

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA**



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**ESCUELA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**TÍTULO:**

DESARROLLO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*)  
VARIEDAD AIRTON CON MANEJO AGROECOLÓGICO Y SISTEMA  
TRADICIONAL CON QUÍMICO EN LA PROVINCIA DE MORONA  
SANTIAGO CANTÓN PALORA.

**AUTOR:**

FREDY GEORJE ZUMBA HARO

**DIRECTOR:**

DR. REINALDO DEMESIO ALEMAN PEREZ

**PASTAZA – ECUADOR**

**2016**



## **DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO**

Yo, Fredy Georje Zumba Haro con cédula de ciudadanía No. 1600561151 en calidad de autor del proyecto: “DESARROLLO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) VARIEDAD AIRTON CON MANEJO AGROECOLÓGICO Y SISTEMA TRADICIONAL CON QUÍMICO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO CANTÓN PALORA” declaro lo siguiente:

Que el proyecto es de mi autoría, y que en su formulación se han respetado las normas legales y reglamentos pertinentes para la Estructura y Formato de Presentación para el Proyecto de Investigación y Desarrollo en la Unidad de Titulación Especial.

Que el mencionado proyecto fue desarrollado con mi participación y con la tutoría del Dr. Reinaldo Alemán bajo un proyecto de investigación aprobado por el consejo universitario de la UEA en consecuencia, los resultados y productos de la investigación serán de responsabilidad única, respecto a su contenido, veracidad y alcance científico.

De conformidad al principio de Buena Fe establecido en el Reglamento de Propiedad Intelectual, garantizo que en dicho proyecto se respetarán los derechos intelectuales de terceros y que por consiguiente cedo mis derechos a la Universidad Estatal Amazónica para que esta haga uso de esta investigación como creeré conveniente.

En consecuencia, para asuntos legales, la Universidad Estatal Amazónica estará exenta de culpa y libre de cualquier responsabilidad.

Puyo 25 de Abril de 2016

.....  
**Fredy G. Zumba Haro**

**C.I: 1600561151**

## **CERTIFICACIÓN**

En mi condición de Director de Tesis, certifico que el señor Fredy Georje Zumba Haro, ha desarrollado el Proyecto de Investigación y Desarrollo titulado “DESARROLLO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) VARIEDAD AIRTON CON MANEJO AGROECOLÓGICO Y SISTEMA TRADICIONAL CON QUÍMICO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO CANTÓN PALORA”, observando las disposiciones institucionales, metodológicas y técnicas, que regula esta actividad académica, porque autorizo al mencionado señor estudiante que reproduzca el documento definitivo, presente a las Autoridades del Departamento de Ciencias de la tierra proceda a la exposición de su contenido.

Dr. Reinaldo D Alemán Pérez

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE  
SUSTENTACIÓN**

**PRESENTACION DEL TEMA:**

Desarrollo del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad  
Airton con manejo agroecológico y sistema tradicional con químico  
en la provincia de Morona Santiago cantón Palora.

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

-----  
Dr. C. Yoel Rodríguez Guerra  
Presidente del tribunal

-----  
Dr. C. Javier Domínguez Brito

-----  
Ms.C. Sandra Soria Re

## **Agradecimiento**

Primeramente agradecer a Dios por la vida y permitirme haber culminado mis estudios de tercer nivel con muchas alegrías durante todo este tiempo de trabajo.

De manera muy afectuosa a todas las personas que de uno u otro modo colaboraron de manera directa e indirecta para la finalización de este trabajo investigativo.

A todos mis profesores de nacionalidad ecuatoriana y cubana que estuvieron al frente de este proceso educativo, enseñando y transmitiendo sus mejores enseñanzas. También al Dr. Reinaldo D. Alemán P. en docencia superior e investigador de la Universidad Estatal Amazónica quien acepto ser Director de mi Proyecto de Investigación y Desarrollo. Al Dr. Javier Domínguez y Dr. Luis Bravo por su ayuda para el desarrollo de esta investigación

## **Dedicatoria**

Dedico de manera especial a mi esposa Jesica Hidalgo por ser un apoyo fundamental en la finalización de este trabajo investigativo, sentó en mi las bases de responsabilidad y deseos de superación, siendo un ejemplo de admiración y amor hacia nuestros hijos por sus virtudes infinitas que en su corazón conlleva.

A mi Madre por el apoyo entregado en los momentos más difíciles.

A mi Padre y mis hermanos que son personas que me han ofrecido su apoyo en todo momento.

## RESUMEN

La investigación fue realizada en la compañía ecuatoriana del Te (CETCA) perteneciente al cantón Palora, provincia de Morona Santiago. Que tuvo como objetivo principal estudiar el desarrollo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Airton con manejo agroecológico y sistema tradicional con químico en condiciones de cubierta de plástico de invernadero con la incorporación de abonos orgánicos y aplicación de productos biológicos para el manejo agroecológico y productos sintéticos para el manejo tradicional. Se evaluaron los indicadores morfológicos, fisiológicos y componentes de rendimiento de plantas de tomate que cumplieran competencia intraespecífica perfecta. Se observa que los componentes morfológicos tienen un buen desarrollo, así mismo, los componentes de rendimiento muestran producciones aceptables para condiciones de la Amazonia ecuatoriana en comparación a otras regiones.

Palabras claves: Agroecología, *Solanum lycopersicum* , Amazonia.

## ABSTRACT

The research was conducted in the Ecuadorian company Te (CETCA) belonging to the canton Palora, Morona Santiago province. Which main objective was to study the development of tomato (*Solanum lycopersicum*) variety Airton with agro-ecological management and traditional system with chemical conditions of plastic cover greenhouse with the incorporation of organic fertilizers and application of biological products for the agro-ecological management and synthetic products for traditional management. morphological, physiological and component performance indicators met tomato plants were evaluated perfect intraspecific competition. It is noted that the morphological components have a good development, likewise, yield components show productions acceptable conditions of the Ecuadorian Amazon compared to other regions.

Keywords: Agroecology, *Solanum lycopersicum*, Amazonia

## TABLA DE CONTENIDOS

|   |            |
|---|------------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN.</b> -----                                   | <b>11</b>  |
| <b>1.1. Problema.</b> -----                                     | 144        |
| 1.2 Hipótesis de la investigación.-----                         | 144        |
| 1.3 Objetivos.-----   | 144        |
| 1.3.1 Objetivo general.-----                                    | 144        |
| 1.3.2 Objetivos específicos.-----                               | 144        |
| <b>II. FUNDAMENTACION TEORICA DE LA INVESTIGACIÓN.</b> -----    | <b>155</b> |
| 2.1 El cultivo de tomate.-----                                  | 155        |
| 2.1.1 Generalidades.-----                                       | 155        |
| 2.1.2 Taxonomía.-----   | 155        |
| 2.1.3 Descripción Botánica.-----                                | 167        |
| <b>2.1.4 Variedades.</b> -----                                  | 177        |
| <b>2.1.5 Exigencias ecológicas del cultivo de tomate.</b> ----- | 177        |
| <b>2.1.6 Labores preculturales.</b> -----                       | 188        |
| <b>2.1.7 Labores culturales.</b> -----                          | 188        |
| <b>III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.</b> -----              | <b>20</b>  |
| 3.1. Localización y duración del experimento.-----              | 20         |
| 3.2 Tipo de Investigación.-----                                 | 21         |
| <b>3.3 Métodos de investigación.</b> -----                      | 21         |
| 3.4 Diseño de la Investigación-----                             | 21         |
| <b>3.4.1 Variables evaluadas</b> -----                          | 23         |
| 3.5 Tratamiento de los datos-----                               | 25         |
| 3.6 Recursos humanos y materiales-----                          | 25         |
| 3.6.1 Recursos humanos-----                                     | 25         |
| 3.6.2 Recursos materiales-----                                  | 25         |
| <b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</b> -----                         | <b>26</b>  |
| <b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> -----                  | <b>37</b>  |
| 5.1 Conclusiones-----   | 37         |
| 5.2 Recomendaciones-----  | 37         |
| <b>VI. BIBLIOGRAFIA.</b> -----                                  | <b>38</b>  |
| <b>VII. ANEXOS</b> -----  | <b>41</b>  |

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento, y en menor proporción al aumento de la superficie. Es cultivado en muchas zonas, con amplia variabilidad de condiciones de clima y suelo, aunque se cultiva principalmente en climas secos, tanto para producción en estado fresco como para uso agroindustrial (Escalona *et al.* 2009)

Desde que el hombre comenzó a practicar la agricultura, fundamentalmente para su sustento, tuvo que enfrentar a las plagas y enfermedades que destruyen los cultivos (Iniaft, 2010). Los productos sintéticos destinados a controlar plagas y enfermedades en los vegetales han tenido un rol fundamental en el incremento de la producción agrícola. Sin embargo, el uso continuo e indiscriminado de estas sustancias, no sólo ha causado enfermedades y muertes por envenenamiento a corto y largo plazo, sino también ha afectado al ambiente, acumulándose por bioconcentración en los distintos eslabones de la cadena alimenticia, en el suelo y en el agua (Bisset, 2002).

El cultivo de tomate es un cultivo muy susceptible al ataque de plagas, en especial la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), ocasionando pérdidas importantes que pueden llegar hasta el 90% de su producción total (Ruiz y Medina, 2001).

Según la FAO (2012) citado por Hortoinfo (2015) menciona que “China es el principal productor mundial con 50,12 millones de toneladas, el 23,75% del total mundial. El segundo lugar lo ocupa India con 17,5 millones de toneladas (8,29%), Estados Unidos en la tercera posición con 13,21 millones de toneladas (6,26%). España ocupa la octava posición con una producción de 4,01 millones de toneladas, el 1,9 por ciento de la producción mundial de tomate fresco” esto representa a 211 millones de toneladas a nivel mundial.

El tomate es originario de México, Perú y Ecuador, donde se encuentran diversas variedades silvestres. A la llegada de los españoles el tomate formaba parte de los huertos de hortalizas de América del Sur. Actualmente, el tomate es la hortaliza más popular y aceptada en la cultura gastronómica de la mayoría de los países. A nivel mundial se rebasan los 3 millones de hectáreas cosechadas de tomate anualmente, con una producción

promedio que fluctúa alrededor de los 86 millones de toneladas por año. México ocupa la novena posición en producción de tomate y es el tercer país exportador de esta hortaliza. En el periodo 1997/2001 la superficie promedio anual sembrada de tomate en México fue de 79,984 hectáreas. En el mismo periodo, la superficie cosechada fluctuó alrededor de las 76,140 hectáreas anuales. En promedio, la producción de tomate registrada fue de 2'140,119 toneladas por año (Cofupro, 2003).

En el Ecuador existen 1353 hectáreas de tomate sembradas en las cuales como cultivos solos existen 1220 ha y asociadas con otros cultivos 133 ha. Y su producción alcanza a 13121 Tm. En la Región de la serranía ecuatoriana se registran datos de 1098 ha. Mientras que en la Costa 255 ha. En la Región Amazónica del Ecuador (RAE) no existen cultivos en la producción de tomate (INEC ,2013).

De manera general, y en la provincia de Pastaza, particularmente, hay poca cultura de sembrar y consumir especies hortícolas. Los vegetales que se consumen provienen de la sierra lo cual hace que los precios de venta sean elevados (Alemán, 2014). En el cantón Palora, provincia de Morona Santiago los pocos productores de tomate en la región carecen de información sobre los sistemas de producción de esta especie y generalmente para el control de plagas utilizan productos químicos, motivados por los buenos resultados que obtienen con los productos químicos en el manejo fitosanitario del cultivo de la pitahaya (*Stenocereus thurberi*), que resulta la base de la producción agrícola.

Sin embargo, el uso de insecticidas vegetales se vislumbra como una estrategia idónea para el uso por los pequeños productores, y cuyo éxito permitiría una producción económicamente rentable y ambientalmente sostenible.

Si bien hay que tener en cuenta que el cultivo del tomate en la RAE ocupa pocas áreas, dado por las condiciones climáticas imperantes (altas precipitaciones y humedad relativa, poca luminosidad) y por ser un cultivo muy delicado en cuanto al ataque de plagas y enfermedades, se considera que con bases de manejo agroecológicos eficientes se podría alcanzar un alto rendimiento en comparación con el manejo tradicional que usa productos sintéticos.

Por tanto, es necesario investigar sobre las ventajas que ofrecen los productos agroecológicos en condiciones amazónicas teniendo en cuenta la importancia de este cultivo y la alta contaminación que genera el manejo tradicional con el fin de controlar las

plagas y disminuir el uso de productos sintéticos que afectan al ambiente para obtener una producción más limpia y sustentable.

## **1.1. Problema**

La Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) posee limitada experiencia en la producción de tomate en condiciones de invernadero con manejo agroecológico y no se dispone de resultados científicos que fundamenten la adopción de un sistema productivo para sustituir los productos químicos en el sistema de producción y contribuir con ello al cambio de la matriz productiva.

## **1.2 Hipótesis de la investigación**

Es posible la producción de tomate con buenos rendimientos y desarrollo general del cultivo en el cantón Palora, provincia de Morona Santiago, a través del manejo agroecológico que incluye la utilización de productos biológicos para el control de plagas.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Estudiar el comportamiento morfo fisiológico y productivo de la variedad de tomate Airton en la provincia de Morona Santiago, cantón Palora, bajo condiciones de producción agroecológica y sistema tradicional con químico.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Evaluar los indicadores morfológicos y fisiológicos del cultivo de tomate en condiciones de producción agroecológicas y químicas
- Determinar los componentes del rendimiento del cultivo de tomate en condiciones de producción agroecológicas y químicas
- Obtener información científica que permita hacer sugerencias sobre la producción de tomate en estas condiciones

# I. FUNDAMENTACION TEORICA DE LA INVESTIGACIÓN

## 2.1 El cultivo de tomate

### 2.1.1 Generalidades

Según AgroEs (s.f.) el tomate es originario de América del sur de manera especial de Ecuador, Chile y Perú que después de los años se extendería por todo el continente americano, antiguamente se utilizaba como una planta ornamental por sus características fisiológicas.

En la actualidad es un fruto de interés mundial debido a su alta cantidad de vitaminas, siendo así este, un producto no sustituible en el mercado y de mayor importancia en la industrialización del mismo, debido a la transformación que se lo realiza como es el zumo, conservas, salsas, entre otros.

### 2.1.2 Taxonomía

Tabla 1: Clasificación taxonómica del tomate

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| Reino       | Vegetal             |
| Subreino    | Embryophyta         |
| División    | Tracheophyta        |
| Subdivisión | Dterosida           |
| Clase       | Angiosperma         |
| Subclase    | Dicotyledonea       |
| Orden       | Tubiflorales        |
| Familia     | Solanacea           |
| Genero      | <i>Solanum</i>      |
| Especie     | <i>Lycopersicum</i> |

Fuente: Elaboración propia a partir de Mateus (2013)

### **2.1.3 Descripción botánica.**

InfoAgro (2012), describe botánicamente al tomate de la siguiente manera.

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 esenciales de la planta para su desarrollo fisiológico).

Tallo principal: En las plantas jóvenes el tallo es erguido y cilíndrico, a medida que esta crece se vuelve anguloso. Presenta tricomas en la mayor parte de sus órganos y glándulas que segregan una sustancia de color verde aromática. Los tallos secundarios 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 (Sañudo, 2013)

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 (CDIH, 2004)

Flor: Es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos 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 racimoso (dicasio). Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Agrororganics, 2013).

Fruto: 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 (Reyes 2009).

#### **2.1.4 Variedades**

Las exigencias ambientales en cuanto a las condiciones climáticas nos permiten pensar en la obtención de una variedad de tomate que tengan características importantes como las de crecimiento indeterminado, entre nudos cortos, y buena actitud para el cuaje y formación de los frutos. La regularidad en la producción de racimos de 6 a 8 flores y frutos de tamaño mediano con una coloración uniforme roja, compacta, sabrosa y apta para el almacenamiento, es el interés en la actualidad.

En la actualidad existen una amplia gama de variedades resistentes a las enfermedades, en las cuales el consumidor es el que va a seleccionar en dependencia de las condiciones locales y las necesidades del productor y el mercado.

Para cultivos protegidos es recomendable el uso de híbridos F1, debido a su eficiencia en la producción, resaltando sus dos características principales que son de abundancia, tempraneras y resistentes a distintas enfermedades.

Las variedades "Noria" y "Elcy", ambas VF2N, son aconsejables para zonas afectadas por enfermedades del suelo y para las zonas donde pueden existir problemas de sanidad el de mejor rentabilidad es la variedad "Carmelo" que es de mayor tamaño.

Las variedades "Vemone" (Tm) y "Amphora" (VFC5Tm), son de mucha apreciación sobre todo para los productores que tratan los racimos como fitorreguladores, debido a que sus frutos son menos susceptibles a deformaciones.

En dependencia a las regiones se las puede cultivar en preferencia "Daniela", "Arletta", "Royesta", "Tenor", "Cobra".

Para los tipos de crecimiento determinado es recomendable "Luca", "Quatuor", "Balca", y sobre todo "Prisca"(FAO, 2002).

#### **2.1.5 Exigencias ecológicas del cultivo de tomate**

**Temperatura:** 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 (Mateus, 2013).

**Humedad:** La humedad relativa óptima oscila entre un 60 y 80 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores (Mateus, 2013).

**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 (Mateus, 2013).

**Clima:** El tomate es una especie de estación cálida razonablemente tolerante al calor y a la sequía y sensible a las heladas. Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. Aunque se produce en una amplia gama de condiciones de clima y suelo, prospera mejor en climas secos con temperaturas moderadas (Monardes, 2009).

### **2.1.6 Labores preculturales**

**Preparación del terreno:** El cultivo de tomate no es muy exigente en cuanto a labores estrictas de acondicionamiento debido a que se desarrolla en suelos sueltos de textura franco arcillosa – franco arenosa y arcillo arenosa ricos en materia orgánica y con pendientes que eviten la saturación del suelo.

Las labores de arar, cruzar y nivelar el suelo, para dejarlo acorde a las exigencias del cultivo se lo debe realizar 15 días antes del trasplante, así de esta manera el suelo quedaría suelto, mullido y libre de terrones (AAIC, 2003).

### **2.1.7 Labores culturales**

Según la FAO (2010), detalla las labores culturales en el cultivo de tomate bajo invernadero que se detallan a continuación:

**Poda de formación:** Es de gran importancia en variedades que tienen un crecimiento indeterminado, esta labor muy importante se lo realiza a los 15 y 20 días después del trasplante, con la aparición de los tallos laterales para de esta manera mejorar la aireación. De la misma manera se realiza la labor de podas de los hojas viejas con el objetivo de facilitar el aporcado de las plantas. El número de ejes a trabajar es de vital importancia, ya que lo primordial es trabajar con 1 a 2 ejes de producción.

**Aporcado:** Esta labor consiste en cubrir la parte inferior de la planta con un sustrato con el fin de favorecer la formación de raíces adventicias que ayudaran a la absorción de más nutrientes esenciales para la planta.

**Tutorado:** Es una labor importante para evitar el acame de las plantas, manteniéndola erguida y evitar que las hojas y frutos toquen el suelo, así de esta manera se mejora las siguientes labores culturales y se aprovecha también la radiación solar, debido a que repercutirá en la producción final, control de enfermedades y calidad del fruto. El tutorado suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de una extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

- Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un coste adicional en mano de obra.
- Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.
- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado "holandés" o "de perchas", que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.

**Destallado:** Esta labor consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del eje principal. Se lo debe realizar de manera frecuente, así de esta manera evitaríamos la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y heridas considerables para la planta. Los materiales deben estar perfectamente desinfectados para evitar la posible entrada de algunas de las enfermedades y la desinfección de las heridas es necesario tratarlas con un producto a base de cobre.

**Deshojado:** Es recomendable realizarlo en hojas viejas con el objetivo de mejorar la coloración de los frutos, favorecer la aireación, controlar algunas enfermedades ya que se elimina la fuente de inóculo.

**Despunte de inflorescencia y aclareo de frutos:** Estas dos prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. (FAO, 2010)

**Riego:** Según Flores *et al.* (2007) los requerimientos diarios de riego varían de 200 ml en la etapa inicial y 1500 ml en la etapa de desarrollo en la cual tiene la mayor demanda por planta, todo esto hace relación planta/día.

### **2.1.8 Plagas**

El cultivo de tomate es muy susceptible al ataque de insectos – plagas especialmente la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), también a Afidos (*Myzus persicae*), Minador (*Lyriomiza sativa*) y Chicharitas (*Empoasca sp.*) Los insecticidas convencionales para el control de plagas no tienen resultados satisfactorios, siendo posible la pérdida total de la producción. (Ruiz *et al.*, 2011)

Según la FAO (2012) la plaga que está tomando fuerza en cuanto al daño del fruto y las pérdidas significativas en la producción de tomate y demás solanáceas es la polilla del tomate o gusano minador (*Tuta absoluta*).

### **2.1.9 Enfermedades**

Según Syngenta (2016) las principales enfermedades en el cultivo de tomate que causan daño hasta un 90% son la Cladosporosis (*Fulvia fulva*), Mildiu (*Phytophthora infestans*), Oidio (*Leveillula taurica*), Podredumbre gris (*Botrytis cinérea*).

### **III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **3.1. Localización y duración del experimento**

La investigación se realizó en la compañía ecuatoriana de Té, hacienda Sangay (CETCA C.A.), ubicada al noreste desde el centro urbano del cantón Palora en el Km 1 la vía a Santa Ana. Teniendo como ubicación geográfica  $77^{\circ} 96' 81''$  de longitud occidental  $01^{\circ} 69' 51''$  de latitud sur.

Actualmente cuenta con 946 ha, de acuerdo al siguiente detalle: 530 Ha. cultivo de té; 339 ha. entre bosque primario, reforestado, árboles maderables, entre otros; 40 ha. donaciones a la comunidad (Centro educativo y vivienda); 35 ha. bosque de eucalipto; 2 ha. cultivo de pitajaya.

La investigación tuvo una duración de 400 horas a partir de la fecha de inicio emitida por el Honorable Consejo de Facultad de Ciencias de la Tierra.

#### **3.2 Tipo de investigación.**

La modalidad de la investigación empleada es analítica, bibliográfica y experimental (Bermeo, 2011) cultivo en el cual se aplica un diseño experimental con variables dependientes e independientes con la finalidad de obtener las relaciones existentes entre éstas y de tal manera poder sacar conclusiones relativas al desarrollo del tomate variedad Airton ante dos sistemas de manejo: agroecológico y químico.

#### **3.3 Métodos de investigación**

El método de investigación de acuerdo a la hipótesis planteada y por los objetivos que se persiguen fue el explicativo cuasi-experimental, ya que su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas. Este método consiste en organizar deliberadamente condiciones, de acuerdo con un plan previo, con el fin de investigar las posibles relaciones causa-efecto exponiendo a uno o más grupos empíricos a la acción de una variable experimental y contrastando sus resultados con un mismo u otro grupo de comparación. Su característica principal es que permite al investigador controlar rigurosamente las condiciones en que se desarrolla y manipula la(s) variable(s) independiente(s) para observar o medir las modificaciones que se producen en la variable dependiente, controlando además las variables intervinientes. La recolección

de datos nos permite determinar el grado de influencia que tienen las variables independientes sobre las variables dependientes y cuáles son las que afectan a los resultados, entonces, desde este punto de vista la investigación es del tipo exploratorio (Bravo, 2015).

### 3.4 Diseño de la investigación

La investigación fue realizada según el diseño de bloques al azar (DBA) con 3 bloques y 4 réplicas, para comparar tres tratamientos de tomate. La investigación se desarrolló bajo condiciones de invernadero, con el sistema de tutoraje de las plantas. Se estudió el desarrollo de la variedad Airton, como manejo químico y agroecológico.

Se preparó un semillero en 340 vasos desechables de 200 ml con sustrato compuesto a base de 25% de arena, 25% de tierra y 50% de Humus de té (*Camellia sinensis*).



Aproximadamente a los 40 días de germinadas las semillas y cuando las plántulas tuvieron alrededor de 30 cm de altura, 6 hojas verdaderas, buen grosor del tallo y buena salud se efectuó el trasplante al sitio definitivo previamente delimitado y con la incorporación de abono químico 10-30-10 como arrancador de crecimiento a razón de 0.05 kg por metro cuadrado.



Se trasplanto a una distancia de 0,8 metros entre hileras y 0.4 metros entre plantas de una hilera. Se utilizó riego por goteo.

En el caso del primer tratamiento (T1) no se utilizó abonos, fertilizantes foliares, insecticidas y fungicidas ya que nos sirvió de testigo.

El caso del segundo tratamiento (T2) utilizamos humus de té a razón de 2 kg por planta y se aplicó abono foliar (Bq4) en 2 momentos del desarrollo de las plantas (a los 30 y 45 días del trasplante). Se aplicó extracto de barbasco (*Lonchocarpus nicou*), extracto de ají (*Capsicum chinense*) y extracto de cola de caballo (*Equisetum arvense*), Botrizin, para el control de enfermedades. Semanalmente se practicó el deshije, suprimiendo los brotes axilares de las hojas .y se eliminaron las hojas más viejas que se tornaron amarillentas.



El caso del tercer tratamiento (T3) se utilizó abono químico 10-30-10 a razón de 150 gr/planta y se aplicó abono foliar (Kristalon 13-40-13) en 2 momentos del desarrollo de las plantas (a los, 30 y 45 días del trasplante). Se aplicó para el control de plagas y enfermedades Cypermetrina, Crysconazol y Acetamiprid, semanalmente se realizó labores de deshije y se eliminaron las hojas más viejas que se tornan amarillentas.

### 3.4.1 Variables evaluadas

**Germinación:** Se realizó la evaluación del porcentaje de germinación diaria y acumulada.

**Altura de la planta:** Se evaluó desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja que realiza la fotosíntesis al momento del trasplante y cada 15 días después, en 8 plantas de cada réplica que estaban en competencia intraespecífica perfecta,

**Numero de hojas activas:** De las plantas seleccionadas se contó el número de hojas por planta.

**Área foliar (m<sup>2</sup>):** Se determinó mediante el método del disco en dos momentos de desarrollo del cultivo, a los 30 y 60 días después del trasplante, mediante la fórmula según Pire y Valenzuela (1992)

$$\text{Área Foliar Calc.} = \frac{\text{Peso Lámina Total} \times \text{Área del Disco}}{\text{Peso Promedio de los Discos}}$$

**Inicio de Floración:** (cuando el 15 % de las plantas tuvieron flores formadas).

**Floración masiva:** (cuando el 75 % de las plantas tuvieron flores formadas).

**Inicio de Fructificación:** (cuando el 15 % de las plantas tuvieron frutos formados).

**Fructificación masiva:** (cuando el 75 % de las plantas tuvieron frutos formados).

**Momento de cosecha:** (cuando el 75 % de los frutos tuvieron madurez fisiológica).

**Potencial fotosintético:** Se calcula utilizando los 3 valores de área foliar medidos hasta la etapa de madurez fisiológica (3 momentos), mediante la siguiente fórmula:  $PF = \sum [(Af + Ai/2)] \times t$

**Índice de productividad folia (IPF):** El índice de productividad foliar (IPF) se obtuvo dividiendo el peso seco de frutos en cosecha por el potencial fotosintético.

**Tasa de asimilación neta:**  $TAN = 2 (P2 - P1) / (A2 + A1) (t2 - t1)$

Dónde:

P1 = peso seco inicial por planta (primera evaluación)

P2 = peso seco final por planta (segunda evaluación)

A1= área foliar inicial por planta

A2= área foliar final por planta

t2 - t1= intervalo de tiempo transcurrido entre la medición inicial y la final.

La tasa de asimilación neta se expresa en gramos o miligramos de sustancia seca producida por unidad de área foliar (cm<sup>2</sup>, dm<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>) en la unidad de tiempo.

**Rendimiento biológico (RB):** Producción de materia seca total por planta (órganos vegetativos y reproductivos).

**Rendimiento económico (RE):** Rendimiento de frutos agrícolas por planta.

**Índice de cosecha:** Índice de cosecha (IC) = RE / RB.

**Componentes del rendimiento:** número de racimos por planta, número de frutos por racimo, peso promedio de frutos.

**Se determinaron los contenidos de sustancias minerales en los frutos agrícolas.**

Se llevó a cabo un análisis bromatológico de la variedad de tomate: Airton y se compararon, teniendo en cuenta un cultivo agroecológico (T1), uno con tratamiento químico (empleo de agrotóxicos) (T2) y un testigo (T3).

Este estudio analítico tuvo la finalidad de evaluar comparativamente el valor nutricional, a través de los parámetros clásicos de control establecidos en las normativas, dentro de los cuales se puede destacar: proteínas totales, grasas y fibra, además de otros indicadores como humedad y cenizas, que indican acerca de su composición inorgánica.

**Rendimiento agrícola:** kg/ha.

**Datos climáticos:** Se obtuvo datos climáticos que permitan fundamentar los resultados.

### **3.5 Tratamiento de los datos**

Análisis Estadísticos

Las mediciones fueron realizadas a los 15, 30, 45 y 60 días, aunque algunas variables solo fueron medidas a los 30 y 60 días. Los análisis de varianza fueron aplicados de forma independiente para cada fecha.

En los casos en que se alcanzaron diferencias significativas en el ANAVA, se utilizó la prueba de comparación de rango múltiple de Tukey. Para diferenciar las medias

Se utilizó además el análisis de regresión lineal para predecir el comportamiento de la altura en función de la edad.

Los procedimientos estadísticos se realizaron en el software InfoStat (2009) en el Observatorio Estadístico de la Universidad Estatal Amazónica.

### **3.6 Recursos humanos y materiales**

#### **3.6.1 Recursos humanos**

Dr. Luis Bravo

Dr. Javier Domínguez

Dr. Verena Torres

Dr. Reinaldo Alemán

#### **3.6.2 Recursos materiales**

Plástico, sarán, tiras de madera de 2.20 m, manguera, semillas de tomate, fungicidas, insecticidas, fertilizantes, extracto de cola de caballo, extracto de ají, extracto de barbasco, abono orgánico.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 2. Variación de los indicadores morfológicos de la variedad Airton de tomate con los sistemas de producción

#### 2. 1 Influencia de los sistemas de producción sobre la altura de la planta de tomate variedad Airton

La tabla 1 muestra el crecimiento de las plantas de tomate en altura, puede observarse que existe diferencia significativa en cuanto a los tratamientos, debido que el tratamiento 2 (Agroecológico) difiere significativamente de los tratamientos 1 (Testigo) y 3 (Químico) en todos los momentos evaluados. El crecimiento del tomate es lento hasta los 30 días después del trasplante (ddt) y posteriormente después de los 30 días las plantas incrementan notoriamente su crecimiento. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Barraza *et al.* (2004), y resultan inferiores a los reportados por Alemán *et al.* (2016). Los tratamientos 1 y 3 solo difieren entre ellos significativamente a los 45 días después del trasplante, siendo el desarrollo superior en el tratamiento número 3 con más de 30 cm respecto al tratamiento 1.

**Tabla 1. Altura (cm) de la planta según tratamientos y días del trasplante**

| Tratamientos | ddt   | ddt   | Ddt                | ddt    |
|--------------|-------|-------|--------------------|--------|
|              | 15    | 30    | 45                 | 60     |
| 1            | 33.0b | 76.3b | 131.3c             | 191.8b |
| 2            | 37.3a | 86.7a | 166.4 <sup>a</sup> | 228.5a |
| 3            | 33.2b | 79.1b | 156.3b             | 196.5b |

*Letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey  $\alpha < 0.05$*

#### 2. 2 Influencia de los sistemas de producción sobre el diámetro del tallo de la planta de tomate variedad Airton.

La tabla 2 muestra el grosor del tallo a 10 cm de altura de la planta en diferentes momentos de desarrollo a partir del trasplante. Puede observarse como el tratamiento 2 (Agroecológico) muestra mayores valores medios y difiere significativamente del tratamiento 1 (Testigo) y 3 (Químico) a los 15 ddt y a partir de los 30 días el tratamiento 1 (Testigo) y 2 (Agroecológico) no difieren entre sí, pero si lo hacen con del tratamiento 3 (Químico). El tallo a 10 cm del suelo no aumenta su diámetro después de los 30 días, coincidiendo con González (2014). Según Sanz (2000) cuando hay una deficiencia de calcio el engrosamiento y alargamiento del tallo se detiene en las plantas cultivadas de tomate. En este experimento no se realizó un análisis químico del suelo, pero es posible que al ser los suelos de la zona ligeramente ácidos, la presencia de calcio resulte deficiente.

En todo caso, las plantas de tomate en un rango de 10 a 15 cm de altura desde el nivel del suelo, tienden a lignificar los tejidos y estos se hacen más fibrosos, lo cual hace que el crecimiento secundario en grosor se vea limitado. Resultados similares los reporta Huerres, 2005 para otras condiciones climáticas y variedades de tomate.

**Tabla 2. Diámetro (cm) de la planta a 10 cm de la base según tratamientos y días del trasplante**

| Tratamientos | ddt   | ddt    | Ddt    | ddt    |
|--------------|-------|--------|--------|--------|
|              | 15    | 30     | 45     | 60     |
| 1            | 0.61b | 0.93 a | 0.93 a | 0.93 a |
| 2            | 0.65a | 0.97 a | 0.97 a | 0.97 a |
| 3            | 0.62b | 0.86 b | 0.86 b | 0.86 b |

*Letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey  $\alpha < 0.05$*

### **2. 3 Influencia de los sistemas de producción sobre el número de hojas de la planta de tomate variedad Airton**

La tabla 3 muestra el número de hojas activas por tratamiento en diferentes momentos a partir del trasplante. Se observa que el tratamiento 2 (Agroecológico) difiere significativamente con los tratamientos 1 (Testigo) y 3 (Químico) durante todo el desarrollo del cultivo, lo cual puede explicarse por las condiciones favorables que se presentan cuando el cultivo es manejado con productos no agresivos. Estos resultados coinciden con Alemán (2016) al estudiar la variedad Syta en similares condiciones.

**Tabla 3. Numero de hojas activas según tratamientos y días de trasplante**

| Tratamientos | ddt  | ddt    | Ddt    | Ddt    |
|--------------|------|--------|--------|--------|
|              | 15   | 30     | 45     | 60     |
| 1            | 6.2b | 11.1b  | 17.0 c | 21.6 b |
| 2            | 6.9a | 12.1a  | 20.0a  | 23.0 a |
| 3            | 6.4b | 11.6ab | 18.9b  | 21.7b  |

*Letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey  $\alpha < 0.05$*

### **3. Acumulación de materia seca por órganos vegetativos de la variedad Airton de tomate según sistemas de producción**

#### **3. 1 Influencia de los sistemas de producción sobre la acumulación de materia seca de la raíz de la planta de tomate variedad Airton**

La tabla 4 muestra el peso fresco, seco y el porcentaje de materia seca de la raíz en relación con los días del trasplante para cada tratamiento. No hay diferencia estadística entre los tratamientos para este indicador a los 30 y 60 días del trasplante en cuanto al peso fresco y seco de la raíz. El porcentaje de materia seca a los 30 días difirió estadísticamente entre el tratamiento 1 (Testigo) y el tratamiento 2 (Agroecológico) y 3 (Químico) similar a lo reportado por Omaña (2015) y Betancourt (2013). Esto puede deberse a que las plantas que crecieron sin fertilizantes en el propio proceso de absorción de nutrientes del suelo, seguramente se vieron necesitadas de un mayor esfuerzo y gasto energético y ello provoca un endurecimiento de los tejidos de las raíces y con ello una mayor acumulación de materia seca, que hace la diferencia estadística explicada a los 30 días y resulta numéricamente superior también a los 60 días aunque sin diferencias estadísticas en este caso.

**Tabla 4. Peso fresco, seco y materia seca de la raíz según los tratamientos y días del trasplante.**

| Tratamientos | Peso fresco raíz (gr) |         | Peso seco raíz (gr) |        | Materia seca (%) |         |
|--------------|-----------------------|---------|---------------------|--------|------------------|---------|
|              | ddt                   | ddt     | ddt                 | Ddt    | ddt              | ddt     |
|              | 30                    | 60      | 30                  | 60     | 30               | 60      |
| 1            | 11.97 a               | 32.13 a | 2.48 a              | 8.55 a | 20.70 a          | 25.78 a |
| 2            | 16.12 a               | 30.04 a | 1.96 a              | 8.16 a | 11.79 b          | 24.97 a |
| 3            | 13.41 a               | 22.40 a | 1.92 a              | 5.19 a | 14.35 b          | 22.27 a |

*Letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey  $\alpha < 0.05$*

### **3. 2 Influencia de los sistemas de producción sobre la acumulación de materia seca de los tallos de la planta de tomate variedad Airton.**

El peso fresco de los tallos de tomate resulta mayor en el tratamiento número 2, es decir con manejo agroecológico respecto a los demás tratamientos y con diferencia estadística a los 30 días del trasplante (Tabla 5). Seguramente que estas plantas al recibir a los 30 y 45 días una aplicación de humus de té que resulta un excelente biofertilizante, esta enmienda facilite la toma de agua y nutrientes por la planta, e influya en que los tallos se mantengan con mayor turgencia y un mejor desarrollo vegetativo. Omaña (2015) reporta resultados similares. La acumulación de materia seca no muestra grandes diferencias entre tratamientos, siendo a los 30 ddt mayor en los tratamientos 1 y 2 respecto al sistema convencional con químicos con diferencia estadística. Seguramente, las plantas que reciben fertilización química tienden a crecer y concentran menos materia seca en los tallos. Los porcentajes de materia seca muestran un comportamiento diferenciado a los 30 y 60 días. Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Betancourt y Pierre (2013)

quienes expresan que el tallo y las hojas son los órganos que más materia seca producen en la etapa de desarrollo, consecuentemente cuando empieza la etapa de fructificación las hojas y los frutos son los que mayor materia seca acumulan.

**Tabla 5. Peso fresco, seco y porcentaje de materia seca del tallo según los tratamientos y días del trasplante**

| Tratamientos | Peso fresco del tallo (gr) |          | Peso seco del tallo (gr) |         | Materia seca del tallo (%) |       |
|--------------|----------------------------|----------|--------------------------|---------|----------------------------|-------|
|              | ddt                        | ddt      | ddt                      | Ddt     | ddt                        | ddt   |
|              | 30                         | 60       | 30                       | 60      | 30                         | 60    |
| 1            | 42.85 b                    | 169.24 a | 6.85 a                   | 11.83 a | 16.85 a                    | 6.88b |
| 2            | 82.69 a                    | 172.01 a | 5.90 a                   | 10.08 a | 7.44 b                     | 6.18b |
| 3            | 67.10 b                    | 147.45 a | 3.36 b                   | 14.69 a | 5.07 b                     | 9.98a |

*Letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey  $\alpha < 0.05$*

### 3. 3 Influencia de los sistemas de producción sobre la acumulación de materia seca los limbos foliares de la planta de tomate variedad Airton

Los pesos frescos, seco y el porcentaje de materia seca de los limbos foliares no difiere estadísticamente a los 60 días del trasplante entre ninguno de los tratamientos (Tabla 6). A los 30 ddt el tratamiento 2 muestra los mayores valores y difiere estadísticamente del tratamiento 1 en peso fresco y del 3 en peso seco. Estos resultados se corresponden con los obtenido por Betancourt y Pierre (2013) y Huerres, 2005.

**Tabla 6. Peso fresco, seco y materia seca del limbo según los tratamientos y días del trasplante**

| Tratamientos | Peso fresco del limbo (gr) |          | Peso seco del limbo (gr) |         | Materia seca del limbo (%) |         |
|--------------|----------------------------|----------|--------------------------|---------|----------------------------|---------|
|              | ddt                        | ddt      | ddt                      | Ddt     | ddt                        | ddt     |
|              | 30                         | 60       | 30                       | 60      | 30                         | 60      |
| 1            | 52.70 b                    | 123.66 a | 12.64 a                  | 13.78 a | 23.74 a                    | 11.43 a |
| 2            | 92.99 a                    | 138.38 a | 10.59 a                  | 11.97 a | 12.02 b                    | 9.25 a  |
| 3            | 76.20 ab                   | 201.24 a | 5.94 b                   | 26.32 a | 10.23 b                    | 12.78 a |

*Letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey  $\alpha < 0.05$*

### 4. Variación de los indicadores fisiológicos de la variedad Airton de tomate con los sistemas de producción.

Los resultados (tabla 7) demuestran que el área foliar a los 30 ddt difiere estadísticamente entre el tratamiento 2 (Agroecológico) y el tratamiento 1 (Testigo), siendo el tratamiento 3 (Químico) el que no difiere con ninguno de los tratamientos. A los 60 ddt no se detectaron diferencias entre los tratamientos para esta variable.

El índice del Área Foliar no muestra diferencia significativa entre tratamientos para los momentos evaluados, lo cual indica que al no ser diferentes los valores de área foliar y mantenerse la distancia de plantación igual para todos los tratamientos, resulta lógico éste comportamiento.

**Tabla 7. Área foliar e Índice de área foliar según los tratamientos y días del trasplante.**

| Tratamientos | Área foliar (m <sup>2</sup> ) |        | Índice de Área foliar |        |
|--------------|-------------------------------|--------|-----------------------|--------|
|              | ddt                           | ddt    | Ddt                   | ddt    |
|              | 30                            | 60     | 30                    | 60     |
| 1            | 0.22 b                        | 0.53 a | 0.90 a                | 1.65 a |
| 2            | 0.37 a                        | 0.57 a | 1.17 a                | 1.79 a |
| 3            | 0.32 ab                       | 0.84 a | 1.01 a                | 2.62 a |

*Letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey  $\alpha < 0.05$*

#### 4.1 Influencia de los sistemas de producción sobre la tasa de asimilación neta, potencial fotosintético e índice de productividad foliar de la planta de tomate variedad Airton.

La tabla 8 muestra el potencial fotosintético, tasa de asimilación neta e índice de productividad foliar a los 60 días después del trasplante pues a partir de ese momento el área foliar no aumenta. La tasa de asimilación neta (TAN) resulta mayor en el tratamiento 3, es decir con el sistema de agricultura convencional con la utilización de productos químicos, sin diferencia estadística para el tratamiento 2 y sin diferencias de éste con el tratamiento 1. El potencial fotosintético y el índice de productividad foliar no difieren estadísticamente entre los tratamientos

**Tabla 8. Potencial Fotosintético (PF), Tasa de asimilación neta (TAN) e Índice de productividad foliar**

| Tratamientos | TAN<br>(gr x m <sup>2</sup> x día) | PF<br>(m <sup>2</sup> x día) | IPF<br>(gr x m <sup>2</sup> ) |
|--------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|              | 60                                 | 60                           | 60                            |
| 1            | 1,08 b                             | 11,445 a                     | 0,083 a                       |
| 2            | 1,30 ab                            | 13,300 a                     | 0,073 a                       |
| 3            | 2,35 a                             | 16,275 a                     | 0,064 a                       |

*Letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey  $\alpha < 0.05$*

#### 4.2 Influencia de los sistemas de producción sobre el número de racimos por planta, frutos por racimo, frutos total por planta y peso promedio de frutos de tomate variedad Airton.

La tabla 9 muestra el número de racimos por planta según los tratamientos en relación a los días después del trasplante, puede observarse que a los 30 días después del trasplante ya aparecen los primeros racimos en todos los tratamientos con diferencia estadística entre los tratamientos 2 (Agroecológico) y 3 (Químico) respecto al testigo, llegan a alcanzar 6 racimos a los 60 días, similares a los obtenidos por Ruiz et al (2009) y Juárez et al (2012) y menores a los reportados por Bugarin (2002). El número de racimos por planta no resulta superior pues después de los 60 días del trasplante cuando las plantas tenían dos metros de altura, se efectuó el desbotone para evitar que continuara el crecimiento y la formación de nuevos racimos práctica que permitiría además y que esto permitiera un buen desarrollo de los frutos y adecuada elevación del rendimiento.

**Tabla 9. Numero de Racimos por planta según los tratamientos y los días del trasplante**

| Tratamientos | Ddt  | ddt   | Ddt   |
|--------------|------|-------|-------|
|              | 30   | 45    | 60    |
| 1            | 1.7b | 3.75b | 5.75b |
| 2            | 2.0a | 4.0a  | 6.0a  |
| 3            | 2.0a | 4.0a  | 6.0a  |

*Letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey  $\alpha < 0.05$*

No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos 2 y 3 (manejo agroecológico y químico) para los componentes del rendimiento del tomate (tabla 10), pero sí entre estos dos tratamientos y el testigo (T1).

El número de frutos por racimo no fue alto en ninguno de los tratamientos, en relación a lo que se logra con otras variedades, sin embargo están en el orden de 4 frutos por racimo que es lo que produce la variedad Airton, según la propia empresa comercializadora Importadora Alaska (2013) quien vendió las semillas para este experimento. Esto hace que el número de frutos por planta se mantenga alrededor de las 25 unidades. Alemán et al., (2016) reportan 4,33 racimos por planta y 34,33 frutos por planta para la variedad Syta en iguales condiciones.

La variedad Airton tiene como característica producir tomates con buen peso promedio, tal es así que aún en el testigo se obtiene como promedio 172 gramos por fruto, que resulta un buen peso para el cultivo del tomate, según Huerres, (2005). En el tratamiento con manejo agroecológico se obtiene un peso promedio de frutos de 217 gramos y 236 gramos en el sistema de producción con químicos.

**Tabla 10. Número de frutos por racimo, frutos por planta y peso promedio de frutos según tratamientos.**

| Tratamientos | Numero de frutos por racimo | Numero de frutos por planta | Peso promedio de frutos |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1            | 4.04 b                      | 24.25 b                     | 172.56 b                |
| 2            | 4.40 a                      | 26.43 a                     | 217.31 a                |
| 3            | 4.56 a                      | 27.36 a                     | 236.87 a                |

*Letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey  $\alpha < 0.05$*

#### **4.3 Influencia de los sistemas de producción sobre el rendimiento biológico (RB), rendimiento económico (RE) e índice de cosecha (IC) de las plantas de tomate variedad Airton**

En los rendimientos biológico y económico del tomate, es decir a la sumatoria de materia seca de los diferentes órganos y la materia seca de frutos por planta respectivamente (Alemán *et al.*, 2016), se observa en la tabla 11 que no hay diferencia estadística entre los tratamientos, siendo numéricamente superior en el tratamiento 3. Los valores obtenidos resultan inferiores a los expuestos por Alemán *et al.* (2016) para las mismas condiciones de la Amazonía Ecuatoriana pero con otra variedad.

Los índices de cosecha obtenidos resultan inferiores a los reportados por Alemán *et al.* (2016) y Huerres, (2005), sin diferenciarse entre tratamientos, pero no resultan malos para el cultivo del tomate en estas condiciones, toda vez que más del 33 % de la materia seca total producida por la planta corresponde a los frutos agrícolas.

**Tabla 11. Rendimiento biológico (RB), rendimiento económico (RE) e índice de cosecha (IC).**

| Tratamientos | R B     | R E    | IC     |
|--------------|---------|--------|--------|
| 1            | 35,98 a | 11,8 a | 0,33 a |
| 2            | 39,86 a | 15,1 a | 0,38 a |
| 3            | 49,60 a | 16,8 a | 0,34 a |

*Letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey  $\alpha < 0.05$*

#### **4.4 Influencia de los sistemas de producción sobre los rendimientos por planta y por hectárea de la planta de tomate variedad Airton.**

Los rendimientos por planta y por hectárea resultan mayores en el tratamiento 3 donde se utilizó el sistema tradicional con químicos, aunque sin diferencia estadística a los

obtenidos en el manejo agroecológico y sí entre estos y el testigo (Tabla 12). Si consideramos en daño ecológico que se produce al utilizar productos químicos altamente contaminantes del medio y con serios problemas para la salud humana y al mismo tiempo hacemos un análisis económico de los gastos en que se incurre, podemos concluir que es preferible para el cultivo del tomate en el cantón Palora de la provincia Morona Santiago, la producción agroecológica de tomate. Resultados similares obtuvo Alemán, (2008) cuando plantea las ventajas de las producciones orgánicas y agroecológicas en los sistemas productivos agrícolas.

**Tabla 12. Rendimiento agrícola kg /planta, rendimiento agrícola kg / ha**

| Tratamientos | Rendimiento agrícola (kg /planta) | Rendimiento agrícola (kg / ha) |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------------|
|              | 90ddt                             | 90ddt                          |
| <b>1</b>     | 4,12b                             | 129919,922 b                   |
| <b>2</b>     | 5,72a                             | 178339,844 a                   |
| <b>3</b>     | 6,57a                             | 205156,25 a                    |

*Letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey  $\alpha < 0.05$*

#### **4.5 Influencia de los sistemas de producción sobre el estado fitosanitario de las plantas de tomate variedad Airton.**

Se realizó una evaluación semanal del comportamiento fitosanitario de las plantas de tomate bajo los diferentes sistemas de producción estudiados. Se puede observar en la tabla 13 que el falso medidor (*Trichoplusia ni*, Hübner) se presentó en el 14 % de las plantas del tratamiento testigo, es decir en el que no se aplicaron productos, en el 6 % para el manejo agroecológico y apenas en un 0,008 % cuando se aplicó productos químicos. Con el gusano trosador (*Spodoptera littoralis*) se obtuvo un resultado muy similar. Los porcentajes de plantas con polilla del tomate (*Tuta absoluta*) fueron muy bajos en los tratamientos 2 y 3 y de un 35 % en el testigo. Estos resultados demuestran que los controles ya sea con productos químicos o biológicos permiten producciones de tomate sin mayores daños por las principales plagas que aparecen en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana. Si a esto le sumamos los menores daños al ambiente y a la salud humana por el no uso de productos químicos, nos demuestra que es posible la producción agroecológica en estas condiciones.

Con respecto a la presencia de enfermedades se obtiene un comportamiento similar a lo acontecido con las plagas. En todos los casos, la aplicación de productos químicos logra menor incidencia de enfermedades, seguido de los métodos agroecológicos y una mayor incidencia para el testigo de las tres principales enfermedades que aparecieron lancha negra (*Phytophthora infestans*), podredumbre apical del fruto (necrosis del tomate) y *Botrytis cinerea*. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Delgado (2010) siendo los datos de esta investigación superiores en cuanto a la incidencia de plagas.

**Tabla 13. Incidencia de plagas y enfermedades en el desarrollo del cultivo de tomate en los diferentes tratamientos**

| Ttos | Plagas   |   |  | Enfermedades  |  |                             |
|------|--|---|--|---|--|-----------------------------|
|      | Falso Medidor<br><i>Trichoplusia ni</i> , Hübner (%) | Gusano trosador<br><i>Spodoptera littoralis</i> (%) | Polilla del tomate<br><i>Tuta absoluta</i> (%) | Lancha negra<br><i>(Phytophthora infestans)</i> (%) | Podredumbre apical fruto<br>(Blossom-end rot)(%) | <i>Botrytis cinerea</i> (%) |
| 1    | 14   | 35  | 35   | 26  | 12   | 76                          |
| 2    | 6  | 13  | 0,10   | 18  | 11   | 35                          |
| 3    | 0,008  | 0,09  | 0,005  | 2   | 8  | 12                          |

Elaboración: Autor

#### 4.6 Costos de producción del experimento según sistemas de producción

Los costos de producción de tomate según tratamientos se muestran en la tabla 14. Puede observarse que los costos para los sistemas de producción con manejo agroecológico y el sistema convencional con químicos, resultan muy similares. En este caso el abono orgánico y productos biológicos fueron comprados en tiendas comercializadoras y por ello los gastos que se producen. Sin embargo, estos abonos orgánicos y plaguicidas biológicos también pueden producirse en la propia finca del campesino y con ello se abarataría grandemente los costos de producción. Según la FAO (s.f.) menciona que la agricultura orgánica tiene restricciones significativas las cuales elevan sus costos de producción y por ende su producción tienen mayor aceptación en el mercado Europeo incrementando notoriamente su precio. Además es conocido que el cambio es un proceso holístico que requiere tiempo para lograr los resultados máximos.

**Tabla 14. Costos de producción del tomate según sistemas de producción.**

| <b>TESTIGO</b>              |                 | <b>AGROECOLOGICO</b> | <b>QUIMICO</b>  |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| <b>Rubro</b>                | <b>Cantidad</b> | <b>Cantidad</b>      | <b>Cantidad</b> |
| Semillas                    | 8,00            | 8,00                 | 8,00            |
| Vasos Desechables           | 1,00            | 1,00                 | 1,00            |
| Sustrato                    | 5,00            | 5,00                 | 5,00            |
| Piola de tutoraje           | 3,20            | 3,20                 | 3,20            |
| Mano de obra                | 20,00           | 40,00                | 40,00           |
| Depreciación de Plástico    | 10,00           | 10,00                | 10,00           |
| Malla sarán                 | 6,00            | 6,00                 | 6,00            |
| Extracto de barbasco        | 0,00            | 5,00                 | 0,00            |
| Extracto de cola de caballo | 0,00            | 5,00                 | 0,00            |
| Extracto de Ají             | 0,00            | 5,00                 | 0,00            |
| Bomba para fumigar          | 0,00            | 20,00                | 20,00           |
| Materiales                  | 5,00            | 5,00                 | 5,00            |
| Fertilizantes               | 0,00            | 11,65                | 35,00           |
| Insecticidas y Plaguicidas  | 0,00            | 0,00                 | 16,50           |
| Abono Orgánico              | 0,00            | 30,00                | 0,00            |
| Imprevistos 5%              | 2,91            | 8,74                 | 7,49            |
| <b>TOTAL</b>                | <b>61,11</b>    | <b>163,59</b>        | <b>157,19</b>   |

*Elaboración: Autor*

## **5. Análisis bromatológico del tomate en el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica con la orientación del Dr. Luis Bravo**

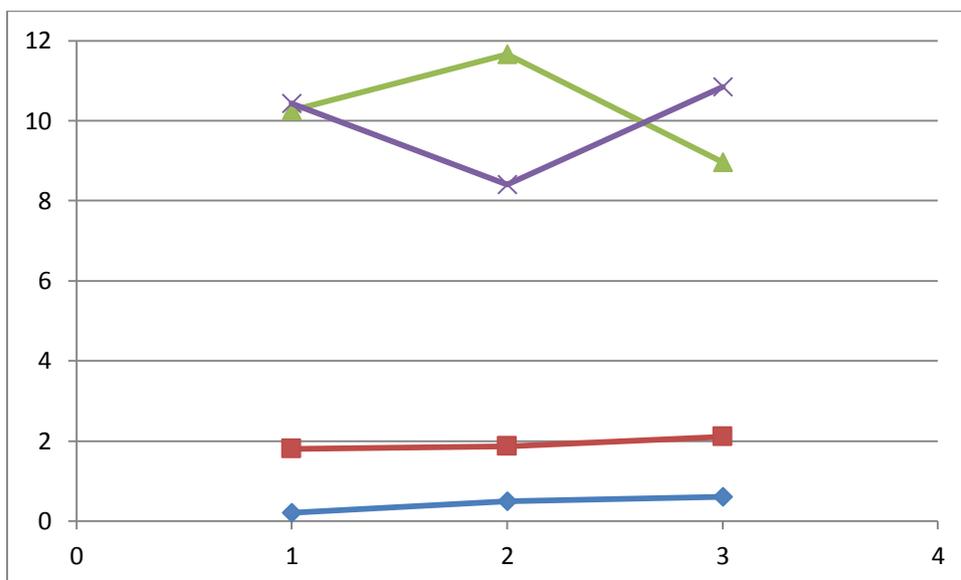
### **Resultados del análisis bromatológico**

Se llevó a cabo un análisis bromatológico de la variedad de tomate: Airton y se compararon, teniendo en cuenta un cultivo agroecológico (T1), uno con tratamiento químico (empleo de agrotóxicos) (T2) y un testigo (T3).

Este estudio analítico tuvo la finalidad de evaluar comparativamente el valor nutricional, a través de los parámetros clásicos de control establecidos en las normativas, dentro de los

cuales se puede destacar: proteínas totales, grasas y fibra, además de otros indicadores como humedad y cenizas, que indican acerca de su composición inorgánica.

Los análisis se realizaron en base seca y se muestran a continuación. La humedad (contenido de agua en el tomate) fue de 94,82%, 94,66% y 94,36% para T1, T2 y T3, respectivamente.



Proteínas - azul, Grasa -rojo, Fibra –verde, Ceniza-violeta  
1. agroecológico, 2. Químico, 3. Testigo

En cuanto a proteínas y grasas no se observa una variación significativa.

El contenido de cenizas y fibras varía de manera significativa, siendo la muestra tratada con agrotóxicos la de mayor contenido de fibra y la de menor contenido de materia inorgánica; para este último parámetro no se evidencia una diferencia significativa entre el agroecológico y el testigo. La muestra testigo es la de menor contenido de fibra.

El contenido de ceniza que contiene los alimentos es un material inorgánico que contienen minerales esenciales como el calcio (Ca) y el potasio (K), así también materiales tóxicos como es el mercurio (Hg).

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

1. Los indicadores morfológicos como altura de la planta y número de hojas por planta del tomate variedad Airton cultivado bajo cobertizo de plástico con manejo agroecológico y químico en el cantón Palora muestran un buen desarrollo para las condiciones climáticas de la Amazonia ecuatoriana.
2. Los componentes de rendimiento en las plantas de tomate muestran resultados favorables para la producción agroecológica en condiciones amazónicas siendo sustentable, al poder producirse en la propia finca los productos biológicos a bajos costos y sin ocasionar impactos negativos al ambiente.
3. El cultivo de tomate es un cultivo muy propenso al ataque de plagas y enfermedades en condiciones de la Amazonia ecuatoriana siendo el manejo agroecológico una de las propuestas para reducir el uso de productos químicos que causan daño a la salud y ambiente.
4. En la Amazonia ecuatoriana es posible producir tomate con cobertizo de plástico y manejo Agroecológico obteniendo un rendimiento de 178 339,844 kg/ha similar estadísticamente al rendimiento con productos químicos con un rendimiento de 205 156,25 kg/ha

### **5.2 Recomendaciones**

1. Establecer la variedad Airton para su producción en el cantón Palora debido a que se adapta muy bien a las condiciones climáticas de la región.
2. Establecer el sistema de producción agroecológico del cultivo del tomate en el cantón Palora dado los excelentes rendimientos que se obtiene y la factibilidad de su producción.
3. Continuar las investigaciones en la Amazónica Ecuatoriana con diferentes sistemas de manejo del cultivo del tomate a los efectos de contribuir a la diversificación de la producción agrícola en la región.

## VI. BIBLIOGRAFIA.

1. AAIC (2003). *Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar*. Cultivo de tomate riñón en invernadero. Quito – Ecuador.
2. **AgroEs, (s.f.)**. *El Tomate, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico o agronómico*. Agrokap.
3. Agro información, (2012). El cultivo del tomate. 1ª parte. Copyright Info agro Systems, S.L.
4. Aguilar L., J. Escalante A., Fucikovsky L., Tijerina L., Mark E. (2004). *Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol*. Instituto de Recursos Naturales, 2 Instituto de Fitopatología, Colegio de postgraduados. 56230 Montecillo, estado de México.
5. Alemán, R.: *Sistemas de Producción Agrícola*. Editorial Universo Sur, Cienfuegos, Cuba. 2008, 295 p. ISBN: 978-959-257-189-1.
6. Alemán R., Domínguez J., Rodríguez Y., Soria S. (2016). *Indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate en Invernadero con manejo agroecológico en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana - Centro Agrícola*, 43 (1): 71-76
7. Barraza F., Fischer G., Cardona C. (2004) *Agronomía Colombiana*. 22-1 final corregido.indd - 17771-56927-1-PB.
8. Bermeo, José (2011). Investigación Aplicada al Turismo. Recuperado de: [http://www.ecotec.edu.ec/documentacion%5Cinvestigaciones%5Cdocentes\\_y\\_directivos%5Carticulos/4955\\_Fcevallos\\_00009.pdf](http://www.ecotec.edu.ec/documentacion%5Cinvestigaciones%5Cdocentes_y_directivos%5Carticulos/4955_Fcevallos_00009.pdf)
9. Betancourt, P. y Pierre, F. 2013. Extracción de macronutrientes por el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill. var. Alba) en casas de cultivo en Quíbor, estado Lara. Microsoft Word - 5. MS 1222 02-12-2013.doc - 5. MS 1222.pdf.

10. Bravo Coello, Carlos Guillermo (2015). Aplicación WEB para el almacenamiento, control y distribución de la información de los procesos inmobiliarios del registro de la propiedad municipal de Quevedo 2013. Tesis de Grado. Previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad de Quevedo. Ecuador.
11. Bugarin R., Galvis A., Sánchez P., Garcia D., (2002). Art401-409.pdf.
12. FAO. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* (2008).PRODUCCIÓN VEGETAL.
13. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Características relevantes de la agricultura orgánica.
14. FAO (2002). (Food and Agriculture Organization of the United Nations).El cultivo protegido en clima mediterráneo. Producción y protección vegetal.pp
15. Flores, J., Ojeda-Bustamante, W., López, I., Rojano, A., & Salazar, I. (2007). Requerimientos de riego para tomate de invernadero.
16. Omaña G., Peña H. (2015). Acumulación de materia seca y balance de nutrientes en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivado en ambiente protegido. *Bioagro*, 27(2), 111-120.
17. Huerres C. (2005). *Indicaciones técnicas para la producción de hortalizas de la agricultura urbana*. Universidad Central de las Villas, Villa Clara, Cuba. 2005, 18 p.
18. Juárez P., Castro R., Colinas T., Sandoval M., Ramírez P., Reed W. (2012). Evaluación de características de interés agronómico de siete genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mili.) cultivados en hidroponía. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 18(2), 207-216.

19. Mateus, C. (2013) pdf. Bioinsecticida\_Mosca Blanca\_Tomate. *Elaboración de un bioinsecticida a partir de hongos entomopatógenos (Metharizum anisoplae y Thicoderma lignorum) para el control de la mosca blanca (Bemesia tabaci) en cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum)*. Tesis de grado. Pp 27,28
20. Nájera, R., Eleazar, R., Nájera, R., Alfredo, J., Guzmán González, S., Luna, P., & Jesús, E. de. (2011). Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 129-137.
21. Perigó G., Galán L., Pérez O. (2014). Competencia por interferencia de *Helianthus annuus L.*, asociado a *Solanum lycopersicum L.* bajo condiciones de campo. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 28-35.
22. Pire R. y Valenzuela I. (1995). Estimación del área foliar en vitis vinifera l. «french colombard» a partir de mediciones lineales en las hojas.
23. Reyes C. (2009). Evaluación de Híbridos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en hidroponía aplicando bioestimulante jisamar en el cantón libertad. Tesis de grado. Pp. 5
24. Ruiz J., Tejada T., Terry E., Díaz M. (2009) Aplicación de bioproductos a la producción ecológica de tomate. Scielo (*Scientific Electronic Library Online*).
25. Sanz M.A., Blanco A & J.Val. (2000). ITEA. *Estación Experimental de Aula Dei (CSIC)*. Vol. 96 N 3, 207-217.
26. Sañudo R. (2013). El cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) y el potencial endófitico de diferentes aislados de *Beauveria bassiana*. Tesis de Grado.pp 15.

## VII. ANEXOS



Lugar de Investigación



Delimitación del terreno



Trasplante



Desarrollo



Desarrollo



Producción



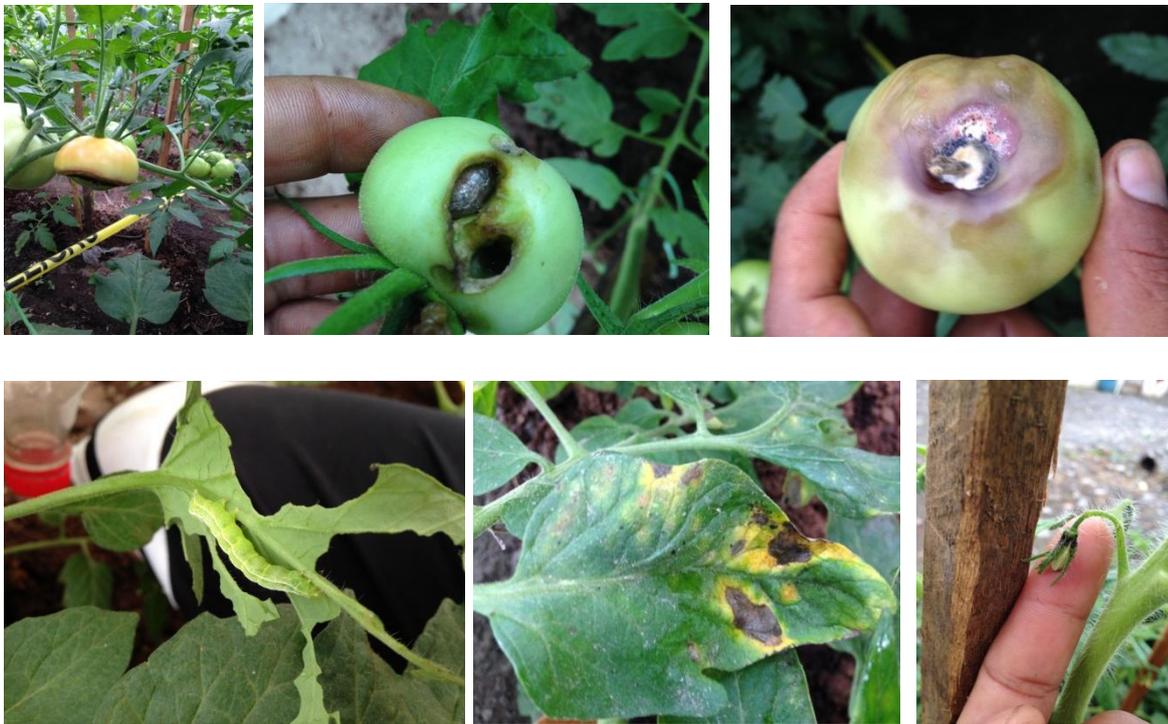
Tutoraje y despunte



Insecticidas, Fungidas y fertilizantes agroecológicos



Insecticidas, Fungidas y fertilizantes tradicionales



Principales plagas y enfermedades



Cálculos morfológicos de las plantas de tomate



Cosecha



Producción