

**EFFECTOS DE UNA NUTRICIÓN BASADA EN RESIDUOS POS COSECHA EN
CULTIVO DE TOMATE CON FINES DE AGRICULTURA URBANA**

**LINA SUESCUN GÓMEZ
C.C. 40342305**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA “UNAD”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE AGRONOMÍA
CEAD ACACIAS, META
13 DE OCTUBRE DE 2015**

**EFFECTOS DE UNA NUTRICIÓN BASADA EN RESIDUOS POSCOSECHA EN
CULTIVO DE TOMATE CON FINES DE AGRICULTURA URBANA**

LINA SUESCUN GÓMEZ

C.C. 40342305

Proyecto de grado como requisito parcial, para optar al título de agrónomo

GENIDTH DÍAZ RODRÍGUEZ

Ingeniera Agrónoma

Directora de Tesis

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA “UNAD”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE AGRONOMÍA
CEAD ACACIAS, META
13 DE OCTUBRE DE 2015**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Acacias, Meta, día/mes/año de la entrega

A mi hija “sé que lograras las metas que te propongas y
superaras todos los obstáculos como tu mami.”
A mi gran tesoro mis padres y familia que siempre
Estuvieron a mi lado apoyándome y animándome para lograr
Este sueño.

Agradecimientos

A Dios por los maravillosos padres y familia que me dio, que siempre estuvieron a mi lado para lograr esta meta, por enseñarme a ser humilde, dedicada, integra y responsable.

Te doy las gracias papi porque con tu ejemplo me enseñaste a soñar, a luchar por ser cada día mejor, superarme y por ayudarme a construir mi invernadero.

A mi hija por ser paciente y esperarme mientras yo tenía que viajar y estudiar, sé que con el ejemplo de tu madre lograras lo que te propongas en la vida.

A la ingeniera Genidith Díaz por sus aportes valiosos a la construcción de esta tesis.

A la ingeniera Adriana Lucia por su incondicional apoyo.

Al ingeniero Oscar Olarte y doctor Robert por su infinita paciencia en mi proceso de estudiante.

A la ingeniera Johana Molina por enseñarme a amar el campo y motivarme a estudiar Agronomía.

A todos mis profesores por sus enseñanzas y apoyo.

Al coronel Muñoz que me motivaba a no desfallecer en este sueño.

A mi amiga Bióloga Zoraida por sus enseñanzas en estadística.

A todos mis compañeros de campo y aula gracias por sus risas y compañía en medio de días de sol y lluvia, su ánimo hacia más fácil el camino.

A don Eduardo quien cuidó de mi invernadero mientras yo no estaba.

A toda mi familia y amigos por aportar su grano de arena.

DIOS los bendiga y me bendecirá para retribuirles.

MUCHAS GRACIAS

Contenido

GLOSARIO	14
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
2. CONTENIDO TEMÁTICO.....	22
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	¡Error! Marcador no definido.
3. JUSTIFICACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
4. MARCO REFERENCIAL.....	26
4.1. MARCO TEÓRICO.....	26
4.1.1. <i>Origen del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum)</i>	26
4.1.2. <i>Taxonomía y morfología del tomate</i>	27
4.1.3. <i>Requerimientos del cultivo de tomate</i>	29
4.1.3.1. <i>Temperatura</i>	29
4.1.3.2. <i>Humedad:</i>	30
4.1.3.4. <i>Suelo</i>	31
4.1.3.5. <i>Fertilización carbónica:</i>	31
4.1.4. <i>Plagas y enfermedades que afectan el cultivo de tomate</i>	32
4.1.4.1. <i>Plagas:</i>	32
4.1.4.2. <i>Araña roja (Tetranychus urticae (koch) (ACARINA: TETRANYCHIDAE), T. turkestanii (Ugarov & Nikolski) (ACARINA: TETRANYCHIDAE) y T. ludeni (Tacher) (ACARINA: TETRANYCHIDAE))</i>	32
4.1.4.3. <i>Mosca blanca (Trialeurodes vaporariorum (West) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) y Bemisia tabaci(Genn.) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE))</i>	32
4.1.4.4. <i>Pulgón (Aphis gossypii (Sulzer) (HOMOPTERA: APHIDIDAE) y Myzus persicae (Glover) (HOMOPTERA: APHIDIDAE))</i>	33
4.1.4.5. <i>Trips (Frankliniella occidentalis (Pergande) (THYSANOPTERA: THRIPIDAE))</i>	33
4.1.4.6. <i>Minadores de hoja (Liriomyza trifolii (Burgess) (DIPTERA: AGROMYZIDAE), Liriomyza bryoniae (DIPTERA: AGROMYZIDAE), Liriomyza strigata (DIPTERA: AGROMYZIDAE), Liriomyza huidobrensis (DIPTERA: AGROMYZIDAE))</i>	34

4.1.4.7.	<i>Orugas (Spodoptera exigua (Hübner) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), Spodoptera litoralis (Boisduval) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), Heliothis armigera (Hübner) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), Heliothis peltigera (Dennis y Schiff) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), Chrysodeisis chalcites (Esper) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), Autographa gamma (L.) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE))</i> ..	34
4.1.4.8.	<i>Nemátodos (Meloidogyne spp.) (TYLENCHIDA: HETERODERIDAE))</i>	35
4.1.4.9.	<i>Tuta absoluta (polilla del tomate)</i>	36
4.1.5.	<i>Enfermedades</i>	38
4.1.5.1.	<i>Oidiopsis (Leveillula taurica (Lev.) Arnaud)</i>	38
4.1.5.2.	<i>Podredumbre gris (Botryotinia fuckeliana (de Bary) Whetrel. ASCOMYCETES: HELOTIALES. Anamorfo:Botrytis cinerea Pers.)</i>	38
4.1.5.3.	<i>Mildiu (Phytophthora infestans (Mont.) de Bary. OOMYCETES: PERONOSPORALES)</i>	39
4.1.5.4.	<i>Alternariosis (Alternaria solani ASCOMYCETES: DOTHIDEALES)</i>	39
4.1.5.5.	<i>Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici (Sacc) Snyder & Hansen</i>	40
4.2.	MARCO CONCEPTUAL	¡Error! Marcador no definido.
4.2.1.1.	Compostaje	41
4.2.1.2.	Agricultura urbana	44
4.3.	MARCO LEGAL	45
4.3.1.1.	Seguridad alimentaria	45
4.3.1.2.	Plan nacional de seguridad alimenticia y nutricional:.....	46
4.3.1.3.	Derecho a gozar de un ambiente sano.....	46
4.4.	MARCO ESPACIAL	47
4.5.	MARCO TEMPORAL	48
4.5.1.1.	Cronograma.....	48
5.	METODOLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
5.1.	HIPÓTESIS	¡Error! Marcador no definido.
5.1.1.1.	OBJETIVOS	49
5.1.1.2.	Objetivo General	49
5.1.1.3.	Objetivos Específicos.....	49
6.	MATERIALES Y MÉTODO	50
6.1.	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	¡Error! Marcador no definido.
6.1.1.1.	Características del área de estudio	50

6.1.1.2.	Condiciones climáticas y zonas de vida.....	50
6.1.1.3.	Material experimental.....	51
6.1.1.4.	Montaje invernadero	51
6.2.	Desarrollo del proyecto.....	55
6.2.1.1.	Siembra	57
6.2.1.2.	Descripción tratamientos y suelos	57
6.3.	Mantenimiento	58
6.3.1.1.	Tratamiento 1.....	59
6.3.1.2.	Fertilización	59
6.3.1.3.	En presembrado	59
6.3.1.4.	Al trasplante	59
6.3.1.5.	A los 20 d.d.t.....	59
6.3.1.6.	Control de plagas y enfermedades	59
6.3.1.7.	Tratamiento 2.....	60
6.3.1.8.	Fertilización	60
6.3.1.9.	Pre siembra	60
6.3.1.10.	Al trasplante	60
6.3.1.11.	A los 20 D.D.P.	60
6.3.1.12.	A los 30 y 50 D.D.T.....	60
6.3.1.13.	Control de plagas y enfermedades	61
6.4.1.1.	Fertilización	61
6.4.1.2.	Control de plagas y enfermedades	61
6.4.1.3.	Tutorado en los tratamientos 1,2 y 3.....	61
6.4.1.4.	Poda en los tratamientos 1,2 y 3.....	61
6.4.1.5.	Poda de formación	61
6.4.1.6.	Poda de yemas y chupones	61
6.4.1.7.	Podas de hojas bajas.....	62
6.4.1.8.	Aporque o atirrado.....	62
6.4.1.9.	Agitación de plantas.....	62
6.6.1.1.	Resultados obtenidos.....	64

6.6.1.2. Porcentaje de germinación:	65
6.6.1.3. Análisis estadístico	67
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
ANEXOS	82
BIBLIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido.

Lista

Tabla 1 <i>Mezcla control de plagas</i>	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2 <i>Valor más bajo al tratamiento 2</i>	65
Tabla 3 <i>porcentaje de germinación</i>	67
Tabla 4 <i>Datos crecimiento para el T1</i>	69
Tabla 5 <i>Datos desarrollo T 2</i>	71
Tabla 6 <i>Datos crecimiento para el T3</i>	73
Tabla 7 <i>ANOVA para Col_1 por Col_2</i>	79
Tabla 8 <i>ANOVA para Col_3 por Col_4</i>	79

Lista de graficas

Grafica 1 <i>Crecimiento para el T1</i>	69
Grafica 2 <i>Crecimiento parte T2</i>	71
Grafica 3 <i>Crecimiento para el T3</i>	73
Grafica 4 <i>Crecimiento comparativa entre tratamientos</i>	74

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 <i>Fruto del tomate</i>	27
Ilustración 2 <i>Ubicación Geográfica</i>	47
Ilustración 3 <i>Montaje Experimental</i>	51
Ilustración 4 <i>Ubicación Plataforma Cultivo</i>	53
Ilustración 5 <i>Base del techo del invernadero</i>	53
Ilustración 6 <i>Materiales utilizados</i>	55
Ilustración 7 <i>Adecuación del techo y sustratos</i>	56
Ilustración 8 <i>Montaje invernadero</i>	57
Ilustración 9 <i>Riego con botellas pet</i>	58
Ilustración 10 <i>Primeras emergencias T1</i>	63
Ilustración 11 <i>Primeras emergencias T3</i>	63
Ilustración 12 <i>Observación de emersión T1 - T2</i>	66
Ilustración 13 <i>Desarrollo T1</i>	68
Ilustración 14 <i>Desarrollo T 2</i>	70
Ilustración 15 <i>Desarrollo T3</i>	72
Ilustración 16 <i>Crecimiento, vigor y sanidad exitosa en el T1</i>	75
Ilustración 18 <i>Crecimiento y desarrollo T 3</i>	78

Lista de anexos

Anexo 1 <i>Preparación del compost</i>	82
Anexo 2 <i>Resultado análisis químico de suelos</i>	85
Anexo 3 <i>Formato entrega de resultado análisis químico de suelos</i>	86

Glosario

Agricultura urbana: La agricultura urbana, también conocida como peri urbana, es la práctica de un tipo de agricultura con cultivos (horticultura, forestación), ganado, y pesca, dentro o en los alrededores del área urbana.

Bocashi: "Bocashi" es una palabra japonesa, que significa materia orgánica fermentada. En buenas condiciones de humedad y temperatura, los microorganismos comienzan a descomponer la fracción más simple del material orgánico, como son los azúcares, almidones y proteínas, liberando sus nutrientes. El Bocashi es un abono orgánico posible de obtener en tan sólo 7 días. Los materiales a utilizar son económicos y, por lo general, muy fáciles de conseguir.

Compost: El compost, compostaje, composta o abono orgánico es el producto que se obtiene de compuestos que forman o formaron parte de seres vivos en un conjunto de productos de origen animal y vegetal; constituye un "grado medio" de descomposición de la materia orgánica que ya es en sí un magnífico abono orgánico para la tierra, logrando reducir enormemente la basura. Se denomina humus al "grado superior" de descomposición de la materia orgánica. El humus supera al compost en cuanto abono, siendo ambos orgánicos.

Fertirriego: La fertirrigación es una técnica que permite la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través del sistema de riego. Se trata por tanto de aprovechar los sistemas RLAF (Riegos Localizados de Alta Frecuencia) para aplicar los nutrientes necesarios a las plantas. A pesar de utilizarse en múltiples sistemas RLAF, la técnica de la fertirrigación está totalmente extendida en el caso del riego por goteo.

Fito patógenos: En Fitopatología se denomina Fito patógeno a un organismo, en general microorganismo, que causa enfermedades en las plantas por medio de

disturbios en el metabolismo celular causado por la secreción de enzimas, toxinas, Fito reguladores y otras sustancias y, además, por la absorción de nutrientes de la célula para su propio crecimiento.

Humus: El humus es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos (hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negruzco debido a la gran cantidad de carbono que contiene.

Lixiviados: En general se denomina lixiviado al líquido resultante de un proceso de percolación de un fluido a través de un sólido. El lixiviado generalmente arrastra gran cantidad de los compuestos presentes en el sólido que atraviesa. El término lixiviado se usa en casi todas las ciencias ambientales, siendo su uso más general el que corresponde al lixiviado de los depósitos controlados, por lo que generalmente se asocia el término lixiviado a los líquidos que se gestionan en los depósitos controlados de residuos.

Materia orgánica: La materia orgánica (o material orgánico, material orgánica natural, MON) es materia compuesta de compuestos orgánicos que provienen de los restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, tales como plantas y animales y sus productos de residuo en el ambiente natural.¹ Las estructuras básicas están formadas de celulosa, tanino, cutina, y lignina, junto con varias otras proteínas, lípidos, y azúcares. Es muy importante en el movimiento de nutrientes en el medio ambiente y juega un rol en la retención del agua en la superficie del planeta Tierra.

PNSAN: Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional

Seguridad alimentaria: Hace referencia a la disponibilidad de alimentos, el acceso de las personas a ellos y el aprovechamiento biológico de los mismos. Se considera que un hogar está en una situación de seguridad alimentaria cuando sus miembros

disponen de manera sostenida a alimentos suficientes en cantidad y calidad según las necesidades biológicas.

Soberanía alimentaria: Es la facultad de cada pueblo para definir sus propias políticas agrarias y alimentarias de acuerdo a objetivos de desarrollo sostenible y seguridad alimentaria. Ello implica la protección del mercado doméstico contra los productos excedentarios que se venden más baratos en el mercado internacional, y contra la práctica del dumping (venta por debajo de los costos de producción).

Vástago: Es la rama tierna que nace de la flor. El término también se utiliza para nombrar a la unidad formada por las hojas y el tallo.

Resumen

En la región es necesario hacer investigaciones para identificar el uso que se le puede dar a los residuos de las pos cosechas, que se desarrollan en la zona del piedemonte llanero y en las centrales de abastos, a los cuales no se les está dando un correcto manejo. Motivo por el cual se están dejando de aprovechar; ya que son abandonados por los mismos productores en sus cultivos, desconociendo el potencial nutricional que estos poseen. Estos residuos en algunos casos se convierten en basuras o en el mejor de los escenarios son utilizados como alimento para especies menores.

En este sentido, durante el desarrollo de este trabajo estarán consignados los resultados obtenidos mediante la investigación experimental realizada sobre el manejo y aprovechamiento de los residuos de las pos cosechas en la zona del Ariary y de centrales de abastos, en el departamento del Meta. Esta investigación se realiza en la sede de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD”, de Acacias Meta; los resultados aquí obtenidos servirán como soporte para dejar evidencia de la importancia que tiene el dar a conocer las técnicas que se deben tener en cuenta y que se pueden aplicar al realizar agricultura orgánica, en huertas urbanas.

De igual manera, en este contenido se puede evidenciar el gran aporte que puede llegar hacer este tipo de proyectos al plan de nacional de seguridad alimentaria y nutricional. Colombia ha sido destacada por sus enormes privilegios en lo que se refiere a biodiversidad, recursos naturales, fuentes hídricas y su gran potencial, tanto en el campo agropecuario, forestal y pesquero. Estas características la han colocado “como uno de los siete países a nivel mundial que conformarán la “canasta del pan” para el año 2050, cuando en el mundo se alcancen 9 mil millones de habitantes. Sin embargo, Colombia también está clasificada como una de las tres naciones de América climáticamente más vulnerables. Estas dos realidades nos obligan a pensar en una estrategia de desarrollo de alternativas con un marco de manejo sostenible de los

recursos naturales”, (PNSAN 2012-2019, 2012).

El resultado de este trabajo de investigación, permite hacer un comparativo en tiempo real y campo, sobre el comportamiento del cultivo tradicional de tomate frente al cultivo orgánico en huertas urbanas.

Palabras claves: tomate, agricultura orgánica, agricultura urbana, seguridad alimentaria y nutricional, soberanía alimentaria.

Abstract

In the region it is necessary to conduct research to identify the use that can be given to post-harvest waste, taking place in the area from the foothills and in the supply centers, to which not being given proper handling . Why they are failing to take advantage; as they are abandoned by the producers themselves in their crops, knowing that you nutritional potential they possess. These wastes sometimes become garbage or in the best of scenarios are used as food for minor species.

In this regard, during the development of this work will be set forth the results obtained by the experimental research on the management and use of post-harvest residues in the area of Ariary and supply centers in the department of Meta. This research is conducted at the headquarters of the National Open University and Distance "UNAD" of Acacias Meta; the results obtained here will serve as support to give evidence of the importance of making known the techniques that should be taken into account and that can be applied to make organic farming, urban gardens.

Similarly, this content can show the great contribution that I could get such projects to the plan of national food and nutritional security. Colombia has been notable for its enormous privileges in relation to biodiversity, natural resources, water sources and its great potential, both in the agricultural, forestry and fishing camp. These characteristics

have placed "as one of seven countries worldwide that form the" bread basket "for the year 2050 when the world population 9 billion achieved. However, Colombia is also ranked as one of the three most vulnerable nations climatically America. These two realities force us to think of an alternative development strategy with a framework of sustainable management of natural resources "(PNSAN 2012-2019, 2012).

The result of this research can make a comparative real-time field, the behavior of the traditional tomato crop against organic farming in urban gardens.

Keywords: tomato, organic agriculture, urban agriculture, food and nutrition security, food sovereignty.

Introducción

Este trabajo de investigación experimental, se desarrolla basado en el proyecto de cultivo de tomate Chonto variedad Santa Clara (*Lycopersicum esculentum*), con especificaciones para huertas urbanas. Está basado en el aprovechamiento de residuos de pos cosechas y desperdicios de alimentos en las centrales de abasto de la región del Piedemonte Llanero; los cuales son utilizados en la actualidad como alimento para especies menores y en el peor de los escenarios son desechados como materia inservible, desconociendo su valor nutricional y la oportunidad de ser utilizados como fertilizantes orgánicos en huertas urbanas que contribuyan en gran manera en la seguridad alimentaria de las comunidades de las zonas urbanas y pequeñas parcelas rurales.

Entre los alcances de este proyecto esta, el poder minimizar los costos de producción de cultivadores de la región que hacen parte de esta investigación, mejorar las técnicas de fertilización de cultivos, demostrar cómo se pueden llevar a cabo cultivos de alimentos de consumo doméstico en huertas urbanas, mejorar las condiciones de producción sana e inocua y contribuir al sostenimiento de la seguridad alimentaria de la comunidad involucrada en la investigación.

Para el desarrollo de este proyecto, se identifica como mayor limitante la resistencia al cambio de las tradicionales formas de cultivar de los agricultores. De otra parte, la desinformación de las diferentes alternativas de nuevas técnicas agrícolas, que permitan mejorar la producción y que cada vez sean tendientes a ser más orgánicas y sanas. Finalmente, se carece una estrategia de difusión de sanas prácticas agrícolas, por parte de estamentos Estatales y educativos, que permitan desarrollar este tipo de proyectos sustentables y sostenibles en el tiempo.

La metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto y que permitirá mostrar de manera real los resultados logrados en él, se tendrá en cuenta la investigación experimental descriptiva. Se toma esta alternativa, ya que se manipula de manera directa la situación a investigar, permite medir el efecto de los procedimientos aplicados, validar los resultados obtenidos a través de la manipulación y observación directa de los cambios obtenidos en el cultivo de tomate. Decimos que es descriptiva porque se van a describir los cambios, mejoras y rendimientos que se van presentando a lo largo de la investigación.

La realización de esta investigación, tiene como significado esencial presentarse como una alternativa innovadora de nuevas fuentes de producción agrícola, que permitan mejorar las técnicas existentes, incrementar la producción orgánica y que sea una solución para abastecer la población de alimentos inocuos, los cuales garanticen una nutrición saludable y acorde con los lineamientos exigidos en los planes de seguridad alimentaria.

1. Efectos de una nutrición basada en residuos pos cosecha en cultivo de tomate con fines de agricultura urbana

1. Contenido temático

1.1. Antecedentes del problema

En el departamento del Meta, mediante observación directa se ha evidenciado que en las fincas de productores de diversos cultivos, se desperdician grandes cantidades de desechos, resultantes de las cosechas; los cuales presentan excelentes condiciones nutricionales y que por desconocimiento en su manejo son rechazados por condiciones de sobre madurez, magullamiento, bajo tamaño, entre otros. Estos desechos, finalmente son dejados en los cultivos o arrojados en una fosa, pero no se les da el aprovechamiento y el uso que se puede obtener de ellos.

Estos residuos sólidos (restos de podas, cosechas, pos cosecha, frutos, hojarasca, vástago, etc.), que poseen características biológicas restantes del aprovechamiento agropecuario y alimenticio, tanto a nivel de finca como en los centros de comercialización agrícola (plazas de mercado), representan un problema a nivel ambiental que al entrar en estado de descomposición generan impactos negativos al contaminar las fuentes hídricas, los suelos y el aire debido a los procesos de descomposición dejando como resultado una considerable cantidad de lixiviados que acidifican estos recursos, la emisión de olores y gases a la atmosfera. La inadecuada disposición de estos recursos y la falta de aprovechamiento también generan impactos a los mismos cultivos al convertirse en fuente de propagación de Fito patógenos.

Quizás la ausencia en el uso de prácticas de aprovechamiento de estos residuos se deba a que poco se conocen los beneficios que el abono orgánico pueda brindar en la productividad, sanidad de cultivos y la ventaja que este pueda presentar como

alternativa de producción de alimentos en huertos urbanos bajo invernadero.

2. Justificación

Este trabajo de investigación experimental y de observación directa, se desarrollara bajo la técnica de invernadero un comparativo de 3 sustratos o tratamientos, con el fin de analizar los efectos que realiza la nutrición orgánica a base de residuos pos cosecha para lo cual fue necesaria la recolección de residuos provenientes de pos cosechas de diferentes cultivos de fincas de la zona del Ariary, y plazas de mercado de las ciudad de Villavicencio. En cultivo tomate Chonto Santa Clara, (*Lycopersicum esculentum*) con fines de agricultura Urbana, comparándolo con dos tratamientos fertilizados de diferentes maneras.

Para tal fin se realizó un invernadero utilizando una carrocería de camión, llantas recicladas y botellas pet, como incentivo y aporte al cuidado del medio ambiente. Posteriormente, se ejecutó la preparación de un abono orgánico tipo compost que se utilizó como uno de los sustratos y fertilización en un cultivo de tomate Chonto variedad Santa Clara (*Lycopersicum esculentum*), para analizar los efectos de una nutrición basada en residuos de pos cosecha y compararla con dos cultivos: uno convencional manejado químicamente y otro con un sustrato bajo en nutrientes pero con un excelente fertirriego orgánico.

Se toma la iniciativa de realizar esta investigación, debido a que aproximadamente entre el 20% y el 30% de la biomasa vegetal es aprovechada en las cosechas, el restante se convierte en residuos de características biológicas que entran en estado de descomposición y de no ser manejados adecuadamente generan efectos ambientales y económicos negativos; tales como la contaminación de suelos y aguas por efectos de los lixiviados. Además, contaminación al aire por emisión de gases producto de la descomposición, afectando considerablemente los recursos naturales y a la vez desaprovechando el gran potencial de transformación de estos residuos para que puedan ser transformados en procesos productivos como abonos orgánicos para el mejoramiento de los suelos.

La elaboración de este trabajo se hace con el fin de dejar una muestra real y sustentada del aprovechamiento que se puede obtener a partir de buenas prácticas ambientales a residuos de pos cosechas. Además, que sirva como aporte a la sociedad para la implementación de nuevas alternativas de cultivos en huertas urbanas, y a su vez fomentar y motivar a la comunidad educativa para que desarrolle nuevas fuentes de generación de alimentos sanos, inocuos que fortalezcan los planes alimentarios y nutricionales, garantizando así una política de soberanía y seguridad alimentaria.

Este proceso se llevará acabo, mediante la observación directa y comparativa del cultivo de tomate Chonto variedad Santa Clara, se maneja una misma variedad de semilla de tomate Chonto Santa Clara (*Lycopersicon esculentum*) la misma semilla en tres tipos diferentes de sustrato o tratamiento.

El primero es el abono orgánico o de residuos pos cosecha, segundo sustrato de bosque fertilizado química o convencionalmente y el tercero en un sustrato de arena de río bajo en nutrientes y materia orgánica; pero fertilizado con abonos líquidos o fertirriego orgánicos, en invernadero para controlar las condiciones ambientales.

3. Marco referencial

3.1. Marco teórico

3.1.1. Origen del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*)

El origen del género *Lycopersicum* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecería como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá (S.A., Biblioteca Técnica Servicios y Almacenes).

3.1.2. Taxonomía y morfología del tomate

Ilustración 1 Fruto del tomate



Fuente: Elaboración propia

- **Familia:** Solanácea.
- **Especie:** *Lycopersicum esculentum* Mill.

- **Planta:** perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).
- **Sistema radicular:** raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, córtex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).
- **Tallo principal:** eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o córtex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.
- **Hoja:** compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.
- **Flor:** es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuesto de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores

se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del córtex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas. -Fruto: baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto, (S.A., Biblioteca Técnica Servicios y Almacenes).

3.1.3. Requerimientos del cultivo de tomate

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

3.1.3.1. Temperatura

Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el

desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula.

La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas.

No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos.

3.1.3.2. Humedad:

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

3.1.3.3. Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

3.1.3.4. Suelo

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados.

En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

3.1.3.5. Fertilización carbónica:

La aportación de CO₂ permite compensar el consumo de las plantas y garantiza el mantenimiento de una concentración superior a la media en la atmósfera del invernadero; así la fotosíntesis se estimula y se acelera el crecimiento de las plantas.

Para valorar las necesidades de CO₂ de los cultivos en invernadero necesitamos realizar, en los diversos periodos del año, un balance de las pérdidas derivadas de la absorción por parte de las plantas, de las renovaciones de aire hechas en el invernadero y las aportaciones proporcionadas por el suelo a la atmósfera del mismo.

Del enriquecimiento en CO₂ del invernadero depende la calidad, la productividad y la precocidad de los cultivos. Hay que tener presente que un exceso de CO₂ produce daños debidos al cierre de los estomas, que cesan la fotosíntesis y pueden originar quemaduras.

Los aparatos más utilizados en la fertilización carbónica son los quemadores de gas propano y los de distribución de CO₂. En el cultivo del tomate las cantidades óptimas de CO₂ son de 700-800 ppm. En cuanto a los rendimientos netos dan incrementos del

15-25% en función del tipo de invernadero, el sistema de control climático, etc. (Oeser, 2015).

3.1.4. Plagas y enfermedades que afectan el cultivo de tomate

3.1.4.1. Plagas:

3.1.4.2. Araña roja (*Tetranychus urticae* (koch) (ACARINA: TETRANYCHIDAE), *T. turkestanii* (Ugarov & Nikolski) (ACARINA: TETRANYCHIDAE) y *T. ludeni* (Tacher) (ACARINA: TETRANYCHIDAE))

La primera especie citada es la más común en los cultivos hortícolas protegidos, pero la biología, ecología y daños causados son similares, por lo que se abordan las tres especies de manera conjunta.

Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso de foliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga.

3.1.4.3. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* (West) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) y *Bemisia tabaci* (Genn.) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE))

Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando las puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas, que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estados larvarios y uno de pupa, este último característico de cada especie. Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de

negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos. Otro daño indirecto es el que tiene lugar por la transmisión de virus. *Trialeurodes vaporariorum* es transmisora del virus del amarillamiento en cucurbitáceas. *Bemisia tabaci* es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas y en la actualidad actúa como transmisora del virus del rizado amarillo de tomate (TYLCV), conocido como “virus de la cuchara”.

3.1.4.4. *Pulgón (Aphis gossypii (Sulzer) (HOMOPTERA: APHIDIDAE) y Myzus persicae (Glover) (HOMOPTERA: APHIDIDAE)*

Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas ápteras del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas.

3.1.4.5. *Trips (Frankliniella occidentalis (Pergande) (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE))*

Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores (son florícolas), donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas. Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos (sobre todo en pimiento) y cuando son muy extensos en hojas). Las puestas pueden observarse cuando aparecen en frutos (berenjena, judía y tomate). El daño indirecto es el que

acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta a pimiento, tomate, berenjena y judía.

3.1.4.6. Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii* (Burgess) (DIPTERA: AGROMYZIDAE), *Liriomyza bryoniae* (DIPTERA: AGROMYZIDAE), *Liriomyza strigata* (DIPTERA: AGROMYZIDAE), *Liriomyza huidobrensis* (DIPTERA: AGROMYZIDAE)).

Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La forma de las galerías es diferente, aunque no siempre distinguible, entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos.

3.1.4.7. Orugas (*Spodoptera exigua* (Hübner) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Spodoptera litoralis* (Boisduval) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Heliothis armigera* (Hübner) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Heliothis peltigera* (Dennis y Schiff) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Chrysodeisis chalcites* (Esper) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Autographa gamma* (L.) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE))

La principal diferencia entre especies en el estado larvario se aprecia en el número de falsas patas abdominales (5 en *Spodoptera* y *Heliothis* y 2 en *Autographa* y *Chrysodeixis*), o en la forma de desplazarse en *Autographa* y *Chrysodeixis* arqueando el cuerpo (orugas camello). La presencia de sedas (“pelos” largos) en la superficie del cuerpo de la larva de *Heliothis*, o la coloración marrón oscuro, sobre todo de patas y cabeza, en las orugas de *Spodoptera litoralis*, también las diferencia del resto de las especies.

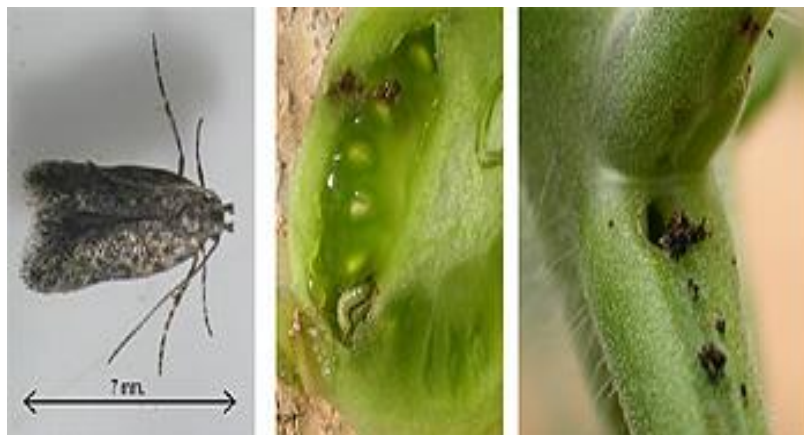
La biología de estas especies es bastante similar, pasando por estados de huevo 5-6 estados larvarios y pupa. Los huevos son depositados en las hojas, preferentemente en el envés, en plastones con un número elevado de especies del género *Spodoptera*, mientras que las demás lo hacen de forma aislada. Los daños son causados por las larvas al alimentarse. En *Spodoptera* y *Heliothis* la pupa se realiza en el suelo y en *Chrysodeixis chalcites* y *Autographa gamma*, en las hojas. Los adultos son polillas de hábitos nocturnos y crepusculares.

Los daños pueden clasificarse de la siguiente forma: daños ocasionados a la vegetación (*Spodoptera*, *Chrysodeixis*), daños ocasionados a los frutos (*Heliothis* y *Spodoptera*) y daños ocasionados en los tallos (*Heliothis* y *Ostrinia*) que pueden llegar a cegar las plantas.

3.1.4.8. *Nemátodos (Meloidogyne spp.) (TYLENCHIDA: HETERODERIDAE)*

En horticolas en Almería se han identificado las especies *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. incógnita*. Afectan prácticamente a todos los cultivos horticolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces que le dan el nombre común de “batatilla”. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos “rosarios”. Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traducándose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo. Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte de tierra. Además, los nematodos interaccionan con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado.

3.1.4.9. *Tuta absoluta* (polilla del tomate)



Fuente: <http://www.cultivotomate.com/como-cultivar-tomate-requerimientos-enfermedades-y-plagas/>

- **Polilla del tomate**

La polilla del tomate, polilla perforadora, cogollero del tomate, gusano minador del tomate o minador de hojas y tallos de la papa (*Tuta absoluta*) es un pequeño insecto lepidóptero de la familia Gelechiidae. De alto potencial reproductivo (pueden llegar a las 12 generaciones al año), los adultos son de hábitos nocturnos mientras que durante el día normalmente se esconden entre el follaje. La hembra efectúa su puesta sobre la parte aérea de la planta, especialmente en el anverso de las hojas de forma aislada, pero también se pueden encontrar en otros órganos de la planta. Una hembra pone entre 40-50 huevos durante su vida, llegando en algunas ocasiones hasta los 260 huevos. El adulto presenta una coloración grisácea con manchas negras en las alas anteriores, llega a 10 mm de envergadura.

- **Crecimiento y desarrollo**

Los huevos son cilíndricos, de color blanco crema a amarillo, miden 0,4 mm de largo por 0,2 de diámetro y suelen depositarse en el envés de las hojas. Tras eclosionar, las larvas pasan por cuatro estadios larvarios llegando al final del último con una longitud

de 7,5 mm y es de color verdoso con manchas rosadas, para después pupar en el suelo, sobre la superficie de las hojas o incluso dentro de las galerías, en función de las condiciones ambientales.

La pupa suele estar recubierta de un capullo blanco, sedoso y la podemos localizar en cualquier lugar de la planta y del suelo. Las larvas suelen presentar color crema con la cabeza oscura, y la parte dorsal del segmento prototorácico sólo oscura en una estrecha banda, lo que la diferencia de *Phthorimaea operculella* (polilla de la patata, también *Gelechiidae*), que tiene la totalidad de dicho segmento de color oscuro. Pasan a color verdoso y ligeramente rosado, sobre todo en la zona dorsal a partir del segundo estadio larvario. Las larvas tienen entre 1 y 8 mm de longitud. La pupa es de color marrón, y el adulto que mide unos 10 mm, posee antenas filiformes y alas grises con manchas negras sobre las alas anteriores.

La especie necesita de 29 a 38 días para completar su ciclo, según las temperaturas, y presenta un número alto de generaciones anuales (10-12). Las bajas temperaturas son un factor limitador de su supervivencia.

- **Daños en los cultivos**

Inmediatamente después de nacer las larvas penetran en los frutos, en las hojas o en los tallos de los que se alimentan, creando perforaciones y galerías. Los frutos pueden ser atacados desde su formación, pudiendo dar lugar a que se pudran posteriormente por la acción de patógenos secundarios, lo que permite una rápida observación de los síntomas.

Sobre las hojas, las larvas se alimentan únicamente del tejido del mesófilo, dejando la epidermis intacta. Las minas son irregulares y posteriormente se necrosan. Las galerías sobre el tallo afectan al desarrollo de las plantas atacadas.

- **Presencia de la plaga**

Aunque su acción estaba centrada en América del Sur, en 2006 se documentó por primera vez su presencia en España. En la Comunidad Valenciana se detectó en junio de 2007. Su difusión es rápida y a finales del 2007 ya se localizaron focos en otros lugares del litoral mediterráneo. En 2009 está extendida por toda la zona mediterránea española y está suponiendo un gran problema sobre todo en el cultivo de tomate.

3.1.5. Enfermedades

3.1.5.1. Oidiopsis (*Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud)

Es un parásito de desarrollo semi-interno y los conidióforos salen al exterior a través de los estomas. Los síntomas que aparecen son manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, observándose un filtro blanquecino por el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca y se desprende. Las solanáceas silvestres actúan como fuente de inóculo. Se desarrolla a 10-35°C con un óptimo de 26°C y una humedad relativa del 70%.

3.1.5.2. Podredumbre gris (*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel.

ASCOMYCETES: HELOTIALES. Anamorfo: *Botrytis cinerea* Pers.)

Parásito que ataca a un amplio número de especies vegetales, afectando a todos los cultivos hortícolas protegidos, pudiéndose comportar como parásito y saprofito. En plántulas produce damping-off. En hojas y flores se producen lesiones pardas. En frutos tiene lugar una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido), en los que se observa el micelio gris del hongo. Las principales fuentes de inóculo las constituyen las conidias y los restos vegetales que son dispersados por el viento, salpicaduras de lluvia, gotas de condensación en plástico y agua de riego. La temperatura, la humedad relativa y fenología influyen en la enfermedad de forma

separada o conjunta. La humedad relativa óptima oscila alrededor del 95% y la temperatura entre 17°C y 23°C. Los pétalos infectados y desprendidos actúan dispersando el hongo.

3.1.5.3. Mildiu (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. OOMYCETES: PERONOSPORALES)

Este hongo es el agente causal del mildiu del tomate y de la patata, afectando a otras especies de la familia de las solanáceas. En tomate ataca a la parte aérea de la planta y en cualquier etapa de desarrollo. En hojas aparecen manchas irregulares de aspecto aceitoso al principio que rápidamente se necrosan e invaden casi todo el foliolo. Alrededor de la zona afectada se observa un pequeño margen que en presencia de humedad y en el envés aparece un filtro blancuzco poco patente. En el tallo, aparecen manchas pardas que se van agrandando y que suelen circundarlo. Afecta a los frutos inmaduros, manifestándose como grandes manchas pardas, vítreas y superficie y contorno irregular. Las infecciones suelen producirse a partir del cáliz, por lo que los síntomas cubren la mitad superior del fruto. La dispersión se realiza por lluvias y vientos, riegos por aspersión, rocíos y gotas de condensación. Las condiciones favorables para su desarrollo son: altas humedades relativas (superiores al 90%) y temperaturas entre 10°C y 25°C. Las cepas existentes son: T0.0 (ataca sólo a patata), T.0 (ataca a variedades de tomate sin resistencia) y T.1. (Ataca a las líneas de tomate con Gen Ph1). Existen variedades de tomate con Gen Ph2, pero su protección no es total.

3.1.5.4. Alternariosis (*Alternaria solani* ASCOMYCETES: DOTHIDEALES)

Afecta principalmente a solanáceas y especialmente a tomate y patata. En plántulas produce un chancro negro en el tallo a nivel del suelo. En pleno cultivo las lesiones aparecen tanto en hojas como tallos, frutos y pecíolos. En hoja se producen manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos. En tallo y pecíolo

se producen lesiones negras alargadas, en las que se pueden observar a veces anillos concéntricos. Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuras ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo. Fuentes de dispersión: solanáceas silvestres y cultivadas, semillas infectadas, restos de plantas enfermas. Las conidias pueden ser dispersadas por salpicaduras de agua, lluvia, etc., o el viento. Rango de temperatura: 3-35°C. La esporulación está favorecida por noches húmedas seguidas de días soleados y con temperaturas elevadas.

3.1.5.5. *Fusarium oxysporum f.sp. Lycopersici* (Sacc) Snyder & Hansen

Comienza con la caída de pecíolos de hojas superiores. Las hojas inferiores amarillean avanzando hacia el ápice y terminan por morir. Puede manifestarse una marchitez en verde de la parte aérea, pudiendo ser reversible. Después se hace permanente y la planta muere. También puede ocurrir que se produzca un amarilleo que comienza en las hojas más bajas y que termina por secar la planta. Si se realiza un corte transversal al tallo se observa un oscurecimiento de los vasos. El hongo puede permanecer en el suelo durante años y penetrar a través de las raíces hasta el sistema vascular. La diseminación se realiza mediante semillas, viento, labores de suelo, plantas enfermas o herramientas contaminadas. La temperatura óptima de desarrollo es de 28°C.

Mancha negra del tomate (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young et al.)
Bacteriosis más frecuente en los cultivos de tomate almerienses. Afecta a todos los órganos aéreos de la planta. En hoja, se forman manchas negras de pequeño tamaño (1-2 mm de diámetro) y rodeadas de halo amarillo, que pueden confluir, llegando incluso a secar el foliolo. En tallos, pecíolos y bordes de los sépalos, también aparecen manchas negras de borde y contorno irregular. Las inflorescencias afectadas se caen. Tan sólo son atacados los frutos verdes, en los que se observan pequeñas manchas deprimidas. Las principales fuentes de infección las constituyen: semillas contaminadas, restos vegetales contaminados y la rizosfera de numerosas plantas

silvestres. El viento, la lluvia, las gotas de agua y riegos por aspersión diseminan la enfermedad que tiene como vía de penetración los estomas y las heridas de las plantas. Las condiciones óptimas de desarrollo son temperaturas de 20 a 25°C y períodos húmedos, (Oeser, 2015).

3.2. Marco conceptual

Un residuo pos cosecha es todo aquel residuo o desecho que queda como resultado final del aprovechamiento agrícola y del cual no se obtiene ganancia económica directa (Nuñez Camargo, 2012). Define Los residuos de cosecha o rastrojos como la parte que queda de un cultivo luego de haberse extraído el fruto comestible o cosecha, el mismo autor define los subproductos de cosecha como aquellos que se originan luego del procesamiento (selección, molienda, etc.) del componente cosechado.

3.2.1.1. Compostaje

La definición de compostaje es coincidente en varios autores es así como (Sepulveda & Alvarado, 2013), indica que el proceso de compostaje es la degradación aeróbica de la materia orgánica por acción de microorganismos en condiciones controladas de aireación, temperatura y humedad. Obteniendo como producto del proceso la transformación de residuos degradables un sustrato estable e higienizado aplicable al suelo para mejorar la capacidad productiva de este.

Acorde con el concepto anterior otros autores como (Roman P & Pantoja, 2013), define el compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas.

De acuerdo con (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2011), el compostaje es el proceso de oxidación aerobia de materiales orgánicos que

conduce a una etapa de maduración mínima (estabilización), se convierten en un recurso orgánico estable y seguro para ser utilizado en la agricultura.

La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes, (FAO, 2015).

En una revisión bibliográfica realizada por (Agüero & Alfonso, 2014). Ellos resaltan La transformación de residuos pos cosecha como una tecnología que permite la utilización de estos como, abonos supliendo las demandas nutricionales de un suelo contribuyendo en los procesos de la productividad agrícola al ingresar como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch manteniendo los niveles de materia orgánica del suelo.

Según (Agüero & Alfonso, 2014), En su artículo Generalidades de los abonos orgánicos mencionan la importancia de los residuos de cosecha, como una de las fuentes más importantes para uso en el compostaje, debido a los volúmenes de producción que se generan.

“También, estos cuentan con un alto contenido en materia orgánica con una elevada relación C/N, lo que facilita su uso en el proceso, su fracción mineral varía dependiendo del órgano o fracción de que se trate. Otro aspecto importante del compostaje de este tipo de residuos, es que como producto generado de parcelas de cultivo, forma parte importante de las acciones para la sostenibilidad del agro ecosistema, obteniendo un insumo desde la misma parcela o lugar de producción. Es decir, de un residuo que se genera en la producción vegetal, se reincorpora una vez procesado a través del compostaje y su aplicación al suelo”

Libreros S, S citado por (Agüero & Alfonso, 2014). Destacan que el abono orgánico es el producto resultante de un proceso de descomposición de la materia orgánica por

acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrientes al suelo y, por tanto a las plantas que crecen en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo P2.

A partir de los residuos se pueden elaborar diversas mezclas y técnicas para la preparación de abonos orgánicos tipo compost tal es el caso del (Agüero & Alfonso, 2014). En su revisión destacan el bokashi debido a su acelerado proceso de elaboración mediante el incremento controlado de la actividad biológica o alta velocidad de fermentación aeróbica y su técnica de volteo diario que permite obtener un producto de calidad nutricional para el crecimiento de las plantas estimulando por las fitohormonas y fitorreguladores naturales que se activan a través de estos abonos fermentados.

El Bokashi es una especie de compost de fermentación acelerada donde se incorporan en la mezcla calorías a través de mieles, melazas, panela y levaduras con el fin de brindar energía a los microorganismos y acelerar el proceso para que pueda ser aprovechado en menor tiempo con respecto a la elaboración de Bokashi Baquero, C.B. (2006) define que para la elaboración de este no se tiene una receta ideal, lo que significa que dentro del proceso de elaboración la fórmula varía de acuerdo a los recursos (residuos pos cosecha) disponibles. Lo que sí es muy claro es que en el proceso de debe disponer de un sitio adecuado para la construcción de la cama o pilas de producción.

Otra alternativa de transformación y aprovechamiento de los residuos pos cosecha se encuentra en la lombricultura el documento (Valorization - Fruits-in. A.W., 2008). Los autores referencian la lombricultura como una técnica que brinda además del abono o humus obtenido de las excretas de la lombriz roja californiana, la lombriz puede

emplearse como proteína animal, en la alimentación de cerdos, gallinas y otras especies menores.

Los mismos autores resaltan el contenido químico y biológico del humus de la siguiente manera:

“El humus, producido por la lombriz, está compuesto principalmente de carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos como hongos y bacterias. Las cantidades de estos elementos dependerán de las características químicas del sustrato que dieron origen a la alimentación de lombrices (Legall & Valenzuela, 2008).

En cuanto a las condiciones ambientales la (Secretaria de Agricultura, Ganadería., 2008), rescatan el hecho que las lombrices pueden criarse en cualquier lugar del planeta que posea temperaturas entre 20 y 25°C, un intervalo de temperatura en el cual esta técnica presenta su mayor rendimiento.

3.2.1.2. Agricultura urbana

Para algunas entidades como el Jardín Botánico de Medellín definen la agricultura urbana como una práctica que busca integrar la cultura campesina con la ciudad, siendo la primera fuente de conocimiento para las actividades agrícolas.

Según la (Secretaría de Gobierno de Bogotá, 2007), Cartilla Técnica de Agricultura Urbana elaborada por el Jardín Botánico José Celestino Mutis bajo el plan de desarrollo propuesto por Luis Eduardo Garzón (Bogotá Sin Indiferencia), la agricultura urbana se trata de "... un sistema de producción de alimentos definida como la práctica agrícola que se realiza en espacios urbanos dentro de la ciudad o en los alrededores (agricultura urbana y periurbana), en zonas blandas (como antejardines, lotes) o en zonas duras (terrazas, patios),

Por otro lado la FAO¹, introduce el término de Agricultura Urbana y periurbana propuesto en el año de 1999, "con el objeto de referirse a un tipo de agricultura que se constituyó en el marco de la seguridad alimentaria en los países subdesarrollados, y que se extiende como una estrategia de la gestión ambiental.

Una de las ventajas de la agricultura Urbana es que dirige su atención en la producción orgánica de alimentos y la flexibilidad en el uso de insumos ya que estos pueden ser preparados con diferentes técnicas permitiendo el aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes de los residuos pos cosecha con la elaboración de abonos orgánicos y el uso de materiales con susceptibilidad de reutilización y reciclaje, contribuyendo a su vez a mejorar la disponibilidad e inocuidad alimentaria y la seguridad alimentaria y opcionalmente ser fuente de ingresos para las familias urbanas.

3.3. Marco legal

3.3.1.1. Seguridad alimentaria

En la (Cumbre Mundial Sobre Alimentación, 1996), los países acordaron lo siguiente: "La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento acceso físico y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades alimenticias y sus preferencias, a fin de llevar una vida activa y sana".

La definición anterior ha derivado en una acepción más reciente, en la que bajo el mismo enunciado se plantean cuatro elementos o dimensiones primordiales de la seguridad alimentaria:

¹ (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)

En primer lugar está la disponibilidad de los alimentos, que aborda la parte correspondiente a la 'oferta' o la 'presencia' de estos, y está en función del nivel de producción, las existencias y el comercio neto.

La segunda dimensión es el acceso a los alimentos, el cual puede ser físico (produciéndolos) o económico (adquiriéndolos). La disponibilidad de estos en un país en sí no garantiza la seguridad alimentaria a nivel de los hogares, pues una cosa son alimentos en el mercado y otra los alimentos en la mesa. Teniendo en cuenta estos dos tipos, resulta importante tanto el diseño de políticas con mayor enfoque en materia de ingresos y gastos, así como las políticas dirigidas a la producción y mercados locales de alimentos a precios accesibles, para alcanzar los objetivos de seguridad alimentaria, (Publicaciones Semana S.A., 2015) .

3.3.1.2. Plan nacional de seguridad alimenticia y nutricional:

La seguridad alimenticia y nutricional, es un compromiso del Estado enmarcado en el enfoque de derecho, en la elaboración intersectorial e interdisciplinaria y en la gestión del riesgo. El documento Conpes Social 113 de marzo de 2008 estableció la (PNSAN 2012-2019, 2012) y determinó como una de las estrategias la necesidad de construir y ejecutar un Plan Nacional de Seguridad y Nutrición (PNSAN).

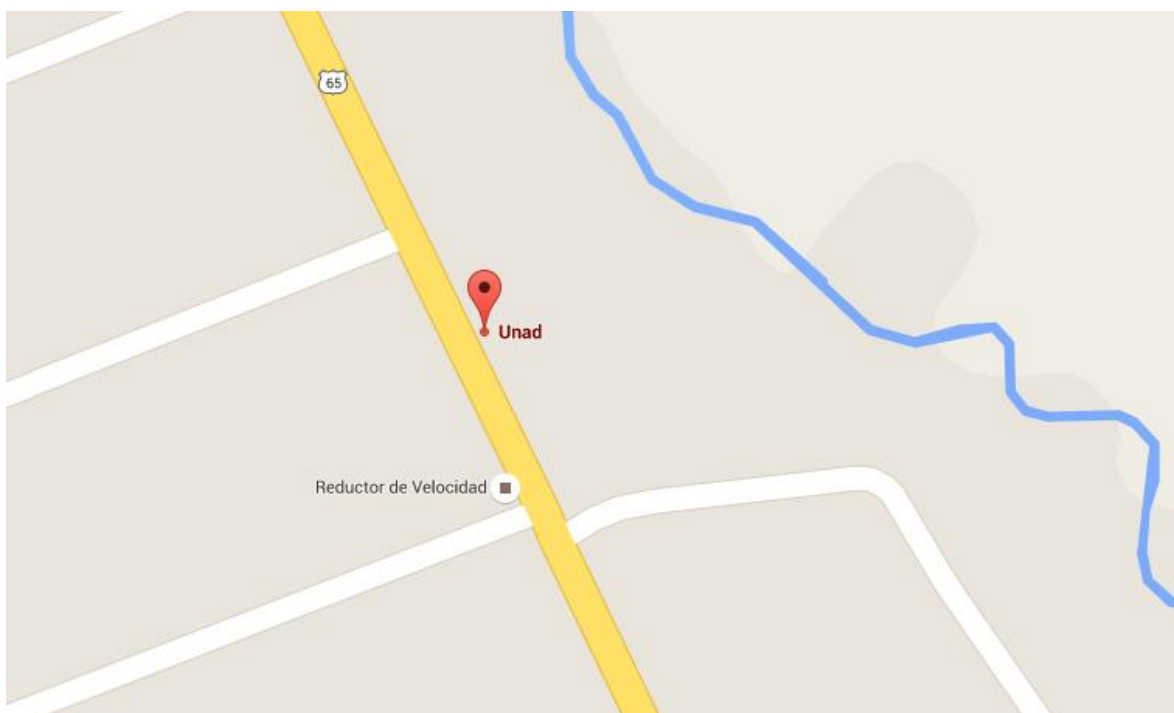
3.3.1.3. Derecho a gozar de un ambiente sano

Constitución política de Colombia: “Artículo 79 (Constitución Política de Colombia, 1991). Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es un deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.

3.4. Marco espacial

El presente proyecto tiene como ubicación en el kilómetro 1 Vía Acacias – Villavicencio, en el área experimental la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, en el CEAD de la ciudad de Acacias, departamento del Meta.

Ilustración 2 Ubicación Geográfica



Fuente: <https://www.google.com/maps/place/Unad>

3.5. Marco temporal

El presente trabajo de investigación se realizó en un periodo de cronológico de seis (6) meses según el siguiente cronograma de actividades:

3.5.1.1. Cronograma

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Revisión documental, técnicas de elaboración de abonos orgánicos	X					
Adecuación del invernadero y centro de acopio de residuos pos cosecha.		X				
Acopio de residuos pos cosecha para biotransformación.	X					
Recolección, selección y acopio del material reciclado para la siembra del cultivo.	X	X				
Preparación y maduración de los abonos orgánicos con residuos pos cosecha.	X					
Establecimiento del cultivo bajo invernadero y aplicación de prácticas agronómicas.		X				
Toma de datos Seguimiento y evaluación de variables.			X	X	X	
Análisis y presentación de resultados, conclusión de la investigación.						X

Fuente: elaboración propia

4. Metodología

4.1. Hipótesis

1. ¿Los abonos orgánicos obtenidos a partir del aprovechamiento de residuos de pos cosecha, contienen un alto valor nutritivo, para ser empleados en el cultivo de tomate, bajo la técnica de invernadero?
2. ¿La implementación de cultivos tipo invernadero, serán una alternativa de abastecimiento alimentaria, que contribuirá a fortalecer los planes de seguridad alimentaria y nutricional de la humanidad?

4.1.1.1. Objetivos

4.1.1.2. Objetivo General

Demostrar el alto nivel nutritivo de los residuos pos cosecha como abonos orgánicos en huertas urbanas.

4.1.1.3. Objetivos Específicos

- Realizar montaje tipo invernadero urbano para cultivar tomate (*Lycopersicum esculentum*).
- Usar los residuos de pos cosecha para la elaboración de abonos orgánicos.
- Evaluar la productividad de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum*), utilizadas con la aplicación de los abonos orgánicos preparados con los residuos pos cosecha.
- Demostrar el bajo costo de producción para el campo y la ciudad, bajo prácticas ambientalmente pertinentes.
- Proporcionar una guía de preparación de abonos orgánicos a través de la

transformación y aprovechamiento de los residuos pos cosecha.

5. Materiales y método

5.1. Localización del área de estudio

Área experimental de la sede de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD”, se encuentra en la ciudad de Acacias, en el kilómetro 1 de la vía que conduce de Acacias a Villavicencio.

5.1.1.1. Características del área de estudio

5.1.1.2. Condiciones climáticas y zonas de vida

El municipio de Acacias goza de dos tipos de clima, a saber el clima súper húmedo alto y el clima súper húmedo medio (Gobernación de Meta, 2004). El clima súper húmedo alto, se caracteriza por que tiene factores de humedad mayor a 300, las precipitaciones son mayores a 5000 mm, la temperatura es mayor a 24,2 °C, presenta un pequeño déficit de agua en el mes de febrero y los excesos de agua se presentan en los meses de marzo a diciembre.

El clima súper húmedo medio, presenta factores de humedad entre 201 y 300, las precipitaciones oscilan alrededor de los 2.800 mm y los 5.270mm de lluvia, las temperaturas están entre los 16,6 °C y los 26, 2 ° C, no se presenta déficit de agua, y los excesos de agua se presentan en los meses de enero a diciembre.

Los vientos que se presentan son los alisios, que tienen dirección N-E y los vientos locales que se manifiestan por corrientes de aire ascendentes provocadas por fuertes

calentamientos en época de sequía, la mayor velocidad del viento se registra a las 13 horas y el promedio de mayor velocidad es de 7,2 km/h, que se presenta en las mañanas para en las tardes disminuir (Alcaldía de Acacia- Meta, 2006). Los valores totales mensuales de brillo solar, son medio de 170 horas, máximo de 257 horas y mínimo con 51 horas (IDEAM, 1999).

5.1.1.3. Material experimental

Para el establecimiento del *Lycopersicum esculentum*, se utilizara como material de siembra semillas de tomate Chonto variedad Santa Clara, las cuales serán plantadas directamente en llantas y se utilizara material reciclado en el montaje como aporte al cuidado del medio ambiente. Los sustratos consistirán en 3 diferentes tratamientos el primero en una mezcla de 70% de abono orgánico o compost a base de residuos pos cosecha y un 30% de tierra esterilizada (T1), el segundo en un sustrato de bosque cercano al CEAD (T2) y el tercero en un sustrato de arena de rio estéril (T3).

Se procederá a la siembra y cuando las plántulas hayan alcanzado una altura de 10 a 12 cm se dará inicio a la aplicación de las labores agronómicas necesarias para 3 tipos diferentes de tratamientos, utilizando como fertilización para los T1 y T3 abonos orgánicos como fuente de nutrición durante las diferentes etapas fenológicas del mismo.

5.1.1.4. Montaje invernadero

Para la instalación del invernadero fue necesario trasportar la plataforma del camión con cama bajas, retroexcavadora por su tamaño y peso desde el municipio del San Martín Meta donde se adquirió hasta Acacias Meta.

Ilustración 3 Montaje Experimental



Fuente: elaboración propia

Seguidamente, a la autorización y asignación del lugar en el CEAD a establecer se procedió al montaje con ayudantes de construcción, se inmunizó la madera con aceite quemado y se realizó la instalación del invernadero, este proceso duro una semana aproximadamente hasta llegar al día de siembra.

Ilustración 4 *Ubicación Plataforma Cultivo*



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5 *Base del techo del invernadero*



Fuente: Elaboración propia

- **Materiales**

- 1 Carrocería de camión
- 20 Llantas recicladas
- 20 Botellas pet
- 20 equipo de venoclisis de micro goteo
- 10 Tubos de PVC
- Madera reciclada
- Plástico para invernadero
- Alambre
- Cinta asfáltica
- material de siembra semillas de tomate Chonto variedad Santa Clara.
- Puntillas
- Pala
- Carretilla
- Sustratos
- Lonas

Ilustración 6 *Materiales utilizados*



Fuente: Elaboración propia

5.2. Desarrollo del proyecto

Para el desarrollo de la investigación se ejecutó un acopio de residuos pos cosecha de diferentes cultivos y plaza, a través de la lectura de fuentes documentales y los conocimientos adquiridos en el desarrollo del programa de agronomía, se realizó la preparación de un abono orgánico tipo compost que se utilizó como uno de los sustratos y su fertilización en un cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), para

analizar los efectos de una nutrición basada en residuos pos cosecha versus agricultura convencional utilizada como testigo y agricultura con fertirriego.

Ilustración 7 Adecuación del techo y sustratos



Fuente: Elaboración propia

Con esta finalidad, se establecieron bajo condiciones controladas de invernadero para asegurar la producción, vigilando las condiciones ambientales como temperatura y humedad. La instalación se realizó dentro de la estructura locativa de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD” en el CEAD Acacias.

Ilustración 8 Montaje invernadero



Fuente: Elaboración propia

5.2.1.1. Siembra

5.2.1.2. Descripción tratamientos y suelos

Para el establecimiento (*Lycopersicum esculentum*), se utilizó como material de siembra semillas de tomate Chonto variedad Santa Clara y se sembró en 3 sustratos diferentes. Los cuales a continuación se describen:

- **T1:** sustrato compuesto por una mezcla de 70% de abono orgánico tipo compost a base de residuos pos cosecha y un 30% de suelo esterilizado. Ver Anexo 1 *Preparación del compost.*

- **T2:** sustrato compuesto por una mezcla de 70% de suelo de bosque y un 30% de cascarilla y materia orgánica. Ver Anexo 2 *Resultado análisis químico de suelos*.
- **T3.** Sustrato compuesto por un 100% de arena de río y fertirriego a base de humus de lombriz líquido y microorganismos eficientes “EM”.

La siembra se realizó directamente en llantas recicladas y el riego se elaboró en material reciclado como botellas de plástico pet y equipo de venocllisis de micro goteo para controlar la humedad durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

Ilustración 9 Riego con botellas pet



Fuente: Elaboración propia

5.3. Mantenimiento

Cuando las plántulas alcanzaron la altura de 10 a 12 cm se dio inicio a la aplicación de tres diferentes labores agronómicas en los 3 diferentes tratamientos:

5.3.1.1. Tratamiento 1

5.3.1.2. Fertilización

Fertilización orgánica basada en lixiviados resultantes de la elaboración del abono pos cosecha, cal y ceniza.

5.3.1.3. En pre siembra

De 8 a 10 días antes del trasplante se agregó compost en los hoyos de las llantas con dosis de 1 kilo por hoyo y 1 kilo en el aporque.

5.3.1.4. Al trasplante

Adicción de caldo súper cuatro al suelo sin colar 0.25 litros por planta y lixiviados 0.25 litros por hoyo.

5.3.1.5. A los 20 d.d.t

Caldo súper 4, aplicado al follaje en dosis de 1 litro con bomba de 20 litros.

Caldo de ceniza, se aplicó después de las podas 1 litro con bomba de 20 litros, al suelo y al follaje.

5.3.1.6. Control de plagas y enfermedades

Se usaron hidrolatos y purines a base de ajo-ají-pringamoza e higuierilla y trichoderma.

5.3.1.7. Tratamiento 2

5.3.1.8. Fertilización

Fertilización convencional o química. Para este procedimiento se usaron hidrolatos y purines a base de ajo-ají-pringamoza e higuierilla y trichoderma.

5.3.1.9. Pre siembra

A los 8 días antes del trasplante se agregó DAP al fondo del hoyo en dosis de 100 gramos por hoyo de 20x20x20 profundidades y se revolvió con la tierra.

5.3.1.10. Al trasplante

Se aplicó urea 100 gramos más DAP 50 gramos por planta y un desinfectante agrodyne en dosis de 60 centímetros por bomba.

5.3.1.11. A los 20 D.D.P.

Se usó un nutrifoliar completo en dosis de 100 centímetros cúbicos por bomba un fungicida carbendazim en dosis de 80 centímetros más un insecticida lorsban 80 centímetros.

5.3.1.12. A los 30 y 50 D.D.T.

Se realizó una aplicación de triple 18 al suelo retirado 10 centímetros del tallo de la planta.

5.3.1.13. Control de plagas y enfermedades

No fue necesario realizar controles.

5.4. Tratamiento 3

5.4.1.1. Fertilización

Fertilización en fertirriego por micro goteo permanente de humus líquido y microorganismos eficientes “EM”.

5.4.1.2. Control de plagas y enfermedades

Se usaron hidrolatos y purines a base de ajo-ají-pringamoza e higuierilla y trichoderma.

5.4.1.3. Tutorado en los tratamientos 1,2 y 3

Se estaco el surco cada 4 metros, se templó un alambre a una altura de 2,5 metros y a este se amarraron las cuerdas, se tutorió la planta cuando tenía 20 centímetros de altura.

5.4.1.4. Poda en los tratamientos 1,2 y 3

5.4.1.5. Poda de formación

Se realizó para decidir el número de tallos que va a tener la planta. Se eliminaron los brotes laterales dejando uno o máximo dos.

5.4.1.6. Poda de yemas y chupones

Se quitaron los chupones antes de que tuvieran 3 centímetros.

5.4.1.7. Podas de hojas bajas

Se quitaron las hojas de la base del tallo antes de que se amarillaran. Esta poda fue manual y se realizó en las horas de la mañana.

5.4.1.8. Aporque o atterrado

Consistió en rodear con tierra la parte del tallo por encima del cuello.

5.4.1.9. Agitación de plantas

Se movió la cuerda del tutorado con el fin de aumentar la polinización y el llenado de los frutos.

5.5. Toma de datos

La toma de datos se realizó dos veces por semana desde el día 20 de Agosto día de siembra hasta el día 6 de Octubre del presente año.

Se analizó porcentaje de germinación, crecimiento y desarrollo, vigor, sanidad en los 3 tratamientos y las observaciones fueron:

Aunque las semillas germinan porque tienen los nutrientes necesarios para hacerlo después de ser humedecidas, (Bravo, Urdaneta, Poliszuk, & Marin, 2006), lo que se observó en campo fue que después de evaluar los porcentajes de germinación, según la textura y nutrientes de los sustratos su vigor y viabilidad variaba de la siguiente manera.

- **Las plántulas del T1:** después de la emergencia hasta la última medición se destacaban por su vigor y sanidad.

Ilustración 10 *Primeras emergencias T1*



Fuente: elaboración propia

- **Las plántulas del T2:** se observó que estaban débiles desde el inicio de la emergencia hasta el final de la investigación.
- **Las plántulas del T3:** Desde el inicio de la siembra se notaron vigorosas y con un crecimiento estable y homogéneo pero no tan relevante como el T1.

Ilustración 11 *Primeras emergencias T3*



Fuente: Elaboración propia

Con el fin de evaluar la respuesta del cultivo a la aplicación o uso de los abonos orgánicos se dispuso de una sección de plantas que fueron cultivadas de manera tradicional a fin de que sirvieran de testigo para evaluar las respuestas a las variables propuestas.

5.6. Resultados observación experimental

5.6.1.1. Resultados obtenidos

5.6.1.2. Porcentaje de germinación:

Para este proceso se tomaron 10 semillas por montaje, para evaluar el porcentaje de germinación, con 4 repeticiones por tratamiento el total de semillas sembradas fueron 40 para cada uno. El conteo se realiza a los 5 días en los cuales se contaron como germinaciones positivas aquellas plantas que emergieron del sustrato.

Tabla 1 Valor más bajo al tratamiento 2

Tratamiento	% Germinación
Tratamiento 1	90%
Tratamiento 2	65%
Tratamiento 3	67,50%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12 Observación de emersión T1 - T2



Fuente: Elaboración propia

En la fase de crecimiento de las plántulas, se tomaron datos 2 veces por semana durante 2 meses y medio aproximadamente; la medida se obtuvo tomando de la base del tallo hasta las últimas hojas (longitud total), Con el conjunto de datos se obtienen graficas de crecimiento por tratamiento y comparativa entre tratamientos.

5.6.1.3. Análisis estadístico

Para el porcentaje de germinación se establece una relación entre las semillas sembradas y las plántula visibles para obtener un promedio por tratamiento.

Se realizan dos análisis de varianza para todos los tratamientos aplicados con los datos de crecimiento de las plantas en las semanas 5 y 10 de la investigación. Para realizar ese análisis se utiliza el programa Statgraphics Centurión.

En la Tabla 2 *porcentaje de germinación* se presenta la información para porcentaje de germinación donde el valor más alto corresponde al tratamiento 1 y el valor más bajo al tratamiento 2.

Tabla 2 *porcentaje de germinación*

T1	90%
T2	65%
T3	67%

Fuente: Elaboración propia

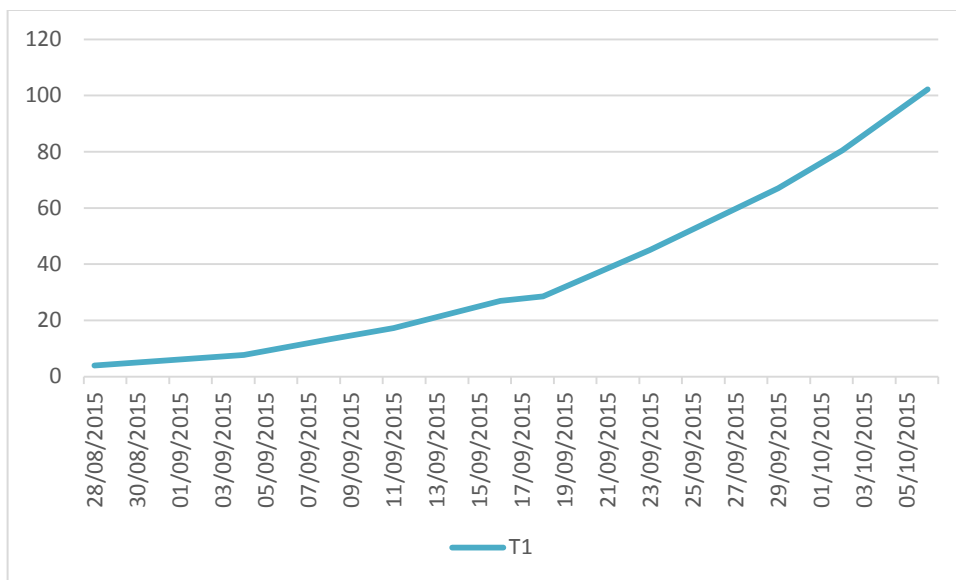
Para las plantas bajo el tratamiento T1 se iniciaron las mediciones con 4 cm de altura, el crecimiento las primeras 3 semanas estuvo entre 3 y 5 cm, la semana número 4 se presentó un crecimiento de 9,7 cm, durante la semana siguiente el crecimiento bajo a 1 cm y finalizó las últimas 4 semanas con valores que superaron los 15 cm; los picos de crecimiento coinciden parcialmente con los días posteriores a las aplicaciones de abonos orgánicos resaltando que la asimilación de estos es más lenta.

Ilustración 13 *Desarrollo T1*



Fuente: Elaboración propia

Grafica 1 Crecimiento para el T1



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 Datos crecimiento para el T1

T1	28/08/2015	4/09/2015	8/09/2015	11/09/2015	16/09/2015	18/09/2015	23/09/2015	29/09/2015	2/10/2015
R1	4	7	12	18	27	28	37	58	64
R2	4	8	14	16	26	29	58	80	100
R3	4	8	13	17	28	28	45	70	83
R4	4	8	14	18	27	29	40	60	75

Fuente: Elaboración propia

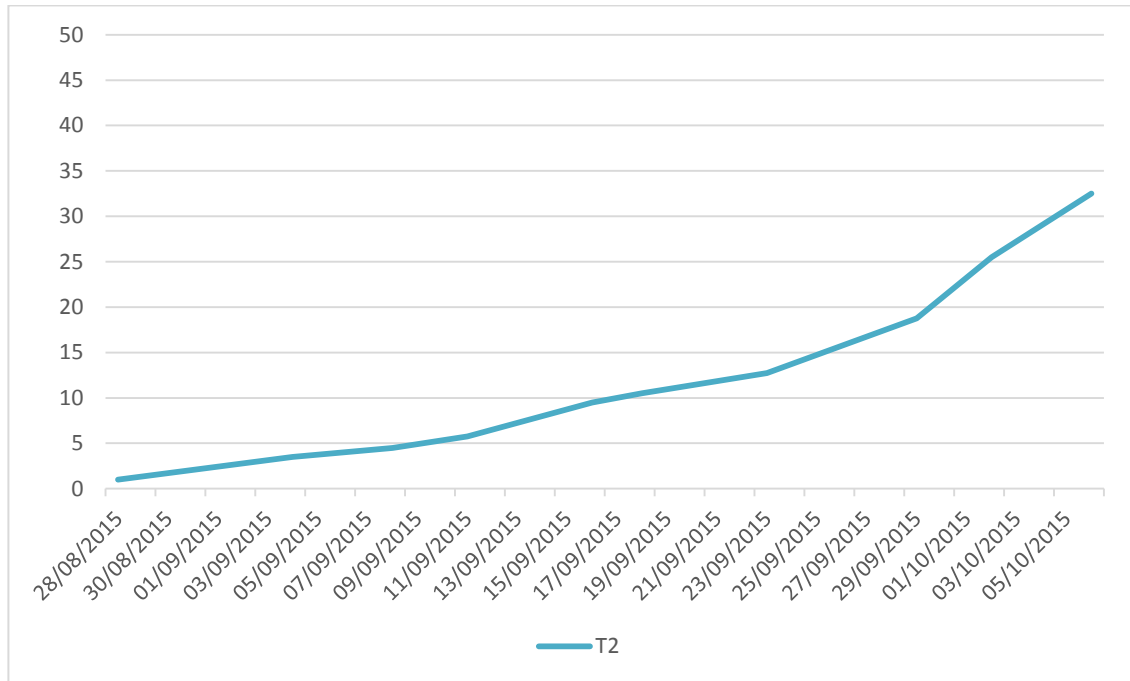
Para las plantas bajo el tratamiento T2 se iniciaron las mediciones con 1 cm de altura, el crecimiento las primeras 3 semanas estuvo entre 1 y 2,5 cm, la semana número 4 se presentó un crecimiento de 3,75 cm, durante la semana siguiente el crecimiento bajo a 1 cm, la semana siguiente a esta el crecimiento registrado fue de 2,5 cm y finalizó las últimas 3 semanas con valores cercanos a 6 cm; los picos de crecimiento coinciden parcialmente con los días posteriores a las aplicaciones de abonos convencionales pero son significativamente menores que los picos registrados para el tratamiento 1.

Ilustración 14 *Desarrollo T 2*



Fuente: Elaboración propia

Grafica 2 Crecimiento parte T2



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Datos desarrollo T 2

T2	28/08/2015	4/09/2015	8/09/2015	11/09/2015	16/09/2015	18/09/2015	23/09/2015	29/09/2015	2/10/2015
R1	1	3	4	6	10	11	13	20	29
R2	1	4	5	6	9	10	12	17	20
R3	1	3	4	5	10	11	14	20	28
R4	1	4	5	6	9	10	12	18	25

Fuente: Elaboración propia

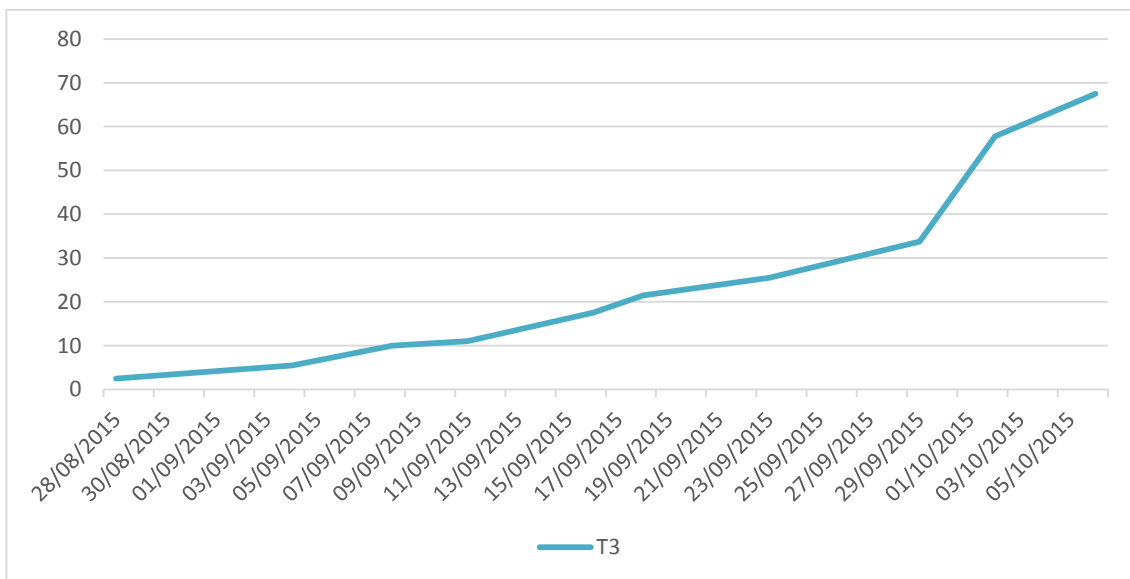
Para las plantas bajo el tratamiento T3 se iniciaron las mediciones con 2,5 cm de altura, el crecimiento registrado las primeras 2 semanas fue de 3 y 4,5 cm, la semana número 3 se presentó un crecimiento de 1 cm, las siguientes tres semanas se incrementó y estuvo entre 4,5 y 6 cm, las últimas tres semanas aumento el crecimiento hasta llegar a 24 cm la semana número 9, luego decreció a 9,75 cm.

Ilustración 15 *Desarrollo T3*



Fuente: Elaboración propia

Grafica 3 Crecimiento para el T3



Fuente: Elaboración propia

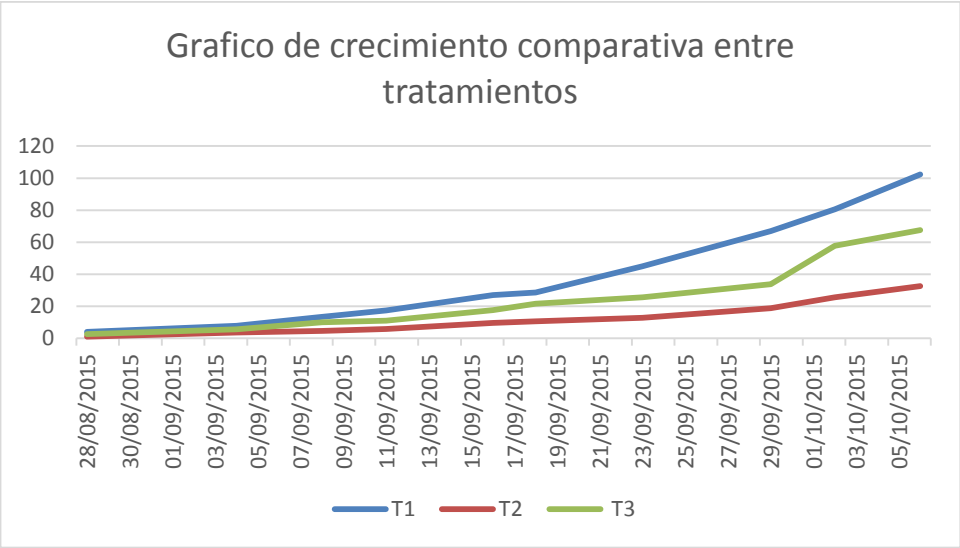
Tabla 5 Datos crecimiento para el T3

T3	28/08/2015	4/09/2015	8/09/2015	11/09/2015	16/09/2015	18/09/2015	23/09/2015	29/09/2015	2/10/2015
R1	2	5	10	10	16	20	25	33	56
R2	3	6	9	11	17	21	24	34	57
R3	2	6	10	12	18	23	26	33	58
R4	3	5	11	11	19	22	27	35	60

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica de crecimiento comparativo de los 3 tratamientos se observa que las plantas bajo el T1 tienen un crecimiento más rápido en menor tiempo, las plantas con menor tasa de crecimiento son las que se les aplicó el T2.

Grafica 4 Crecimiento comparativa entre tratamientos



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16 *Crecimiento, vigor y sanidad exitosa en el T1*





Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Crecimiento y desarrollo T 2



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17 Crecimiento y desarrollo T 3



Fuente: Elaboración propia

5.7. Análisis de resultados

Para el porcentaje de germinación se evidencia que el tratamiento 1 da mejores resultados de germinación para los primeros días, esto puede deberse a la composición rica en nutrientes del sustrato utilizado y a su textura, cabe resaltar que la especie utilizada (*Lycopersicon esculentum*) germina en condiciones adversas, incluso en sustratos poco usuales como el algodón, la viabilidad de las plantas no está

relacionada con su éxito de germinación y depende de forma directa con los nutrientes presentes en el sustrato y condiciones ambientales.

Al aplicar la ANOVA para los 3 tratamientos en la semana número 5 se obtiene un valor de P de 0,00, Esta prueba se utiliza para establecer diferencias significativas entre tratamientos. Se adjunta StatAdvisor producido por el paquete estadístico utilizado. Si existe diferencia significativa para el crecimiento de las plantas bajo los 3 tratamientos a este nivel.

Tabla 7 ANOVA para Col_1 por Col_2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	614,0	2	307,0	345,38	0,0000
Intra grupos	8,0	9	0,888889		
Total (Corr.)	622,0	11			

Fuente: Elaboración propia

Al aplicar la ANOVA Para la semana 10 se obtiene diferencia significativa para el crecimiento de las plantas bajo los 3 tratamientos, la P tiene un valor de 0,0001, Se adjunta StatAdvisor producido por el paquete estadístico utilizado.

Tabla 8 ANOVA para Col_3 por Col_4

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	9730,17	2	4865,08	29,29	0,0001
Intra grupos	1494,75	9	166,083		
Total (Corr.)	11224,9	11			

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

- ✓ Se considera de importancia brindar una solución efectiva al manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos pos cosecha e incorporarlos en el sistema productivo como abonos, esto contribuye a mitigar impactos ambientales negativos y aporta económicamente a los productores reduciendo gastos por la compra de abonos y fertilizantes e incrementa la productividad de los cultivos.
- ✓ Se observaron los efectos de los diferentes tipos de nutrición en el desarrollo que se presentó teniendo en cuenta los niveles nutritivos de los sustratos, la evolución de las plántulas de acuerdo al tipo de fertilizante.

Los medios de crecimiento comerciales que tradicionalmente se utilizan en los invernaderos para el desarrollo de especies vegetales, pueden llegar a ser sustituidos por mezclas orgánicas que incluyan diversos niveles de residuos pos cosecha.

- ✓ El trabajo realizado evidenció la eficiencia del uso de la producción orgánica en el desarrollo del cultivo de tomate bajo invernadero como aporte a una producción limpia e inocua garantizando un exitoso desarrollo, sanidad, vigor y cuidado del medio ambiente.

Recomendaciones

- ✓ Incentivar la investigación en sustitución de productos químicos por productos orgánicos y reciclaje de residuos agrícolas para disminuir costos de producción e impactos ambientales.

Anexos

Anexo 1 Preparación del compost

✓ **El compost**

La palabra compost proviene del latín y significa “puesto junto” y básicamente significa el proceso a través del cual se obtiene un fertilizante en forma de humus, mediante la descomposición bioquímica de los desechos orgánicos, en este caso residuos pos cosecha.

El compost bien maduro aporta al suelo elementos nutritivos, que mejoran la capacidad de retención de la humedad y favorecen el drenaje y la aireación facilitando el desarrollo radicular.

El compost no aporta solo materia orgánica al suelo, lo vivifica y estimula la proliferación de los microorganismos “útiles” que elaboran los antibióticos, las auxinas y sustancias que benefician los cultivos creando una simbiosis.

Para la elaboración del compost a base de residuos pos cosecha se tuvo en cuenta:

- **Aireación:**

Proceso de descomposición de la materia orgánica y su transformación en humus realizada por los microorganismos aeróbicos que requieren oxígeno para realizar dicha actividad.

- **Humedad:**

Se reguló la humedad para evitar la fermentación anaeróbica que produce como resultado sustancias tóxicas a los microorganismos y las plantas, la humedad se manejó entre 40% y 60% conservándolo bajo techo.

- **PH:**

El rango ideal para la actividad de los microorganismos aeróbicos está entre 6.5 – 8, para evitar que a través de los ácidos orgánicos rebajara el pH se adicione fuentes cálcicas.

- **Componentes del compost a base de residuos pos cosecha :**

- **Material vegetal.**

Se recolecto gran cantidad de contenido de materia orgánica y material vegetal en dos fincas productoras de plátano y cítricos, en distintas plazas de mercado se recolecto frutas y verduras en buenas condiciones nutricionales pero con aspecto externo no agradable para la venta destinada al compostaje.

Después de una selección y desinfección previa para evitar la contaminación y proliferación de bacterias que nos afecten el cultivo. Se procedió a un secado y picado del material, mezclo con un 30 % de tierra estéril para mejorar la textura del resultado final.



- **Pasó a paso de la elaboración:**

1. Se reunieron todos los materiales vegetales y pos cosecha.
2. Se ubicaron en un sitio facilitado por la colonia penal de Acacias bajo sombrío.
3. Se depositó ordenadamente los materiales comenzando por una base de hojarasca.
4. Se agregó una capa de estiércol y una capa de una mezcla entre cal y ceniza.
5. Se agregó Microorganismos Eficientes “EM”.
6. Se hicieron capas sobre capas hasta terminar con hojarasca.
7. Se realizaron volteos cada 3 días para mejorar la aireación durante un mes de maduración hasta el punto de apariencia de tierra.

- **Cantidades utilizadas:**


- 100 kg de Material vegetal (hojas de ahuyama, hojas de yuca).
- 50 kg de Material pos cosecha
- 10 kg Raquis da plátano.
- 10 kg Vástago de plátano
- 5 kg Cítricos de menor tamaño
- 10 kg Bananos, manzanas, peras,papas,yuca,muy maduros
- Restos de Podas higuera y cajeto.
- 100 litros de agua

Anexo 2 Resultado análisis químico de suelos

		UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-GAA-92																							
		PROCESO GESTION DE APOYO A LA ACADEMIA FORMATO ENTREGA DE RESULTADO ANALISIS QUIMICO DE SUELOS		VERSIÓN: 1	PAGINA: 1 de 1																						
				FECHA:																							
				VIGENCIA:																							
SOLICITANTE: LINA SUESCUN		FINCA:		VEREDA:																							
MUNICIPIO: ACACIAS		DEPARTAMENTO: META		Fecha de recibido Día Mes Año 31 08 2015																							
Muestra Lab. No.	Ident. de campo	Text. Tacto	M.O. %	P. ppm	pH	CACIONES meq/100g suelos					CACIONES (ppm)																
787	Orgánico	MO	16.1	298.7	7.9	Al	Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	B	S	0.50	10.50	15.00	35.00	3.50	4.05	46.25	177.50	72.50	1.22	331.7
CULTIVO: Tomate		NOTA: Consulte al Ingeniero Agrónomo de la zona.																									
M.O. Walkley black S: Fosfato monobásico de calcio Cationes: AcNH ₄ 1N pH 7.0 Elementos Menores: DTPA. Al: KClIN		B: en frío HCL 0.05 M P: Bray II pH 1:1 (Suelo : Agua)		 SERGIO DAVID PARRA Director Laboratorio de Suelos																							
						Fecha de entrega																					
						Día Mes Año					14 09 2015																

Fuente: Universidad de los Llanos

Anexo 3 Formato entrega de resultado análisis químico de suelos

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-GAA-92		
			VERSIÓN: 1	PAGINA: 1 de 1	
	PROCESO GESTION DE APOYO A LA ACADEMIA		FECHA:		
	FORMATO ENTREGA DE RESULTADO ANALISIS QUIMICO DE SUELOS		VIGENCIA:		

Fecha de recibido		
Día	Mes	Año
31	08	2015

SOLICITANTE: LINA SUESCUN					FINCA:					VEREDA:						
MUNICIPIO: ACACIAS					DEPARTAMENTO: META											
Muestra Lab. No.	Ident. de campo	Text. Tacto	M.O. %	P. ppm	pH 1:1	CATIONES meq/100g suelos					CATIONES (ppm)					
						Al	Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	B	S
788	Bosques UNAD	FA	2.4	33.4	4.2	3.80	0.20	0.01	0.11	0.03	1.25	518.75	8.35	0.90	0.40	7.06
CULTIVO: Tomate					NOTA: Consulte al Ingeniero Agrónomo de la zona.											

M.O. Walkley black S: Fosfato monobásico de calcio Cationes: AcNH ₄ , 1N pH 7.0 Elementos Menores: DTPA. Al: KClN	B: en frío HCL 0.05 M P: Bray II pH 1:1 (Suelo : Agua)	 SERGIO DAVID PARRA Director Laboratorio de Suelos	Fecha de entrega		
			Día	Mes	Año
			23	09	2015

NashP.

Km. 12 vía Puerto López, Vereda Barcelona, Tel. (098) 6616800, ext. 119; Villavicencio - Meta
E-Mail laboratoriodesuelos@unillanos.edu.co

Fuente: Universidad de los Llanos

Bibliografía

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (23 de 03 de 2011). Norma Técnica NTC 5167. *PRODUCTOS PARA LA INDUSTRIA AGRÍCOLA. PRODUCTOS ORGÁNICOS USADOS COMO ABONOS O FERTILIZANTES Y ENMIENDAS O ACONDICIONADORES DE SUELO*. Bogotá D.C., Colombia.
- Agüero, D. R., & Alfonso, E. T. (2014). Revisión bibliográfica. GENERALIDADES DE LOS ABONOS ORGÁNICOS: IMPORTANCIA DEL BOCASHI ALTERNATIVA NUTRICIONAL PARA SUELOS Y PLATAS. En *Cultivos Tropicales* (págs. 35 (4), 52-59).
- Alcaldía de Acacia- Meta. (2006). *Agenda Ambiental - "Unidos por la ciudad y el campo que queremos" 2008-2016*. Villavicencio: CORMACARENA.
- Bravo, C. F., Urdaneta, N. S., Poliszuk, H., & Marin, M. (2006). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mil) cv Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23.
- Constitución Política de Colombia. (s.f.).
- Constitución Política de Colombia. (6 de julio de 1991). Título 2 Capítulo 3. *de los derechos colectivos y del medio ambiente. Artículo 79*. Bogotá D.C.
- Cumbre Mundial Sobre Alimentación. (1996). *Cumbre Mundial Sobre Alimentación*.
- FAO. (09 de 2015). <http://www.fao.org/home/es/>. Obtenido de <http://www.fao.org/faoterm/es/>: <http://www.fao.org/contact-us/terms/es/>
- Gobernación de Meta. (2004). *El Meta, Territorio un Territorio de Oportunidades*. Villavicencio. http://www.ghcia.com.co/plm/src/productos/3559_63.htm. (2015).
- IDEAM. (1999). Estación Barbacal.
- Jardín Botánico de Bogotá. (2007). Agricultura Urbana. *CARTILLA TÉCNICA AGRICULTURA URBANA (JARDÍN BOTÁNICO)*, 7.
- Legall, D., & Valenzuela. (2008). Valorización - Fruits - In, A.W.
- Núñez Camargo, D. W. (2012). *Uso de residuos agrícolas para la producción de biocombustible en el departamento del Meta*. Villavicencio.

- Oeser, M. (2015). *El Cultivo del Tomate*. Obtenido de CultivoTomate.com:
<http://www.cultivotomate.com/como-cultivar-tomate-requerimientos-enfermedades-y-plagas/>
- Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PNSAN) 2012 – 2019. (17 de diciembre de 2012).
www.osancolombia.gov.co/doc/pnsan.pdf. Recuperado el 30 de Septiembre de 2015, de
<http://www.osancolombia.gov.co/doc/pnsan.pdf>
- PNSAN 2012-2019. (17 de Diciembre de 2012). *Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional 2012-2019*. Bogotá D.C.: Colombia, Presidencia de la República de.
- Publicaciones Semana S.A. (2015). Seguridad, Soberanía Alimentaria. *Semana Sostenible*. Obtenido de
<http://sostenibilidad.semana.com/ediciones/articulo/seguridad-soberania-alimentarias/31416>.
- Roman P, M., & Pantoja, A. (2013). *www.fao.org*. (M. d. agricultor, Productor) Obtenido de
<http://www.fao.org/docrep/019/i3388s.pdf>: <http://www.fao.org/docrep/019/i3388s.pdf>
- S.A., Biblioteca Técnica Servicios y Almacigos. (s.f.). *El Cultivo del Tomate*. Serena, IV Region de Coquimbo, Chile.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería. (2008). Desarrollo Rural y Pesca (SAGARPA). *Valorization - Fruits - In A.W.*
- Secretaría de Gobierno de Bogota. (2007). Agricultura Urbana. *Cartilla Técnica Agricultura Urbana*, 7.
- Sepulveda , L., & Alvarado, J. (2013). *www.metropol.gov.co*. (M. d. Compostaje, Productor) Obtenido de
<http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/Manual%20Compostaje.pdf>:
<http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/Manual%20Compostaje.pdf>
- Valorization - Fruits-in. A.W. (2008). Valorización de residuos agroindustriales- Frutas en Medellín y el sur del Valle de Aburra Colombia. *Valorization - Fruits-in. A.W.*, 61 (1).