



UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y DE LA
AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TEMA

“Evaluación y selección de cultivares híbridos de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (MILL.)] en la zona de Puerto la Boca, Manabí”

AUTOR

Kevin Jairo Cevallos Gutiérrez

TUTOR

Ing. Julio Luis Gabriel Ortega Ph.D.

JIPIJAPA - MANABÍ - ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de director, certifico que el trabajo de titulación mencionado proyecto de investigación titulado **“Evaluación y selección de cultivares híbridos de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (MILL.)] en la zona de Puerto la Boca, Manabí”**, es original, siendo su autor el **Sr. Kevin Jairo Cevallos Gutiérrez**, egresado de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, trabajo elaborado de acuerdo a las normas técnicas de investigación y en base a las normativas vigentes de la Universidad, por lo que se autoriza su presentación ante las instancias Universitarias correspondientes.



Ing. Julio Gabriel Ortega Ph.D.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

APROBACIÓN DEL TRABAJO
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
TRABAJO DE TITULACIÓN
MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“Evaluación y selección de cultivares híbridos de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (MILL.)] en la zona de Puerto la Boca, Manabí”

Sometida a consideración de la comisión de titulación de la carrera de Ingeniería Agropecuaria como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Dr. Alfredo González Vásquez Mg. DUIE.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Marcos Manobanda Guaman Mg. DUIE
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Carlos Castro Piguave Mg. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Washington Narváez Campana Mg. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación menciono proyecto de investigación, cuyo tema es **“Evaluación y selección de cultivares híbridos de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (MILL.)] en la zona de Puerto la Boca, Manabí”** corresponde al egresado **Sr. Kevin Jairo Cevallos Gutiérrez** exclusivamente y los derechos patrimoniales a la Universidad Estatal del Sur de Manabí.



Kevin Jairo Cevallos Gutiérrez

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico a:

Dios quien supo guiarme por el buen camino, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar para solucionar los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento

Dedico esta tesis a mí madre a mis abuelos y a mi novia que siempre me apoyaron incondicionalmente y me brindaron el tiempo necesario para realizarme profesionalmente y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

Kevin Jairo Cevallos Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

Dios tu amor y tu bondad no tienen fin me permites sonreír antes todos mis logros que son resultado de tu ayuda y cuando me pones a prueba aprendo de mis errores y me doy cuenta que los pones en frente mío para que mejore como ser humano y crezca de diversas maneras

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti que esta meta está cumplida

Gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mí.

A la Universidad Estatal del Sur de Manabí, por abrirme las puertas. A los docentes por su dedicación y conocimientos impartidos y su apoyo incondicional para mi formación profesional.

A mi tutor Ph. D. Julio Gabriel Ortega por la confianza depositada a mí persona, el empeño que puso para guiarme y sin egoísmo brindo su conocimiento para la realización de este trabajo de investigación.

Kevin Jairo Cevallos Gutiérrez

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR | i |
| APROBACIÓN DEL TRABAJO | ii |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS | viii |
| RESUMEN | ix |
| ABSTRACT | x |
| I. ANTECEDENTES | 1 |
| II. JUSTIFICACIÓN | 3 |
| III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 5 |
| 3.1.- Formulación del problema | 5 |
| 3.2.- Delimitación del problema | 5 |
| 3.3.- Situación actual del problema | 5 |
| IV. OBJETIVOS | 7 |
| Objetivo general | 7 |
| Objetivos específicos | 7 |
| V. VARIABLES | 7 |
| Variable independiente | 7 |
| Variable dependiente | 7 |
| VI. MARCO TEÓRICO | 8 |
| 6.1. Generalidades del cultivo de tomate | 8 |
| 6.2. Taxonomía del cultivo de tomate | 9 |
| 6.3. Características botánicas del tomate | 9 |
| 6.4. Hábito de crecimiento del tomate | 12 |
| 6.5. Condiciones agroecológicas del cultivo | 13 |
| 6.6. Etapas fenológicas del cultivo de tomate | 15 |
| 6.7. Estado fenológico y fitosanitario del cultivo | 16 |
| 6.8. Costos de producción para tomate | 17 |
| 6.9. Fitomejoramiento | 18 |
| 6.10. Híbridos | 18 |
| 6.11. Vigor híbrido | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 6.12. Híbridos de tomate | 21 |
| 6.13. Producción de tomate bajo invernadero..... | 22 |
| 6.14. Invernaderos..... | 23 |
| 6.15. Características de los Híbridos de tomate utilizados en la investigación | 24 |
| 6.16. Tomate en invernadero..... | 26 |
| 6.17. Trabajos realizados en híbridos de tomate..... | 29 |
| VII. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 34 |
| A. Materiales..... | 34 |
| B. Métodos..... | 34 |
| 7.1. Ubicación..... | 34 |
| 7.2. Factores en estudio..... | 34 |
| 7.3. Tratamientos..... | 34 |
| 7.4. Diseño experimental..... | 35 |
| 7.6. Análisis estadístico..... | 36 |
| 7.7. Variables a ser evaluadas..... | 38 |
| 7.8. Manejo específico de la investigación..... | 39 |
| VIII. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN | 43 |
| IX. DISCUSIÓN | 53 |
| X. CONCLUSIONES..... | 57 |
| XI. RECOMENDACIONES | 58 |
| XII. BIBLIOGRAFÍA..... | 59 |
| ANEXOS..... | 70 |
| Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación | 71 |
| Anexo 3. Cronograma..... | 73 |
| Anexo 4. Presupuesto..... | 74 |
| Anexos 5. Fotos de desarrollo de la investigación..... | 75 |

ÍNDICE DE TABLAS

| Tabla | Contenido | Página |
|--------------|--|---------------|
| 1 | Tratamientos del ensayo | 32 |
| 2 | Características del experimento | 33 |
| 3 | Análisis de varianza | 35 |
| 4 | Análisis de varianza de altura de planta | 41 |
| 5 | Análisis de varianza de altura de planta | 42 |
| 6 | Comparación de medias para altura de planta (m) | 42 |
| 7 | Análisis de varianza de diámetro de tallo | 43 |
| 8 | Análisis de varianza de diámetro de tallo | 43 |
| 9 | Comparación de medias para diámetro de tallo (m) | 44 |
| 10 | Análisis de varianza de peso de frutos | 45 |
| 11 | Análisis de varianza de peso de frutos | 45 |
| 12 | Comparación de medias para peso de frutos | 46 |
| 13 | Análisis de correlación | 46 |
| 14 | Análisis de rentabilidad de cada uno de los híbridos de tomate evaluados | 48 |

RESUMEN

El proyecto evaluación y selección de cultivares híbridos de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (MILL.)] en la zona de Puerto la Boca, Manabí tuvo como objetivos i) evaluar las características agronómicas y rendimiento de híbridos de tomate, ii) seleccionar el mejor tomate según sus características agronómicas y de preferencia por el mercado y iii) realizar un análisis de costos de cada híbrido evaluado. El experimento fue unifactorial y se implementó en un invernadero alojando los tratamientos en un diseño de filas y columnas con ocho repeticiones. Los tratamientos lo constituyeron los híbridos de tomate: E 25.33808 (PAIPAI), E 26.39770, E 15 B.50206 (BAIKONUR), E 15 B.50142 (ITAIPU), E. 27.34021 (VENTO), E 27.33243 (FORENZA), PIETRO y ALAMBRA. Las variables de respuesta fueron: altura de planta, diámetro de tallo, y peso de frutos. Los resultados mostraron que el mayor rendimiento de tomate se presentó en el híbrido Alambra con un peso de tomate de 176.61 g en promedio, lo que indicó que este híbrido se adapta a las condiciones de invernadero de Puerto la Boca; el mejor tomate según las características agronómicas y de preferencia por el mercado y que tuvo relación entre altura de planta y diámetro de tallo fue Itaipu. El análisis de costos mostró como mejor alternativa económica a los híbridos de tomate Alambra, Itaipu, Baikor, Forenza, Vento y Pietro, que tuvieron un rango de 1.59 y 1.08 de relación beneficio /costo.

Palabras claves: Solanáceas, híbridos, producción, frutos, invernadero

ABSTRACT

The project evaluation and selection of hybrid tomato cultivars (*Solanum lycopersicum*) in the area of Puerto la Boca, Manabí, had as objectives i) to evaluate the agronomic characteristics and yield of tomato hybrids, ii) to select the best tomato according to their agronomic characteristics and preferably by the market; and iii) perform a cost analysis of each hybrid evaluated. The experiment was unifactorial and was implemented in a greenhouse housing the treatments in a row and column design with eight repetitions. The treatments constituted tomato hybrids: E 25.33808 (PAIPAI), E 26.39770, E 15 B.50206 (BAIKONUR), E 15 B.50142 (ITAIPU), E. 27.34021 (VENTO), E 27.33243 (FORENZA), PIETRO and ALAMBRA. The response variables were: plant height, stem diameter, and fruit weight. The results showed that the highest tomato yield was presented in the Alambra hybrid with an average tomato weight of 176.61 g, which indicated that this hybrid is adapted to the greenhouse conditions of Puerto la Boca; the best tomato according to the agronomic characteristics and preferably by the market and that had relationship between plant height and stem diameter was Itaipu. The cost analysis showed as the best economic alternative to tomato hybrids Alambra, Itaipu, Baikor, Forenza, Vento and Pietro, which had a range of 1.59 and 1.08 of benefit / cost ratio

Keywords: Solanaceae, hybrids, production, fruits, greenhouse

I. ANTECEDENTES

La disponibilidad de nuevos tipos y cultivares, nuevos métodos de cultivo y la creciente demanda de hortalizas han incentivado la producción mundial de tomate rojo. El volumen cosechado a nivel mundial, el consumo total, así como el consumo promedio per cápita registran tendencia al alza durante la década reciente. China se mantiene como el principal productor y consumidor. Estados Unidos es el principal importador mundial, mientras que México es el principal proveedor externo de esta hortaliza para ese país (FIRA, 2016).

De acuerdo con la información disponible, la superficie cosechada de tomate a nivel mundial creció a una tasa promedio anual de 1.4% entre 2003 y 2013, para ubicarse en 4.69 millones de hectáreas. En el mismo período los rendimientos promedio crecieron a un ritmo de 1.8% anual, al ubicarse en 35.0 t/ha. Según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2011), el 52.0% de la superficie destinada al cultivo de tomate en 2013 se concentró en cuatro países: China (20.9%), India (18.8%), Turquía (6.6%) y Nigeria (5.8%). México ocupó la décima posición mundial, con el 1.9% de la superficie cosechada de esta hortaliza (FIRA, 2016).

En el Ecuador el cultivo de tomate de mesa bajo invernadero es de gran importancia en la Sierra central, especialmente en varias zonas de la provincia de Tungurahua en donde se encuentra el 60% de la producción. Según el III Censo Nacional Agropecuario la superficie total sembrada es de 3054 ha. La producción de tomate en el Ecuador se realiza en climas cálido – templado con temperaturas entre 23 -26 °C, y una humedad relativa entre 50 -60%. Se ha desarrollado variedades con cualidades especiales como simetría, color, sabor y resistencia a enfermedades y se clasifican según el tipo de tomate, dentro de las variedades más cultivadas tenemos las siguientes: Daniela, Dynamo, Riverdale, Red, dentro de los tomates cherrys tenemos Cherub, Sweet Bite y Sweetie (SOLAGRO, 2018).

En Manabí según el ESPAC 2016, se siembra 122 has de cultivo de tomate con una producción de 1391 Tm, por lo que es necesario fomentar el uso de variedades e híbridos de alto rendimiento para mejorar la producción por unidad de superficie (INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2016).

En la actualidad en Puerto La Boca se cuenta con 54 invernaderos construidos de los cuales solo 34 están activos o en permanente producción, los principales cultivos sembrados son melón, sandía, pepino y pimiento, de ahí la necesidad de seguir diversificando la siembra de cultivos hortícolas y una de esas alternativas es la siembra de tomate de alto rendimiento.

II. JUSTIFICACIÓN

La producción y el consumo mundial de tomate rojo, así como el consumo promedio per cápita, registran tendencia al alza durante la década reciente. China es el más importante productor y consumidor mundial, Estados Unidos es el principal importador, y México el principal exportador de esta hortaliza. En general, la productividad del tomate rojo por unidad de superficie continúa creciendo. Los rendimientos varían en función de las tecnologías empleadas, desde el cultivo a campo abierto, hasta la producción en invernaderos altamente tecnificados con sistemas automatizados de riego, nutrición y control fitosanitario (FIRA, 2016).

La producción de tomate en el Ecuador para el año 2015, presentó un comportamiento contrario a la producción internacional, disminuyendo de forma considerable respecto al año 2014. Este comportamiento se debió a una disminución simultánea de la superficie cultivada y al rendimiento a nivel nacional con respecto al año 2014. Los niveles de producción caen notablemente a partir del año 2004, mismo que corresponde al año de mayor producción de todo el periodo analizado (84.886 t.); manifestándose como excepciones a la tendencia creciente de los años 2007, 2010, 2012 y 2014. Alcanzando hasta la actualidad un valor de 68.355 toneladas de tomate riñón (MAG , 2015).

La presente investigación se realizó porque fue necesario identificar nuevos cultivares de tomate de alta calidad genética que se adapte muy bien a las condiciones agroecológicas de la zona y así poder fomentar la siembra y comercialización del tomate.

La investigación se realizó con el propósito de evaluar y seleccionar nuevos cultivares de tomate que se adapten a las condiciones de cultivo de la zona de Puerto la Boca, que tengan altos rendimientos y sean resistentes y/o

tolerantes a los principales factores abióticos y abióticos restrictivos que la afectan.

Los beneficiarios del proyecto son los productores de hortalizas especialmente tomate que se encuentran ubicados entre la parroquia Puerto Cayo y el recinto Manantiales y que se dedican exclusivamente a la producción de tomates lo que redundará en mejorar los ingresos económicos de las familias.

Anteriormente en Puerto La Boca se sembraba a campo abierto híbridos de tomate como el heatwave y charleston, la siembra se la realizaba con semillas recicladas de cultivos anteriores que eran seleccionadas por los mismos productores lo que cada periodo de siembra se desmejoraba la calidad genética y productiva de los cultivares, volviéndose poco rentable la siembra de tomate en la zona. El costo de producción que se obtenía en muchas ocasiones no compensaba el gasto de mantenimiento del cultivo, la producción para el mercado común era de 1.800 cajas por hectárea vendidas al mercado común a un costo de USD. 5.00.

El charleston es un híbrido indeterminado de larga vida, frutos firmes, bien formados y de excelente sabor, calibre de 220-240 g. Tiempo de cosecha 90 días después de trasplante, cosecha concentrada en 10-12 semanas. Planta con entrenudos cortos, buen comportamiento dentro y fuera de invernaderos. Se recomienda manejar a un solo eje 1,20 x 0,35 m. Preferible sembrar en climas templados a cálidos. Presenta alta tolerancia al manchado de frutos (Blotchy ripening), Fusarium 1 y 2, Nemátodos, TMV, Fcr, y Verticillum (ALASKA, 2018).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1.- Formulación del problema

¿Cómo la evaluación y selección de cultivares híbridos de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (MILL)] en la zona de Puerto la Boca, Manabí ayudara a mejorar la producción de tomate en la zona y mejorar los ingresos económicos de los productores de hortalizas por la venta del producto?

3.2.- Delimitación del problema

Contenido: Evaluación y selección de cultivares híbridos de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (MILL.)] en la zona de Puerto la Boca, Manabí

Clasificación: Experimental

Espacio: Puerto la Boca, parroquia Puerto Cayo, Cantón Jipijapa.

Tiempo: marzo – julio del 2018

3.3.- Situación actual del problema

En la actualidad Puerto la Boca cuenta con una cantidad de 54 invernaderos construidos de los cuales 34 se encuentran activos que sirven para la producción de hortalizas entre las que destaca el cultivo de tomate, pero los productores de esta zona no cuentan con semilla de tomate de alto potencial genético que permita obtener rendimientos elevados que ayuden a mejorar los ingresos económicos de los productores por la venta del producto cosechado.

Además, en el mercado es muy limitado el acceso a la compra de semilla certificada de alto potencial genético por lo que se hace necesario implementar esta investigación que permita identificar materiales o híbridos nuevos y de alta productividad de tomate y con fácil adaptación a la zona para poder fomentar la siembra y poder cubrir la demanda insatisfecha que existe en muchos meses del año por la demanda de tomate.

IV. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar y seleccionar cultivares híbridos de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (MILL.)] en la zona de Puerto la Boca, Manabí.

Objetivos específicos

- Evaluar las características agronómicas y rendimiento de cultivares híbridos de tomate.
- Seleccionar el mejor cultivar según sus características agronómicas y de preferencia por el mercado.
- Realizar un análisis de beneficio/costos de cada cultivar híbrido evaluado.

V. VARIABLES

Variable independiente

Rendimiento de híbridos de tomate

Variable dependiente

- Altura de planta (cm)
- Diámetro de tallo (cm)
- Número de frutos por planta (N°)
- Peso de frutos por planta (N°)

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. Generalidades del cultivo de tomate

En 2013, la producción mundial de tomate se ubicó en un máximo histórico de 163.96 millones de toneladas. La tasa promedio anual de crecimiento de la producción mundial, entre 2003 y 2013, fue de 3.2%. Lo anterior, impulsado tanto por aumentos en la superficie cosechada, como por incrementos en la productividad promedio. El 62.0% de la producción mundial en 2013 se concentró en cinco países: China (30.9%), India (11.2%), Estados Unidos (7.7%), Turquía (7.2%) y Egipto (5.2%) (FIRA, 2016).

El consumo per cápita promedio mundial de tomate presenta una tendencia al alza. De acuerdo con datos de la FAO (2011), éste pasó de 15.4 kilogramos en 2001 a 20.2 kilogramos. En ese mismo período, el consumo mundial de tomate creció a una tasa promedio anual de 3.9%. La demanda de esta hortaliza creció más aceleradamente en China e India (6.9 y 8.5% promedio anual, respectivamente). Así, se estima que en 2011 el consumo mundial de tomate ascendió a 139.8 millones de toneladas. El consumo per cápita en los dos principales países consumidores se duplicó durante una década. En China pasó de 16.4 a 30.2 kg entre 2001 y 2011, mientras que en India se incrementó de 6.2 a 12.0 kg (FIRA, 2016).

La superficie cosechada de tomate riñón a nivel nacional disminuyó durante el año 2015 en 16% respecto al año 2014. Las provincias que más contribuyeron en esta baja fueron Imbabura, Chimborazo, Pichincha, por lo que, dichas tendencias decrecientes incidieron en la reducción de la producción anual del año. Por el contrario, el rendimiento tuvo un incremento del 13%; producido por una mayor productividad en las provincias de Carchi, Imbabura y Tungurahua. La superficie cosechada tiene una tendencia a la baja desde el año 2005, excepto durante los años 2010, 2012 y 2014 donde se evidencia una recuperación. El año 2005 es aquel en el que se registró la

superficie más alta del periodo analizado 2002-2015 (3,310 ha). La disminución de la superficie para el año 2015 (16%) es superior a la tasa promedio interanual registrada en los últimos 13 años (8%) (MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería , 2015).

6.2. Taxonomía del cultivo de tomate

| | |
|-----------------|---------------------|
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Subclase | Asteridae |
| Orden | Solanales |
| Familia | Solanaceae |
| Género | <i>Solanum</i> |
| Especie | <i>lycopersicum</i> |

(López, 2017 y CONABIO, 2011)

6.3. Características botánicas del tomate

Tallo

Es grueso, pubescente, anguloso y de color verde. Mide entre 2 y 4 cm de ancho y es más delgado en la parte superior. En el tallo principal se forman tallos secundarios, nuevas hojas y racimos florales, y en la porción distal se ubica el meristemo apical, de donde surgen nuevos primordios florales y foliares. Inicialmente el tallo tiene una apariencia herbácea; está compuesto de epidermis con pelos glandulares, corteza, cilindro vascular y tejido medular (López, 2017)

Hoja

Es pinnada y compuesta. Presenta de siete a nueve folíolos peciolados que miden 4-60 mm x 3-40 mm, lobulados y con borde dentado, alternos, opuestos y, por lo general, de color verde, glanduloso-pubescente por el haz y cenicento por el envés. Se encuentra recubierta de pelos glandulares y dispuestos en posición alternada sobre el tallo. La posición de las hojas en el tallo puede ser semierecta, horizontal o inclinada. Puede ser de tipo enana, hoja de papa, estándar, peruvianum, pimpinellifolium o hirsutum (López, 2017)

Flor

Es perfecta y regular. Los sépalos, los pétalos y los estambres se insertan en la base del ovario. El cáliz y la corola constan de cinco o más sépalos y de cinco pétalos de color amarillo, que se encuentran dispuestos de forma helicoidal. Poseen cinco o seis estambres que se alternan con los pétalos, formando los órganos reproductivos. El ovario tiene dos o más segmentos. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimo, en grupos de tres a diez en variedades comerciales de tomate medianas y grandes. Las inflorescencias se ubican en las axilas, cada dos o tres hojas. Es normal que se forme la primera flor en la yema apical, mientras que las demás aparecen en posición lateral y por debajo de la primera, siempre colocándose alrededor del eje principal, siendo el pedicelo el que une la flor al eje floral (López, 2017).

Fruto

Es una baya bilocular o plurilocular, subesférica globosa o alargada, que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 g. El fruto está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. En estado inmaduro es verde y, cuando madura, es rojo. Existen cultivares de tomate con frutos de color amarillo, rosado, morado, naranja y verde, entre

otros. El fruto contiene las semillas, que tienen un tamaño promedio de 5 x 4 x 2 mm. Son ovoides, comprimidas, lisas o muy velludas, parduzcas y están embebidas en una abundante masa mucilaginosa. Cada semilla está compuesta por el embrión, el endospermo y la cubierta seminal (López, 2017).

Sistema radicular

Ayuda a la planta a anclarse al suelo o al sustrato, absorbe y transporta nutrientes y agua a la parte superior de la planta. Está constituido por la raíz principal y las raíces secundarias y adventicias; estas últimas son numerosas y potentes y no superan los 30 cm de profundidad. El interior de la raíz presenta tres partes: epidermis, córtex y cilindro vascular. La epidermis contiene pelos que absorben el agua y los nutrientes, mientras que el córtex y el cilindro vascular cumplen la función de transportar los nutrientes (López, 2017).

CONABIO, indica que el cultivo de tomate presenta las siguientes características:

Hábito y forma de vida: Hierba delicada, generalmente de vida corta, con pelos glandulares algo pegajosos.

Tamaño: Generalmente de hasta 1 m de altura, aunque a veces más alta.

Tallo: Erecto o recargándose para trepar, algo áspero al tacto.

Hojas: Alternas, de hasta 25 cm de largo, divididas en varias hojillas de diferentes tamaños que a su vez pueden estar divididas principalmente en la base, de ápice puntiagudo y con el margen aserrado a ligeramente hendido.

Inflorescencia: Las flores dispuestas en racimos cortos o alargados, a veces ramificados, ubicados generalmente en las bifurcaciones de los tallos o bien en los nudos.

Flores: El cáliz de 5 sépalos angostamente triangulares, puntiagudos; la corola amarilla, en forma de estrella de 5 puntas (raramente más, hasta 9 principalmente en plantas cultivadas); estambres 5 (raramente más, hasta 9 principalmente en plantas cultivadas), las anteras con sus ápices delgados están unidas entre sí rodeando al estilo.

Frutos y semillas: El fruto carnoso, jugoso, globoso o alargado, de color rojo al madurar. Semillas numerosas, más o menos circulares, aplanadas, amarillas.

Características especiales: Aromática al estrujarse con el típico olor a tomate (CONABIO, 2011).

6.4. Hábito de crecimiento del tomate

Plantas de crecimiento determinado

Son plantas cuyo tallo principal y lateral detienen su crecimiento después de un determinado número de inflorescencias, según la variedad. Son de porte bajo y compacto y producen frutos durante un periodo relativamente corto. Su crecimiento se detiene después de la aparición de varios racimos de flor con la formación de un último racimo apical. La cosecha puede realizarse de una a tres veces durante el ciclo de cultivo (López, 2017).

Plantas de crecimiento indeterminado

Son plantas cuyos tallos principales y lateral crecen en un patrón continuo, siendo la yema terminal del tallo la que desarrolla el siguiente tallo. La floración, la fructificación y la cosecha se extienden por periodos muy largos, por lo que son usualmente cultivadas en invernaderos o casas sombra con tutoreo. Poseen condiciones adecuadas para un crecimiento continuo, dado que forman hojas y flores de manera ilimitada. La aparición de flores en los racimos y su grado de desarrollo son escalonados: las primeras flores del racimo pueden estar totalmente abiertas, mientras que las últimas aún no se abren. En Costa Rica son utilizadas en plantaciones a campo abierto para disponer de cosecha durante un periodo de tres a cuatro meses (López, 2017).

Plantas de crecimiento semideterminado

Se caracterizan por la interrupción del crecimiento de sus tallos después de un determinado número de inflorescencias, usualmente en una etapa muy avanzada del ciclo del cultivo (López, 2017)

6.5. Condiciones agroecológicas del cultivo

Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo del cultivo oscila entre 20 °C y 30°C durante el día y entre 10 °C y 17 °C durante la noche. Temperaturas superiores a los 30 °C reducen la fructificación y la fecundación de los óvulos, afectan el desarrollo de los frutos y disminuyen el crecimiento y la biomasa de la planta. Las plantas de tomate se desarrollan mejor con temperaturas de entre 18 °C y 24 °C. Temperaturas diurnas inferiores a 12-15 °C pueden originar problemas en el desarrollo de la planta, mientras que temperaturas diurnas superiores a 30 °C e inferiores a 12 °C afectan la fecundación (López, 2017).

-Humedad relativa

La humedad relativa (HR) óptima, que se ubica entre 60 % y 80 %, favorece el desarrollo normal de la polinización y garantiza una buena producción. El exceso o déficit de HR produce desórdenes fisiológicos y favorece la presencia de enfermedades. Una humedad relativa superior al 80 % favorece la permanencia de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificulta la fecundación, ya que el polen se humedece y hay aborto floral. Una alta humedad relativa y una baja iluminación reducen la viabilidad del polen y pueden limitar la evapotranspiración, disminuir la absorción del agua y los nutrientes, generar déficit de elementos como el calcio e inducir desórdenes fisiológicos. Una humedad relativa menor al 60 % dificulta la polinización (López, 2017).

Luminosidad

Cuando la luminosidad es reducida, ello puede afectar en forma negativa los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta. Durante los periodos críticos del desarrollo vegetativo de la planta la interrelación entre la temperatura diurna, nocturna y la luminosidad es fundamental. Por tal motivo se recomienda no cultivar tomate en sitios que permanecen nublados, ya que los rendimientos disminuyen considerablemente (López, 2017)

Altitud

En Costa Rica las principales áreas cultivadas comercialmente se concentran en el Valle Central; su altitud oscila entre los 700 y los 2000 m.s.n.m. En el ámbito mundial las zonas donde más se ha adaptado esta especie son las de clima templado, ubicadas entre 1000 y 2000 m s. n. m. en ambientes protegidos. En la actualidad se encuentran cultivares adaptados a rangos de altitudes más amplios (López, 2017).

Suelo

El cultivo de tomate no es muy exigente en términos de suelo, excepto en lo que respecta al drenaje; no obstante, se obtienen mejores resultados en suelos profundos (de 1 m o más de profundidad), de texturas medias, permeables y sin impedimentos físicos en su perfil. El tomate tolera la acidez y crece adecuadamente en pH de 5,0 a 6,8. Es medianamente tolerante a la salinidad, con valores máximos de 6400 ppm (10 mmho). En Costa Rica los tipos de suelo predominantes en el cultivo de tomate son de origen volcánico, de textura franco a franco limosa (López, 2017).

El tomate es un cultivo originario de América y que se adapta a una gran diversidad de condiciones ambientales y de tipos de suelos lo que resulta ser un cultivo muy difundido y común en toda Honduras de forma industrial. Los suelos para este tipo de rubro de preferencia deben ser con un buen contenido de materia orgánica pero también se producen bien en suelos pesados hasta arenosos con materia orgánica (SAG - Secretaría de Agricultura y Ganadería Honduras, 2015).

6.6. Etapas fenológicas del cultivo de tomate

La fenología está determinada por la variedad y las condiciones climatológicas de la zona donde se establece el cultivo. Las etapas se pueden dividir en cinco periodos (Haifa Chemicals 2014).

Establecimiento de la planta joven

Constituye el periodo de formación inicial de las partes aéreas de la planta, conocido como desarrollo del semillero (López, 2017).

Crecimiento vegetativo

Comprende los primeros cuarenta a cuarenta y cinco días desde la siembra de la semilla, después de los cuales las plantas comienzan su desarrollo continuo. A esta etapa le siguen cuatro semanas de crecimiento rápido (López, 2017).

Floración e inicio del cuaje de la fruta

Este periodo se extiende desde el inicio de la floración (de veinte a cuarenta días luego del trasplante) hasta la finalización del ciclo de crecimiento de la planta. El cuaje tiene lugar cuando la flor es fecundada y empieza el proceso de su transformación en fruto (López, 2017).

Inicio del desarrollo de la fruta

El cuaje de la fruta ocurre luego de la polinización, que tiene lugar por medio del viento y las abejas. En esta etapa, una vez iniciado su crecimiento, la fruta no suele caerse y no presenta rastros de la flor. El crecimiento de la fruta y la acumulación de materia seca presentan un ritmo relativamente estable, hasta llegar a dos o tres grados de maduración (López, 2017).

Maduración de la fruta

Por lo general la maduración ocurre aproximadamente ochenta días después del trasplante, dependiendo del cultivar, la nutrición y las condiciones climáticas. Luego, la cosecha continúa hasta llegar de los 180 a 210 días después del trasplante. (HAIFA-CHEMICALS, 2014)

6.7. Estado fenológico y fitosanitario del cultivo

El cultivo de tomate riñón se encuentra en casi todas las provincias de la Sierra ecuatoriana, pero su máxima concentración de superficie corresponde a las

provincias de Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, Azuay y Loja. El ciclo del cultivo tiene una duración aproximada de 210 días en todas las provincias mencionadas y fue realizado de manera escalonada a lo largo de todo el año (MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería , 2015).

Debido a la implementación del sistema de invernaderos en el cultivo de tomate riñón, su producción fue realizada durante todo el año, iniciando con la preparación del suelo y siembra en cualquier mes del año. En el cuadro 1 se observa que las diferentes etapas fenológicas del cultivo se desarrollaron durante todo el año; motivo por el cual no se observaron picos en la oferta de tomate riñón durante el año 2015 (MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería , 2015).

Con el fin de detallar el ciclo del cultivo se presenta el inicio de la siembra durante el mes de noviembre, misma que tuvo una duración aproximada de dos meses. Durante los siguientes cinco meses el cultivo cumplió las etapas de enraizado, crecimiento vegetativo, floración, cuajado y engrose. Completados estos procesos, se inició en el mes de mayo la cosecha del producto. En el año 2015, la principal plaga que afectó el desarrollo del cultivo tanto en el sistema de producción a campo abierto como de invernadero fue la Mosca Blanca. Adicional, las enfermedades que más afectaron al cultivo fueron la *Bacteriosis*, *Botrytis*, *Oidium* y *Phytophthora infestans* (Tizón tardío) (MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería , 2015).

6.8. Costos de producción para tomate

Se registra un costo promedio de USD 6.00 por m² para la construcción de un invernadero de madera y de USD 9.00 por m² para la construcción de un invernadero de metal; ambos costos incluyen plástico y construcción. De la estructura de costos reportada para este cultivo, las actividades que requieren de un mayor financiamiento son la cosecha y la fertilización, que representan

el 52% de los costos respectivamente (MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería , 2015).

Los rubros que incrementan el costo de estas dos labores son la mano de obra en el caso de la fertilización y los materiales (cajas) y el transporte del producto en el caso de la cosecha. Un 8% adicional de los costos es destinado para la preparación del suelo, 20% para la siembra, 13% para las labores culturales y el 7% restante corresponde a los controles fitosanitarios. Es importante mencionar que en cada una de las categorías mencionadas se ha incluido tanto el costo de los insumos necesarios para dicha labor productiva (semilla, maquinaria, fertilizantes, agroquímicos) como la mano de obra necesaria (MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería , 2015)

6.9. Fitomejoramiento

El fitomejoramiento es el arte y la ciencia de mejorar genéticamente las plantas en beneficio de la humanidad. Lo practican en todo el mundo mejoradores profesionales y agricultores, con siglos de resultados comprobados. En los últimos decenios, las presiones ambientales se han vuelto más frecuentes e intensas debido a la aceleración del cambio climático, y el fitomejoramiento es una parte fundamental de la solución (FAO, 2017)

6.10. Híbridos

Las plantas híbridas son cruzamientos entre dos variedades diferentes de plantas. Algunas plantas se hibridan en la naturaleza, mientras que otras se cruzaron intencionadamente con el fin de obtener los atributos más valiosos de cada una de las plantas. Las plantas híbridas se pueden desarrollar para el tamaño, la resistencia a enfermedades, floración, sabor, color y una variedad de otras razones basadas en la preferencia. Muchas plantas de hoy en día, disponibles comercialmente, se han hibridado de alguna manera. Frutas y vegetales híbridos y otros híbridos de cultivos son comunes ya que los científicos trabajan para crear cultivos de alimentos que crecen más

grandes, maduran más rápidamente o resisten a ciertas condiciones y plagas (TARINGA, 2013)

Las plantas híbridas se crean cuando el polen de un tipo de planta se emplea para polinizar una variedad completamente diferente, resultando en una planta totalmente nueva. A menudo los híbridos no son fértiles y por lo tanto no pueden reproducirse (GreenFacts, 2018).

Las plantas híbridas son cruzamientos entre dos variedades diferentes de plantas. Algunas plantas se hibridan en la naturaleza, mientras que otras se cruzaron intencionadamente con el fin de obtener los atributos más valiosos de cada una de las plantas. Las plantas híbridas se pueden desarrollar para el tamaño, la resistencia a enfermedades, floración, sabor, color y una variedad de otras razones basadas en la preferencia. Muchas plantas de hoy en día, disponibles comercialmente, se han hibridado de alguna manera (Uhl, 2017).

La hibridación es la acción de fecundar dos individuos de distinta constitución genética, es decir, cruzar dos variedades o especies diferentes para conseguir reproducir en la descendencia, alguno de los caracteres parentales. De la combinación de los caracteres genéticos parentales se derivan también otros rasgos indeseados, es por ello que tras la hibridación suele ser necesario realizar un proceso de selección artificial durante varias generaciones, eliminando así aquellas plantas que sostengan rasgos desfavorables para que predominen sólo los deseados (INFOAGRO, 2013).

Los híbridos suelen mostrar mayor vigorosidad que los parentales, lo que da lugar a un mayor rendimiento. Este fenómeno ha sido aprovechado en la producción a gran escala de determinados cultivos de cereales de gran importancia económica, tales como el maíz, aunque también es apreciable la contribución que las semillas híbridas han supuesto en numerosas variedades de hortalizas y plantas ornamentales. Cuando se obtienen híbridos cuyos

caracteres deseados ya están suficientemente desarrollados, se suelen reproducir por métodos asexuales, de esta forma se consigue sostener los rasgos idénticos entre individuos (INFOAGRO, 2013).

Un híbrido biológico es la combinación genética de diferentes razas, géneros o especies a través de la reproducción sexual. La experimentación genética permite la modificación de los seres vivos a través del cruce de dos organismos de especies diferentes y como resultado de ello se produce un ser híbrido (Gan, 2018).

Las semillas híbridas provienen de una planta híbrida, lo que quiere decir que es el resultado del cruce de dos plantas de distinta especie, no muy diferentes para que pueda producirse el cruce. Este es un método que el hombre ha realizado durante años para mejorar la calidad de sus cultivos, es un proceso natural sin efectos nocivos. También es un proceso que se puede dar de forma espontánea en la naturaleza, sin la intervención del hombre, por medio de polinizadores. El problema de estas semillas es que no pueden dar plantas de segunda generación, esto quiere decir, que la siguiente generación de semillas que obtenemos de la planta no es fértil (Rodríguez, 2013).

6.11. Vigor híbrido

“El vigor híbrido” nos viene a describir una característica de los híbridos, la de que tienen mayor vigor que sus parentales, cosa que se traduce en una mayor producción y mayor resistencia a enfermedades; estas características las ha aprovechado el hombre para favorecer la selección natural, desde los albores de la humanidad. La forma de mantener las características obtenidas en una determinada especie vegetal mediante la hibridación, es realizar a continuación, reproducción vegetativa, es decir, sin intercambio sexual, de forma que podamos mantener los fenotipos obtenidos y a la vez realizar la selección necesaria (Cabello, 2012).

6.12. Híbridos de tomate

Los tomates híbridos son muy adecuados para cultivo de invernadero, porque se han seleccionado para resistir en esas condiciones adversas, aunque también existen agricultores que cultivan con éxito tomates de variedades tradicionales en invernadero. El precio de la planta y de la semilla híbrida es muy elevado por comparación con las variedades no híbridas, y las exigencias de fertilizantes también son significativamente mayores (Arroyo, 2012).

El cruzamiento para la hibridación en tomate debe realizarse de modo artificial forzado. De forma natural el tomate es una especie autógama en un 95% aproximadamente, por lo que cada flor se fecunda a sí misma, resultando esas poblaciones heterogéneas y fijadas genéticamente (frecuencias genotípicas poco variables) a lo largo de los años. En el caso de la mejora moderna del tomate se han desarrollado un tipo de híbridos a partir de líneas consanguíneas, buscando el fenómeno de la heterosis: mayor vigor híbrido, producciones más altas, mejor cuajado de frutos (Arroyo, 2012).

En este proceso la pérdida de potencial genético se produce de un salto. Son las variedades de tomate que en los sobres aparecen como F1, F2, etc. El agricultor debe comprar la semilla todos los años porque para obtener una semilla híbrida, tanto experimental como comercial, deben volver a cruzarse siempre las líneas parentales originales; o sea, de la semilla de un tomate híbrido no salen otros tomates similares (Arroyo, 2012).

Una nueva variedad de tomate híbrida desarrollada en la Estación Agrícola Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica (EEFBM) se pondrá a disposición de los productores nacionales por primera vez en la historia del cultivo de tomate costarricense a partir de este martes. Se trata del Prodigio FI, el primer híbrido de tomate para mesa obtenido en el país, cuyas características genéticas adaptadas a nuestra región le dan mayor productividad y resistencia a las enfermedades, lo cual redundará en

beneficios económicos para los productores nacionales (Universidad de Costa Rica , 2016).

Para obtener esta semilla con altos estándares de calidad genética, fisiológica y fitosanitaria la UCR, a través del programa de Hortalizas de la Estación Agrícola Fabio Baudrit, ha dedicado más de 25 años de investigación de mejoramiento genético. El tomate producido con la semilla híbrida Prodigio es un producto de alta calidad adecuado para la mesa de los consumidores costarricenses, que además requiere menos cantidad de fertilizantes para ser producido (Universidad de Costa Rica , 2016)

6.13. Producción de tomate bajo invernadero

La producción de tomate bajo invernadero o bajo condiciones protegidas es una práctica que se viene adelantando en el país como una opción para la reconversión de cultivos, haciendo más productivas áreas con severas limitaciones y condiciones adversas que son minimizadas, obteniendo excelentes resultados, como el incremento en la productividad, la rentabilidad y la calidad no solo en la apariencia física del producto sino en su inocuidad por la mínima aplicación de plaguicidas. Los rendimientos bajo este sistema de producción han mejorado, si se comparan los 1,5 y 2 kilogramos por planta obtenidos en campo abierto frente a los 5 y 8 kilogramos por planta en invernadero, incrementándose así la productividad hasta en un 300 % por planta (Corpoica, 2006-2013) (DANE - Colombia, 2014).

Producir plántulas de calidad implica invertir en invernaderos, para poder reducir los efectos dañinos del clima y evitar el ingreso de plagas y enfermedades. Dependiendo de la escala de producción y de la capacidad económica, hay varias opciones de infraestructura para construir invernaderos, desde las más tecnificadas, hasta aquellas estructuras con bases de tubo y velo agrícola. En todos los tipos de invernadero, es importante

seguir los pasos y recomendaciones para producir plántulas vigorosas y sanas (Gabriel *et, al.* 2013).

6.14. Invernaderos

Las perspectivas del sector de venta de invernaderos son positivas. Exceptuando el primer semestre de 2015, la demanda de invernaderos ha sido creciente durante los últimos años, y todavía existe capacidad y terreno adecuado para este tipo de equipamiento. Es importante destacar que dada la oferta existente cada vez se hace necesario un nivel de tecnología superior, capaz de aumentar la productividad de este tipo de cultivos. Existen por tanto oportunidades en este sentido, así como en el campo de otros elementos complementarios al propio invernadero, tales como sistemas de riego, fertilizantes, semillas, plantas de empacado y frío, etc. (Regueira, 2015)

Aún siendo el control climático un aspecto fundamental para el desarrollo de los cultivos, no ha sido posible su introducción hasta que los invernaderos han sufrido una adecuada evolución hacia las estructuras de mayor rendimiento y adaptadas a las nuevas necesidades. Ha sido en los últimos años cuando ha comenzado a tener lugar esta transformación en los invernaderos, evolucionando hacia estructuras de mayor volumen, calidad y estanqueidad. Disponer de invernaderos adecuados ha supuesto la puerta de entrada para la introducción de las nuevas técnicas de control climático, junto con el abaratamiento de costes de las nuevas tecnologías y el aumento del rendimiento del cultivo, controlando las condiciones ambientales pudiendo producir en épocas del año más adversas, amortizando antes la inversión inicial (García y Martínez, 2016).

Una de las ventajas de la producción de invernadero en México es su capacidad de producir durante la temporada de invierno, ya que en general, en este período sólo existe producción de hortalizas en campo en Sinaloa, México (principalmente tomate) y en Florida, EUA. Esta situación les permite

acceder al mercado cuando los precios en EUA y México son más elevados— el clima benigno de otoño e invierno en México, posibilita la producción de hortalizas en invernadero a costos más competitivos, utilizando estructuras simples, de tecnología baja y malla-sombra, sin incurrir en el uso de calefacción, equipos y estructuras especiales que conlleven mayores niveles de inversión (Ocaña, 2015).

6.15. Características de los Híbridos de tomate utilizados en la investigación

Los híbridos Pai Pai, E 26.34779, E 15 B.50206 (BIKONOUR), E 15 B.50142 ITAIPU, E. 27.34021 VENTO, E 27.33243 FORENZA, provienen de la Empresa holandés Enza Zaden, son tomates híbridos con. Frutos de extraordinaria vida de anaquel y la mayoría de ciclo precoz a cosecha. Resistentes a tospovirus y otros patógenos (ENZA ZADEN, 2014, 2018). Los cultivares F1 Pietro y Aalmbra, son híbridos franceses de buena calidad y alto rendimiento.

E 26.34770

Tomate tipo Roma de porte fuerte y buena cobertura foliar. Presenta una excelente maduración uniforme de frutos tamaño L durante todo el ciclo (ENZA ZADEN, 2014, 2018).

E 15 B.50206 (BIKONOUR)

Cultivo: invernadero se desempeña bien bajo la sombra de la producción neta.

Frutas de alta calidad, maduración temprana planta fuerte.

Frutas firmes uniformes de color rojo oscuro, frutas planas de forma redonda de 180 gramos(ENZA ZADEN, 2014, 2018).

Pai Pai

Presenta una entrada precoz a cosecha y es muy productivo. Fácilmente adaptable a condiciones de calor y frío no extremosas. Excelente set continuo de amarres predominando tamaños L y XL hasta el fin de cultivo. Posee muy buena maduración, así como firmeza y brillo rojo intenso.

Planta: Fuerte y compacta, con entrenudos cortos. Una excelente cobertura foliar con amarres continuos y cultivo tipo roma con un peso de 170 gramos (ENZA ZADEN, 2014, 2018).

E 27.33243 FORENZA

Excelente para ciclos largos, manteniendo tamaños y firmeza hasta el final del ciclo de cultivo. Se encuentra bien adaptado a climas templados y su hábito de crecimiento facilita las labores culturales.

Planta: Su gran vigor es ideal para ciclos de producción largos, puede ser utilizado en invernaderos de mediana o alta tecnología.

Fruta: Su madurez a cosecha es temprana. Con un peso promedio de 280 gramos y una forma de globo intermedio presenta una gran uniformidad (ENZA ZADEN, 2014, 2018).

E. 27.34021 VENTO

Variedad duradera y muy productiva. Con su fuerte resistencia intermedia al Oidium y su alta resistencia a Cladosporiosis, Vento aporta una verdadera solución agronómica a las producciones del oeste de Francia. Calidad de fruta hermosa con un porcentaje muy bajo de segunda opción. Calibre de 150 a 170 g regular, buena conservación. Buena fruta en condiciones de calor. Siembra en refugios fríos desde finales de marzo hasta mayo (ENZA ZADEN, 2014, 2018).

E 15 B.50142 ITAIPU

Enza zaden lanza un híbrido rustico y capaz de soportar las más difíciles adversidades el tomate itaipu llega para ser el mayor aliado del productor con un peso de 170 gramos y de forma redonda (ENZA ZADEN, 2014, 2018).

ALAMBRA

Híbrido indeterminado larga vida, planta muy robusta, posee una buena capacidad de cuajado de frutos en condiciones de alta temperatura, gran resistencia al “rajado” es un híbrido muy versátil ya que se comporta muy bien a campo abierto como en invernadero, rojo muy atractivo con pesos entre 200 y 220 gramos. (ENZA ZADEN, 2014, 2018)

PIETRO

Tomate larga vida, ligeramente redondeado indeterminado grueso y firme. Planta de gran adaptabilidad produce frutos grandes, planta vigorosa con buena cobertura foliar y entrenudos cortos. Racimos uniformes de 5 a 7 frutos, mantienen gran calibre hasta el último racimo con excelente post cosecha. Planta con entrenudos cortos, frutos de color rojo y de calibre grande 230-250 g. se adapta bien a campo abierto e invernadero (ENZA ZADEN, 2014, 2018).

6.16. Tomate en invernadero

El cultivo de tomate en Colombia es uno de los más importantes para el país. Son 18 departamentos en los que se encuentra este producto, entre los más importantes tenemos a Cundinamarca, Norte de Santander, Valle del Cauca, Caldas, Huila, Risaralda y Antioquia. Una alternativa para el cultivo de tomates surge en Colombia basada en la utilización de invernaderos para su siembra. Con los invernaderos se busca asegurar la calidad y una mejor producción del

tomate. El tomate de invernadero brinda a los cultivadores factores que no se podían controlar en el cultivo tradicional como el clima, la temperatura, la luz y el riego (SYNGENTA, 2015).

El plástico para invernaderos protege al cultivo de diversas circunstancias, entre ellas la humedad. Se debe tener en cuenta una temperatura ideal para que el cultivo se desarrolle de manera exitosa: entre los 18 y los 22°C durante el día y en la noche debe estar a una temperatura no mayor a los 16°C. La humedad debe encontrarse entre un 60% a un 80%. En el mercado se encuentran diversos tipos de mallas para invernadero que van a permitir que el cultivador tenga control sobre horas de luz necesarias para que la cosecha logre un color uniforme en la hortaliza. El control de estas circunstancias evita el desarrollo de enfermedades en la planta y ayudan al desarrollo de una excelente cosecha (SYNGENTA, 2015).

La producción de plántulas es una de las primeras etapas en la producción de tomate bajo invernadero. Dicha etapa incluye la selección y propagación del material vegetal. Actualmente, los materiales más utilizados para cultivo bajo cubierta son híbridos de crecimiento indeterminado con alto potencial productivo. Los frutos son de larga vida poscosecha y de tamaño, forma y maduración uniformes. Principalmente existen dos tipos de hábito de crecimiento para el tomate; el indeterminado y el determinado. Es importante identificar el hábito de crecimiento para el tipo de tomate que se quiere sembrar, ya que de éste y de las características del invernadero se pueden generar variaciones en aspectos relacionados con el establecimiento y manejo del cultivo (Escobar y Lee, 2015).

A su vez, en las variedades de crecimiento indeterminado se presentan dos formas de crecimiento y desarrollo de las plantas. Por una parte, están las plantas de crecimiento abierto que son en general más precoces, con entrenudos largos, hojas pequeñas y frutos de tamaño medio. Estas variedades se adaptan muy bien en invernaderos que tienen una estructura

alta para el tutorado de las plantas y principalmente en los casos en que el invernadero tiene problemas de ventilación, puesto que su menor densidad de hojas facilita esta función. Por otra parte, están las variedades de crecimiento compacto que se caracterizan por tener entrenudos cortos, con crecimiento vegetativo excesivo y frutos grandes (Escobar y Lee, 2015).

El tomate puede cultivarse durante todo el año, pero hay que tener en cuenta que las heladas y el calor excesivo pueden dificultar su buen desarrollo en esas épocas. Para subsanar estos inconvenientes, es imprescindible la adopción de nuevas tecnologías, como ser el cultivo en invernadero, el uso de mallas plásticas que intercepten más del 50 % la luz del sol, y mejorar el sistema de riego. Para obtener buenos resultados, la elección de la variedad debe ir acompañada por la adquisición de una semilla confiable, de buena calidad (Villasanti, 2013).

El cultivo hortícola más difundido en Argentina es el tomate. Aunque fundamentalmente esté orientado a la industria también existe larga experiencia sobre el cultivo de tomate para consumo fresco. La demanda insatisfecha del mercado durante el período de bajas temperaturas (abril hasta noviembre), lleva a suponer que es una buena oportunidad para producir esta hortaliza bajo condiciones protegidas para aprovechar esa coyuntura de altos precios durante el período de bajas temperaturas pero, tanto la experiencia de los productores como la validación tecnológica a partir de ensayos realizados en INTA permiten asegurar que para hortalizas de fruto, el ciclo primavero-estival es el único recomendable mientras que se desalienta el cultivo de otoño-invierno (Iglesias, 2015).

En esta región, el cultivo de tomate en invernadero se realiza fundamentalmente para abastecer el mercado entre los meses de julio y enero. Para ello es necesario prever invernaderos con sistemas de calefacción. Las bajas temperaturas durante los meses fríos se traducen en un significativo costo en combustible por lo que suele ser práctica común

mantener las temperaturas con un límite mínimo entre 4-7 °C, temperaturas subóptimas para el crecimiento y fructificación lo cual afecta negativamente el potencial de los cultivos. Los cultivares de tomate empleados son de crecimiento indeterminado siendo común la poda de retención de la planta a la altura del 7º racimo para detener el crecimiento de la planta y terminar con la cosecha durante los meses de verano ya que a partir de la segunda quincena de enero es posible obtener cosecha en cultivo a campo con menores costos de producción (Iglesias, 2015)

6.17. Trabajos realizados en híbridos de tomate

El presente estudio se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana y el experimento se desarrolló en un invernadero de tipo baticenital. Los tratamientos evaluados fueron los híbridos T1 6029, T2 Faisán, T3 5180, T4 6029, T5 Raptor y T6 Quetzal. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 6 tratamientos y 10 repeticiones cada uno, teniendo como unidad experimental 10 plantas en cada uno de los tratamientos evaluados. La toma de datos fueron cada cuatro días donde se evaluaron: altura de planta, diámetro de tallo, número de racimos, diámetro ecuatorial y polar del fruto y peso del fruto. Se usó un análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % para el análisis de datos. De los híbridos el más sobresaliente con respecto a la variable altura de planta fue el híbrido 6096 con un promedio de 4.3 m en comparación con los demás híbridos evaluados. El híbrido en base al diámetro de tallo fue el híbrido Raptor con promedio de 1.37 cm. Para el estudio del diámetro polar de los frutos, el mayor fue el híbrido Quetzal con 7.4 cm en promedio. Para el estudio del diámetro ecuatorial del fruto, el híbrido con mejor tamaño fue el Quetzal con 6.5 cm en promedio. El híbrido que destacó en la variable número de racimos fue el híbrido 5180 obteniendo un promedio de 11 racimos por planta. En la variable peso de fruto, el híbrido Quetzal fue el que destacó frente a los demás híbridos teniendo un promedio de 200 g por fruto. Todos los resultados de este ensayo demostraron que los tratamientos

difirieron estadísticamente entre ellos y demostraron tener características diferentes los seis tratamientos T1 6096, T2 Faisán, T3 5180, T4 6029, T5 Raptor, T6 Quetzal (Rosas *et. al.* 2014).

En México el cultivo del tomate es de gran importancia, 70% de los cultivos que se producen bajo condiciones protegidas corresponde al tomate. Por esto es importante realizar un manejo eficiente en la agricultura intensiva para lo que se requieren conocer los factores que condicionan el potencial de producción de los cultivos. El objetivo de éste trabajo fue realizar un análisis de crecimiento de tomate en invernadero. Se desarrollaron dos ciclos de cultivo de tomate durante los años 2011 y 2012. Se eliminaron 4 plantas por semana en las que se determinó el peso fresco y seco de los diferentes órganos. Se realizaron análisis de correlación y de regresión entre los diferentes órganos de la planta de tomate, y una prueba de t-Student entre las variables climáticas de ambos ciclos. Con los datos obtenidos se generaron curvas de crecimiento de los diferentes órganos de la planta. Se encontró que el cultivo de tomate presentó una etapa de crecimiento exponencial y otra lineal. Se demostró que existe una fuerte correlación entre los pesos frescos y secos de los diferentes órganos de la planta ($p \leq 0.01$), y en las diferentes etapas de crecimiento ($p \leq 0.01$). También se observó que la generación y acumulación de biomasa por las plantas de tomate se afectó por las condiciones climáticas internas del invernadero, ya que fueron diferentes en ambos ciclos ($p \leq 0.05$). La información presentada es útil para diferentes factores del cultivo de tomate en invernadero (Juárez *et. al.* 2015).

Dentro de las hortalizas consumidas en el mundo, el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las de mayor importancia. En Colombia, el departamento de Boyacá se caracteriza por ser el mayor productor de tomate, en donde se producen diferentes cultivares o híbridos, que presentan diferente comportamiento fisiológico, lo que implica cambios en el manejo agronómico convencional. En trabajo para evaluar el comportamiento del crecimiento y desarrollo del fruto de tomate híbrido Ichiban bajo condiciones de invernadero,

se evaluaron parámetros como diámetro polar y ecuatorial, relación entre diámetros, masa fresca y seca, y tasa absoluta y relativa de crecimiento, los resultados fueron sometidos a un análisis descriptivo. Además, se determinó el modelo de crecimiento. Se encontró que el híbrido Ichiban presenta un comportamiento sigmoide simple común en frutos carnosos, los diámetros polar y ecuatorial se ajustaron a modelos polinómicos, mientras que la masa seca y fresca se ajustó a un modelo no lineal de tipo logístico. Se presento antesis a los 50 días después del trasplante (ddt) y los frutos alcanzaron la madurez fisiológica 49 días después de la antesis, durante este período se acumularon 510,2 GDD Todas las variables presentaron diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$) y coeficientes de determinación superiores a 0,9, indicando, que los modelos son adecuados para explicar los fenómenos biológicos estudiados (Almanza *et, al.* 2016).

Se evaluaron las manifestaciones heteróticas en la primera generación de autogamia de cuatro híbridos comerciales de tomate. Los ensayos se realizaron en el Centro Experimental de la Universidad Nacional, Seccional Palmira. Los cuatro híbridos fueron seleccionados por su buen desempeño agronómico, los cuales se compararon con dos líneas avanzadas F6 y una variedad comercial de gran aceptación entre los agricultores. El trabajo se justificó debido a los altos costos de la semilla híbrida importada de tomate tipo-Milano, factor limitante para su empleo a nivel de pequeños agricultores. Las plántulas (F2, híbridos, líneas y variedad) se sometieron al sistema de doble trasplante. Cuando las plántulas tenían 10 días se midieron descriptores cuantitativos como longitud del hipocotilo y área de las hojas cotiledonares. Antes de que las plantas se llevaran al vivero definitivo (campo), se hicieron lecturas individuales de Altura de planta, diámetro basal, diámetro intermedio y longitud de la tercera hoja. Los resultados arrojaron rendimientos similares entre plantas F2 e híbridos, lo cual abre la posibilidad de usar la semilla F2 como una alternativa de bajo costo para los pequeños agricultores, comparada con la semilla híbrida (Estrada y Baena, 2010),

Fueron evaluados 11 híbridos de tomate indeterminado de la empresa ENZA ZADEN y un testigo de la empresa SEMINIS, bajo condiciones de invernadero y laboratorio con los objetivos de: i) evaluar y seleccionar participativamente 11 nuevos híbridos de tomate indeterminado de la empresa ENZA ZADEN, por su adaptación, sus características agronómicas y de sanidad en el ciclo del cultivo, en cosecha y en pos-cosecha y ii) Implementar con agricultores emprendedores, el negocio de los tomates híbridos indeterminados seleccionados participativamente. Los resultados mostraron que las variedades con mayor número de frutos y rendimiento fueron Shanon y Afamia entre las de tipo beef (redondas) y Granadero entre las peras. Las variedades redondas presentaron un rendimiento promedio superior al de las peras. Las variedades peras presentaron un número de frutos promedio superior al de las redondas. Hubo una correlación alta y positiva entre el número de frutos y el rendimiento tanto en peras como en redondas. Las variedades con mayor peso de fruto fueron Bruni (entre las redondas) y Centenario, Granadero y (entre las peras). El peso de fruto se reduce en el tiempo en forma lineal para todas las variedades excepto Corleone. La variedad redonda con mayor firmeza de fruto fue Shannon. No hubo diferencia en firmeza entre las peras. La firmeza de fruto reduce en el tiempo en forma lineal para las variedades Bruni, Elpida, Hechicero, Rally, Centenario, Corleone y reduce en forma lineal pero incrementa en forma cuadrática para las variedades Maradona y Shannon. Las variedades que redujeron la firmeza de sus frutos a menor velocidad fueron Corleone, Centenario y Afamia. Las variedades con menor pH fueron Afamia (entre las redondas) y Centenario y Granadero (entre las peras). El pH incrementa en el tiempo en forma lineal en todas las variedades. Las variedades con mayor contenido de Grados Brix fueron Hechicero, Afamia, Granadero, Elpida, Rally, Maradona y Sebatina (entre las redondas) y Corleone (entre las peras). El contenido de Grados Brix incrementa en forma lineal en el tiempo en todas las variedades. Existieron correlaciones significativas altas y positivas entre Grados Brix y pH; y entre peso y firmeza de fruto. Se logró la selección participativa de las variedades Elpida, Rally (redondas), Centenario y Policarpo (Peras), que ahora son las que se están

produciendo comercialmente en los invernaderos de EL Paso en Cochabamba (Gabriel, *et, al.* 2016).

Durante 2010-2011 se evaluaron en invernadero, 30 híbridos de tomate, con el objetivo de determinar las relaciones genéticas entre los distintos caracteres afines al rendimiento, el número de días a la madurez y duración en anaquel. Los resultados mostraron que el híbrido 5 fue el mejor en textura, para grados brix los mejores híbridos fueron: 2, 29, 25, 16 y 10, para número de días a la madurez, el híbrido 12. El híbrido 8 para tamaño y ancho de fruto, para longitud de fruto el híbrido 4 y el híbrido 9 para rendimiento. En el pH hubo efectos adicionales y en la textura de fruto, los grados brix y el número de días a la madurez, efectos dominantes. En el rendimiento, tamaño, longitud y ancho de fruto hubo efectos aditivos y dominantes. La herencia fue mayor para grados brix, tamaño, longitud y ancho de fruto. El progenitor 70 es portador de genes para menor pérdida de textura, mayor ganancia de grados brix, mayor pérdida de pH, mayor tamaño y mayor rendimiento de fruto. El progenitor 71 fue el portador de genes con menor número de días a la madurez, mayor longitud y mayor ancho de fruto. La correlación mostró una relación moderada y negativa ($r=-0,62$), entre tipo de crecimiento de la planta y forma predominante de fruto; además hubo correlaciones moderadas y negativas ($r=-0,51$) entre forma predominante de fruto, color exterior del fruto maduro y número de lóculos ($r=-0,41$). Se identificaron 2 componentes principales: el primero relacionado con textura de fruto, grados brix, tamaño, longitud y ancho de fruto; el segundo componente identificó al pH, número de días a la madurez y rendimiento por planta. La correspondencia múltiple mostró que en los híbridos evaluados predominan frutos redondos con pericarpio y la parte externa de color rojo (López *et, al.* 2015).

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

Los materiales utilizados en la investigación fueron:

Balde plástico, regaderas, bandejas germinadoras, tanques, piolas, cañas, alambre, bomba de riego, bomba de fumigar.

B. Métodos

7.1. Ubicación

La investigación se desarrolló en el Recinto Puerto la Boca perteneciente a la Parroquia Puerto Cayo del Cantón Jipijapa, que está ubicado en la latitud: -1.3 y longitud: -80.7333, a una altitud aproximada de 53 msnm; su clima posee una temperatura de 24.8 °C; la precipitación promedio anual es de 298 mm, concentrándose la mayor cantidad de lluvia en el mes de febrero, mientras que el mes más seco es en agosto (GAD Jipijapa, 2011).

7.2. Factores en estudio

El trabajo de investigación fue unifactorial

7.3. Tratamientos

Los tratamientos utilizados en el estudio fueron los cultivares híbridos de tomate que a continuación se detalla:

Tabla 1. Tratamientos del ensayo

| N° | Híbridos de tomate |
|-----------|---------------------------|
| 1. | E 25.33808 PAIPAI |
| 2. | E 26.39770 |
| 3. | E 15 B.50206 BAIKONUR |
| 4. | E 15 B.50142 ITAIPU |
| 5. | E. 27.34021 VENTO |
| 6. | E 27.33243 FORENZA |
| 7. | PIETRO |
| 8. | ALAMBRA |

7.4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de filas y columnas con ocho repeticiones (Gabriel *et al.*, 2017).

Los tratamientos fueron alojados en invernadero como se observa en la figura 1.

7.5. Características del experimento

Tabla 2. Características del experimento

| DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL | MEDIDAS |
|---|----------------|
| Unidades o parcelas experimentales | : 64 |
| Número de repeticiones | : 8 |
| Número de tratamientos | : 8 |
| Hileras por parcela | : 7 |
| Hileras útiles | : 7 |
| Número de plantas por unidad experimental | : 165 |
| Número de plantas por parcela útil | : 24 |
| Número de plantas evaluadas en parcela útil | : 3 |
| Distancia entre hileras | : 0.50 |
| Distancia entre plantas | : 0.20 cm |

7.6. Análisis estadístico

7.6.1. Modelo aditivo lineal

En las evaluaciones agronómicas, una vez que los datos satisficieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza se analizaron bajo el diseño de bloques completos al azar (DBCA) de acuerdo al siguiente modelo estadístico (Gabriel *et al.*, 2017):

$$Y_{ij} = \mu + F_i + C_j + T_k + \xi_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, 10$ filas para evaluación agronómica

$j = 1, 2, \dots, 8$ columnas

$k = 1, 2, \dots, 8$ tratamientos

Y_{ij} = Valor de una variable de respuesta observada en el j -ésimo híbrido evaluado en el i -ésimo bloque

μ = Media general.

F_i = Efecto fijo de la i -ésima fila

C_j = Efecto fijo de j -ésima columna

T_k = Efecto fijo del k -ésimo tratamiento

ξ_{ij} = Efecto aleatorio de los residuales $\xi_{ij} \sim \text{NIID}, (0, \sigma_e^2)$.

Sobre la base en el modelo definido se realizaron análisis de varianza para probar hipótesis acerca de los efectos fijos, así como comparaciones de medias de los tratamientos mediante la prueba de tukey $Pr < 0.05$ de probabilidad. El análisis de varianza también servirá para estimar los componentes de varianza para los efectos aleatorios. Los análisis indicados se realizaron utilizando el Proc GLM del SAS 9.2 (Gabriel *et al.*, 2017)

Tabla 3. Análisis de varianza

| Fuente de variación | Grados de libertad |
|----------------------------|--|
| Hileras | $h-1=8-1=7$ |
| Columnas | $f-1=8-1=7$ |
| Tratamientos | $t-1=8-1=7$ |
| Error | $(h-1)(f-2)=42$ |
| Total | $T^2 - 1 = (8^2) - 1 = 63$ |

7.6.2.- Análisis funcional

La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidades.

7.6.3.- Coeficiente de variación

El coeficiente de variación utilizado tomó en consideración la siguiente formula:

$$C.V. \% = \frac{\sqrt{CME}}{X} \times 100$$

7.6.4. Análisis de correlación de variables

Se procedió a realizar los análisis de correlación entre las variables de respuesta correspondientes. Para los mencionados procedimientos se realizó el análisis de correlación de Pearson (Gabriel *et al.*, 2017).

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

Donde:

r = Coeficiente de correlación de Pearson.

S_{xy} = Covarianza entre las variables x e y.

S_x = Desviación estándar de la variable x.

S_y = Desviación estándar de la variable y.

7.7. Variables a ser evaluadas

Altura de planta (cm). - se evaluó la altura de planta con la ayuda de un flexómetro, en 24 plantas tomadas al azar dentro de la parcela útil.

Diámetro de tallo (cm). - se efectuó la toma del diámetro de tallo con la ayuda de un calibrador vernier o pie de rey en 24 plantas tomadas al azar dentro de la parcela útil.

Número de frutos por planta (N°). - se tomó este dato en las 24 plantas tomadas al azar dentro de la parcela útil.

Peso de frutos por planta (N°). - este dato se tomó de los frutos cosechados de la variable anterior de 24 plantas tomadas al azar.

7.8. Manejo específico de la investigación

Distribución de los tratamientos

Los tratamientos fueron los ocho híbridos de tomate. Estos tratamientos se distribuyeron en un diseño filas y columnas con ocho repeticiones por tratamiento (Gabriel *et al.*, 2017). El diseño permitió bloquear el efecto de la luz solar en el invernadero y la fertilidad en las unidades experimentales. Cada hilera obtuvo un total de 165 plantas y cada unidad experimental estaba constituida por 24 plantas/tratamiento, de las cuales se eligieron tres plantas al azar de cada una de las unidades experimentales en cada repetición para el estudio de las variables de respuesta. En total se tendrá unas 192 plantas evaluadas. La distancia de siembra será de 0.20 m entre plantas/hilera y 1.20 m entre hileras o repeticiones. El total de número de plantas del experimento será de 1320 plantas.

Labores culturales

Preparación de suelo

La preparación del suelo dentro del invernadero se realizó manualmente, primeramente, se realizó la remoción, el desterronado de las platabandas. Se aplicó materia orgánica (biocompost)) para darle un suelo adecuado a las plantas al momento del trasplante. El biocompost fue aplicado a razón de 75 kg por hilera de 33 m.

Luego se procedió a la medición del terreno con wincha y estacas de plástico, para la formación de las platabandas de 0.80 m de ancho por 33 m de largo y una altura de 0.15 m, por último, la nivelación de las platabandas.

Pre-germinación

Se prepararon cámaras húmedas o tarrinas con papel toalla mojado con agua esterilizada, donde fueron sembradas las semillas de los híbridos. A los cuatro días de emergencia se trasplantó las plántulas a bandejas con sustrato preparado.

Transplante a bandejas

El sustrato fue preparado con biocompost, hoja de guaba y tierra del lugar, en una proporción 2:1:1. Se puso 10 kg de humus y dos bolsas (20 g) de micorriza para evitar el ataque de patógenos que causen damping off. Una vez preparado el sustrato se procedió a llenar los hoyos con este, humedecerlas y dejarlas listas para el trasplante. Una vez preparado todas las bandejas se procedió a realizar el trasplante de las plántulas con ir ataques la ayuda de una pinza quirúrgica y con sumo cuidado para no lastimar las plántulas. El riego de las bandejas se realizó dos veces por día para mantener la humedad. Se aplicó un fungicida de amplio espectro para prevenir ataque de enfermedades

Trasplante definitivo

El trasplante se realizó en hileras, para lo que se cavaron hoyos con una profundidad de 0.15 m a una distancia de 0.20 m entre plantas dentro de la hilera y una distancia de 1.20 m entre hileras, después se procedió a trasplante de una planta por hoyo teniendo 21 plantas por tratamiento (híbrido) y 165 plantas por hilera. Al trasplante se aplicó un producto para incentivar el desarrollo de raíces y tallos.

Control de enfermedades o aplicación de fungicidas

Los fungicidas fueron aplicados preventivamente y de acuerdo a la enfermedad, o cuando se conservaba la aparición de los primeros síntomas que se presenten en las plantas de tomate.

Se realizó la aplicación de metalaxy + mancozeb (ridomil) a razón de 60 g por 20 litros de agua a partir de los ocho días después del trasplante por dos veces durante el ciclo del cultivo para prevenir el ataque de tizón (*Phytophthora infestans*).

Control de insectos o aplicación de insecticidas

Los insecticidas fueron aplicados de acuerdo a los insectos que se presentaron en las plantas de tomate.

Se utilizó imidacropit dos veces por semana en dosis de 40 cc por bomba de 20 litros de agua, para el control de la negrita (*Prodidiplosis longifolia*) esto se aplicó a partir de los ocho días después del trasplante.

Asimismo, se aplicó baifurool 40 cc por bomba de 20 litros de agua cada ocho días y se aplicaron ocho veces consecutivamente para el control de la negrita (*Prodidiplosis longifolia*).

También se aplicó pentabacillus a los 15 días después del trasplante y neem en dosis de 40 cc por 20 litros de agua, por tres oportunidades para el control de otras plagas.

Poda y tutoraje

La poda se realizó en una sola rama principal y eliminando las ramas secundarias. En este caso las hojas viejas y los brotes se eliminaron para evitar la formación de otras ramas secundarias. El tutoraje se realizó después de la poda. Después de cada poda se trató con un fungicida para evitar enfermedades a las heridas causadas por la poda.

Fertilización edáfica y foliar

Se utilizó 2 g/planta de yaramil al suelo, a los 30 días.

Asimismo, aplicó solufol en dosis de 100 g por bomba de 20 litros de agua, cada ocho días, en total se realizaron 16 aplicaciones.

Por último, se aplicó Chefare en dosis de 25 cc por 20 litros de agua.

Riego en invernadero

Se efectuó el riego de las plantas con el uso del sistema de riego por goteo.

Cosecha de tomate

La cosecha se la realizó a partir de los 120 días de sembrado el cultivo de tomate.

VIII. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Análisis de normalidad

Para ilustrar el análisis, solamente se consideró un ejemplo de los tratamientos.

The UNIVARIATE Procedure Variable: trat

Moments

| | | | |
|-----------------|------------|------------------|------------|
| N | 5301 | Sum Weights | 5301 |
| Mean | 139,581588 | Sum Observations | 739922 |
| Std Deviation | 42.6781018 | Variance | 1821.42037 |
| Skewness | -0.4142194 | Kurtosis | -13610049 |
| Uncorrected SS | 112933016 | Corrected SS | 9653527,96 |
| Coeff Variation | 30.5757387 | Std Error Mean | 0.58617352 |

En este análisis se observa que el sesgo (Skewness) de la curva y la Kurtosis (elevación) es platicurtica y el C.V. % es 30.57 %. Esto denota que los datos tienen un ajuste normal y no necesitan una transformación.

Análisis de homogeneidad de varianza

El análisis de homogeneidad de varianzas mostró que las medias de varianza fueron homogéneas ($\text{ChiSq} < 0.0001$), por lo que se vio por conveniente seguir con los análisis estadísticos.

The DISCRIM Procedure
Test of Homogeneity of Within Covariance Matrices

Notation: K = Number of Groups
P = Number of Variables
N = Total Number of Observations - Number of Groups
N(i) = Number of Observations in the i'th Group - 1

$$V = \frac{\sum_{i=1}^K \frac{| \text{Within SS Matrix}(i) |}{N(i)/2}}{| \text{Pooled SS Matrix} |}$$

$$RHO = 1.0 - \frac{\sum \frac{1}{N(i)} - \frac{1}{N}}{\frac{2P + 3P - 1}{6(P+1)(K-1)}}$$

$$DF = .5(K-1)P(P+1)$$

Under the null hypothesis: $-2 RHO \ln \left[\frac{\frac{PN/2}{N} \cdot V}{\frac{PN(i)/2}{N(i)}} \right]$

is distributed approximately as Chi-Square(DF).

| Chi-Square | DF | Pr > ChiSq |
|-------------|-----|------------|
| 1984.944590 | 147 | <.0001 |

Análisis de varianza

Altura de planta

El análisis de varianza (ANVA) para altura de planta indica que los cuadrados medios para tratamientos fueron significativamente diferentes a la probabilidad de $P < 0.01$ (Tabla 4), esto indicó que al menos un tratamiento es diferente. En hileras se observó diferencias altamente significativas, lo cual es lógico, debido a que se hizo el bloqueo para estas.

Tabla 4. Análisis de varianza de altura de planta. Jipijapa 2018.

| Fuente de Variación | DF | Suma de Cuadrados | Cuadrados medios | F Calculada | Pr > F |
|---------------------|------|-------------------|------------------|-------------|---------|
| Tratamiento | 15 | 0.91 | 0.06 | 10.01** | <0.0001 |
| Hileras | 6 | 0.78 | 0.13 | 21.44** | <0.0001 |
| Columnas | 2 | 1.4E-03 | 7.0E-04 | 0.12 | 0.8908 |
| Error | 5287 | 0.87 | 0.01 | | |
| Total | 5302 | 1.78 | | | |
| C.V.% | | 35.6 | | | |

*: Significativo al $P < 0.01$ de probabilidad

** : Altamente significativo al 0.01 de probabilidad

ns: No significativo

Comparación de medias

La comparación de medias para altura de planta fue realizada mediante la prueba múltiple de Tukey al $P < 0.01$ de probabilidad. El análisis mostró diferencias estadísticas altamente significativas (Tabla 5), entre tratamientos.

Tabla 5. Comparación de medias para altura de planta (m). Jipijapa 2018.

| Híbridos | Promedios |
|----------|-----------|
| Itaipu | 1.88 a |
| Pietro | 1.83 ab |
| Baikonor | 1.79 b |
| E2639770 | 1.76 b |
| Forenza | 1.65 c |
| Vento | 1.64 c |
| Paipai | 1.58 c |
| Alambra | 1.50 d |

Se observó que el cultivar híbrido Itaipú y Pietro fueron de mayor altura (1.88 m y 1.83 m respectivamente) respecto de Alambra (1.50 m), que mostró la menor altura. Pietro, Baikor y E2639770 tuvieron altura parecida, pero diferentes a Forenza, Vento, Paipai y Alambra.

Análisis de varianza

Diámetro de tallo

El análisis de varianza (ANVA) para diámetro de tallo (Tabla 6) mostró que los cuadrados medios para tratamiento no fueron significativos estadísticamente a la probabilidad de $P < 0.01$ (tabla 7 y 8), esto indicó que al ninguno de los tratamientos fueron diferentes.

Tabla 6. Análisis de varianza de diámetro de tallo (cm). Jipijapa 2018.

| Fuente de Variación | DF | Suma de Cuadrados | Cuadrados medios | F Calculada | Pr > F |
|----------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|--------------------|------------------|
| Tratamiento | 15 | 0.48 | 0.03 | 1.06 | 0.4000 |
| Hileras | 6 | 0.24 | 0.04 | 1.23 | 0.2949 |
| Columnas | 2 | 1.1E-04 | 1.1E-04 | 3.3E-03 | 0.9544 |
| Error | 5287 | 4.69 | 0.03 | | |
| Total | 5302 | 5.17 | | | |
| C.V. | | 4.98 | | | |

*: Significativo al $P < 0.05$ de probabilidad

** : Altamente significativo al 0.01 de probabilidad

ns: No significativo

Comparación de medias

Diámetro de tallo

Aun cuando el ANVA no mostró diferencias significativas, es recomendable hacer un análisis de medias para detectar las pequeñas diferencias que podrían haber. Por lo que la comparación de medias para altura de planta a través de la prueba múltiple de Tukey (Tabla 8), mostro diferencias significativas al $P < 0.01$ de probabilidad (tabla 8), se observa que los híbridos Itaipu, Baikor, Alambra, Vento, E2639770 y Foreza, no fueron significativamente diferentes entre sí, pero fueron significativamente diferentes respecto de Piapai y Pietro que mostraron los menores diámetros de tallo (3.42 y 3.00 cm respectivamente)

Tabla 8. Comparación de medias para diámetro de tallo (cm). Jipijapa 2018.

| N° | Híbridos | Promedios |
|-----------|-----------------|------------------|
| 1 | Itaipu | 3.67 a |
| 2 | Baikonor | 3.66 a |
| 3 | Alambra | 3.65 a |
| 4 | Vento | 3.65 a |
| 5 | E2639770 | 3.64 a |
| 6 | Forenza | 3.61 a |
| 7 | Paipai | 3.42 b |
| 8 | Pietro | 3.00 c |

Análisis de varianza

Peso de frutos

El análisis de varianza (ANVA) para peso de frutos (Tabla 9), mostró que los cuadrados medios para tratamientos fueron significativos diferentes a la probabilidad de $P < 0.01$, esto indicó que al menos un tratamiento es diferente.

Tabla 9. Análisis de varianza de peso de frutos (g/fruto). Jipijapa 2018.

| Fuente de Variación | DF | Suma de Cuadrados | Cuadrados medios | F Calculada | Pr > F |
|----------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|--------------------|------------------|
| Tratamiento | 15 | 5533195.817 | 368879.721 | 473.15 | <.0001 |
| Hileras | 6 | 869770.0060 | 144961.6677 | 185.94 | <.0001 |
| Columnas | 2 | 2951.5310 | 1475.7655 | 1.89 | 0.1507 |
| Error | 5285 | 4120332.146 | 779.628 | | |
| Total | 5300 | 9653527.963 | | | |
| C.V. | | 20.00 | | | |

*: Significativo al $P < 0.05$ de probabilidad

** : Altamente significativo al 0.01 de probabilidad

ns: No significativo

Comparación de medias

Peso de frutos

La comparación de medias para peso de frutos (g/fruto), realizada mediante la prueba múltiple de Tukey (Tabla 9), mostró diferencias estadísticas altamente significativas a $P < 0.01$ de probabilidad, observándose que el híbrido Alambra fue el mejor (176.61 g/fruto). Seguido de los cultivares híbridos Itaipu, Baikonor (161.09 g/fruto y 157.15 g/fruto). El peor tratamiento fue el híbrido E2639770 (83.06 g/fruto).

Tabla 9. Comparación de medias para peso de frutos (g/fruto). Jipijapa 2018.

| N° | Híbridos | Promedios |
|-----------|-----------------|------------------|
| 1 | Alambra | 176.613 a |
| 2 | Itaipu | 161.096 b |
| 3 | Baikonor | 157.148 b |
| 4 | Forenza | 151.136 c |
| 5 | Vento | 146.567 c |
| 6 | Pietro | 141.592 d |
| 7 | Paipai | 102.835 e |
| 8 | E2639770 | 83.057 f |

Análisis de correlación

El análisis de correlación de Pearson (Tabla 10), mostró que no hubo correlaciones altas ni significativas entre ninguna de las variables evaluadas.

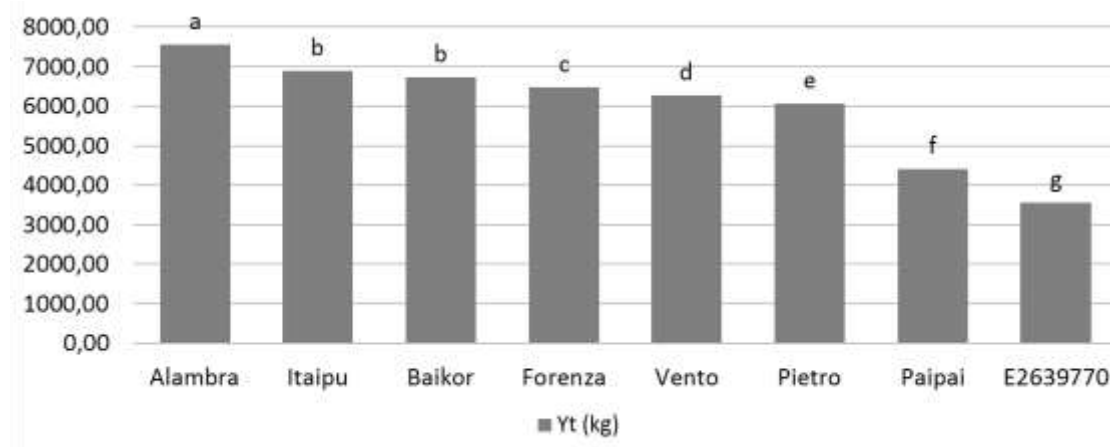
Tabla 10. Análisis de correlación. Jipijapa 2018.

| | Peso | Altura | Diámetro |
|-----------------|-------------|---------------|-----------------|
| Peso | 1.00 | 0.23 | 0.085 |
| | | 0.003 | 0.28 |
| Altura | | 1.00 | 0.024 |
| | | | 0.76 |
| Diámetro | | | 1.00 |

Análisis de costo por híbrido de tomate evaluado

Para realizar este análisis en primera instancia se calculó los rendimientos de cada cultivar híbrido para un invernadero de 1000 m² (Figura 2). Observándose rendimientos desde 3500 kg (E2639770) a 7500 kg (Alambra)

Figura 2. Rendimiento de híbridos de tomate en 1000 m². Jipijapa 2018.



Análisis de rentabilidad de los híbridos de tomate

El análisis de rentabilidad se realizó para un invernadero de 1000 m² de cada una de los cultivares híbridos. El análisis de Beneficio Neto (Tabla 11), mostró que en general todos los híbridos de tomate tuvieron un Beneficio Neto que oscilan entre USD 414 (E2639770) a USD 3014 (Alambra).

El análisis de rentabilidad (Tabla 11) se realizó comparando en Beneficio Neto y el Costo de Producción. Esta relación tiene que ser mayor a 1 si la tecnología es rentable. En la presente investigación se observó que todos los híbridos fueron mayores a 1 (1.08 a 1.59), con excepción de los híbridos Paipai y E2639770 que no fueron rentables (0.51 y 0.22 respectivamente).

Tabla 14. Análisis de rentabilidad de cada uno de los híbridos de tomate evaluados. Jipijapa 2018.

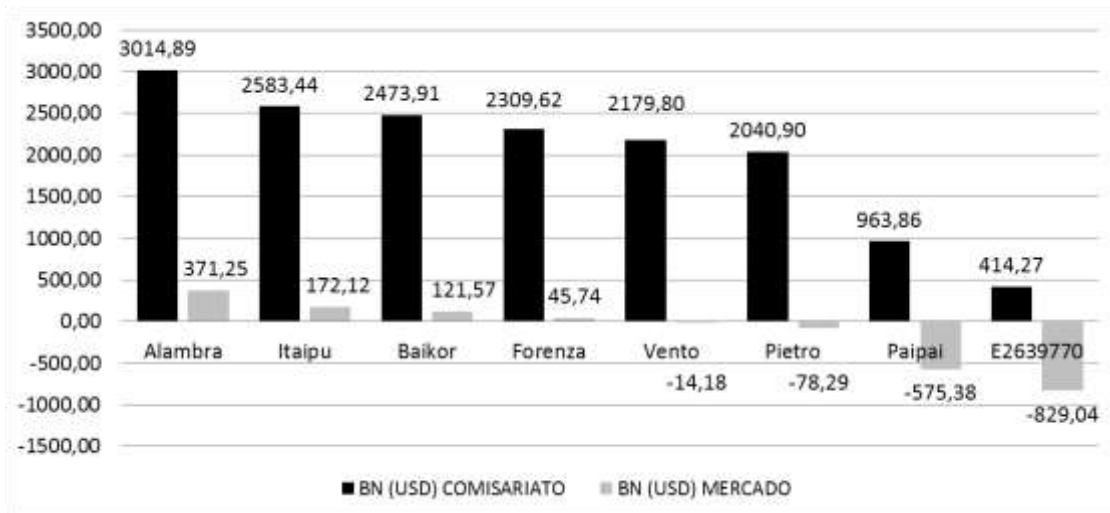
| Cultivar | Sup (1000 m2) | Yt (kg) | Cajas | Precio/ Kg (USD) | Beneficio bruto (USD) | Costo producción USD | BN (USD) COMISARIATO | Relación B/C | Rentabilidad |
|----------|---------------------|---------|--------|------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------|--------------|
| Alambra | 3960 | 7553.26 | 251.78 | 0.65 | 4909.62 | 1894.73 | 3014.89 | 1.59 | Rentable |
| Itaipu | 3960 | 6889.50 | 229.65 | 0.65 | 4478.17 | 1894.73 | 2583.44 | 1.36 | Rentable |
| Baikor | 3960 | 6720.99 | 224.03 | 0.65 | 4368.64 | 1894.73 | 2473.91 | 1.31 | Rentable |
| Forenza | 3960 | 6468.23 | 215.61 | 0.65 | 4204.35 | 1894.73 | 2309.62 | 1.22 | Rentable |
| Vento | 3960 | 6268.51 | 208.95 | 0.65 | 4074.53 | 1894.73 | 2179.80 | 1.15 | Rentable |
| Pietro | 3960 | 6054.81 | 201.83 | 0.65 | 3935.63 | 1894.73 | 2040.90 | 1.08 | Rentable |
| Paipai | 3960 | 4397.83 | 146.59 | 0.65 | 2858.59 | 1894.73 | 963.86 | 0.51 | No rentable |
| E2639770 | 3960 | 3552.31 | 118.41 | 0.65 | 2309.00 | 1894.73 | 414.27 | 0.22 | No rentable |

B/C > 1.0 = Rentable

Análisis de venta de tomate a comisariatos y mercado

Se hizo un análisis de comercialización para determinar las diferencias de la venta a comisariato y mercado común. Este análisis mostró que la ganancia a comisariato es superior en más del 50% respecto del mercado local (Figura 3). Incluso se detectó que los híbridos Pietro, Paipai y E2639770 no fueron rentables y el agricultor subvenciona su producción a los consumidores.

Figura 3. Análisis de venta de tomate a comisariatos y mercado local en USD. Jipijapa 2018.



IX. DISCUSIÓN

La FAO (2011), menciona que la producción mundial de hortalizas supera los 750 millones de toneladas, cifra que creció en los últimos años dado el mayor interés de la población por temas de salud y bienestar. Entre la gran cantidad de hortalizas existentes, el tomate está en un lugar privilegiado, al ser el número uno en cuanto a producción (más de 120 millones de toneladas), área sembrada (alrededor de 4 millones de hectáreas) y volumen de exportaciones (más de 30 millones de toneladas); lo que marca una diferencia importante frente a las demás hortalizas y permite vislumbrar la importancia del tomate en la dieta de la población mundial. Por ende, se trata de un mercado altamente competido, el cual exige una oferta constante y un producto con calidad que cubra las expectativas de los consumidores en cuanto a inocuidad, sanidad, características organolépticas, nutricionales y ahora también funcionales, pues el tomate se considera una importante fuente de carotenoides (como el licopeno, principalmente), compuestos fenólicos y flavonoides a los que se les atribuye efectos contra el cáncer especialmente de próstata y contra enfermedades cardiovasculares (Arab *et al.* 2002, Giovannucci 2005, Kun *et al.* 2006). En nuestro estudio observamos que los cultivares recomendados por su elevado número de frutos y rendimiento serían Alambra y Itaipu.

Se debe mencionar que el híbrido que presentó el mayor rendimiento de tomate en invernadero fue el Alambra con un peso de tomate de 176,61 en promedio, lo que indica que este híbrido se adapta muy bien a las condiciones de invernadero de Puerto la boca. Juárez *et al.* (2015), encontró resultados similares cuando evaluaron tomates híbridos en invernadero. Encontraron que el cultivo de tomate presentó una etapa de crecimiento exponencial y otra lineal, se observó que la generación y acumulación de biomasa por las plantas de tomate se afectó por las condiciones climáticas internas del invernadero. Por otra parte, Escobar y Lee (2015) mencionan que es importante identificar el hábito de crecimiento para el tipo de tomate que se quiere sembrar, ya que

de éste y de las características del invernadero se pueden generar variaciones en aspectos relacionados con el establecimiento y manejo del cultivo

El mejor tomate según sus características agronómicas y de altura de planta y diámetro de tallo fue el Itaipu. Esto concuerda con lo encontrado por Rosas *et al.* (2014), quienes en un estudio de evaluación de híbridos de tomate en invernadero encontraron que el híbrido 6996 fue el más sobresaliente con respecto a la variable altura de planta con un promedio de 4.3 m en comparación con los demás híbridos evaluados. Esto indicó que es importante evaluar la adaptación de los híbridos, considerando diferentes variables cualitativas y cuantitativas. En este mismo estudio observaron que el mayor número de racimos fue para el híbrido 5180 obteniendo un promedio de 11 racimos por planta, en la variable peso de fruto, el híbrido Quetzal fue el que destacó frente a los demás híbridos teniendo un promedio de 200 g/fruto, En nuestro estudio si bien no hemos evaluado el número de racimos, pudimos observar pesos promedio de fruto de 176 g/fruto en el híbrido Alambra y de 161 g/fruto en el híbrido Itaipu. Esto está indicando que los híbridos son bastante uniformes en su producción y depende de muchos factores para sus mejores rendimientos, como la fertilización inicial, la fertilización en la fructificación y el control de las plagas y enfermedades (Gabriel *et al.*, 2016).

La correlación realizada, aunque no fue alta y significativa mostró una tendencia a que el alto rendimiento no estaría asociado con el mayor peso de fruto. Resultados similares fueron encontrados por Wessel-Beaver & Scott (1992), y describieron correlaciones genéticas negativas entre rendimiento y peso de fruto en temperaturas altas que equivaldrían a las temperaturas bajo invernadero.

Por otra parte, Gabriel *et al.* (2016), Schouten *et al.* (2007), Garcia (2001), mencionan que entre los factores que influyen en la discusión de compra de tomate-escogidos por cerca del 95% de los consumidores está la apariencia, la frescura, la madurez, el sabor y el aroma, seguidos por el valor nutricional,

precio y vida útil, con cerca del 60%. Cabe resaltar que en nuestro estudio se realizó un sondeo con los consumidores finales, determinándose lo mencionado.

Si bien en nuestro estudio no hemos realizado un estudio de anaquel, diversos autores (Gabriel *et al.*, 2016; Žnidarčič & Požr, 2006) observaron que el peso de fruto (g) en anaquel reduce en el tiempo en forma lineal, la cual no presenta una tendencia lineal de reducción significativa de su peso en el tiempo. Así mismo, encontraron una pérdida lineal de peso cuando evaluaron la duración en anaquel del cultivar Malike bajo dos temperaturas (5 y 10 °C) de almacenamiento.

También se observó que el efecto del tiempo sobre la firmeza del fruto en anaquel en las doce cultivares. Donde se determinó que la firmeza del fruto en anaquel reduce en el tiempo en forma lineal para cultivares como Elpida, Hechicero, Rally, Centenario, Corleone (Gabriel *et al.*, 2016).

Hibler y Hardy (1994) por otra parte también notaron que la firmeza de la pulpa del fruto de tomate estaba inversamente relacionada con el proceso de maduración, lo cual implica que, si el proceso de maduración progresa en el tiempo, la firmeza de la pulpa declina. Kader *et al.* (1987) mencionan que la calidad. En nuestro estudio notamos que los cultivares que en general todos los híbridos evaluados mostraron buena firmeza de los frutos, esto estaría indicando que para el consumo fresco es importante la firmeza y la materia seca. Asimismo, significaría que los frutos tuvieron pericarpios gruesos y cera epicuticular que inhibirían la pérdida de agua en frutos (Wills *et al.* 1998). En nuestra investigación observamos que los cultivares Alambra, Itaipu, Baikor, Forenza, Vento y Pietro cumplirían este requisito.

En referencia a los grados Brix, si bien nosotros no evaluamos, se puede indicar que existen reportes contradictorios como los de Fajardo & Mahecha (1992) que no encontraron un incremento significativo de grados Brix en el tiempo para dos cultivares comerciales evaluadas en anaquel en dos estadios

de madurez (verde y pintón). En cambio Gabriel *et al.* (2016) encontraron incremento significativo en los grados Brix. Lo cual quiere decir que cada cultivar puede expresar este carácter de acuerdo al sitio donde es cultivado. Esto tiene su importancia debido a que la calidad del sabor en el tomate está ampliamente determinada por el contenido de azúcar (estimado a través del contenido de sólidos solubles o grados Brix) del fruto (Žnidarčič y Požr 2006). Esto quiere decir que los cultivares evaluados en la presente investigación muy probablemente presenten la misma calidad de fruto.

Se debe mencionar que el cultivo de tomate puede ser todo el año, tal como lo argumenta Villasanti (2013), pero se debe tener en cuenta que las heladas y el calor excesivo pueden dificultar su buen desarrollo en esas épocas y para subsanar estos inconvenientes, es imprescindible la adopción de nuevas tecnologías, como cultivar en invernadero, el uso de mallas plásticas que intercepten más del 50 % la luz del sol, y mejorar el sistema de riego.

X. CONCLUSIONES

El híbrido que presentó el mayor rendimiento de tomate fue el Alambra con un peso de tomate de 176.61 en promedio, lo que indica que este híbrido se adapta muy bien a las condiciones de invernadero de Puerto la boca.

El mejor tomate según sus características agronómicas y de preferencia por el mercado y que tuvo una buena relación de altura de planta y diámetro fue el Itaipu.

El análisis de costos de cada híbrido evaluado presenta como mejor alternativa económica por tener una relación beneficio/costo superior a la media son los híbridos de tomate Alambra, Itaipu, Baikor, Forenza, Vento y Pietro se los considera rentables porque están en un rango de 1.59 y 1.08 de relación beneficio /costo.

XI. RECOMENDACIONES

Se debe fomentar la siembra del Híbrido de tomate Alambra en invernadero por presentar el mayor peso de frutos.

Es necesario tener en invernadero las condiciones agroecológicas adecuadas como un buen manejo de la plantación para el desarrollo del híbrido Alambra para que tenga una buena relación entre altura de planta, días a la cosecha y peso de frutos.

Se recomienda sembrar híbridos de tomate Alambra, Itaipu, Baikor, Forenza, Vento y Pietro, por ser los que presentan una mayor rentabilidad tomando en consideración la venta en supermercados y comisariatos.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- ALASKA. (2018). *Tomate Alambra*. Obtenido de Importadora Alaska:
<http://www.imporalaska.com/23-tomates.html>
- Almanza, P., Arévalo, A., Cely , G., Pinzón, E., y Serrano, P. (2016). Caracterización del crecimiento del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido 'Ichiban' cultivado bajo cubierta. *Agron. colomb. vol.34 no.2 Bogotá May/Aug. 2016*, 1-10.
- Arroyo, M. (2012). *¿Qué es un tomate híbrido?* Obtenido de <http://permacultivo.es/2012/09/09/que-es-un-tomate-hibrido/>
- Cabello, L. (2012). *Plantas híbridas-Plantas manipuladas*. Obtenido de HispaVista Globedia : <http://ec.globedia.com/plantas-hbridas-manipuladas>
- CONABIO. (2011). *Solanaceae. Lycopersicon esculentum P. Mill.* Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/lycopersicon-esculentum/fichas/ficha.htm>
- DANE - Colombia. (2014). *El cultivo del tomate de mesa bajo invernadero, tecnología que ofrece mayor producción, calidad e inocuidad del producto*. Obtenido de Boletín mensual. Insumo y Factores Asociados a la Producción Agropecuaria. DANE para tomar decisiones: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_dic_2014.pdf
- El fitomejoramiento y una mejor utilización de los recursos fitogenéticos para hacer frente al cambio climático.* (2017). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-at911s.pdf>
- Enza Zaden . (2018). *Enza Zaden Baikonur F1 E15B.50206*. Obtenido de <https://smadshop.md/selskoe-hozyajstvo/semena-tomata-rannespelogo-enza-zaden-baikonur-f1-e15b.50206-250-semyan.html>

- Escobar , H., y Lee, R. (2015). *Manual de producción de tomate bajo invernadero*. Bogotá - Colombia: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Estrada, E., & Baena, D. (2010). Análisis del comportamiento de poblaciones segregantes en la priera generación de autogamia de híbridos comerciales de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). *Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.*, 1-7.
- FAO. (2017). *El fitomejoramiento y una mejor utilización de los recursos fitogenéticos para hacer frente al cambio climático*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-at911s.pdf>
- FIRA. (2016). *Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación económica y Sectorial. Tomate rojo 2016*. Obtenido de FIRA Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf
- Gabriel , J., Castro, C., Valverde , A., & Indacochea, B. (2017). *Diseños Experimentales. Teoría y práctica para experimentos agropecuario*. Jipijapa - Manabi - Ecuador: Compas. Grupo de capacitación e investigación pedagógica.
- Gabriel, J., Angulo, A., Velasco, J., & Guzmán, R. (2016). Adaptación de híbridos de tomate indeterminado [*Solanum lycopersicum* L. (Mill.)]. *J. Selva Andina Res. Soc.* 2016; 7(2):47-65., 1-19.
- Gabriel, J., Crespo, M., & Danial, D. (2013). *Curso sobre producción de hortalizas de alta calidad para el mercado interno*. Bolivia: Fundación para la Promoción de Producto Andinos – PROINPA.
- GAD Jipijapa. (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Jipijapa*. Jipijapa: Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Jipijapa.

- Gan, J. (2018). *Definición de Híbrido en Biología*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/ciencia/hibrido.php>
- García, F., & Martínez, J. (2016). *CONTROL CLIMÁTICO EN INVERNADEROS Y LAS NUEVAS APLICACIONES*. Obtenido de Revista Agricolae nº7: <http://nutricontrol.com/2015/control-climatico-en-invernaderos-y-las-nuevas-aplicaciones/>
- GreenFacts. (2018). *Híbrido*. Obtenido de <https://www.greenfacts.org/es/glosario/ghi/hibrido.htm>
- guiaverde.com. (2018). *Solanum lycopersicum*. Obtenido de http://www.guiaverde.com/plant_guide/solanum_lycopersicum_3039/
- HAIFA-CHEMICALS. (2014). *Recomendaciones nutricionales para el tomate en campo abierto, acolchado o túnel e invernadero*. HAIFA-CHEMICALS.
- hortalizas.com. (2014). *Pai Pai Enza Zaden*. Obtenido de ©2014 Meister Media Worldwide: <http://www.hortalizas.com/directorio/producto/pai-pai/>
- Iglesias, N. (2015). *Tomate en invernadero. Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. Estudios referidos a aspectos de ecofisiología de la producción forzada para las condiciones del norte de la Patagonía*. Argentina: INTA Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle.
- INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2016). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continúa 2016. Superficie, producción y ventas según región y provincia Tomate riñón (fruta fresca)*. Obtenido de INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: www.ecuadorencifras.gob.ec/.../Indice%20de%20publicacion%20ESPAC%202016.xlsx

- INFOAGRO. (2013). *Hibridaciones en plantas hortícolas; Mejora vegetal*.
Obtenido de http://www.infoagro.com/hortalizas/hibridaciones_hortícolas.htm
- Juárez, A., Alba, K., Zermeño, A., Ramírez, H., & Benavides, A. (2015). Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas. Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.6 no.5 Texcoco jun./ago. 2015*, 1-10.
- López, E., Gabriel, J., Angulo, A., Magne, J., La Torre, J., & Crespo, M. (2015). Herencia y relación genética asociados al rendimiento, madurez en híbridos de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (MILL.)]. *Agronomía Costarricense 39(1): 107-119. ISSN:0377-9424 / 2015*, 1-14.
- López, L. (2017). *Manual Técnico del cultivo de tomate Solanum lycopersicum. Innovación para la seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y Panamá*. Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria: UNIÓN EUROPEA - PRIINCA - IICA.
- MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería . (2015). *Boletín Situacional Tomate Riñon. Gran Minga Nacional Agropecuaria*. . Quito - Ecuador : Ministerio de Agricultura y Ganadería. Coordinación General del Sistema de Información Nacional .
- multiagricola.com. (2015). *TOMATE Y 26.34770 - ENZA ZADEN*. Obtenido de <http://www.multiagricola.com.br/site/?product=tomate-e-26-34770-enza-zaden>
- Ocaña, C. (2015). *Crecimiento de superficie de invernaderos en México*. Obtenido de <http://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/crecimiento-de-superficie-de-invernaderos-en-mexico/>
- Regueira, A. (2015). *El mercado de los invernaderos en República Dominicana*. Republica Dominicana : ICEX España Exportación e Inversiones . Obtenido de Embajada de España en Santo Domingo.

- Rodríguez, Á. (2013). *Semillas híbridas, transgénicas y ecológicas*. . Obtenido de https://www.planetahuerto.es/revista/semillas-hibridas-transgenicas-y-ecologicas_00256
- Rosas, G., Maruri, J., & Rodríguez, R. (2014). *Cultivo de seis híbridos de tomate roma (Lycopersicon esculentum Mill.) en invernadero*. Obtenido de Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. México.: <http://132.248.9.34/hevila/RevistabiologicoagropecuariaTuxpan/2014/no4/2.pdf>
- SAG - Secretaría de Agricultura y Ganadería Honduras. (2015). *Productores a punto de obtener semilla de tomate con alto rendimiento*. Obtenido de Gobierno de la República de Honduras. Secretaria de Agricultura y Ganadería. : <http://sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2015/noviembre-2015/productores-a-punto-de-obtener-semilla-de-tomate-con-alto-rendimiento/>
- SOLAGRO. (2018). *Tomate. Lycopersicon esculentum*. Obtenido de <http://www.solagro.com.ec/web/cultdet.php?vcultivo=Tomate>
- SYNGENTA. (2015). *Invernaderos, alternativa para el cultivo de tomate* . Obtenido de Invernaderos, una alternativa para el cultivo de tomate: <https://www.syngenta.com.co/news/noticias/invernaderos-alternativa-para-el-cultivo-de-tomate>
- TARINGA. (2013). *Plantas híbridas*. Obtenido de <https://www.taringa.net/posts/ecologia/17196609/Plantas-hibridas.html>
- Uhl, J. (2017). *¿Cuáles son algunas de las plantas híbridas?* Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/cuales-son-plantas-hibridas-lista_316642/
- Universidad de Costa Rica . (2016). *Liberan nueva variedad de tomate "Prodigio"* . Obtenido de Estación Agrícola Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica (EEFBM) :

<https://www.ucr.ac.cr/noticias/2016/09/21/liberan-nueva-variedad-de-tomate-prodigio.html>

Villasanti, C. (2013). *El Cultivo de Tomate con Buenas Prácticas Agrícolas en la Agricultura Urbana y Periurbana*. Paraguay: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.

Almanza, P., Arévalo, A., Cely , G., Pinzón, E., & Serrano, P. (2016). Caracterización del crecimiento del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido 'Ichiban' cultivado bajo cubierta. *Agron. colomb. vol.34 no.2 Bogotá May/Aug. 2016*, 1-10.

Cabello, L. (2012). *Plantas híbridas-Plantas manipuladas*. Obtenido de HispaVista Globedia : <http://ec.globedia.com/plantas-hbridas-manipuladas>

Arab, L. Steck, S., Harper, A.E. (2000). Lycopene and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr. 71(Suppl): 1691S-5S*.

Arroyo, M. (2012). *¿Qué es un tomate híbrido?* Obtenido de <http://permacultivo.es/2012/09/09/que-es-un-tomate-hibrido/>

CONABIO. (2011). *Solanaceae. Lycopersicon esculentum P. Mill*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/lycopersicon-esculentum/fichas/ficha.htm>

DANE - Colombia. (2014). *El cultivo del tomate de mesa bajo invernadero, tecnología que ofrece mayor producción, calidad e inocuidad del producto*. Obtenido de Boletín mensual. Insumo y Factores Asociados a la Producción Agropecuaria. DANE para tomar decisiones: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_dic_2014.pdf

El fitomejoramiento y una mejor utilización de los recursos fitogenéticos para hacer frente al cambio climático. (2017). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-at911s.pdf>

- Enza Zaden . (2018). *Enza Zaden Baikonur F1 E15B.50206*. Obtenido de <https://smadshop.md/selskoe-hozyajstvo/semena-tomata-rannespelogo-enza-zaden-baikonur-f1-e15b.50206-250-semyan.html>
- Escobar , H., y Lee, R. (2015). *Manual de producción de tomate bajo invernadero*. Bogotá - Colombia: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Estrada, E., y Baena, D. (2010). Análisis del comportamiento de poblaciones segregantes en la priera generación de autogamia de híbridos comerciales de tomate (*Lycopersicum esculentum* L.). *Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.*, 1-7.
- Fajardo, R., Mahecha, G. (1992). Seguimiento del proceso de maduración del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) y desarrollo de normas preliminares de calidad en las variedades chonto y milano. *Rev Colomb Quim.* 21(1-2): 43-54.
- FAO. (2011). *Manual técnico: Producción Artesanal de Semillas de Hortalizas para la Huerta Familiar*. Santiago, Chile. p. 98.
- FAO. (2017). *El fitomejoramiento y una mejor utilización de los recursos fitogenéticos para hacer frente al cambio climático*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-at911s.pdf>
- FIRA. (2016). *Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación económica y Sectorial. Tomate rojo 2016*. Obtenido de FIRA Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf
- Gabriel , J., Castro, C., Valverde , A., & Indacochea, B. (2017). *Diseños Experimentales. Teoría y práctica para experimentos agropecuario*. Jipijapa - Manabi - Ecuador: Compas. Grupo de capacitación investigación pedagógica.

- Gabriel, J., Angulo, A., Velasco, J., & Guzmán, R. (2016). Adaptación de híbridos de tomate indeterminado [*Solanum lycopersicum* L. (Mill.)]. *J. Selva Andina Res. Soc.* 2016; 7(2):47-65., 1-19.
- Gabriel, J., Crespo, M., & Danial, D. (2013). *Curso sobre producción de hortalizas de alta calidad para el mercado interno*. Bolivia: Fundación para la Promoción de Producto Andinos – PROINPA.
- Gan, J. (2018). *Definición de Híbrido en Biología*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/ciencia/hibrido.php>
- García, F., & Martínez, J. (2016). *CONTROL CLIMÁTICO EN INVERNADEROS Y LAS NUEVAS APLICACIONES*. Obtenido de Revista Agricolae nº7: <http://nutricontrol.com/2015/control-climatico-en-invernaderos-y-las-nuevas-aplicaciones/>
- García, M.C., García, H. (2001). Manejo cosecha y poscosecha de mora, lulo y tomate de árbol. Corpoica, Ciat. Bogotá. p. 107.
- Giovannucci, E. (2005). Tomato Products, Lycopene and Prostate Cancer: A Review of the Epidemiological Literature. *J. Nutr.* 135(8): 2030S-1S.
- GreenFacts. (2018). *Híbrido*. Obtenido de <https://www.greenfacts.org/es/glosario/ghi/hibrido.htm>
- guiaverde.com. (2018). *Solanum lycopersicum*. Obtenido de http://www.guiaverde.com/plant_guide/solanum_lycopersicum_3039/
- Hibler, M., Hardy, D. (1987) Breeding a better banana. IDRC Report, 1994; 22 (1): 16-18. Kader A, Arpaia ML, Greve C. Fruit maturity, ripening and quality relationships. *American Society for Horticultural Science*. 112: p.
- hortalizas.com. (2014). *Pai Pai Enza Zaden*. Obtenido de ©2014 Meister Media Worldwide: <http://www.hortalizas.com/directorio/producto/pai-pai/>
- Iglesias, N. (2015). *Tomate en invernadero. Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. Estudios referidos a aspectos de ecofisiología de la producción forzada para las condiciones del norte de la Patagonía*. Argentina: INTA Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle.

- INFOAGRO. (2013). *Hibridaciones en plantas hortícolas; Mejora vegetal*.
Obtenido de http://www.infoagro.com/hortalizas/hibridaciones_hortícolas.htm
- Juárez, A., Alba, K., Zermeño, A., Ramírez, H., & Benavides, A. (2015). Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas. Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.6 no.5 Texcoco jun./ago. 2015*, 1-10.
- Kun, Y., Lule, S., Ding, X.L. (2006). Lycopene: Its Properties and Relationship to Human Health. *Food Rev Int.* 6 (22): 309-33.
- López, E., Gabriel, J., Angulo, A., Magne, J., La Torre, J., & Crespo, M. (2015). Herencia y relación genética asociados al rendimiento, madurez en híbridos de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (MILL.)]. *Agronomía Costarricense* 39(1): 107-119. ISSN:0377-9424 / 2015, 1-14.
- López, L. (2017). *Manual Técnico del cultivo de tomate Solanum lycopersicum. Innovación para la seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y Panamá*. Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria: UNIÓN EUROPEA - PRIINCA - IICA.
- MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería . (2015). *Boletín Situacional Tomate Riñon. Gran Minga Nacional Agropecuaria*. . Quito - Ecuador : Ministerio de Agricultura y Ganadería. Coordinación General del Sistema de Información Nacional .
- multiagricola.com. (2015). *TOMATE Y 26.34770 - ENZA ZADEN*. Obtenido de <http://www.multiagricola.com.br/site/?product=tomate-e-26-34770-enza-zaden>
- Ocaña, C. (2015). *Crecimiento de superficie de invernaderos en México*. Obtenido de <http://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/crecimiento-de-superficie-de-invernaderos-en-mexico/>

- Regueira, A. (2015). *El mercado de los invernaderos en República Dominicana*. Republica Dominicana : ICEX España Exportación e Inversiones . Obtenido de Embajada de España en Santo Domingo.
- Rodríguez, Á. (2013). *Semillas híbridas, transgénicas y ecológicas*. . Obtenido de https://www.planetahuerto.es/revista/semillas-hibridas-transgenicas-y-ecologicas_00256
- Rosas, G., Maruri, J., & Rodríguez, R. (2014). *Cultivo de seis híbridos de tomate roma (Lycopersicon esculentum Mill.) en invernadero*. Obtenido de Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. México.: <http://132.248.9.34/hevila/RevistabiologicoagropecuariaTuxpan/2014/no4/2.pdf>
- SAG - Secretaría de Agricultura y Ganadería Honduras. (2015). *Productores a punto de obtener semilla de tomate con alto rendimiento*. Obtenido de Gobierno de la República de Honduras. Secretaria de Agricultura y Ganadería. : <http://sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2015/noviembre-2015/productores-a-punto-de-obtener-semilla-de-tomate-con-alto-rendimiento/>
- Schouten, R.E., Huijben, T.P., Tijskens, L.M., Van Kooten.O. (2007). Modelling the acceptance period of truss tomato batches. Postharvest Biol Tec. 45: 307-16.
- SYNGENTA. (2015). *Invernaderos, alternativa para el cultivo de tomate* . Obtenido de Invernaderos, una alternativa para el cultivo de tomate: <https://www.syngenta.com.co/news/noticias/invernaderos-alternativa-para-el-cultivo-de-tomate>
- TARINGA. (2013). *Plantas híbridas*. Obtenido de <https://www.taringa.net/posts/ecologia/17196609/Plantas-hibridas.html>
- Uhl, J. (2017). *¿Cuáles son algunas de las plantas híbridas?* Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/cuales-son-plantas-hibridas-lista_316642/

- Universidad de Costa Rica . (2016). *Liberan nueva variedad de tomate "Prodigio"* . Obtenido de Estación Agrícola Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica (EEFBM) : <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2016/09/21/liberan-nueva-variedad-de-tomate-prodigio.html>
- Villasanti, C. (2013). *El Cultivo de Tomate con Buenas Prácticas Agrícolas en la Agricultura Urbana y Periurbana*. Paraguay: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.
- Wessel-Beaver, L., Scott, J.W. (1992). Genetic variability of fruit set, fruit weight, and yield in a tomato population grown in two high-temperature environments. *J Amer Soc Hort Sci.* 117(5): 867-70.
- Wills, R.B., McGlasson, W.B., Graham, D., Daryl, J. (1998). *Postharvest. An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. 4th Ed. Hyde Park Pres, Adelaide, S. Australia.
- Žnidarčič, D., Požrl, T. (2006). Comparative study of quality changes in tomato cv. 'Malike' (*Lycopersicon esculentum* Mill.) whilst stored at different temperatures. *Acta Agric Slov.* 87(2): 235-43.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación

Puerto La Boca lugar donde se realizó la investigación de campo en invernadero.



ANEXO 2. Croquis de campo

| | Fila 1 | Fila 2 | Fila 3 | Fila 4 | Fila 5 | Fila 6 | Fila 8 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Columna 1V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 |
| Columna 2V1 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 | V1 |
| Columna 3V1 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 | V1 | V2 |
| Columna 4V1 | V5 | V6 | V7 | V8 | V1 | V2 | V3 |
| Columna 5V1 | V6 | V7 | V8 | V1 | V2 | V3 | V4 |
| Columna 6V1 | V7 | V8 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 |
| Columna 7V1 | V8 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 |
| Columna 7V1 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 |

Anexo 3. Cronograma

| ACTIVIDAD | 2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|---|---|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|
| | marzo | | | | abril | | | | mayo | | | | junio | | | | julio | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Análisis y aprobación del tema | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de proyecto | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentación para pre defensa | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Predefensa del trabajo de titulación | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desarrollo del experimento en campo | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | |
| Toma de datos de numero de insectos | | | | | | x | | x | | x | | x | | x | | | | | | |
| Presentación de primer borrador al tutor | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | |
| Presentación del trabajo de titulación a la unidad de titulación | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | |
| Sustentación de trabajo de titulación | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | |
| Entrega de empastados y CD | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | |
| Graduación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |

Anexo 4. Presupuesto

| ACTIVIDAD | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
|---|-------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Elaboración de proyecto | unidad | 1 | 60.00 | 60.00 |
| Arreglo de Invernadero | jornal | 3 | 15.00 | 45.00 |
| Preparación de suelo en invernadero | jornal | 6 | 15.00 | 90.00 |
| Bandejas germinadoras | unidad | 8 | 3.50 | 28.00 |
| Sustratos | global | 1 | 80.00 | 80.00 |
| Siembra | jornal | 1 | 15.00 | 15.00 |
| Trasplante | jornal | 4 | 15.00 | 60.00 |
| Abonos foliares | jornal | 2 | 15.00 | 30.00 |
| Abonos para aplicar al suelo | jornal | 2 | 15.00 | 30.00 |
| Elaboración de latillas para identificación de lotes y tratamientos | jornal | 2 | 15.00 | 30.00 |
| Riegos del cultivo | jornal | 6 | 15.00 | 90.00 |
| Podas | jornal | 2 | 15.00 | 30.00 |
| Deshierba manual | jornal | 8 | 15.00 | 120.00 |
| Cosecha y recolección | jornal | 6 | 15.00 | 90.00 |
| TOTAL | | | | \$798.00 |

Anexos 5. Fotos de desarrollo de la investigación

Foto Nº1. Plantación de tomate bajo invernadero



Foto Nº2. Tutorado a la plantación de tomates híbridos

Foto №3. Producción de tomates híbridos bajo invernadero



Foto №4. Realizando poda a plantación de tomates híbridos

Foto №5. Aplicación de cal al suelo



Foto №6. Cosecha de tomate bajo invernadero

ANEXO

FORMULARIO DE:

AUTORIZACION DE DERECHO DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL UNESUM.

Quién suscribe, Cevallos Gutierrez Kevin Jairo en calidad del siguiente trabajo escrito titulado: "Evaluación y selección de cultivares híbridos de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (MILL.)] en la zona de Puerto la Boca, Manabí "exclusiva, los derechos de reproducción y distribución pública de la obra que constituye un trabajo de auditoría propia.

El autor declara que el contenido se publicara es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Estatal Del Sur De Manabí, se autoriza a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el repositorio digital institucional de la Universidad Estatal Del Sur De Manabí.

El autor como titular de la autoría de la obra y en relación de la misma declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que el asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Acepto esta autorización, se sede a la Universidad Estatal Del Sur De Manabí el derecho exclusivo de archivar y publicar para ser consultado y citados por terceros, la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su repositorio digital institucional, siempre y cuando no se haga para obtener beneficios económicos.

Jipijapa 24 septiembre del 2018

Firma



Cevallos Gutiérrez Kevin Jairo.

C.I. 131452477-6