion/synthesis/2009/04/27/Fisiologia_%20del_estres_ambiental_en_plantas.pdf

Bendeck M (s.f). Origen y formación del humus. (En línea). Bogota, COL. Consultado 10 de dic. 2012. Disponible en: <http://www.microbiologiaybiomasas.com/media/ARTICULO%20MYRIAM%20BENDEK%20LUGO%20ORIGEN%20Y%20FORMACION%20DEL%20HUMUS.pdf>

Benintende S y Sánchez C (s.f). Microorganismos del suelo. (En línea). (s.l). Consultado 21 de abr. 2012. Disponible en: http://www.fca.uner.edu.ar/academicas/deptos/catedras/microbiologia/parte_de_unidades_10_y_11_microorganismos_del_suelo.pdf

Burés S. 2004. La descomposición de la materia orgánica (En línea). (s.l). Consultado 10 de abr. 2012. Disponible en: <http://inforganic.com/node/484>.

Camacho J (s.f). Los efectos de manejo ecológico en el suelo sobre nematodos Fito patógenos, ciclos de nutrientes y sanidad de la planta. (En línea). (s.l). Consultado 20 oct. 20012. Disponible en: <http://www.tecnicamineral.com.mx/productos/agricola/Nematodos.pdf>

Carrillo L 2003. Microbiología agrícola. (en línea). (s.l). Consultado 20 de oct. 20012. Disponible en: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap1.pdf>

Casados J 2005. Periodos de cobertura para reducir la incidencia de virosis. (En linea). Gm. Consultado el 21 de feb 2013. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2172.pdf

Chaboussou F 1987. La teoría de la trofobiosis. (En línea). BR. Consultado 20 de oct. 20012. Disponible en: http://www.cepes.org.pe/pdf/la_teoria_de_la%20trofobiosis.pdf

Cubero D y viera M 1999. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos. ¿Son compatibles con la agricultura?. (En línea). (s.l). Consultado 20 de oct. 20012. Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-III_061.pdf

Domínguez J, Aira M y Gómez-Brandón M. 2009. El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes (En línea). España. Consultado 25 abr 2012. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/601.pdf>.

Dorronsoro C. (s.f). Introducción a la edafología: Evolución de los constituyentes orgánicos (En línea). Es. Consultado 10 de abr. 2012. Disponible en: <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema02/transf.htm>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT) 2002. Alimentar a un mundo cada vez más urbano. (En línea). Roma IT. Consultado 10 dic. 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/worldfoodsummit/spanish/newsroom/focus/focus2.htm>.

Ferrando M. (s.f). Micronutrientes. (En línea). (s.l). Consultado 12 nov. 20012. Disponible en: www.fagro.edu.uy/~fertilidad/.../Micronutrientes/Micronutrientes.ppt

FHIA 2007. Efecto de la solarización para el control de enfermedades del suelo en semilleros artesanales en el Valle de Comayagua. (En línea). Comayagua Hn. Consultado 20 oct. 20012. Disponible en: http://www.fhia.org.hn/downloads/hortalizas_pdfs/hojatecnica10.efectocomayagua.pdf

_____ 2008. Rentabilidad de hortalizas de alto valor. (En línea). Hn. Consultado 17 abr. 2012. Disponible en: http://www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA/Habilidades%20de%20negocios/EDA_Hab_Neg_Resumen_Presupuestos_05_08.pdf.

FOSAC 2010. Importancia de los ácidos húmicos. (En línea). Lima PR. Consultado 12 nov. 20012. Disponible en: <http://fosacperu.blogspot.com/2007/07/importancia-de-los-cidos-humicos-del-mo.html>.

Gómez A 2007. Agricultura Orgánica Posible, Elaboración de Abono Orgánico Tipo Compost. (En línea). (s.l). Consultado 27 abr. 2012. Disponible en: <http://agronomord.blogspot.com/2007/12/agricultura-orgnica-posible-ii.html>.

Gómez D y Vásquez M 2011. Serie producción orgánica de hortalizas de clima templado. (En línea). HN. Consultado 27 abr. 2012. Disponible en: <http://www.pymerural.org/abonos/abonos-24-05-2011.pdf>.

Gómez J. 2000. La materia orgánica en los agroecosistemas: acumulación de humus. Edit. Talleres Gráficos de Impresora Feriva S.A. Pag. 28,29.

Hernández L y Escalona M 2003. Microorganismos que benefician a las plantas: las bacterias PGPR. (En línea). Veracruz, MX. Consultado 21 de abr. 2012. Disponible en: <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol16num1/articulos/microorganismos/micro.hm>

Ibáñez J 2006. La Compactación del Suelo: Exploración del Suelo por las Raíces II. (En línea). (s.l). Consultado el 11 dic. 2012. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/12/25/55938>

Inforural 2007. (En línea). (s.l). Consultado 17 abr. 2012. Disponible en: http://www.conaproch.org/ch_situacion_mundial.htm.

Jordan M y Casatto J. 2006. Hormonas y reguladores de crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. La Serena CH. Consultado 12 nov. 2012. Disponible en: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf>

Julca A, Meneses L, Sevillano R y Bello S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. (en línea). CH. Consultado 10 dic. 2012. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf>.

Kass D 1996. Fertilidad de suelos: fracción orgánica. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José CR. Pág. 95 y 96. Consultado 20 de oct. 2012.

Lazcano F. (s.f). Cuantificando los beneficios de la materia orgánica. (En línea). (S.L). Consultado 17 abr. 2012. Disponible en: <http://www.imf.org.mx/Articulos/Cuantificando%20los%20beneficios%20de%20la%20materia%20organica.htm>.

Magunacelaya J 2005. Control de nemátodos fitoparásitos mediante uso de materia orgánica. (En línea). Santiago, CL. Consultado 19 abr. 2012. Disponible en: http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronicas/montealegre_j/18.html.

Martínez C. 2007. Materia orgánica y organismos del suelo (En línea). (s.l). Consultado 21 mar. 2012. Disponible en: <http://suelooh.blogspot.es/1196730840/>.

Meléndez G. y Soto G. 2003. Residuos orgánicos y materia orgánica del suelo (En línea). C.R. Consultado 21 mar. 2012. Disponible en: <http://www.catie.ac.cr/BancoMedios/Documentos%20PDF/version%20electronica%20memoria.pdf>. *Fuente original:* Tan, K.H. 1998. Principles of soils, plants, and the environment.

_____. 2003. Residuos orgánicos y materia orgánica del suelo (En línea). C.R. Consultado 21 mar. 2012. Disponible en: <http://www.catie.ac.cr/BancoMedios/Documentos%20PDF/version%20electronica%20memoria.pdf>.

Molina J. 2009. La materia orgánica del suelo. (En línea). (s.l). Consultado 10 dic. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos87/materia-organica-del-suelo/materia-organica-del-suelo.shtml>.

Morales J. 2004. Control físico de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por insectos (en línea). (s.l). Consultado 18 mar. 2012. Disponible en: <http://www.tropicalwhiteflyipmproject.cgiar.org/docs/docs/web-CONTROL-FISICO-ENFERMEDADES-PLANTAS.pdf>.

Orellana F, Escobar J, Morales A, Méndez I, Cruz R y Castellón M (s.f). El Cultivo del Chile Dulce (En línea). SV. Consultado 17 de abr. 2012. Disponible en: http://www.cadenahortofructicola.org/admin/bibli/360_chile_dulce.pdf.

Pavón F. (s.f). Función de los elementos esenciales en los cultivos. (En línea). (s.l). Consultado 12 de nov. 2012. Disponible en: http://a4n.com.sv/uploaded/mod_documentos/Funci_n%20de%20los%20elementos%20esenciales%20en%20los%20cultivos.pdf.

Pinto R 2001. Manual de edafología: propiedades biológicas de los suelos. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR. MX. D.F. Pág.199.

Pinto T 2003. Periodos de cobertura sobre la incidencia de la virosis. (En línea). Chiquimula, GM. Consultado 21 de feb. 2013. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2172.pdf

Restrepo J. 2009. Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra: Abonos orgánicos fermentados. Edit. Impresora feriva S.A. pág. 22-25, 47.

Restrepo J. (s.f). Abonos orgánicos fermentados experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil. (en línea). BR. Consultado 27 de abr. 2012. Disponible en: http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/presentacion/documentos/ABONO_SORG%C3%81NICOSFERMENTADOS.pdf.

Rosignoli j 2011. Los Agroquímicos en el mundo. (en línea). (s.l). Consultado 10 de dic. 2012. Disponible en: <http://www.sevq.org/iniciativa/los-agroquimicos-en-el-mundo>

Sánchez J (s.f). Los hongos fundamentales en la productividad del suelo. (en línea). Monterrey MX. Consultado 21 de abr. 2012. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos43/hongos/hongos2.shtml>

Sánchez J, Valencia E, Carrillo J (s.f). Las bacterias en la fertilidad y productividad del suelo. (en línea). Monterrey MX. Consultado 21 de abr. 2012. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos45/bacterias-suelo/bacterias-suelo.shtml>.

_____, Valencia E, Carrillo J (s.f). Las bacterias en la fertilidad y productividad del suelo. (en línea). Monterrey MX. Consultado 21 de abr. 2012. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos45/bacterias-suelo/bacterias-suelo.shtml>. *Fuente original:* Zengler, K., G. Toledo, M. Rappé, J. Elkins, E.J. Mathur, J.M. Short, and M. Keller.2002. Cultivating the uncultured. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 99:15684-15686.

Sarabia M, Madrigal R, Martínez M y Carreón Y 2010. Plantas, hongos micorrízicos y bacterias: su compleja red de interacciones. (En línea). Hidalgo, MX. Consultado 10 de dic. 2012. Disponible en: <http://www.Bios.biologia.umich.mx/files/Art%2012.pdf>

Sarmiento L (s.f).Los Fertilizantes y su Efecto Ambiental. (En línea). Arecibo, P.R. Consultado 20 oct. 2012. Disponible en: <http://www.angelfire.com/al2/carlos3/fertilizantenov21nestic.html>

Schuldt M 2002. Relaciones carbón/nitrógeno. (En línea). (s.l). Consultado 21 mar. 2012. Disponible en: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/2272.html>

Sepúlveda F., Tapia F. y Ardiles S. 2010. Beneficios de la materia orgánica en los suelos (en línea). CL. Consultado 21 mar. 2012. Disponible en: http://platina.inia.cl/ururi/docs/Informativo_INIA-URURI_23.pdf

SENASA (Servicio nacional de sanidad agropecuaria HN) 2011. I congreso nacional de agricultura organica. (En línea). Tegucigalpa, HN. Consultado 10 de dic. 2012. Disponible en: http://www.senasa-sag.gob.hn/index.php?option=com_search&Itemid=99999999&searchword=organica&searchphrase=any&ordering=newest&limit=20&limitstart=0

Shintani M, Leblanc H y Tabora P 2000. Bocashi (Abono Orgánico Fermentado). (En línea). Guacimo, CR. Consultado 27 de abr. 2012. Disponible en: <http://www.reboreda.es/Documentos/el%20libro%20del%20bokashi.pdf>.

Suquilanda M 1995. Fertilización orgánica: importancia de la materia orgánica en el suelo. Editorial TECNOFFSET C. Quito, Peru. Pág. 30,54 y 56. Consultado 20 oct. 2012.

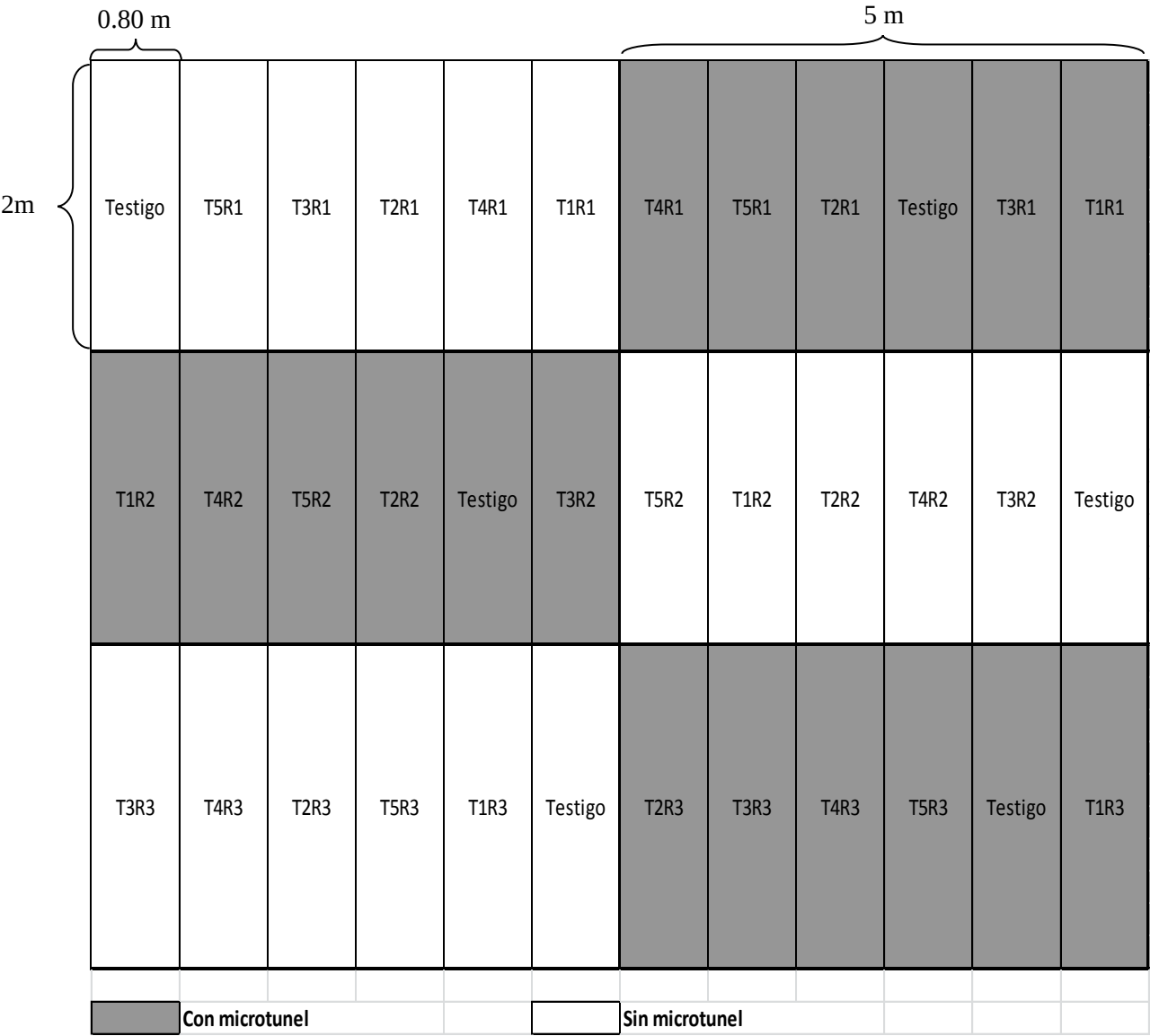
T. P. AGRO. (s.f). Microtúneles, macrotúneles: ventajas de los microtúneles. (En línea). (s.l). Consultado 22 mar. 2012. Disponible en: <http://www.tpagro.com/espanol/microtuneles.htm>

Valero J 1998. Adecuación del abono orgánico tipo bocashi para el aprovechamiento de los “desperdicios” del cultivo del maíz en atacomulco, estado de México. (en línea). Atacomulco MX. Consultado 27 de abr. 2012. Disponible en: <http://www.cedeco.or.cr/documentos/Adecuacion%20del%20abono.pdf>.

Vargas R 1990. Avances en microbiología de suelos: los protozoarios y su importancia en la mineralización del nitrógeno. (En línea). San Jose CR. Consultado 20 de oct. 2012. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v14n01_121.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Croquis del área experimental



Anexo 2. Análisis de varianza para días a floración

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F
BLOQUE	2	26.05555556	13.02777778	0.43	0.6990
TUNEL	1	81.00000000	81.00000000	2.68	0.2434 n.s
BLOQUE*TUNEL	2	60.5000000	30.2500000	7.49	0.0037
ABONO	5	426.5555556	85.31111111	21.12	<.0001 **
TUNEL*ABONO	5	31.3333333	6.2666667	1.55	0.2191 n.s
Error	20	80.7777778	4.0388889		
Corrected Total	35	706.2222222			

n.s= no significativo

** = altamente signifivo

R-Square Coeff Var Root MSE PRECO Mean

0.885620 4.875280 2.009699 41.22222

Para el factor uso de microtúnel el análisis de varianza no detectó diferencia estadística significativa; para abonos sí.

Duncan	Medias	N	ABONO
A	48.833	6	FC
B	40.333	6	50% B+ 50% C
B	40.333	6	75% B+ 25% C
B	39.667	6	25%B + 75%C
B	39.167	6	100% C
B	39.000	6	100% B

Anexo 3. Análisis de varianza de altura de planta

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
BLOQUE	2	101.0116667	50.5058333	0.89	0.5302
TUNEL	1	44.0011111	44.0011111	0.77	0.4723 n.s
BLOQUE*TUNEL	2	114.0105556	57.0052778	4.65	0.0220
ABONO	5	436.5633333	87.3126667	7.12	0.0006 **
TUNEL*ABONO	5	16.8222222	3.3644444	0.27	0.9217 n.s
Error	20	245.1711111	12.2585556		
Corrected Total	35	957.5800000			

n.s= no significativo

** = altamente significativo

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ALTURA Mean
0.743968	13.62343	3.501222	25.70000

Para el factor uso de microtúnel el análisis de varianza no detectó diferencia estadística significativa; para abonos sí.

Duncan	Medias	N	ABONO
A	30.550	6	100% B
A			
B A	27.600	6	100% C
B A			
B A	26.917	6	25% B + 75% C
B A			
B A	26.300	6	75% B + 25% C
B			
B C	23.300	6	50% B + 50% C
C			
C	19.533	6	F.C

Anexo 4. Análisis de varianza para diámetro de tallo

Fuente de variación	GL	SC	cm	Fc	Pr > F
BLOQUE	2	4.10320556	2.05160278	0.86	0.5390
TUNEL	1	0.26351111	0.26351111	0.11	0.7718 n.s
BLOQUE*TUNEL	2	4.79717222	2.39858611	2.34	0.1221
ABONO	5	17.04402222	3.40880444	3.33	0.0240 *
TUNEL*ABONO	5	2.94048889	0.58809778	0.57	0.7194 n.s
Error	20	20.50128889	1.02506444		
Corrected Total	35	49.64968889			

n.s=no significativo

* =significativo

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIAMETRO Mean
0.587081	15.83335	1.012455	6.394444

Para el factor uso de microtúnel el análisis de varianza no detectó diferencia estadística significativa; para abonos sí.

Duncan	Media	N	ABONO
A	7.3317	6	100% B
A			
B A	6.9017	6	100% C
B A			
B A C	6.5667	6	25% B + 75% C
B A C			
B A C	6.5550	6	75% B + 25% C
B C			
B C	5.6933	6	50% B + 50% C
C			
C	5.3183	6	F.C

Anexo 5. Análisis de varianza para peso de fruto

Fuente de variación	GL	SC	cm	Fc	Pr > F
BLOQUE	2	4.10320556	2.05160278	0.86	0.5390
TUNEL	1	0.26351111	0.26351111	0.11	0.7718 n.s
BLOQUE*TUNEL	2	4.79717222	2.39858611	2.34	0.1221
ABONO	5	17.04402222	3.40880444	3.33	0.0240 *
TUNEL*ABONO	5	2.94048889	0.58809778	0.57	0.7194 n.s
Error	20	20.50128889	1.02506444		
Corrected Total	35	49.64968889			

n.s= no significativo

* = significativo

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PESOFRUTO Mean
0.587081	15.83335	1.012455	6.394444

Para el factor uso de microtúnel el análisis de varianza no detectó diferencia estadística significativa; para abonos sí.

Duncan	Media	N	ABONO
A	7.3317	6	100% B
A			
B A	6.9017	6	100% C
B A			
B A C	6.5667	6	25% B + 75% C
B A C			
B A C	6.5550	6	75% B + 25% C
B C			
B C	5.6933	6	50% B + 50% C
C			
C	5.3183	6	F.C

Anexo 6. Análisis de varianza para número de frutos por planta

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
BLOQUE	2	0.05555556	0.02777778	0.05	0.9500
TUNEL	1	3.36111111	3.36111111	6.37	0.1276 n.s
BLOQUE*TUNEL	2	1.05555556	0.52777778	1.28	0.2988
ABONO	5	3.13888889	0.62777778	1.53	0.2262 n.s
TUNEL*ABONO	5	0.47222222	0.09444444	0.23	0.9451 n.s
Error	20	8.22222222	0.41111111		
Corrected Total	35	16.30555556			

n.s= no significativo

R-Square	Coeff Var	Root MSE	FRUTOSPLANTA Mean
0.495741	39.12282	0.641179	1.638889

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable de rendimiento.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	2	1046431.35	523215.68	0.07	0.9355
TUNEL	1	44146478.87	44146478.87	5.82	0.1373 n.s
BLOQUE*TUNEL	2	15169993.80	7584996.90	1.43	0.2617
ABONO	5	59996980.47	11999396.09	2.27	0.0868 *
TUNEL*ABONO	5	12008099.62	2401619.92	0.45	0.8052 n.s
Error	20	105733072.5	5286653.6		
Corrected Total	35	238101056.6			

n.s= no significativo

* = significativo

R-Square	Coeff Var	Root MSE	RENDIMIENTO Mean
0.555932	45.85281	2299.272	5014.464

Para el factor uso de microtúnel el análisis de varianza no detectó diferencia estadística significativa; para abonos sí.

Duncan	Medias	N	ABONO
A	6939	6	100% C
A			
B A	6078	6	F.C
B A			
B A	5569	6	25% B + 75% C
B A			
B A	4472	6	75% B + 25% C
B			
B	3690	6	100% B
B			
B	3338	6	50% B + 50% C

Anexo 8. Análisis de suelo.

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: Programa de Diversificación

Municipio: La Lima

Identificación: Muestra 1 Viveros frutales depto de Diversificación

Departamento: Cortes

No. Solicitud: 31681

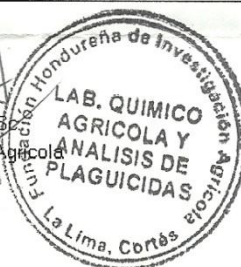
Cultivo: Chile Dulce

No. Laboratorio: 2583

Fecha: 12/6/12

pH	6.4	M	Hierro (Fe)	14.4 mg/dm ³	M	Interpretación
Materia Organica	11.6 g/kg	B	Manganeso (Mn)	3.2 mg/dm ³	M	$\% = \frac{\text{g/kg}}{10}$ ppm = mg kg ⁻¹ ppm = mg/dm ³
Nitrogeno Total	0.58 g/kg	B	Cobre (Cu)	0.82 mg/dm ³	M	
Fosforo (P)	3 mg kg ⁻¹	B	Zinc (Zn)	0.52 mg/dm ³	B	
Potasio (K)	84 mg kg ⁻¹	B	Boro (B)	mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	12200 mg kg ⁻¹	A				A = Alto
Magnesio (Mg)	162 mg kg ⁻¹	M				M = Medio
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	B				B = Bajo
Recomendación: Kilogramo/Hectarea Nitrogeno (N): 210 Calcio (CaO): Zinc (Zn): Fosforo (P ₂ O ₅): 70 Magnesio (MgO): Boro (B): Potasio (K ₂ O): 210 Azufre (S):						
Comentario: Al trasplante aplicar 292 kg/ha de 12-24-12. A los 15,30,45 y 60 días despues del trasplante aplicar 95 kg/ha de urea mas 73 kg/ha de cloruro de potasio mas 2.5 kg/ha de sulfato de zinc de cada vez.						

Julio S. Herrera, M. Sc.
Jefe Lab. Químico Agrícola



Anexo 9. Análisis de bocashi.



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

Laboratorio Químico Agrícola INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

CODIGO: RT-41

Versión No. 1

Pág. 1/1

Cliente Programa de Diversificación

Dirección: La Lima, Cortés, FIA

Contacto: Ing. Teofilo Ramirez

Entregada Por: Angel Mejía

Mtra. Recolectada por: El Cliente

Matriz: Bocashi

Laboratorio No.: 1544

Identificación: Abono organico

Fecha de Ingreso: 19/05/2012

Fecha de Ejecución: 19/05/12 al 05/07/12

Solicitud #: 31804

Factura #: 7878

Informe Lqa #: 0607/12

Fecha de Emisión de Informe:

06 de julio de 2012

Lab. No.	Identificación Lote No.	Humedad %	Mat. Orgánica %	Carbono Orgánico %	Relación C/N	pH
1544	a		34,39	18,91	18,36	
	b	37,94	21,34	11,74	18,36	7,5

Lab. No.	Identificación Lote No.	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
1544	a	1,03	0,337	0,52	0,36	0,26	0,52
	b	0,639	0,209	0,323	0,2234	0,1614	0,3227

Lab. No.	Identificación Lote No.	Hierro	Manganeso	Cobre	Zinc	Boro
1544	a	17.550,00	534,00	26,00	109,00	60,00
	b	10.892,15	331,42	16,14	67,65	37,24

a % en base a materia seca
b % en base a materia húmeda

Julio S. Herrera Estrada
Jefe Lab. Químico Agrícola

ma/sol31804/Lqa0607/12



Los resultados presentados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el cliente al laboratorio Químico Agrícola
Este informe de resultados de ensayo no se puede reproducir excepto en su totalidad, sin la aprobación del Lab. Químico Agrícola

Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Cortés, Honduras, C.A.
Tels. PBX: (504) 2668-2470, 2668-2827, 2668-2864, Fax: (504) 2668-2313
Correo electrónico: fhia@fhia-hn.org
La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
www.fhia.org.hn

Anexo 10. Análisis de compost



Fundación Hondureña de Investigación Agrícola

Laboratorio Químico Agrícola INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

CODIGO: RT-41

Versión No. 1

Pág. 1/1

Cliente COHORSIL
Dirección Siguatepeque, Comayagua
Contacto Elvin Salgado
Entregada Por: Expreco
Mtra. Recolectada por: El Cliente
Matriz Abono Organico
Laboratorio No.: 658
Identificación:
COHORSIL compost colado

Fecha de Ingreso: 29/03/11
Fecha de Ejecución: 29/3/11-25/04/11
Solicitud #: 29399
Factura #: 5530
Informe Lqa #: 446-A/11
Fecha de Emisión de Informe:
13 de mayo 2011

Lab. No.	Identificación Lote No.	Humedad %	Mat. Orgánica %	Carbono Orgánico %	Relación C/N	pH
658	a	59,41	49,16	27,04	7,51	9,00
	b		19,95	10,97	7,51	

Lab. No.	Identificación Lote No.	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
658	a	3,6	0,411	4,52	1,66	0,28	0,48
	b	1,461	0,167	1,835	0,6738	0,1136	0,1948

Lab. No.	Identificación Lote No.	Hierro	Manganeso	Cobre	Zinc	Boro
658	a	1210	400	54	26	92
	b	491,13	162,36	21,92	10,55	37,48

a % en base a materia seca
b % en base a materia húmeda

Julio S. Herrera Estrada
Jefe Lab. Químico Agrícola

cc/sol29399/Lqa-446A/11

Los resultados presentados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el cliente al Laboratorio Químico Agrícola.
Este informe de resultados de ensayo no se puede reproducir excepto en su totalidad, sin la aprobación del Lab. Químico Agrícola.

Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Cortés, Honduras, C.A.
Tels. PBX: (504) 668-2470, 668-2827, 668-2864, Fax: (504) 668-2313
Correo electrónico: fhia@fhia.org.hn
La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
www.fhia.org.hn

Anexo 11. Cálculos para determinar las cantidades de fertilizantes aplicadas

Requerimiento de N, P, K por planta.

$$210 \text{ Kg "N"} \longrightarrow 2,000,000 \text{ Kg suelo}$$

$$0.001785 \text{ Kg "N"} \longleftarrow 17 \text{ Kg suelo}$$

$$\longrightarrow 1.785 \text{ gr "N"/planta}$$

$$\longrightarrow 0.595 \text{ gr "N"/aplicación}$$

$$70 \text{ Kg "P"} \longrightarrow 2,000,000 \text{ Kg suelo}$$

$$0.000595 \text{ Kg "P"} \longleftarrow 17 \text{ Kg suelo}$$

$$\longrightarrow 0.595 \text{ gr "P"/planta}$$

$$\longrightarrow 0.1983 \text{ gr "P"/aplicación}$$

$$210 \text{ Kg "K"} \longrightarrow 2,000,000 \text{ Kg suelo}$$

$$0.001785 \text{ Kg "K"} \longleftarrow 17 \text{ Kg suelo}$$

$$\longrightarrow 1.785 \text{ gr "K"/planta}$$

$$\longrightarrow 0.595 \text{ gr "K"/aplicación}$$

Contenido Nutricional de los abonos en 20 lbs.

$\rightarrow = 20 \text{ lbs}$

$$100 \text{ gr} \longrightarrow 0.639 \text{ gr "N"}$$

$$9,080 \text{ gr} \longrightarrow 58.0212 \text{ gr "N"} \quad |$$

$$100 \text{ gr} \longrightarrow 0.209 \text{ gr "P"}$$

$$9,080 \text{ gr} \longrightarrow 18.9772 \text{ gr "P"} \quad |$$

$$100 \text{ gr} \longrightarrow 0.323 \text{ gr "K"}$$

$$9,080 \text{ gr} \longrightarrow 29.3284 \text{ gr "K"} \quad |$$

$$\text{Bocashi } 100\% \left\{ \begin{array}{l} 58.0212 \text{ gr "N"} \\ 18.9772 \text{ gr "P"} \\ 29.3284 \text{ gr "K"} \end{array} \right.$$

$$9,080 \text{ gr} \longrightarrow 29.3284 \text{ gr "K"}$$

$$184.21 \text{ gr} \longleftarrow 0.595 \text{ gr "K"}$$

$$\longrightarrow 185 \text{ gr de Bocashi}$$

$$100 \text{ gr} \rightarrow 1.461 \text{ gr "N"}$$

$$9,080 \text{ gr} \rightarrow \underline{132.6588 \text{ gr "N"}}$$

$$100 \text{ gr} \rightarrow 0.167 \text{ gr "P"}$$

$$9,080 \text{ gr} \rightarrow \underline{15.1636 \text{ gr "P"}}$$

$$100 \text{ gr} \rightarrow 1.935 \text{ gr "K"}$$

$$9,080 \text{ gr} \rightarrow \underline{166.618 \text{ gr "K"}}$$

$$100\% \text{ Compost} \left\{ \begin{array}{l} 132.6588 \text{ gr "N"} \\ 15.1636 \text{ gr "P"} \\ 166.618 \text{ gr "K"} \end{array} \right.$$

$$9,080 \text{ gr} \rightarrow 15.1636 \text{ gr "P"}$$

$$118.74 \text{ gr} \leftarrow 0.1983 \text{ gr "P"}$$

$$\rightarrow \boxed{119 \text{ gr de Compost}}$$

$$\begin{array}{l} 10 \text{ lbs Bocashi} \quad 29.0106 \\ 10 \text{ lbs Compost} \quad 66.3294 \end{array} = 95.34 \text{ gr "N"}$$

$$\begin{array}{l} \text{"} \quad 9.4886 \\ \text{"} \quad 7.5818 \end{array} = 17.0704 \text{ gr "P"}$$

$$\begin{array}{l} 14.6642 \\ 83.309 \end{array} = 97.9732 \text{ gr "K"}$$

$$\left. \begin{array}{l} 95.34 \text{ gr "N"} \\ 17.0704 \text{ gr "P"} \\ 97.9732 \text{ gr "K"} \end{array} \right\} 30\% \text{ Bocashi} + 50\% \text{ Compost}$$

$$9,080 \text{ gr} \rightarrow \underline{17.0704 \text{ gr "P"}}$$

$$105.48 \text{ gr} \leftarrow 0.1983 \text{ gr "P"}$$

$$\rightarrow \boxed{106 \text{ gr de } 50\% \text{ B} + 50\% \text{ C}}$$

$$\begin{array}{l} 15 \text{ lbs de Bocashi} \quad 43.5159 \\ 5 \text{ lbs de Compost} \quad 33.1647 \end{array} = 76.6806 \text{ gr "N"}$$

$$\begin{array}{l} 14.2329 \\ 3.7909 \end{array} = 18.0238 \text{ gr "P"}$$

$$\begin{array}{l} 21.9963 \\ 41.6545 \end{array} = 63.6508 \text{ gr "K"}$$

$$\left. \begin{array}{l} 76.6806 \text{ gr "N"} \\ 18.0238 \text{ gr "P"} \\ 63.6508 \text{ gr "K"} \end{array} \right\} \text{Bocashi } 75\% + \text{Compos } 25\%$$

$$9,080 \text{ gr} \rightarrow 18.0238 \text{ gr "P"}$$

$$99.89 \text{ gr} \leftarrow 0.1983 \text{ gr "P"}$$

$$\rightarrow \boxed{100 \text{ gr de } 75\% \text{ B} + 25\% \text{ C}}$$

$$\begin{array}{rcl}
 5 \text{ lbs de Bocashi} & 14.5053 & = 113.9994 \text{ gr "N"} \\
 15 \text{ lbs de Compost} & 99.4941 & \\
 & 4.7443 & \\
 & 11.3727 & = 16.117 \text{ gr de "P"} \\
 & 7.3321 & \\
 & 124.9635 & = 132.2956 \text{ gr de "K"}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{rcl} 5 \text{ lbs de Bocashi} & 14.5053 & = 113.9994 \text{ gr "N"} \\ 15 \text{ lbs de Compost} & 99.4941 & \\ & 4.7443 & \\ & 11.3727 & = 16.117 \text{ gr de "P"} \\ & 7.3321 & \\ & 124.9635 & = 132.2956 \text{ gr de "K"} \end{array}} \right\} 25\% \text{ Bocashi} + 75\% \text{ Compost.}$$

$$\begin{array}{rcl}
 9,080 \text{ gr} & \longrightarrow & 16.117 \text{ gr de "P"} \\
 111.72 \text{ gr} & \longleftarrow & 0.1983 \text{ gr de "P"} \\
 & \longrightarrow & 112 \text{ gr de } 25\% \text{ B} + 75\% \text{ C}
 \end{array}$$