



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**“DETERMINACIÓN DEL DESARROLLO DEL FRUTO EN LOS
CULTIVARES ESTABLECIDOS DE TOMATE DE ÁRBOL
(*Solanum betaceum Cav.*)”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: LUIS RICARDO MARCIAL ACOSTA

DIRECTOR: Ing. JUAN EDUARDO LEÓN RUIZ Ph. D

Riobamba-Ecuador

2022

©2022, Luis Ricardo Marcial Acosta

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, LUIS RICARDO MARCIAL ACOSTA, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 5 de julio de 2022.



Luis Ricardo Marcial Acosta

180488377-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, “**DETERMINACIÓN DEL DESARROLLO DEL FRUTO EN LOS CULTIVARES ESTABLECIDOS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum Cav.*)**”, realizado por el señor: **LUIS RICARDO MARCIAL ACOSTA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova Ph. D PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-07-05
Ing. Juan Eduardo León Ruiz Ph. D DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-07-05
Ing. Alfonso Leonel Suarez Tapia Ph. D MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-07-05

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño dedico este trabajo a mis padres Luis Marcial y Rosa Acosta quienes me han guiado y apoyado en todo este camino. Juntos han sido mi apoyo moral y económico el cual ha sido mi gran motivo para mantenerme y seguir en la carrera. A mi hermano Fernando Marcial quien fue ese ejemplo a seguir en mi vida, que siempre me guio y me aconsejo para no rendirme, con el cual logramos superar tantos obstáculos y ahora poder estar juntos y tener ese gran amor de hermanos.

A mi querida prima Tania Acosta quien siempre estuvo presente en mi vida para darme alegrías y bellos momentos, que siempre me impulso a estudiar y a superarme. A mis abuelitos Carmen, Isaías, Julio y Rosa que desde el cielo me miran cumplir una meta más en mi vida y pueden estar orgullosos porque su nieto lo está logrando y aunque no estén aquí presentes a mi lado siempre vivirán en mi corazón.

Ricardo

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la sabiduría, paciencia y amor para culminar esta etapa académica en mi vida.

A mis padres y a mi hermano que me han apoyado y acompañado en el transcurso de la carrera con sus consejos y motivaciones para perseguir y conseguir la ingeniería.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a sus docentes, por haberme compartido sus conocimientos y brindarme su apoyo.

Al Ing. Juan León por el apoyo y la orientación brindada en la investigación como un gran Tutor académico.

Al Ing. Alfonso Suarez por su gran colaboración y asesoría brindada como asesor y biometrista a la investigación.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), principalmente al Ing. William Viera quien me dio la oportunidad de realizar la investigación, que forma parte de las actividades del proyecto "Fortalecimiento de la investigación para mejorar la productividad y calidad de la naranjilla y tomate de árbol en Ecuador" 2018/SPE/0000400192, financiado por la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo (AECID).

Al Ing. Aníbal Martínez quien me apoyo como representante del programa de fruticultura de la zona central en todo este camino de la investigación con sus conocimientos.

Al Dr. Jorge Merino e Ing. Paul Mejía por su colaboración y consejos brindados en el transcurso de la investigación.

A mis amigos que he encontrado en esta travesía, los cuales me han brindado su amistad y me han apoyado, me han dado ánimos para continuar.

Ricardo

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICES DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	4
1.1.	Generalidades del cultivo de tomate de árbol	4
1.2.	Clasificación taxonómica	4
1.3.	Tipos de cultivares	5
1.3.1.	<i>Cultivares utilizados en la investigación</i>	5
1.4.	Injertos.....	5
1.5.	Condiciones ambientales	6
1.6.	Labores culturales	7
1.7.	Enfermedades causadas por hongos	7
1.8.	Insectos plagas.....	8
1.9.	Características botánicas del tomate de árbol	8
1.9.1.	<i>Raíz</i>	8
1.9.2.	<i>Tallo</i>	9
1.9.3.	<i>Hojas</i>	9
1.9.4.	<i>Flores</i>	9
1.10.	Fruto del tomate de árbol.....	9
1.10.1.	<i>Características físicas y química (sólidos solubles) de los cultivares en estudio</i> ..	10
1.11.	Curvas de crecimiento del fruto de tomate de árbol	10
1.12.	Huella hídrica.....	13

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	14
2.1.	Características del área experimental	14
2.1.1.	<i>Ubicación geográfica del área de estudio</i>	14
2.1.2.	<i>Características climáticas</i>	14
2.2.	Materiales y equipos	15
2.2.1.	<i>Materiales de campo</i>	15
2.2.2.	<i>Equipos de campo</i>	15
2.2.3.	<i>Materiales de laboratorio</i>	15
2.2.4.	<i>Equipos de laboratorio</i>	15
2.2.5.	<i>Material biológico</i>	16
2.3.	Metodología	16
2.3.1.	<i>Diseño experimental</i>	16
2.3.2.	<i>Unidad experimental</i>	16
2.3.3.	<i>Factores en estudio</i>	16
2.3.4.	<i>Variables en estudio</i>	16
2.3.5.	<i>Establecimiento del ensayo</i>	17
2.3.6.	<i>Selección de las plantas</i>	17
2.3.7.	<i>Elaboración e implementación de pluviómetro y evaporímetro casero</i>	17
2.3.8.	<i>Manejo agronómico de las parcelas</i>	18
2.3.9.	<i>Polinización de las flores en los cultivares a estudiar</i>	19
2.3.10.	<i>Observación y conteo de frutos cuajados</i>	20
2.3.11.	<i>Cosecha y recolección de frutos en campo</i>	20
2.3.12.	<i>Toma de datos de precipitación y evaporización</i>	20
2.3.13.	<i>Caracterización de los frutos de tomate de árbol</i>	20
2.3.14.	<i>Determinación de la Huella hídrica del cultivo de tomate de árbol</i>	22

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS	25
3.1.	Comparación de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado mediante el análisis de varianza y curvas de crecimiento	25
3.1.1.	<i>Crecimiento del fruto de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado en relación a sus diámetros.</i>	25
3.1.2.	<i>Crecimiento del fruto de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado en relación a su peso</i>	29

3.1.3.	<i>Determinación de firmeza durante el crecimiento de los frutos del cultivar gigante morado y gigante anaranjado</i>	30
3.1.4.	<i>Determinación de sólidos solubles durante el crecimiento de los frutos del cultivar gigante morado y gigante anaranjado</i>	33
3.2.	Cambios en el color internos y externo de los frutos de tomate de árbol en el ciclo productivo.....	35
3.2.1.	<i>Color externo del fruto</i>	35
3.2.2.	<i>Color interno del fruto</i>	39
3.3.	Comparación del fruto de tomate de árbol a los 30, 60, 80, 100, 120, 140 y 170 de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado.	42
3.4.	Huella hídrica.....	45
3.4.1.	<i>Agua utilizada en los 170 DDP</i>	45
3.4.2.	<i>Rendimiento del cultivo de tomate de árbol.....</i>	48
	CONCLUSIONES.....	51
	RECOMENDACIONES.....	53
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1-2:	Ubicación geográfica de las dos parcelas de estudio de la provincia de Tungurahua sector Valle Hermoso	14
Tabla 2-2:	Características climáticas de Valle Hermoso	14
Tabla 3-2:	Actividades realizadas en los cultivares de tomate de árbol.....	18
Tabla 1-3:	Análisis de varianza para el crecimiento en diámetro polar a los 30,100y 170 DDP	26
Tabla 2-3:	Análisis de varianza para el crecimiento en diámetro ecuatorial a los 30,100y 170 DDP	28
Tabla 3-3:	Análisis de varianza para el crecimiento de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado en relación a su peso a los 30, 100 y 170 DDP	29
Tabla 4-3:	Análisis de varianza para la firmeza externa de los frutos de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado a los 30,100y 170 DDP	31
Tabla 5-3:	Análisis de varianza para la firmeza interna de los frutos de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado en el ciclo de 170 DDP	32
Tabla 6-3:	Análisis de varianza para los sólidos solubles de los frutos de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado en el ciclo de 170 DDP.....	34
Tabla 7-3:	Resumen de las ecuaciones obtenida en las curvas de crecimientos de los cultivares	35
Tabla 8-3:	Resumen del test de Tukey en los cultivares gigante morado y gigante anaranjado	44
Tabla 9-3:	Cálculo del área de mojado para los riegos empleados en la etapa productiva del tomate de árbol.....	45
Tabla 10-3:	Cálculo de la velocidad de cada riego que se lo realizo en el cultivo de tomate de árbol	46
Tabla 11-3:	Cálculo del caudal ingresado en cada regadío en el cultivo de tomate de árbol	46
Tabla 12-3:	Cálculo del volumen ingresado en cada regadío en el cultivo de tomate de árbol	47
Tabla 13-3:	Datos de precipitación en el cultivo de tomate de árbol en los 170 DDP	48
Tabla 14-3:	Número de frutos presentes en 10 plantas de tomate de árbol	49
Tabla 15-3:	Promedió de los pesos finales de las repeticiones de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado	49

Tabla 16-3: Huella hídrica del cultivo de tomate de árbol a los 170 DDP en Valle Hermoso	
.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Evolución del diámetro del fruto del tomate de árbol durante el proceso de crecimiento y maduración	10
Figura 2-1:	Incremento de la longitud del fruto del tomate de árbol durante el proceso de crecimiento y maduración	11
Figura 3-1:	Ganancia de peso del fruto del tomate de árbol durante el proceso de crecimiento y maduración.....	11
Figura 4-1:	Reducción de la firmeza del fruto del tomate de árbol durante el proceso de crecimiento y maduración	12
Figura 5-1:	Evolución de los grados brix del fruto del tomate de árbol durante el proceso de crecimiento y maduración	12
Figura 1-2:	Implementación de pluviómetro y evaporímetro casero.....	18
Figura 2-2:	Proceso de polinización manual en las flores del tomate de árbol.	19
Figura 1-3:	Evolución del color externo del fruto del cultivar gigante morado de tomate de árbol	37
Figura 2-3:	Evolución del color externo del fruto del cultivar gigante anaranjado de tomate de árbol	30
Figura 3-3:	Evolución del color interno del fruto del cultivar gigante morado del tomate de árbol	40
Figura 4-3:	Evolución del color interno del fruto del cultivar gigante morado de tomate de árbol	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Curvas de crecimiento del diámetro polar del fruto de los cultivares morado y anaranjado de tomate de árbol.....	26
Gráfico 2-3:	Curvas de crecimiento del diámetro ecuatorial del fruto de los cultivares morado y anaranjado de tomate de árbol	28
Gráfico 3-3:	Curvas de crecimiento del peso del fruto de los cultivares morado y anaranjado de tomate de árbol	30
Gráfico 4-3:	Evolución de la firmeza externa del fruto de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado de tomate de árbol	31
Gráfico 5-3:	Evolución de la firmeza interna del fruto de los cultivares morado y anaranjado de tomate de árbol	33
Gráfico 6-3:	Evolución de los sólidos solubles de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado de tomate de árbol	34

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** IDENTIFICACIÓN DE LOS CULTIVARES GIGANTE MORADO (A) Y GIGANTE ANARANJADO (B)
- ANEXO B:** PRIMERA RECOLECCIÓN DE FRUTOS: A) CULTIVAR GIGANTE MORADO, B) CULTIVAR GIGANTE ANARANJADO
- ANEXO C:** AFORO DEL CAUDAL
- ANEXO D:** PRIMERA RECOLECCIÓN Y TOMA DE DATOS (30 DDP) DE LOS FRUTOS DE LOS CULTIVARES GIGANTE MORADO Y GIGANTE ANARANJADO
- ANEXO E:** FRUTOS DE CULTIVAR GIGANTE MORADO Y GIGANTE ANARANJADO A LOS 170 DÍAS DESPUÉS DE LA POLINIZACIÓN
- ANEXO F:** BASE DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO
- ANEXO G:** ANÁLISIS ESTADISTA A LOS 30 DESPUÉS DE LA POLINIZACIÓN
- ANEXO H:** DIFERENCIACIÓN DE LAS SEMILLAS A LOS 60 DDP EN LA PULPA DEL TOMATE CULTIVAR GIGANTE ANARANJADO
- ANEXO I:** TOMA DE DATOS DE LAS REPETICIONES DE LOS CULTIVARES GIGANTE MORADO Y GIGANTE ANARANJADO CON LOS DIFERENTES EQUIPOS EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

DDP	días después de la polinización
mm	milímetros
g	gramos
lb	libras
°Brix	grados brix
DCA	diseño completamente al azar
l/Tn	litros sobre tonelada
cm	centímetros
F.V	factor de variación
gl	grados de libertad
SC	suma de cuadrados medios
CM	cuadrado medio

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el desarrollo del fruto de tomate de árbol en los cultivares gigante anaranjado y gigante morado. El experimento se llevó a cabo en dos localidades de Valle Hermoso perteneciente al cantón Pelileo. Se utilizó un diseño complementado al azar con tres repeticiones. Se seleccionaron 10 plantas por cultivar para realizar polinizaciones. Las variables a evaluar fueron: diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, firmeza externa e interna, color del fruto y color de la pulpa y los sólidos solubles. El registro de datos se lo realizó cada 10 días con un total de 15 tomas. Además, se calculó la huella hídrica con ayuda pluviómetro y se realizó la determinación del volumen de riego con el aforo del caudal. El análisis estadístico se lo llevó a cabo con el programa Infostat, realizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey (5%) para determinar diferencias entre medias. Además, se elaboró las curvas de crecimiento comparando los dos cultivares. Los resultados a los 170 días después de la polinización (DDP) mostraron que el cultivar gigante morado obtuvo mayores valores que el cultivar gigante anaranjado en diámetro ecuatorial 67.74 y 60.73 mm respectivamente. Peso del fruto 147.50 y 118.83 g respectivamente, la firmeza no hubo diferencias estadísticas entre los dos cultivares, los sólidos solubles alcanzaron valores de 11.0 °Brix para gigante anaranjado y 11.10 °Brix para gigante morado. En conclusión, se observó que las semillas se diferenciaron del mucilago a los 60 días, el color característico del mucilago de cada cultivar empezó a los 80 DDP en el gigante morado y a los 90 DDP en el gigante anaranjado, el cultivo de tomate de árbol tuvo una huella hídrica de 70.7 l/kg. Se recomienda realizar esta investigación en diferentes localidades y complementar con un estudio de componentes fitoquímicos.

Palabras clave: <PESO DEL FRUTO>, <CURVAS DE CRECIMIENTO>, <HUELLA HÍDRICA >, <TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum Cav.*)>, <PELILEO (CANTÓN)>.



ABSTRACT

The present investigation aimed to determine the development of tree tomato in the orange giant and purple giant cultivars. The experiment was carried out in two locations in *Valle Hermoso, Pelileo*. A completely randomized design with three replications was used. Ten plants per cultivar were selected for pollination. The variables to be evaluated were polar diameter, equatorial diameter, weight, external and internal firmness, fruit color, flesh color and soluble solids. The data were recorded every 10 days with a total of 15 recordings. In addition, the water footprint was calculated with a rain gauge and the irrigation volume was determined by gauging the flow rate. The statistical analysis was carried out with the Infostat program, performing the analysis of variance and the Tukey test (5%) to determine differences among averages. In addition, growth curves were elaborated comparing the two cultivars. The results at 170 days after pollination (DAP) showed that the giant purple cultivar obtained higher values than the giant orange cultivar in equatorial diameter 67.74 and 60.73 mm respectively. Fruit weight 147.50 and 118.83 g respectively, firmness there were no statistical differences between the two cultivars, soluble solids reached values of 11.0 oBrix for orange giant and 11.10 oBrix for purple giant. In conclusion, it was observed that seeds differentiated from the mucilage at 60 days, the characteristic color of the mucilage of each cultivar started at 80 DAP in the purple giant and at 90 DAP in the orange giant, the tree tomato crop had a water footprint of 70.7 l/kg. It is recommended to carry out this investigation in different locations with a study of phytochemical components.

Key words: <FRUIT WEIGHT>, <GROWTH CURVES>, <WATER FOOTPRINT>, <TREE TOMATO (*Solanum betaceum* Cav.)>, <PELILEO (CANTON)>.



Esthela Isabel Colcha Guashpa

0603020678

INTRODUCCIÓN

Importancia

El tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) tiene su origen en Sudamérica siendo sus principales productores los países de Ecuador y Colombia. Este frutal es una planta semileñosa que puede llegar a tener alturas que van en un rango de 2 a 3 m. La vida de producción de este frutal es de 8 años teniendo su ciclo de producción a los 8 a 9 meses después del trasplante, esto va a depender mucho de la zona donde se cultive (Moreno et al., 2020: pp. 15).

Se desarrolla mejor con climas templados y fríos que tengan una temperatura en el rango de 14 a 20 °C, cuando se lo cultiva en temperaturas inferiores a 4 °C este presenta daños fisiológicos. Necesita una humedad relativa en el rango de 60 a 80%, este cultivo utiliza el día neutro en la luminosidad y necesita un rango de 500 a 1500 mm de precipitación, además se puede cultivar en altitudes que van de 600 a 3300 msnm (Segundo, 2001: pp. 2-3).

En la serranía ecuatoriana las principales zonas productoras de tomate de árbol son Patate, Baños y Pelileo, se cultivan alrededor de 5000 ha debido a la demanda del mercado interno que se ha producido hace 15 años atrás con un rendimiento de 60 a 80 toneladas por hectárea en un año. El cultivar gigante anaranjado es el más utilizado por los agricultores, pero el cultivar gigante morado es otra variedad que igual ha tenido una buena acogida por algunos productores. Este frutal se ha convertido en una gran alternativa productiva, ya que cultivado en pequeñas superficies ha generado mayores ingresos a los agricultores que optan por este cultivo (Vega, 2013: pp. 4-5).

El tomate de árbol tiene un tallo leñoso a semileñoso, este frutal puede alcanzar alturas de 2 a 3 m que presenta hojas en forma de corazón (cordiformes) con una textura carnosa, tiene inflorescencias en forma de cimas o racimos, su flor es de color rosa que da un fruto que se pueden encontrar solo o agrupado dependiendo del cuajado que se da en el racimo floral, este tiene diversos colores que va a depender del cultivar, tiene de 120 a 150 semillas con un mucilago anaranjado o morado (Villegas, 2009: pp. 3).

Problema

Ecuador ha cultivado durante varios años tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en diversas provincias como Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar, Imbabura, Bolívar, Tungurahua y Azuay. Donde se han realizado diversos estudios sobre sus enfermedades, plagas, nuevos cultivares resistentes a dichas enfermedades, fertilizaciones al cultivo y algunos estudios sobre el manejo de la cosecha y poscosecha del fruto. Sin embargo, existe poca información sobre el proceso y tiempo que demora en desarrollar el fruto de los cultivares gigante anaranjado y gigante morado, los estudios existentes tienen una información general y no se menciona datos de las características físicas y químicas del fruto durante las distintas etapas de crecimiento. Además, el tiempo de desarrollo varía de acuerdo a la altitud y condiciones climáticas donde se desarrolla el cultivo, por lo que es importante conocer esta información en la zona de Pelileo (Tungurahua) donde se llevó a cabo la investigación.

Justificación

El tomate de árbol se ha transformado en una nueva alternativa económica para el agricultor, debido a que el mercado interno demanda mayor producción, los cantones de Tungurahua como Patate y Pelileo se han convertido en sectores productores de gran escala de tomate de árbol debido a que actualmente la opción de la exportación de la fruta. Es necesario conocer el proceso y tiempo en el que se desarrollan los frutos para poder planificar las cosechas y definir ciclos de cultivo. Además, la falta de información de los cambios que se producen durante el desarrollo en un sitio de producción específico debido a las condiciones ambientales es un limitante para conocer el comportamiento del cultivo. Por esta razón se realizará el presente estudio para registrar variables físico-químicas durante el desarrollo del fruto y determinar el tiempo requerido en la zona de Pelileo (Tungurahua).

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el desarrollo del fruto en los cultivares establecidos de tomate de árbol.

Objetivos específicos

- Caracterizar física y químicamente el fruto de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*).
- Desarrollar la curva de crecimiento del fruto de los cultivares establecidos de tomate de árbol.
- Determinar la huella hídrica durante la etapa productiva para el cultivo establecido de tomate de árbol.

HIPÓTESIS

Hipótesis nula

No existe diferencias en el desarrollo del fruto de los dos cultivares del tomate de árbol.

Hipótesis alterna

Existe diferencias en el desarrollo del fruto de los dos cultivares de tomate de árbol.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades del cultivo de tomate de árbol

El tomate de árbol es un frutal semiperenne que se cultiva en Ecuador en las provincias de Carchi, Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar, Loja y Azuay con una superficie aproximada de 5000 ha. Originariamente, se lo encontró en los bosques andinos del Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia donde se presentan climas templados de altura que tienen altitudes que van en un rango de 1500 a 2600, siendo esta especie originaria de la región andina (Feicán et al., 2016: pp. 79-80).

En Ecuador se lo cultiva en temperaturas medias que van en un rango de 13 a 24 °C con altitudes de 2000 a 2500 en las provincias que pertenecen la sierra. Este frutal es susceptible a enfermedades y heladas que se desarrollan en una alta humedad relativa, se adapta a todo tipo de suelo, pero se desarrolla mejor en arenosos o francos que tengan un pH en el rango de 5 a 8.5 (Feicán et al., 2016: pp. 79-80).

1.2. Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Subclase: Simpétalas

Orden: Tubifloras

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Especie: *Solanum betaceum* Cav.

Nombre común: Tomate de árbol. (Revelo et al., 2004: pp. 21).

1.3. Tipos de cultivares

El tomate de árbol se caracteriza por ser una planta muy homogénea en sus características morfológicas, pero existe variaciones en los frutos de cada cultivar como en su color, forma y tamaño. A continuación, se mencionarán los cultivares que se encuentran en Ecuador que fueron identificados por las características de su fruto maduro:

- Anaranjado puntón: sus frutos tienen un peso promedio de 75 g con un diámetro de 4.6 cm y una longitud de 6.8 cm, tiene un color anaranjado tanto internamente y externamente.
- Anaranjado redondo: sus frutos tienen un peso promedio de 70 g con un diámetro de 64.7 mm y una longitud de 5.5 cm, tiene un color anaranjado tanto internamente y externamente.
- Morado neozelandés: sus frutos tienen un peso promedio de 85 g con un diámetro de 4.6 cm y una longitud de 6.4 cm, tiene un color rojo oscuro en su epicarpio con una pulpa anaranjada y su mucilago toma una coloración morada a roja oscura (Acosta, 2011: pp. 43-45).

1.3.1. Cultivares utilizados en la investigación

1.3.1.1. Morado gigante

Sus plantas alcanzan alturas de 2.64 m con una ramificación inicial a la altura de 1.36 m, se pueden cosechar a los 353 días con una producción aproximada de 47 t/ha. El fruto de este cultivar al igual que lo cita Acosta en el 2011 tiene un color rojizo oscuro en su piel con un mucilago morado que recubre las semillas (Perachimca, 2018: pp. 20).

1.3.1.2. Anaranjado gigante

Sus plantas alcanzan alturas de 2.03 m con una ramificación inicial a la altura de 1.40 m, se pueden cosechar a los 368 días con una producción aproximada de 32 t/ha. El fruto de este cultivar es ovoide al igual que lo cita Acosta en el 2011, tiene un color rojizo oscuro en su piel con un mucilago anaranjado que recubre las semillas (Perachimca, 2018: pp. 20).

1.4. Injertos

Un método de propagación artificial en ciertos frutales es el injerto, el cual consiste en unir dos partes, la primera denominada yema o bareta, la cual es una sección de una planta y la segunda se la conoce como patrón o portainjertos, el cual se encuentra en el suelo y será la parte en la que se inserte la yema. Con el objetivo que ambas secciones crezcan como un solo individuo. Este

método se lo realiza en especies relacionadas para que exista una compatibilidad y se dé una buena conexión vascular para que el injerto crezca de una adecuada manera (Guato, 2013: pp. 4-6).

Para que se dé un buen injerto el patrón debe tener algunas características como ser compatible con la yema, tener resistencia a condiciones adversas, plagas y enfermedades. Además, este procedimiento se lo debe acompañar con una buena técnica de injertar, condiciones climáticas adecuadas y cuidados después de injertar. Para ejecutar este método existe algunos tipos de injertos, los más usados son el injerto en yema, injerto en púa, injerto por aproximación, los cuales se ata con cinta adhesiva, cinta de injertar, pinzas y en ocasiones con una mezcla de brea (Guato, 2013: pp. 4-6).

1.5. Condiciones ambientales

El cultivo de tomate de árbol se da favorablemente en las estribaciones de montañas de la serranía, Amazonia y en los valles subtropicales, además se deben tomar en cuenta factores como:

- **Temperatura:** el cultivo requiere un promedio de 14 °C a 20 °C para que la planta entre en producción a los 10 o 12 meses. En valores inferiores a 14 °C la planta presenta un aplazamiento en su crecimiento y la producción empezará a los 15 meses después de su siembra.
- **Precipitación:** tiene un requerimiento que va de 500 a 1000 mm anuales que se acompañara de riegos para llegar a cumplir las necesidades hídricas del cultivo. En las zonas del oriente y estribaciones montañosas donde las precipitaciones superan los 1500 mm se tiene problemas de encharcamiento, lo cual atrae problemas fitosanitarios como la lancha y antracnosis. Por otro lado, cuando el cultivo se encuentra en zonas secas se presenta problemas de oídio y plagas como mosca blanca, chinche y pulgón.
- **Suelo:** se lo cultiva en suelos franco arenosos y francos arcillosos, este frutal requiere un suelo que tenga un pH ácido de 6 a 8 con un contenido de materia orgánica del 4 a 5%.
- **Luminosidad:** requiere de 8 horas de luminosidad, cuando existe a presencia de meses lluviosos o de neblina se restan horas luz, lo que provoca una reducción en el crecimiento y producción de las plantas (Barriga, 2011: pp. 19-21).

1.6. Labores culturales

- Podas: cuando la planta tiene una altura de más de 50 cm se realiza una poda ligera para la eliminación de chupones del tronco, de ramas secas y de algunas hojas enfermas o viejas.
- Deshierbas: esta actividad consiste en eliminar las plantas que han crecido en la corona del frutal con ayuda de una azada, además se le acompaña con la limpieza de los caminos.
- Riegos: se utilizan sistemas de riego por gravedad mediante el uso de surcos por coronas individuales, la frecuencia de riego va a depender del sector, por lo general se lo hace de 10 a 15 día.
- Fertilización: se la puede efectuar cada seis meses haciendo uso de materia orgánica como una recomendación de 2 a 3 kg por planta además se usa fertilizantes químicos como 10-30-10, 8-20-20 entre otros fertilizantes completos o de fertilizantes que cumplan las deficiencias que vaya presentando el cultivo en su desarrollo (Benavides, 2011: pp. 11).

1.7. Enfermedades causadas por hongos

- ⇒ Antracnosis: Es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, esta enfermedad se presenta principalmente en los frutos provocando lesiones en forma de manchas negras pequeñas que pueden llegar a cubrir todo el fruto secándolo o momificándolo, también se la puede encontrar en ramas y hojas. Cuando existe precipitaciones frecuentes y la humedad relativa es muy alta, la incidencia y severidad de este hongo es difícil de ser controlada.
- ⇒ Lancha o Tizón tardío: Es causada por el patógeno *Phytophthora infestans*, esta enfermedad produce lesiones negras de consistencia acuosa en el tallo, manchas redondas café negruzcas en las hojas estas lesiones están rodeadas por un halo de 4 a 5 mm de bordes difusos. Este hongo se desarrolla en condiciones de lluvia y alta humedad relativa y se disemina a través del viento.
- ⇒ Mancha negra del tronco: Es causada por el hongo *Fusarium solani*, esta enfermedad empieza formando lesiones necróticas pardas en la corteza de los troncos o en ramas gruesas y luego pasan hacer manchas negras brillantes y finalmente estas se cubren por un polvo habano provocando grietas en la corteza provocando en ocasiones la rotura del tronco o rama afectada. Tiene si mayor incidencia en periodos altos de lluvia y humedad relativa
- ⇒ Cenicilla o Mildiu: Es causada por el patógeno *Oidium sp*, esta enfermedad comienza como manchas de color oscuro rodeadas de un polvo de color blanco, estas crecen cuando se une con otras manchas y reducen el área foliar de la hoja, esta enfermedad se presenta tanto en el haz como en el envés y se disemina con facilidad del viento.

⇒ Muerte descendente o fusariosis: Es causada por el hongo *Fusarium oxysporum*, esta enfermedad comienza con un marchitamiento de las hojas para después presentar un amarillamiento foliar, mientras avanza la enfermedad las hojas se caen y las ramas presenta una muerte descendente quedando solo con los frutos colgados. En la parte radicular esta enfermedad produce una pudrición seca con un color café oscuro (Revelo et al., 2008: pp. 5-15).

1.8. Insectos plagas

⇒ Pulgones o Áfidos: Son insectos de color verde pálido o negro que viven en colonia en el envés de las hojas, principalmente de las tiernas y en las partes apicales de las plantas. Tiene un aparato bucal chupador por lo que se alimentan de la sabia provocando deformaciones en las hojas e infectando a las plantas de diversos virus, en estos insectos plagas podemos encontrar especies como *Aphis sp* y *Myzus sp*.

⇒ Chinche foliado: Son insectos que causan daño en los frutos mediante la perforación que realizan con su aparato bucal que tienen en forma de un estilete para absorber provocando así puntos oscuros que cambian de color rojo a morado, esto dependerá del estado del fruto, cuando el ataque se da en flores o frutos tiernos estos se caen, la especie que provoca estos daños es *Leptoglossus zonatus*.

⇒ Gusano trozador: Son larvas de lepidópteros que causan daño a las plantas trasplantadas que generalmente se da en épocas de sequía, esta larva se alimenta de las bases de los callos causando la muerte de la planta. Aquí podemos encontrar a la especie *Agrotis sp*.

⇒ Cutzo: Es una plaga que se presenta en cultivos donde existe exceso o mala descomposición de la materia orgánica causando el daño a nivel radicular, ya que se alimentan de las raíces más pequeñas del frutal (Revelo et al., 2008: pp. 23-29).

1.9. Características botánicas del tomate de árbol

1.9.1. Raíz

Tiene una raíz principal superficial ramificada con raíces secundarias y terciarias de color rojo marfil con una consistencia semileñosos, el tamaño de su sistema radicular va a depender del tamaño de la planta, esta puede llegar a medir 40 a 50 cm de profundidad (Revelo et al., 2004: pp. 21).

1.9.2. Tallo

En las etapas iniciales de la planta este es suculento y de color verde para luego ir transformándose a una consistencia leñosa de color café que se ramificará cuando alcance una altura de 1 a 2 metros, lo cual dependerá del genotipo de la planta y las condiciones que lo rodean (Vega, 2013: pp. 6).

1.9.3. Hojas

Son de forma acorazonada, alternas con el borde entero que pueden tener unas dimensiones aproximadas de 30 a 40 cm de largo y 15 a 20 cm de ancho, esto se da en las plantas jóvenes y en las plantas adultas toman valores aproximados de 20 a 25cm de largo y de 10 a 15 cm de ancho (Revelo et al., 2004: pp. 22).

1.9.4. Flores

Se presenta en inflorescencias con 3 a 5 cimbras en ocasiones y pueden encontrar más, sus pedúnculos tienen una longitud de 2 a 8 cm que pueden tener de 10 a 14 flores. Tienen un diámetro de 1.3 a 1.5 cm. Son flores hermafroditas actinomorfas con un cáliz acampanado que presenta 5 estambres con filamentos de 1mm anteras de 5 mm y su estilo es más largo que sus anteras con se estigma engrosado (Asannaud et al., 2018: pp. 5-6).

1.10. Fruto del tomate de árbol

Son bayas halocarpas carnosas con un tamaño que varía de acuerdo al cultivar, edad de la planta, la fertilización del suelo y la que se realiza de mantenimiento, sus diámetros están en el rango de 4 a 6 cm con una longitud de 8 a 10 cm que alcanzan un peso entre el rango de 0 a 120 g.

Estos frutos toman colores como amarillo o anaranjado en su estado de madurez, en estados antes de madurar presentan betas oscuras que desaparecen al madurar. Su mesocarpio es carnoso el cual contiene 150 a 300 semillas, su pulpa puede tomar coloración amarillo, anaranjado, rojizo o morado (Bernal et al., 2003: pp. 12).

1.10.1. Características físicas y química (sólidos solubles) de los cultivares en estudio

1.10.1.1. Gigante morado

Su fruto tiene un diámetro ecuatorial de 5.8 cm y un diámetro polar de 8 cm que puede alcanzar un peso de 120 g. Su color externo (piel) tiene una coloración rojiza oscura mientras que su color interno (mucílago) tiene una coloración rojo oscura a morado, la característica química de sólidos solubles en este cultivar es de 15.0 °Brix (Acosta, 2011: pp. 45).

1.10.1.2. Gigante anaranjado

Su fruto tiene un diámetro ecuatorial de 6 cm y un diámetro polar de 7 cm que puede alcanzar un peso de 120 g. Su color externo (piel) como su color interno (mucílago) son anaranjados, la característica química de sólidos solubles en este cultivar es de 13.2 °Brix (Ávila, 2009: pp. 13).

1.11. Curvas de crecimiento del fruto de tomate de árbol

Se las considera como instrumento para saber el tiempo adecuado de cosecha de los frutos o para establecer la frecuencia con las que se realizara la recolección de fruto en campo. Las curvas de crecimiento nos permiten saber cuándo el fruto alcanza los valores óptimos en diámetros, peso, firmeza, aroma, color y sólidos solubles. Las figuras 1-1, 2-1, 3-1, 4-1 y 5-1 muestra la evolución del diámetro, longitud, peso, firmeza y solidos solubles en relación al tiempo (semanas) a lo largo del creciente y maduración del fruto del tomate de árbol de acuerdo al Manual de manejo cosecha y poscosecha del tomate de árbol en Bogotá-Colombia (García, 2008: pp. 26-31).

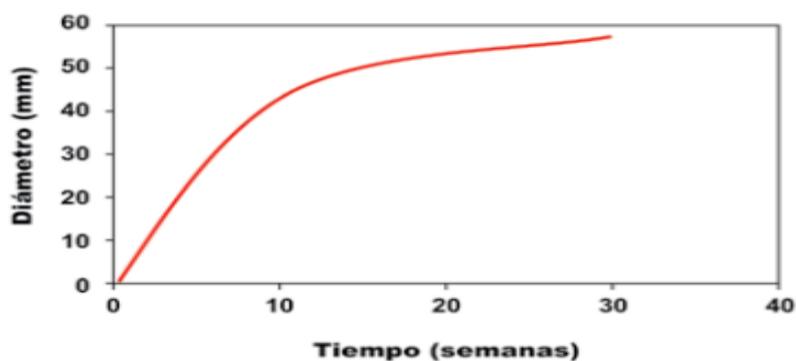


Figura 1-1. Evolución del diámetro del fruto del tomate de árbol durante el proceso de crecimiento y maduración.

Realizado por: García M., 2008

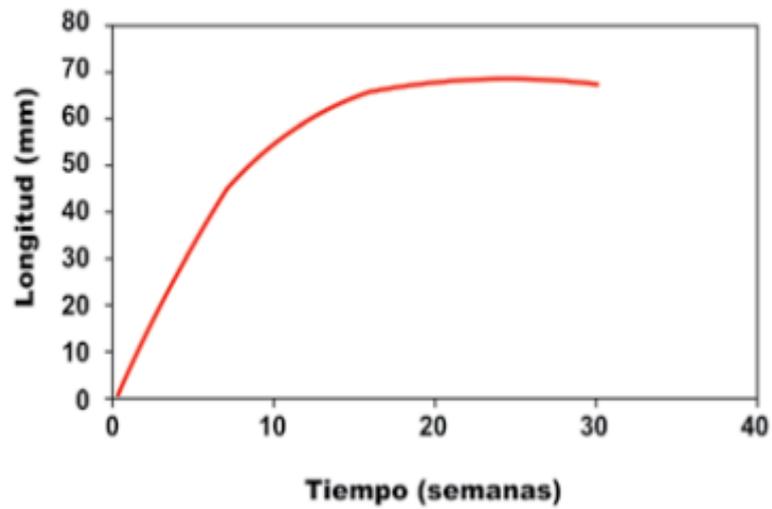


Figura 2-1. Incremento de la longitud del fruto del tomate de árbol durante el proceso de crecimiento y maduración.

Realizado por: García M., 2008

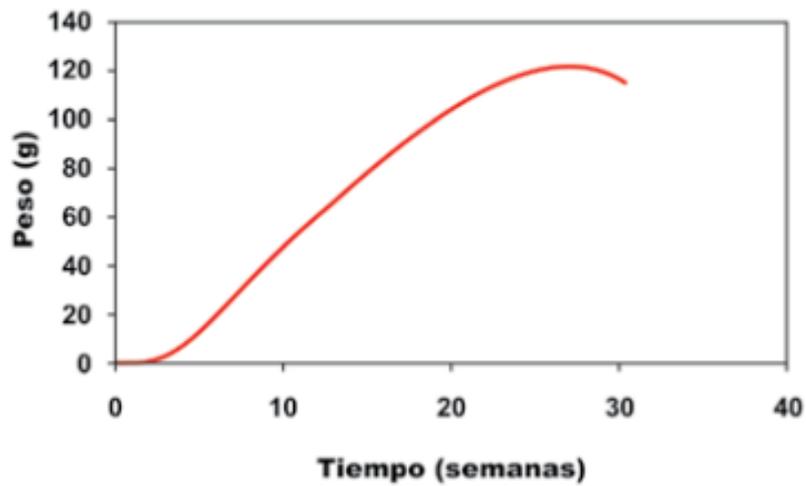


Figura 3-1. Ganancia de peso del fruto del tomate de árbol durante el proceso de crecimiento y maduración.

Realizado por: García M., 2008

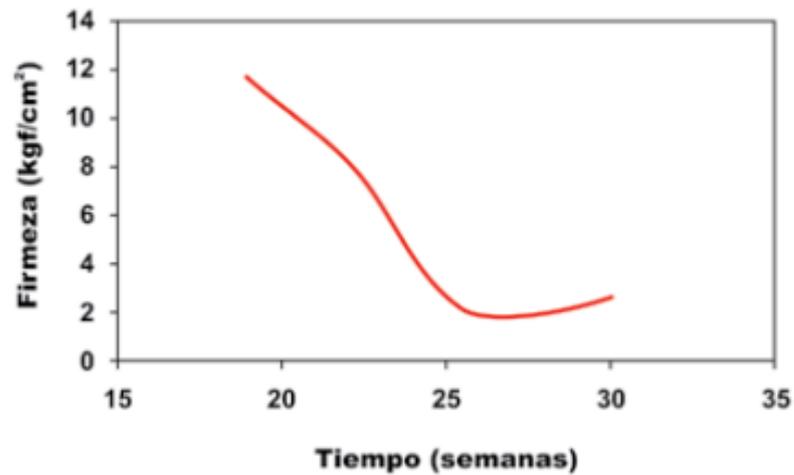


Figura 4-1. Reducción de la firmeza del fruto del tomate de árbol durante el proceso de crecimiento y maduración.

Realizado por: García M., 2008

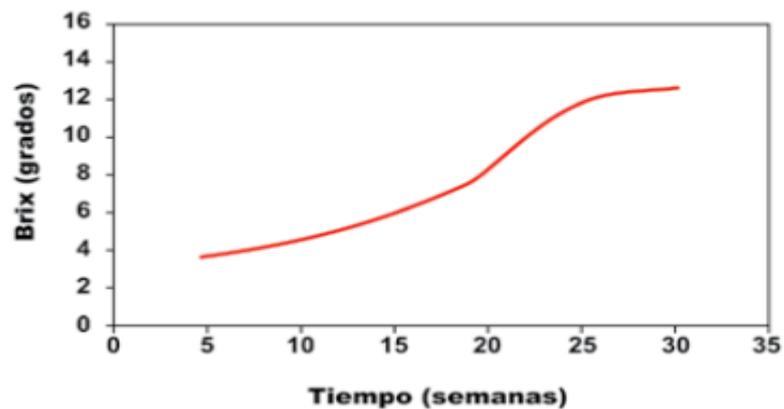


Figura 5-1. Evolución de los grados brix del fruto del tomate de árbol durante el proceso de crecimiento y maduración.

Realizado por: García M., 2008

Las curvas de crecimiento no son absolutas, las figuras presentadas anteriormente son realizadas en las condiciones agroecológicas de Bogotá-Colombia y serán utilizadas como referencia para comparar los resultados con la presente investigación que se realizó en las condiciones agroecológicas de Pelileo-Ecuador (García, 2008: pp. 26-31).

1.12. Huella hídrica

Se define como huella hídrica al volumen de agua que se utiliza para la producción de un bien o servicio, mundialmente se le conoce como el volumen de agua dulce que utiliza toda la población mundial para producir un bien o servicio para su consumo. Además, es un indicador geográfico explícito que muestra los volúmenes de agua empleados y las ubicaciones de los mismos (Hídrica. 2010: pp. 1-2).

Para realizar su cálculo se debe tomar en cuenta el consumo directo e indirecto de agua teniendo en cuenta la contaminación que se produce para tener un bien o servicio, con estos puntos se establece que la huella hídrica de un bien o producto tiene tres componentes: la huella hídrica azul, la huella hídrica verde y la huella hídrica gris (Osorio, 2013: pp. 17-18).

- **Huella hídrica azul:** es el agua dulce consumida (superficial o subterránea) en todo el proceso de elaboración de un producto, refiriéndose a la pérdida de los recursos hídricos en los cuerpos de agua presentes en la superficie (ríos, lagunas, canales de riego) o en acuíferos subterráneos en una cuenca hídrica (Vallejo et al., 2019: pp. 9).
- **Huella hídrica verde:** es el volumen de agua aportada por la precipitación en la industria o en la agricultura para obtener el producto. En la agricultura hace referencia al agua almacenada temporalmente en el suelo después de una precipitación que puede ayudar al crecimiento de la planta, pero no todo su volumen debido a que existe evaporación perdiendo un porcentaje de su volumen (Osorio, 2013: pp. 17).
- **Huella hídrica gris:** es el agua dulce requerida para asimilar la carga de contaminantes, siendo un indicador de la contaminación existente en el agua dulce que se utiliza en el proceso de producción (Álvarez et al., 2022: pp. 162-164).

Se considera a la huella hídrica como un índice multidimensional en la asimilación de todos los recursos hídricos, que considera al agua dulce como una medida para producir algún bien o servicio, siendo un indicador en el uso del agua directa o indirectamente de los productores. Con la huella hídrica se puede dar un diagnóstico de los recursos hídricos dando un resumen para la optimización del agua dulce (Padrillo, 2018: pp. 3).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Características del área experimental

2.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio

La investigación se la realizo en dos parcelas experimentales ubicadas en Valle Hermoso, localidad donde se cultiva tomate de árbol de los cultivares gigante anaranjado y gigante morado, en el cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua (tabla1-2).

Tabla 1-2: Ubicación geográfica de las dos parcelas de estudio de la provincia de Tungurahua, sector Valle Hermoso.

Cultivar	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud
Gigante anaranjado	Caserío Inapi	1°20'51,23" S	78°30'58,65" O	2193
Gigante morado	Caserío Artezon	1°20'25,36" S	78°31'26,52" O	2275

Fuente: Handy GPS, 2021

Realizado por: Marcial L., 2022

2.1.2. Características climáticas

Tabla 2-2: Características climáticas de Valle Hermoso

Temperatura promedio anual del 2021	12 °C (Weather spark, 2021)
Precipitación acumulada anual del 2019	864.4 mm (Google earth)
Humedad media anual del 2021	82.5 % (Weather Atlas, 2021)
Clasificación climática	Zona seminublada- lluviosa (Ojeda, 2013)
Clasificación ecológica	Bosque seco Montano bajo (b.h. MB.), según la clasificación de Holdridge (Ojeda, 2013)

Realizado por: Marcial L., 2022

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. *Materiales de campo*

- Fundas de papel
- Tirillas para etiquetar
- Lápiz
- Grapadora
- Cajas de grapas
- Libreta de campo
- Cinta fluorescente
- Aguja para polinizar

2.2.2. *Equipos de campo*

- Pluviómetros caseros
- Evaporímetros caseros
- Barreno
- Vertederas

2.2.3. *Materiales de laboratorio*

- Hojas de papel boom
- Marcador
- Cuaderno de apunte
- Estilete
- Probeta

2.2.4. *Equipos de laboratorio*

- Balanza digital
- Refractómetro
- Penetrómetro
- Calibrador digital Mitutoyo STAINLESS HARDENED modelo CD-8"CSX-B

2.2.5. *Material biológico*

- 100 frutos del cultivar gigante morado
- 100 frutos del cultivar gigante anaranjado

2.3. Metodología

2.3.1. *Diseño experimental*

La investigación se la realizo con un diseño completamente al azar (DCA) constituido por 2 tratamientos y 3 repeticiones, se utilizó el programa Infostat versión estudiantil para el análisis de datos.

2.3.2. *Unidad experimental*

La unidad experimental es el fruto de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado

2.3.3. *Factores en estudio*

Cultivares:

- Gigante morado
- Gigante anaranjado

2.3.4. *Variables en estudio*

- Diámetro polar (mm)
- Diámetro ecuatorial (mm)
- Peso (g)
- Color interno
- Color externo
- Firmeza interna (lb)
- Firmeza externa (lb)
- Sólidos solubles (°Brix)
- Huella hídrica (l/Tn)

2.3.5. *Establecimiento del ensayo*

Se realizó el reconocimiento de las dos parcelas experimentales ubicadas en Valle Hermoso donde se encuentran los dos huertos ya establecidos de tomate de árbol. La parcela del cultivar gigante morado se encuentra ubicado en el caserío Inapi (Tabla 1-2), el huerto tiene una edad de dos años, las plantas se encuentran sembradas en surcos y distribuidas a 1 m entre plantas y 1.5 m entre hileras, su riego se lo procede por gravedad. La parcela del cultivar gigante anaranjado se encuentra ubicado en el caserío Artezón (Tabla 1-2), el huerto tiene una edad de dos años, las plantas se encuentran sembradas en surcos y distribuidas a 1 m entre plantas y 1.5 m entre hileras, su riego se lo realiza por gravedad.

2.3.6. *Selección de las plantas*

Se procedió a seleccionar 10 plantas al azar en cada del cultivar, para lo cual se observó aquellas plantas que tengan mayor floración, que tengan un tamaño similar y una buena área foliar, además que se encuentren libres de plagas y enfermedades, se evitó aquellas que se encuentren en los bordes de la parcela, cabe mencionar que ambos cultivares tiene una edad de 2 años, y para su reconocimiento y diferenciación de las otras plantas estas fueron marcadas con una cinta fluorescente para su identificación y etiquetado.

2.3.7. *Elaboración e implementación de pluviómetro y evaporímetro casero*

Para elaborar el pluviómetro se utilizó 1 estaca de 1.80 m, 1 tabla de 10 x 10 cm, un embudo, 1 galón vacío de agua, piola. Se clavó la tabla en la parte superior de la estaca donde reposara el galón, con ayuda de un cuchillo hacemos un agujero en la tapa del galón y se pegó el embudo. Para la implementación, se cavó en el suelo un orificio de 30 cm donde se puso la estaca a una altura de 1.5 m, luego colocamos en la parte superior de la estaca el galón que contiene la tapa y el embudo pegados para así recolectar las gotas de lluvia.

Para la elaboración del evaporímetro se usó 1 balde de 20 litros, 1 cinta métrica de 32 cm y silicona. Pegamos la cinta métrica en el interior de balde con el cero de la cinta métrica en el fondo hasta 32 cm arriba. La implementación se la hizo en la mitad de un borde, para lo cual se llenó con agua los baldes hasta tener un aforo de 28 cm.



Figura 1-2. Implementación de pluviómetro y evaporímetro casero

Realizado por: Marcial L., 2022

2.3.8. Manejo agronómico de las parcelas

Tabla 3-2: Actividades realizadas en los cultivares de tomate de árbol

Fertilización	⇒	Se la realizaba cada mes con una mezcla de: YaraMila COMPLEX y nitrato de calcio, colocando al voleo 100 g de YaraMila más 50 g de nitrato de calcio por planta. Para la fertilización foliar se utilizó Quelatos de Ca, B, Fe y Zn, con una dosis del 0.1 % cada mes con los controles fitosanitarios.
Podas	⇒	Se lo efectuaba a finales de cada mes, eliminando las hojas viejas, ramas secundarias secas y cierta cantidad de material vegetativo verde para darle aireación al cultivo.
Controles fitosanitarios	⇒	Para el control y prevención de enfermedades fúngicas como el ojo de pollo y odio se utilizó: ACOIDAL 0.1 %, TOPAS 0.1 %, CAPTAIN 0.1%, FOSTYL 0.1 %. Para el control de plagas y prevención de las mismas se empleó: DIABOLO (Dimetoato) 0.1 %, CORRIDA (Difluzuron) 0.1 %, Aceite Agrícola 0.5 %, Caldo Bordelés Neutralizado 0.5 %.
Deshierba	⇒	Se lo ejecutaba cada 2 meses, manualmente con una azadilla, dejando la hierba eliminada en el mismo surco como cobertura vegetal.

Realizado por: Marcial L., 2022

2.3.9. Polinización de las flores en los cultivares a estudiar

Este proceso empezó con la selección de un racimo floral en donde se realizó un raleo dejando las flores que no se encontraban abiertas en un promedio de 2 a 4 flores por racimo (figura 2.2 A), el siguiente paso fue con la ayuda de una pinza abrir las flores anteriormente seleccionadas (figura 2.2 B) para empezar el proceso de emasculación, el cual consiste en eliminar las anteras de las flores (figura 2.2 C) y dejar a las mismas solo con el pistilo (figura 2.2 D) para así proceder a tomar una flor abierta del mismo árbol (figura 2.2 E) y con ayuda de los dedos aplastarla suavemente encima de la flor emasculada (figura 2.2 F) para permitir que el polen de esta descienda al estigma de la flor emasculada y así se dé la polinización (figura 2.2 G), después con ayuda de una funda de papel se sella las flores polinizadas (figura 2.2 H). Finalmente se etiqueta esta funda con la fecha de la polinización el cultivar al que pertenece y el número de flores polinizadas en ese racimo (figura 2.2 I), este proceso se lo realizo en el cultivar gigante morado y el cultivar gigante anaranjado en un total de 200 flores por cultivar y un total de 10 flores por árbol.



Figura 2-2. Proceso de polinización manual en las flores del tomate de árbol.

Realizado por: Marcial I., 2022

2.3.10. Observación y conteo de frutos cuajados

A los quince días después de haber realizado las polinizaciones, se procedió a cortar la parte inferior de las fundas y observar los frutos cuajados y se registró el número por árbol y cultivar.

2.3.11. Cosecha y recolección de frutos en campo

La primera cosecha se la procedió a los treinta días después de haber realizado las polinizaciones con ayuda de una tijera de podar, las siguientes se las efectuaron con una frecuencia de 10 días hasta obtener un fruto maduro en cada cultivar, esto se dio a los 170 DDP con un total de 15 muestreos.

Para la recolección se empleó fundas de papel donde se guardaba los frutos de cada cultivar con su respectiva identificación para proceder a llevarlas a las oficinas del programa de fruticultura de la zona central, donde se realizó las mediciones de diámetros, peso, firmezas, sólidos solubles.

2.3.12. Toma de datos de precipitación y evaporización

El primer registro se tomó a los 30 días después de haber instalado el pluviómetro, los siguientes se registraron con una frecuencia de 10 días, para la toma de datos, se colocó el agua de la lluvia recolectada en una probeta y se midió los milímetros de agua que se ha obtenido en la frecuencia de 10 días.

El primer dato de evaporación se lo registro a los 30 días después de haber instalado el evaporímetro y las siguientes medidas se las efectuaron cada 10 días. Para la toma de datos se procedió a observar los cm de agua que se ha reducido en el balde o a la vez si han aumentado si la precipitación era excesiva.

2.3.13. Caracterización de los frutos de tomate de árbol

2.3.13.1. Diámetro polar

Con ayuda de un calibrador colocamos el fruto de la base a la punta y tómanos el dato que nos da el equipo en mm.

2.3.13.2. *Diámetro ecuatorial*

Colocamos el calibrador en el centro del fruto y anotamos los mm que tiene el mismo, siempre debemos colocar el calibrador en el centro del fruto para que no varíe la toma de datos.

2.3.13.3. *Color del fruto externo*

Para esta variable tenemos una escala mencionada por 2006. Bioversity International en el 2013, la cual está conformada de la siguiente manera:

- 1) Verde claro
- 2) Verde pálido
- 3) Amarillo anaranjado
- 4) Naranja

Con esta escala comparamos el color del fruto en cada cosecha y en la base de datos anotamos el número correspondiente, esta escala sirve para los dos cultivares.

2.3.13.4. *Color del fruto interno*

Para esta variable tenemos una escala tomada de referencia de Bioversity International en el 2013, la cual menciona que el color interno (mucilago) del tomate de árbol puede tener estos colores:

- 1) Naranja
- 2) Morado
- 3) Verde

Con esta escala vamos a comparar el color del mucilago que presentan los frutos en su evolución desde la polinización hasta la cosecha, para lo cual con ayuda de un estilete vamos a partir el fruto por la mitad y observar su color. Este procedimiento se lo realizará en los dos cultivares.

2.3.13.5. *Firmeza externa*

Con ayuda de un penetrómetro vamos a pinchar el fruto en la mitad del mismo para observar el valor que nos del equipo respecto a la resistencia que presenta el fruto para ser penetrado, este valor se lo va a obtener en Lbs.

2.3.13.6. *Firmeza interna*

Con un estilete vamos a cortar el fruto por la mitad, para lo cual utilizaremos un penetrómetro que nos ayudara a medir la resistencia que tiene el fruto hacer penetrado en su parte interior (pulpa), este valor se lo va a obtener en lbs.

2.3.13.7. *Sólidos solubles*

Se empleó un refractómetro para obtener esta información, para lo cual en las primeras tomas el fruto se lo aplasto con ayuda de un mortero y pistilo para obtener una gota de jugo de tomate, la misma que se le colocó en el refractómetro y se observa los °Brix que alcanzan los frutos en sus diversas fechas de muestreo. Cuando el fruto ya presentaba mayor jugo se lo cortaba por la mitad y se lo aplastaba para obtener una gota de su jugo para observar sus °Brix en el refractómetro.

2.3.14. *Determinación de la Huella hídrica del cultivo de tomate de árbol*

La huella hídrica del tomate de árbol se la determino atreves de la obtención de agua empleada y el rendimiento del cultivo.

2.3.14.1. *Precipitación*

Con ayuda de un pluviómetro se midió los mm de precipitación que se obtuvieron en los días que se desarrolló el ensayo (170 días), esta información fue proporcionada por estación agrometeorológica de Querochaca en el periodo de 30/05/2021 al 18/11/2021.

2.3.14.2. *Agua empleada en el cultivo de tomate de árbol*

El agua utilizada en el cultivo se la calculará obteniendo el volumen de agua empleado en cada riego, donde se calculará:

- Volumen de riego: Se calculó el área de mojado para cada riego. León, 2018;

$$\text{(Ecuación 1)} \quad A = ((B+b)) / 2 * h$$

Después se procedió a calcular la velocidad con la cual el agua se desplaza en el terreno, León, 2018;

$$(Ecuación 2) \quad V=d/t$$

para multiplicarlo por la distancia que recorre la misma y así obtener el caudal que es igual a la velocidad que recorre el agua en cada riego por el área de mojado de cada riego y así obtener un caudal por riego. Después cada caudal se lo multiplicará por el tiempo de riego, como siguiente paso se realiza una sumatoria todos estos valores y se divide para el área obtenida, así encontrando el volumen de riego empleado en los 170 DDP.

- Precipitaciones: con ayuda de un pluviómetro se recolectará la precipitación en el tiempo que, del desarrollo del tomate de árbol, se lo ejecutará en un intervalo de 10 días hasta llegar a cumplir los 170 DDP donde el fruto se encuentra maduro, obteniendo 15 valores de los cuales se realizará una sumatoria.

2.3.14.3. Rendimiento del cultivo de tomate de árbol

Para determinar los kilogramos de producción se comenzó con la determinación de los kilogramos por planta, para lo cual se empleó 10 plantas para obtener un valor promedio del área de estudio, los frutos fueron contados desde cuajados hasta cosecha. Se obtuvo un promedio de los pesos por cultivar de cada repetición para multiplicar por el número de frutos por plantas y obtener el valor de kg por planta. Torres (2016):

$$(Ecuación 3) \quad KgPp = nF * pF$$

Donde

KgPp= los kilogramos de producción por planta en el ciclo del cultivo

nf= número de frutos por planta desde el cuajado hasta cosecha

pF= peso promedio de los frutos

Para la determinación de los kilogramos de producción por el ciclo del cultivo se procedió a multiplicar los kilogramos por planta para el número de plantas. Torres, 2016:

$$(Ecuación 4) \quad KgP = KgPp * nP$$

Donde:

KgP= los kilogramos de producción en el ciclo

KgPp= los kilogramos de producción por planta en el ciclo

nP= número de plantas en la parcela de estudio

Este valor lo transformamos a una hectárea multiplicando por 10000.

2.3.14.4. *Cálculo de la huella hídrica*

Para determinar la HH sumamos los valores de volumen de riego más las precipitaciones y obtenemos el valor del agua utilizada en el cultivo de tomate a los 170 DDP, este valor lo dividimos para los kilogramos de producción y obtenemos la huella hídrica del tomate de árbol.

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS

3.1. Comparación de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado mediante el análisis de varianza y curvas de crecimiento.

3.1.1. *Crecimiento del fruto de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado en relación a sus diámetros.*

3.1.1.1. *Diámetro polar*

El cultivar gigante anaranjado presentó un crecimiento lineal, iniciando con 17.49 mm a los 30 días después de la polinización (DDP) hasta alcanzar 75.87 mm a los 170 DDP. Por otro lado, el cultivar gigante morado presentó un crecimiento lineal, el cual comenzó con un valor de 17.07 mm a los 30 DDP hasta llegar a 75.90 mm en los 170 DDP (Figura 1-3). No se observó diferencia significativa a los 30 y 170 DDP, mientras que a los 100 días se detectó alta significación estadística (tabla 1-3).

García en el 2008 menciona que los cambios más notorios en el crecimiento del diámetro polar en el fruto se da hasta los 70 días, a partir de los 70 días hasta los 105 días tiene un crecimiento lento finalizando con un crecimiento constante a partir de los 105 días en adelante, en la presente investigación el diámetro polar en el cultivar gigante morado hasta los 60 DDP tiene un incremento rápido para estabilizarse en un intervalo de los 60 DDP hasta los 120 DDP, a partir de esos días se da un incremento en longitud lento, esto es similar en el cultivar gigante anaranjado desde los 110 DDP es crecimiento es lento aumentando pocos mm hasta llegar a su etapa de cosecha.

Villares et al. (2018) obtuvo valores diámetros polares de 67.13 mm y 66.60 mm, siendo inferiores a los obtenidos en la investigación con valores de 75,87 mm gigante amarillo y 75.90 mm gigante morado, esta pequeña diferencia de valores se da por las condiciones agroecológicas del ensayo, debido a que la investigación de Villares et al. (2018) se la realizó en Tumbaco-Quito con segregante de tomate de árbol y la presente investigación se la realizó en Valle Hermoso-Tungurahua con 2 cultivares comerciales de tomate de árbol injertos.

Tabla 1-3: Análisis de varianza para el creciente en diámetro polar a los 30,100y 170 DDP.

30 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	0.26	0.26	0.56	0.4954	Ns
Error	4	1.89	0.47			
total	5	2.15				
100 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	44.39	44.39	72.29	0.0010	**
Error	4	2.46	0.61			
total	5	46.85				
170 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	0.0017	0.0017	0.0024	0.9634	Ns
Error	4	2.80	0.70			
total	5	2.80				

p-valor <0.01 ** (altamente significativo); 0.01-0.05 * (significativo); >0.05 ns (no significativo)

Realizado por: Marcial L., 2022

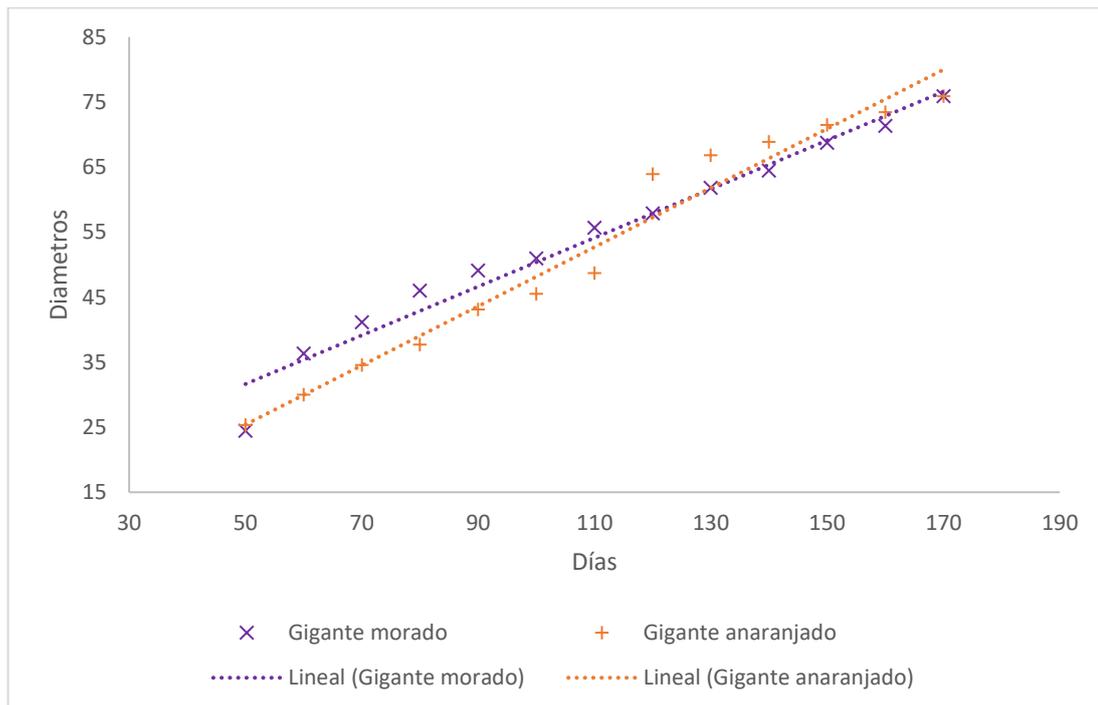


Gráfico 1-3. Curvas de crecimiento del diámetro polar del fruto de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado de tomate de árbol.

Realizado por: Marcial L., 2022

3.1.1.2. Diámetro ecuatorial

El cultivar gigante morado tuvo un crecimiento polinómico con un valor inicial de 15.35 mm a los 30 DDP hasta llegar a 62.74 mm a los 170 DDP. Mientras que el cultivar gigante anaranjado presento un crecimiento lineal, el cual comenzó con un valor de 13.65 mm a los 30 DDP hasta llegar a un valor de 60.73 mm a los 170 DDP (Figura 2-3). No se observó diferencia significativa a los 30 y 170 DDP, mientras que a los 100 días se detectó alta significación estadística (tabla 2-3).

García, 2008 mencionó que el crecimiento en diámetro es rápido en las primeras 15 semanas (105 DDP) para después estabilizarse y mostrar pequeños cambios, de igual manera la longitud tiene un comportamiento similar al diámetro con cambios más notorios en las 10 semanas (70 DDP), se estable un intervalo entre las semanas 10 y 15 donde el crecimiento fue lento y a partir de la semana 15 (105 DDP), el crecimiento es casi constante, estos resultados obtenidos por García son similares a los obtenidos en la presente investigación donde el cultivar gigante morado presento un crecimiento rápido hasta los 110 DDP y el cultivar gigante anaranjado hasta los 120 DDP con la diferencia que el cultivar gigante morado tubo mayor ganancia en diámetro que el gigante anaranjado.

Villares et al. (2018) obtuvo valores diámetros ecuatoriales de 52.43 mm y 51.97 mm, siendo inferiores a los obtenidos en la investigación con valores de 60.73 mm gigante amarillo y 62.74 gigante morado, esta pequeña diferencia de valores se da por las condiciones agroecológicas del ensayo dicho que Villares et al. (2018) la realizó en Tumbaco-Quito con segregante de tomate de árbol y la presente investigación se la realizo en Valle Hermoso-Tungurahua con 2 cultivares comerciales de tomate de árbol injertos.

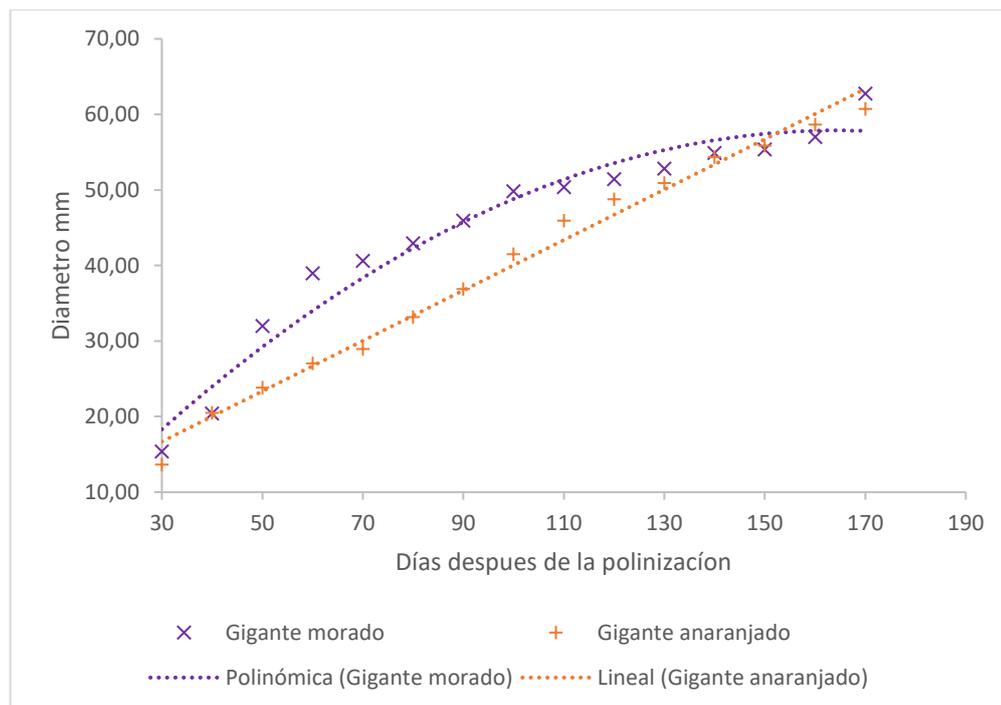


Gráfico 2-3: Curvas de crecimiento del diámetro ecuatorial del fruto de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado de tomate de árbol.

Realizado por: Marcial L., 2022

Tabla 2-3: Análisis de varianza para el creciente en diámetro ecuatorial a los 30,100y 170 DDP.

30 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	4.34	4.34	2.72	0.1745	Ns
Error	4	6.38	1.59			
total	5	10.71				
100 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	104.25	104.25	120.85	0.0004	**
Error	4	3.45	0.86			
total	5	107.70				
170 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	6.08	6.08	3.69	0.1271	Ns
Error	4	6.59	1.65			
total	5	12.67				

p-valor <0.01 ** (altamente significativo); 0.01-0.05 * (significativo); >0.05 ns (no significativo)

Realizado por: Marcial L., 2022

3.1.2. Crecimiento del fruto de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado en relación a su peso

El cultivar gigante anaranjado presentó un crecimiento polinómico, iniciando con 2 g a los 30 DDP hasta alcanzar 118.83 g a los 170 DDP. Por otro lado, el cultivar gigante morado presentó un crecimiento polinómico, el cual comenzó con un valor de 2 g a los 30 DDP hasta llegar a 147.50 g en los 170 DDP (Figura 3-3). No se observó diferencia significativa a los 30 y 100 DDP, mientras que a los 170 días se detectó alta significación estadística (tabla 3-3).

García (2008) menciona que el fruto del tomate de árbol mantiene una ganancia en peso constante hasta la semana 25 (174 DDP), tiempo después este empieza a decrecer, por lo que se recomienda en esa época cosechar, de igual forma, esta ganancia en peso se presentó en los cultivares gigante morado y gigante anaranjado en estudio hasta los 170 días donde se realizó la cosecha y se puede observar la ganancia en peso con relación al tiempo de los dos cultivares en el gráfico 3-3.

Tabla 3-3: Análisis de varianza para el crecimiento de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado en relación a su peso a los 30, 100 y 170 DDP.

30 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	0.0017	0.0017	0.20	0.6779	Ns
Error	4	0.03	0.01			
total	5	0.04				
100 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	9.88	9.88	1.39	0.3044	Ns
Error	4	28.53	7.13			
total	5	38.41				
170 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	1232.67	1232.67	66.88	0.0012	**
Error	4	73.73	18.43			
total	5	1306.39				

p-valor <0.01 ** (altamente significativo); 0.01-0.05 * (significativo); >0.05 ns (no significativo)

Realizado por: Marcial L., 2022

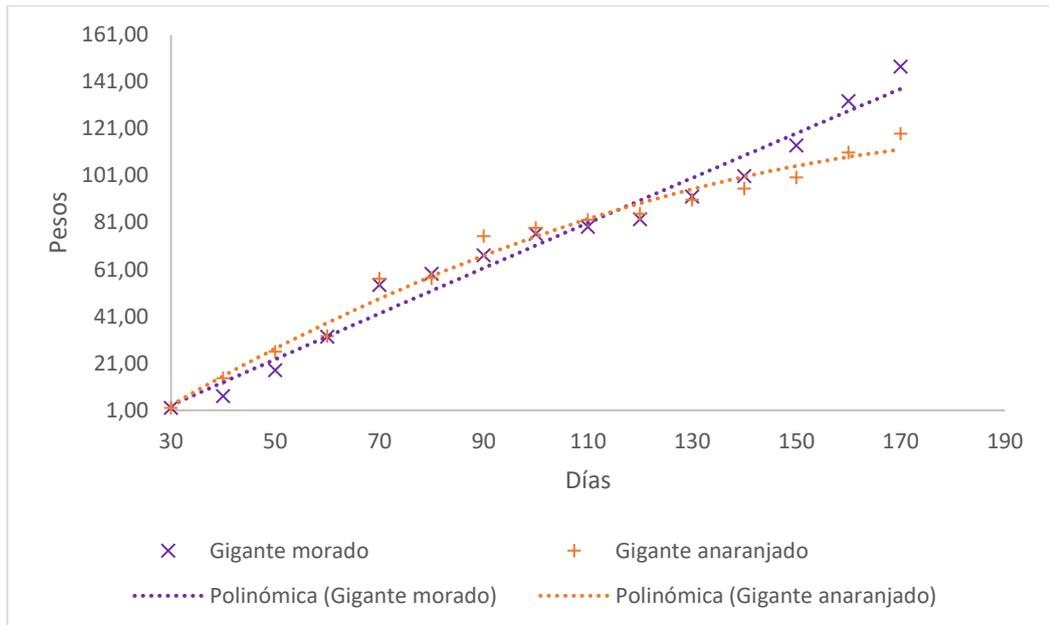


Gráfico 3-3: Curvas de crecimiento del peso del fruto de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado de tomate de árbol.

Realizado por: Marcial L., 2022

3.1.3. Determinación de firmeza durante el crecimiento de los frutos del cultivar gigante morado y gigante anaranjado

3.1.3.1. Firmeza externa

El cultivar gigante morado tuvo un crecimiento polinómico con un valor inicial de 2.23 lb a los 30 DDP hasta llegar a 6.77lb a los 170 DDP. Mientras que el cultivar gigante anaranjado presento un crecimiento polinómico, el cual comenzó con un valor de 13.65 mm a los 30 DDP hasta llegar a un valor de 6.57 lb a los 170 DDP (Figura 4-3). No se observó diferencia estadística significativa a los 30, 100 y 170 DDP (tabla 4-3).

Villares et al. (2018) menciona que los frutos de tomate de árbol de valor comercial presentaron una firmeza externa de 29,97 N y 28.42 N, estos valores tiene relación con los obtenidos en la investigación, debido a que el cultivar gigante anaranjado presento un valor de 29.22 N (6.57 lbs) y el cultivar gigante morado 30,11 N (6.77 lbs).

Tabla 4-3: Análisis de varianza para la firmeza externa de los frutos de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado a los 30,100y 170 DDP.

30 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	0.0017	0.0017	0.02	0.8993	Ns
Error	4	0.37	0.09			
total	5	0.37				
100 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	0.0017	0.0017	0.25	0.6433	Ns
Error	4	0.03	0.01			
total	5	0.03				
170 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	0.06	0.06	0.82	0.4169	Ns
Error	4	0.29	0.07			
total	5	0.35				

p-valor <0.01 **(altamente significativo); 0.01-0.05 *(significativo); >0.05 ns (no significativo)

Realizado por: Marcial L., 2022

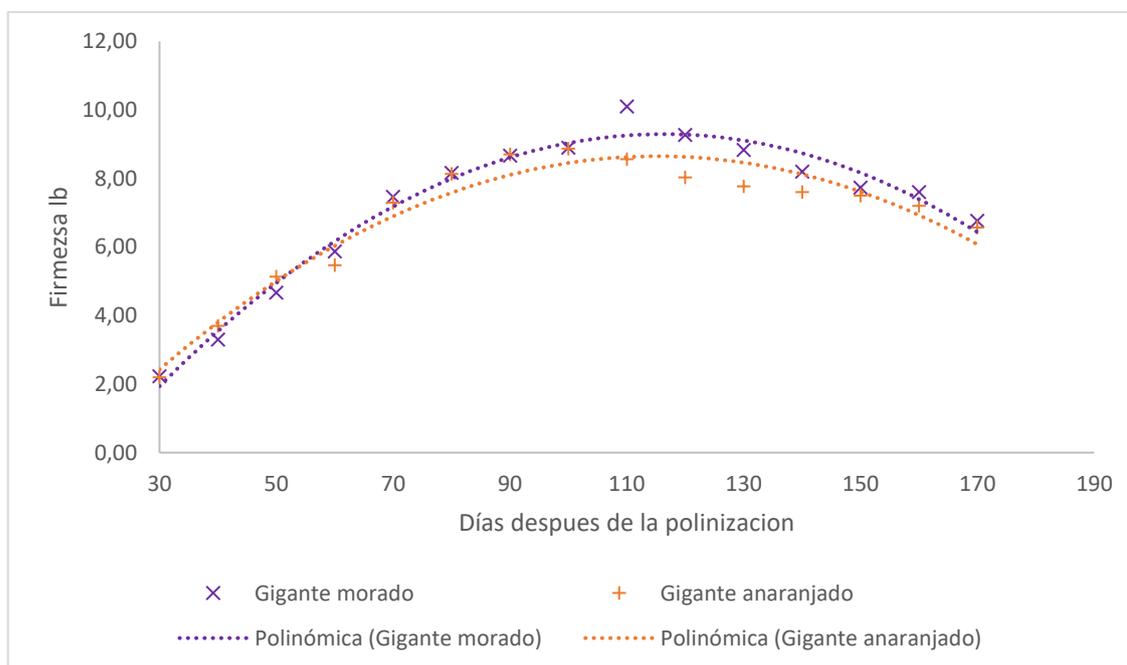


Gráfico 4-3: Evolución de la firmeza externa del fruto de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado de tomate de árbol.

Realizado por: Marcial L., 2022

3.1.3.2. Firmeza interna

El cultivar gigante anaranjado presentó un crecimiento polinómico, iniciando con 2.07 lb a los 30 DDP hasta llegar a 0.10 lb a los 170 DDP. Por otro lado, el cultivar gigante morado presento igual un crecimiento polinómico, el cual comenzó con un valor de 2.60 lb a los 30 DDP hasta alcanzar 0.10 lb en los 170 DDP (Figura 5-3). No se observó diferencia significativa a los 100 y 170 DDP, mientras que a los 30 DDP se detectó alta significación estadística (tabla 5-3).

García (2008) menciona que la firmeza interna va disminuyendo mientras el fruto va madurando, lo cual tiene explicación por la degradación de los compuestos complejos hemicelulósicos y pécticos, la disminución de la curva de creciente se puede observar en los gráficos 4-3 y 5-3, ya que mientras pasan los DDP los compuestos tanto que forman la epidermis del fruto y los que componen la pulpa van cambiando provocando una disminución de la firmeza del fruto. Ambos cultivares terminaron con un valor promedio de 0.10 lb (0.44 N) en la cosecha del fruto.

Tabla 5-3: Análisis de varianza para la firmeza interna de los frutos de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado en el ciclo de 170 DDP.

30 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	0.43	0.43	64.00	0.0013	**
Error	4	0.03	0.01			
total	5	0.45				
100 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	0.02	0.02	4.50	0.1012	Ns
Error	4	0.01	0.0033			
total	5	0.03				
170 DDP						
F. V	Gl	SC	CM	F	p-valor	
Cultivares	1	0.00	0.00	0.00	0.9999	Ns
Error	4	0.01	0.0033			
total	5	0.01				

p-valor <0.01 *(altamente significativo); 0.01-0.05 *(significativo); >0.05 ns (no significativo)

Realizado por: Marcial L., 2022

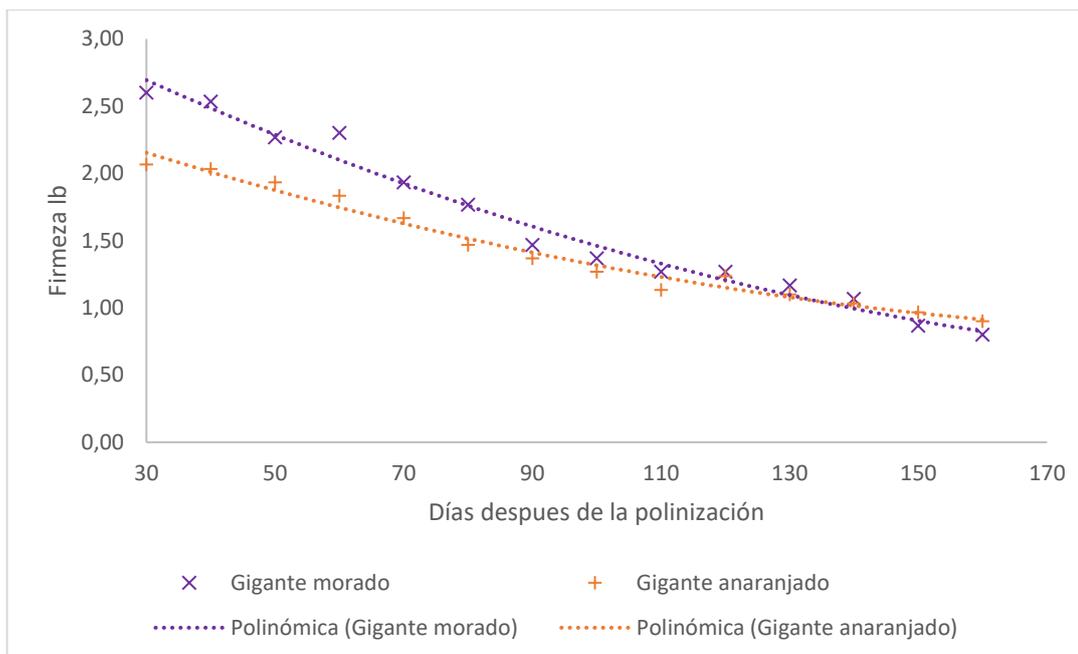


Gráfico 5-3: Evolución de la firmeza interna del fruto de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado de tomate de árbol.

Realizado por: Marcial L., 2022

3.1.4. Determinación de sólidos solubles durante el crecimiento de los frutos del cultivar gigante morado y gigante anaranjado

El cultivar gigante morado tuvo un crecimiento exponencial, con un valor inicial de 4.13 °Brix a los 30 DDP hasta llegar a 11.10 °Brix a los 170 DDP. Mientras que el cultivar gigante anaranjado presento un crecimiento exponencial, el cual comenzó con un valor de 4.17 °Brix a los 30 DDP hasta alcanzar 11 °Brix a los 170 DDP (Figura 6-3). No se observó diferencia significativa a los 40 y 170 DDP, mientras que a los 100 DDP se detectó significación estadística (tabla 6-3).

Viera et al. (2016) menciono que los frutos de tomate de árbol de esta investigación presentan un valor de solidos solubles de 11.02 °Brix, el cual tiene similitud con el valor del cultivar gigante anaranjado que presenta un valor de 11.0 °Brix y del cultivar gigante morado 11.10 °Brix. García (2008) menciona que el fruto va incrementando lentamente el valor de °Brix hasta los 140 DDP. A los 35 DDP García (2008) obtuvo un valor de 4 °Brix en sus frutos y en el cultivar gigante morado se tiene un valor de 4.13 °Brix y 4.17 °Brix gigante anaranjado, a los 140 días tiene un valor de 8 °Brix y en el estudio se obtuvo 6.53 °Brix gigante morado y 6.33 gigante anaranjado y finalmente a los 175 días que realizo la cosecha donde García (2008) obtuvo un valor de 12 °Brix mientras que en el estudio presente se lo recolecto a los 170 días con valores de 11 °Brix gigante anaranjado y 11.10 °Brix gigante morado.

En el estudio de García (2008) llegó a 12 °Brix debido a que maduro 5 días más en el árbol, pero a los 170 días el fruto en las condiciones de Valle Hermoso se encuentra dulce y apetecible para el consumidor.

Tabla 6-3: Análisis de varianza para los sólidos solubles de los frutos de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado en el ciclo de 170 DDP.

40 DDP						
F. V	GI	SC	CM	F	p-valor	Sig
Cultivares	1	0.0017	0.0017	0.20	0.6779	Ns
Error	4	0.03	0.01			
total	5	0.04				
100 DDP						
F. V	GI	SC	CM	F	p-valor	Sig
Cultivares	1	0.11	0.11	8.00	0.0474	*
Error	4	0.05	0.01			
total	5	0.16				
170 DDP						
F. V	GI	SC	CM	F	p-valor	Sig
Cultivares	1	0.01	0.01	0.75	0.4353	Ns
Error	4	0.08	0.02			
total	5	0.09				

p-valor <0.01 **(altamente significativo); 0.01-0.05 *(significativo); >0.05 ns (no significativo)

Realizado por: Marcial L., 2022

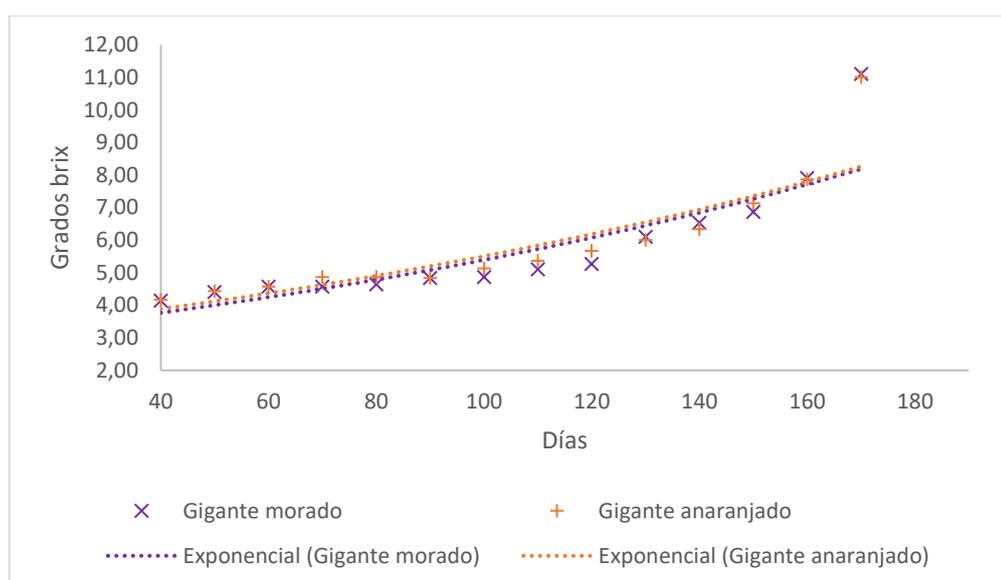


Gráfico 6-3: Evolución de los sólidos solubles de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado de tomate de árbol.

Realizado por: Marcial L., 2022

Tabla 7-3: Resumen de las ecuaciones obtenida en las curvas de crecimientos de los cultivares.

Variable	Gigante morado	Gigante anaranjado
Diámetro polar	$y = 0.4058x + 8.9067$ $R^2=0.9727$	$y = 0.4517x + 3.0551$ $R^2=0.9789$
Diámetro ecuatorial	$y = -0.0022x^2 + 0.7206x - 1.3425$ $R^2=0.9589$	$y = 0.3336x + 6.6805$ $R^2=0.9888$
Peso	$y = -0.0001x^2 + 0.993x - 26.566$ $R^2=0.9754$	$y = -0.0035x^2 + 1.4881x - 38.268$ $R^2=0.9814$
Firmeza externa	$y = -0.001x^2 + 0.2299x - 4.071$ $R^2=0.9738$	$y = -0.0009x^2 + 0.1973x - 2.7235$ $R^2=0.9457$
Firmeza interna	$y = 5E-05x^2 - 0.0246x + 3.3827$ $R^2=0.9797$	$y = 4E-05x^2 - 0.0172x + 2.6329$ $R^2=0.9793$
Sólidos solubles	$y = 2.9697e^{0.006x}$ $R^2=7858$	$y = 3.3185e^{0.0049x}$ $R^2=0.9446$

Realizado por: Marcial L., 2022

3.2. Cambios en el color internos y externo de los frutos de tomate de árbol en el ciclo productivo.

3.2.1. Color externo del fruto

El primer muestreo se lo realizo a los 30 DDP, se realizaron 9 muestreos desde el 01-07-2021 hasta el 19-09-2021, con un total de 110 DDP, donde se observó que el fruto del cultivar gigante morado presenta un color verde claro (1 en la escala color externo).

A los 120 DDP empieza a cambiar su color externo, tomando un valor de 2 que corresponde a verde pálido. Este color lo mantuvo hasta los 130 DDP. En las tomas 12, 13 y 14, que van de 150 a 160 DDP, el fruto presento un color verde anaranjado (3 en la escala) y se tornó totalmente naranja (4 en la escala) a los 170 DDP, encontrándose listo para ser cosechado. Esta evolución del color externo del cultivar gigante morado se presenta en la figura 7-3.

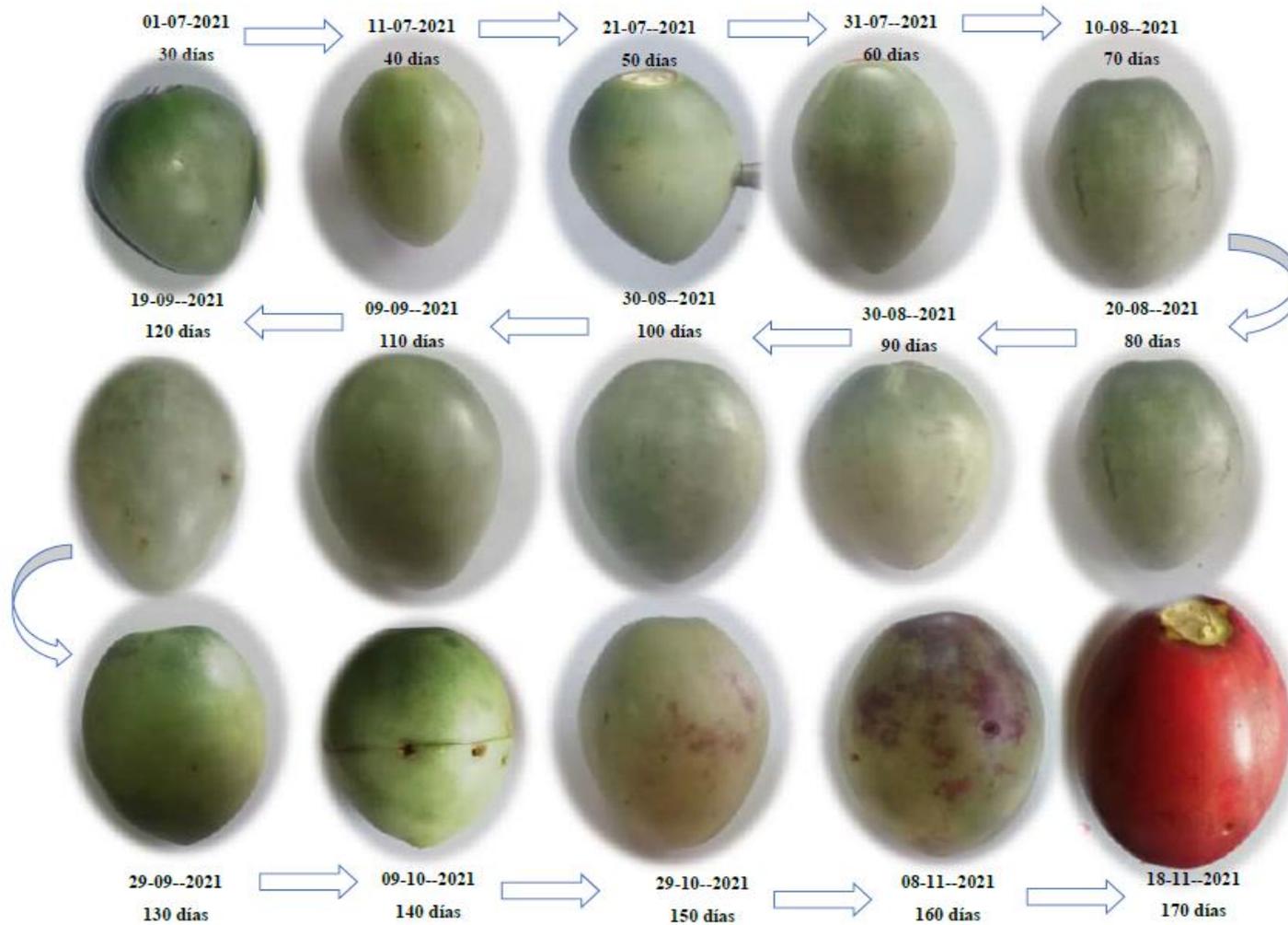
El primer muestreo se lo realizo a los 30 DDP, se realizaron 9 muestreos desde el 01-07-2021 hasta el 19-09-2021, con un total de 110 DDP, se observó que el fruto del cultivar gigante anaranjado presenta un color verde claro (1 en la escala). A los 120 DDP empieza a cambiar el color externo, tomando un valor de 2 que en la escala es verde pálido. Este color lo mantiene hasta los 130 DDP.

En las tomas 12, 13 y 14, que van de 140 a 160 DDP, el fruto presenta un color verde anaranjado (3 en la escala) y se tornó totalmente naranja (4 en la escala) a los 170 DDP, encontrándose listo para ser cosechado. Esta evolución del color externo del cultivar gigante anaranjado se presenta en la figura 8-3.

Viera et al. (2016) menciona que los testigos utilizados en su investigación presentaron un color externo del 100 % anaranjado, lo que concuerda con el presente ensayo donde el cultivar gigante morado y gigante anaranjado a los 170 DDP presentaron un color anaranjado.

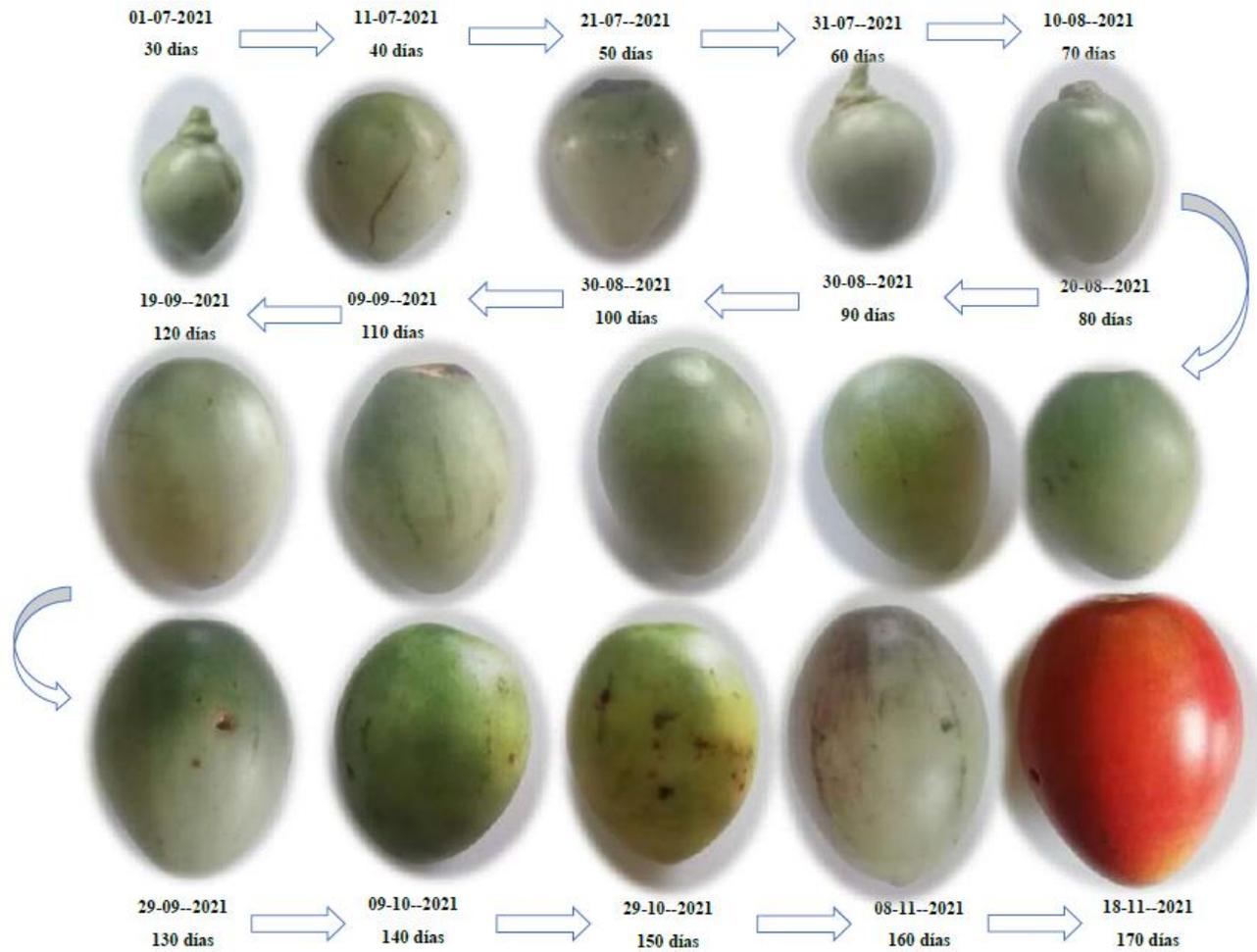
Ávila (2009) menciona que el cambio de color externo e interno que sufre el fruto de tomate de árbol en su proceso de maduración se debe a la presencia de clorofila, mientras el fruto está creciendo, la clorofila presente en él se va degradando, esta degradación y desaparición del color verde en los frutos es asociada a la síntesis de nuevos pigmentos que pueden ser anaranjado, rojo o morado entre ellos se puede mencionar a los carotenoides y antocianinas.

Figura 1-3: Evolución del color externo del fruto del cultivar gigante morado de tomate de árbol.



Realizado por: Marcial L., 2022

Figura 2-3: Evolución del color externo del fruto del cultivar gigante anaranjado de tomate de árbol



Realizado por: Marcial L., 2022

3.2.2. *Color interno del fruto*

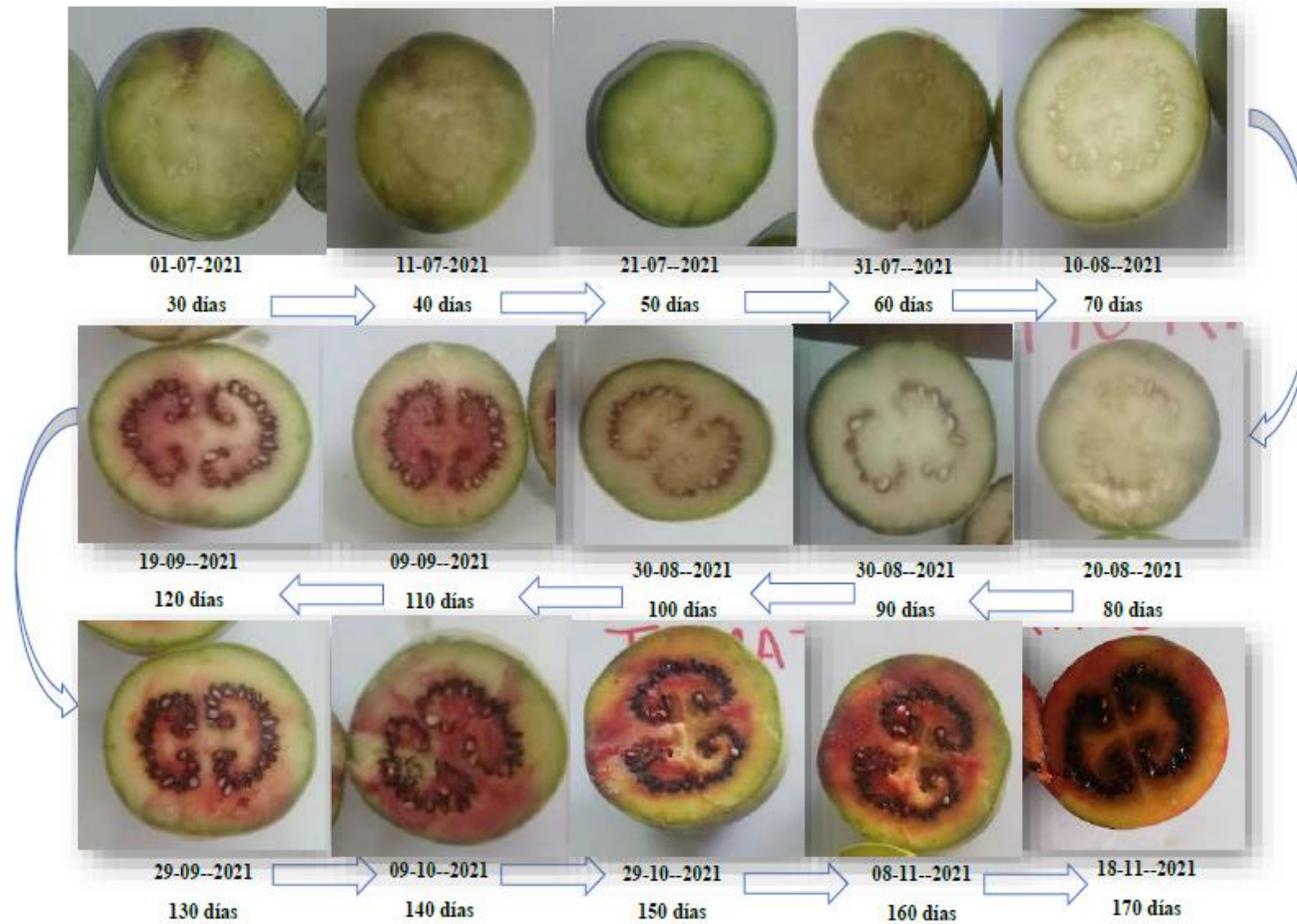
El primer muestreo se lo realizo a los 30 DDP, para observar el color interno del fruto (mucilago) se realizó un corte por la mitad, se obtuvieron 15 muestreos, los 5 primeros que van del 01-07-2021 hasta el 10-08-2021 tienen un color verde (3 en la escala de color interno). A los 80 DDP en la fecha 20-08-2021 el fruto tiene un valor de 2 en la escala (morado) pero con una observación que empieza a cambiar el color del mucilago a un tomo morado, desde el 30-08-2021 hasta el 18-11-2021 los frutos toman el valor de 2 (morado) pero como se observa en la figura 9-3 cada toma a partir de la 7 el color del mucilago va aumentando hasta tener su mucilago totalmente morado a los 170 DDP.

Viera et al. (2016) menciona que un grupo de segregantes presentaron una coloración morada en el mucilago, la cual concuerda con el color del fruto del cultivar gigante morado, que a partir de los 100 DDP empieza a tomar la coloración morada y termina los 170 DDP con el color morado al 100% en su mucilago.

En el cultivar gigante anaranjado, el primer muestreo se lo realizo a los 30 DDP y para observar el color interno del fruto (mucilago) se realizó un corte por la mitad, se obtuvieron 15 muestreos, los 5 primeros que van del 01-07-2021 hasta el 10-08-2021 tienen un color verde (3 en la escala de color interno). A los 90 DDP el fruto tiene un valor de 1 en la escala (anaranjado) pero con una observación que empieza a cambiar el color del mucilago a un tomo anaranjado, desde el 30-08-2021 hasta el 18-11-2021 los frutos toman el valor de 2 (morado) pero como se observa en la figura 9-3 cada toma a partir de los 90 DDP el color del mucilago va aumentando hasta tener su mucilago totalmente anaranjado a los 170 DDP.

Viera et al. (2016) menciona que un grupo de segregantes presentaron una coloración anaranjada en el mucilago, la cual concuerda con el color del fruto del cultivar gigante anaranjado que a partir de los 100 DDP empieza a tomar la coloración anaranjada y termina los 170 DDP con el color anaranjado al 100% en su mucilago.

Figura 3-3: Evolución del color interno del fruto del cultivar gigante morado del tomate de árbol.



Realizado por: Marcial L., 2022

Figura 4-3: Evolución del color interno del fruto del cultivar gigante morado de tomate de árbol.



Realizado por: Marcial L., 2022

3.3. Comparación del fruto de tomate de árbol a los 30, 60, 80, 100, 120, 140 y 170 de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado.

Se comenzó a los 30 DDP donde los valores de diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso y firmeza externa no presentaron diferencias estadísticas entre cultivares. La firmeza interna fue la única que presentó diferencias estadísticas, siendo la más firme el gigante morado que presentó una mayor resistencia (2.23 lb) en comparación con el gigante anaranjado que presenta una firmeza interna de 2.20 lbs. A los 60 DDP los valores de peso, firmeza externa y sólidos solubles no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. El diámetro polar y ecuatorial presentaron diferencias estadísticas, siendo el cultivar gigante morado el que tuvo valores mayores al cultivar gigante anaranjado con 36.31 mm polar y 38.96 mm ecuatorial y finalmente la firmeza interna presentó diferencias estadísticas siendo el cultivar gigante morado el que tiene mayor firmeza (2.30 lbs) en comparación al cultivar gigante anaranjado que presentó un valor de 2.30. A los 80 DDP se registró varias diferencias estadísticas en los valores de los diámetros, peso, firmeza interna y sólidos solubles, siendo el cultivar gigante morado el que tuvo mayores valores: diámetro polar (45.99 mm), diámetro ecuatorial (42.92 mm), peso (59.10 g), firmeza interna (1.47) y sólidos solubles (4.87 °Brix). La firmeza externa fue la única variable que no presentó diferencias estadísticas entre cultivares. En los 100 DDP los valores de peso, firmeza externa e interna no presentaron diferencias estadísticas entre cultivares. Los diámetros polar y ecuatorial presentaron diferencias estadísticas en sus valores, el diámetro polar y ecuatorial son superiores al cultivar gigante anaranjado con valores de 50.92 mm y 49.82 mm respectivamente, la última variable con diferencias estadísticas a los 100 días fue los sólidos solubles siendo el cultivar gigante morado la mayor cantidad de azúcares con un valor de 5.13 °Brix. Cuando se tuvo 120 DDP, los valores de peso y firmeza interna no presentaron diferencias estadísticas entre cultivares.

El diámetro polar, diámetro ecuatorial, firmeza externa y grados sólidos solubles presentaron diferencias estadísticas entre cultivares, el diámetro polar fue superior en el cultivar gigante morado (63.91 mm) al igual que el diámetro ecuatorial (51.43 mm), la firmeza igual tuvo un mayor valor en el cultivar gigante morado con un valor de 9.27 lbs y finalmente los sólidos solubles presentaron un mayor contenido de azúcares en el cultivar gigante morado (5.67 °Brix). Los frutos a los 140 DDP no presentaron diferencias estadísticas en el diámetro ecuatorial, firmeza externa y los sólidos solubles. El diámetro polar en el cultivar gigante morado (68.84 mm) y el anaranjado (64.44 mm) presentaron diferencias estadísticas, siendo el fruto morado el que obtuvo mayor diámetro a los 140 DDP, el peso presentó diferencias estadísticas en los cultivares siendo el cultivar gigante morado el que tiene 100.83 g y finalmente la firmeza externa fue superior en

el cultivar gigante morado (8.20 lbs) presentada diferencia estadística con el cultivar gigante anaranjado (7.60 lbs). La última toma se la realizó a los 170 DDP donde los diámetros, la firmeza externa e interna y los sólidos solubles no presentaron diferencias estadísticas en los cultivares. El peso y los sólidos solubles presentaron diferencias estadísticas, siendo el cultivar gigante morado el que obtuvo mayor peso (147.50 g) y mayor cantidad de sólidos solubles (11.10 °Brix). Portela (1999) menciona que el fruto del tomate de árbol sigue una curva de crecimiento simple sigmoidea, mostrando un incremento en diámetros y peso rápido a los 42 y 112 días después de la antesis, el peso continuará su incremento hasta los 140 días y finalmente el fruto estará en su etapa comercial en un rango de 147-168 días después de la antesis.

En el ensayo el diámetro polar tiene mayor crecimiento hasta los 150 DDP en los dos cultivares, el diámetro ecuatorial tiene su mayor crecimiento en los dos cultivares hasta los 140 DDP y el incremento en peso se dio hasta los 160 DDP y finalmente se cosechó a los 170 DDP, estos valores son similares a los propuestos por Portela (1999) con pequeñas variaciones de días, ya que depende mucho de la nutrición y la cantidad de agua que se le suministre al cultivo en la etapa de producción. Meza et al., 2009 menciona que el fruto del tomate de árbol tiene un tamaño en el rango de 8 a 10 cm en su longitud y un diámetro en los rangos de 4 a 6 cm, con un peso promedio de 130 g. Los valores obtenidos en la investigación están en los rangos de Meza et al., 2009, donde el cultivar gigante morado tiene un diámetro de 6.2 cm, 7.9 cm de longitud y un peso de 147.5 g y el cultivar gigante anaranjado tiene valores promedios de un diámetro de 6 cm, 7.5 cm de longitud y un peso de 118.8 g. Prohens et al., 2001 menciona que los frutos de tomate de árbol tienen los sólidos solubles en un rango de 10.0 -13.5 °Brix, lo que concuerda con los valores obtenidos en el estudio, ya que los frutos maduros a los 170 días del cultivar gigante morado y gigante anaranjado presentaron valores promedios de 11.10 y 11 °Brix respectivamente.

Márquez et al., 2007 menciona que el fruto del tomate de árbol en su madurez comercial puede soportar cargas de 28 N, como se observa en el gráfico 4-3 el cultivar gigante morado presenta 30.1 N (6.77 lb) y el cultivar gigante anaranjado 29.1 N (6.55 lb) lo que concuerda con Márquez et al., 2007, que en su investigación obtuvieron un valor similar a los obtenidos en los cultivares gigante morado y anaranjado, esta evolución de firmeza externa e interna se atribuye a los cambios en la pared celular de la pulpa y los cambios en la firmeza interna se da debido a la degradación por hidrólisis del componente péctico que se degrada en otros compuestos como celulosa y hemicelulosa.

Después de realizar todos los análisis de datos y obtener los resultados de la investigación, se puede aceptar la hipótesis alterna, ya que existió diferencias en el desarrollo del fruto de los dos cultivares, siendo el cultivar gigante morado el que presenta mayor crecimiento en diámetro, mayor peso, más cantidad de sólidos solubles en relación con el cultivar anaranjado.

Tabla 8-3: Resumen del test de Tukey 5 % en los cultivares gigante morado y gigante anaranjado

Días	Cultivar	Diámetro polar (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)	Peso (g)	Firmeza externa (lbs)	Firmeza interna (lbs)	Sólidos solubles (^o Bx)
30	Gigante amarillo	17.07 A	13.65 A	2.03 A	2.20 A	2.07 A	ND
	Gigante morado	17.49 A	15.35 A	2.07 A	2.23 A	2.60 B	ND
60	Gigante amarillo	29.97 A	27.03 A	32.40 A	5.47 A	1.83 A	4.57 A
	Gigante morado	36.31 B	38.96 B	32.60 A	5.87 A	2.30 B	4.57 A
80	Gigante amarillo	37.68 A	33.18 A	57.33 A	8.13 A	1.47 A	4.63 A
	Gigante morado	45.99 B	42.92 B	59.10 B	8.17 A	1.47 B	4.87 B
100	Gigante amarillo	45.48 A	41.48 A	76.20 A	8.87 A	1.27 A	4.87 A
	Gigante morado	50.92 B	49.82 B	78.77 A	8.90 A	1.37 A	5.13 B
120	Gigante amarillo	57.89 A	48.97 A	82.47 A	8.03 A	1.23 A	5.27 A
	Gigante morado	63.91 B	51.43 B	84.67 A	9.27 B	1.27 A	5.67 B
140	Gigante amarillo	64.44 A	54.34 A	95.47 A	7.60 A	1.03 A	6.33 A
	Gigante morado	68.84 B	54.91 A	100.83 B	8.20 B	1.07 A	6.53 A
170	Gigante amarillo	75.87 A	60.73 A	118.83 A	6.57 A	0.13 A	11.0 A
	Gigante morado	75.90 A	62.74 A	147.50 B	6.77 A	0.13 A	11.10 A

ND: valor no detectado debido a que en este estado no se puede obtener muestra líquida del fruto

Realizado por: Marcial L., 2022

3.4. Huella hídrica

3.4.1. Agua utilizada en los 170 DDP

3.4.1.1. Cálculo del volumen de riego

Primero se procedió a calcular el área de mojado por cada riego efectuado en los 170 DDP, para lo cual se suma el espejo más la solera se lo divide para dos y este resultado se lo multiplica por el tirante y obtenemos el área de mojado de cada riego en cm^2 (tabla 9-3).

Tabla 9-3: Cálculo del área de mojado para los riegos empleados en la etapa productiva del tomate de árbol.

Numero de riego	Espejo (cm)	Solera (cm)	Tirante (cm)	área de mojado (cm ²)
1	50	20	10	350
2	60	25	11	468
3	55	22	9	347
4	54	20	10	370
5	60	21	11	446
6	50	23	12	438
7	60	24	8	336
8	50	22	10	360
9	60	21	12	486
10	50	23	10	365
11	55	22	9	347
12	60	20	11	440

Realizado por: Marcial L., 2022

El siguiente paso fue encontrar la velocidad con la cual se desplazaba el agua en cada regadío que se realizó en el cultivo, para esto se dividió la distancia (cm) que recorrió el agua para el tiempo (s) que se demora en recorrer el agua y se obtiene una velocidad por cada riego (tabla 10-3).

Tabla 10-3: Cálculo de la velocidad de cada riego que se lo realizo en el cultivo de tomate de árbol.

Numero de riego	Distancia (cm)	Tiempo (s)	Velocidad (cm/s)
1	10780	600	18.0
2	10780	660	16.3
3	10780	600	18.0
4	10780	660	16.3
5	10780	540	20.0
6	10780	600	18.0
7	10780	660	16.3
8	10780	540	20.0
9	10780	600	18.0
10	10780	660	16.3
11	10780	540	20.0
12	10780	600	18.0

Realizado por: Marcial L., 2022

Después se calcula el caudal aplicado por riego, para lo cual se multiplica el área de mojado que se obtuvo en la tabla 9-3 y se lo multiplica por la velocidad que se encontró en la tabla 10-3, se obtiene un caudal en cm^3/s este resultado se lo transforma a l/s dividiendo este valor para 1000 y se obtiene los caudales por riego realizados (Tabla 11-3).

Tabla 11-3: Cálculo del caudal ingresado en cada regadío en el cultivo de tomate de árbol

# riego	área mojada (cm ²)	Velocidad (cm/s)	Caudal (cm ³ /s)	Caudal (l/s)
1	350.00	18.0	6288.3	6.3
2	467.50	16.3	7635.8	7.6
3	346.50	18.0	6225.5	6.2
4	370.00	16.3	6043.3	6.0
5	445.50	20.0	8893.5	8.9
6	438.00	18.0	7869.4	7.9
7	336.00	16.3	5488.0	5.5
8	360.00	20.0	7186.7	7.2
9	486.00	18.0	8731.8	8.7
10	365.00	16.3	5961.7	6.0
11	346.50	20.0	6917.2	6.9
12	440.00	18.0	7905.3	7.9

Realizado por: Marcial L., 2022

Finalmente, se procede a calcular el volumen de agua empelado en los 170 DDP, donde se multiplica el caudal aplicado en cada riego (l/s) por el tiempo que se empleó en cada regadío (s), realizando una sumatoria de todos los volúmenes de riego con un valor final de 51215.8 litros (Tabla 12-3). A este valor se lo divide para el área de riego que es 121.52 m² y se obtuvo un valor de 421.5 litros de agua suministrados al cultivo de tomate de árbol en los 170 DDP.

Tabla 12-3: Cálculo del volumen ingresado en cada regadío en el cultivo de tomate de árbol

Caudal (l/s)	Tiempo de riego (s)	Volumen (l)
6.3	600	3773.0
7.6	660	5039.7
6.2	600	3735.3
6.0	660	3988.6
8.9	540	4802.5
7.9	600	4721.6
5.5	660	3622.1
7.2	540	3880.8
8.7	600	5239.1
6.0	660	3934.7
6.9	540	3735.3
7.9	600	4743.2
	sumatoria	51215.8

Realizado por: Marcial L., 2022

3.4.1.2. Precipitaciones

Como se mencionó anteriormente los datos de precipitación se los tomo cada 10 días con un total de 15 tomas, se debe mencionar que el valor 135.4 mm que corresponde a la acumulación de precipitación de un mes, esto se realizó para que concuerde con la recolección de los frutos. Al final de la tabla 13-3 se puede observar la precipitación que recibió el cultivo de tomate en los 170 DDP.

Tabla 13-3: Datos de precipitación en el cultivo de tomate de árbol en los 170 DDP.

Número de registro	Fechas	Precipitaciones (mm)
1	01/07/2021	135.4
2	11/07/2021	10.9
3	21/07/2021	29.3
4	31/07/2021	3.7
5	10/08/2021	4.3
6	20/08/2021	5.5
7	30/08/2021	15.2
8	09/09/2021	35.2
9	19/09/2021	3.8
10	29/09/2021	29.2
11	09/10/2021	1.7
12	19/10/2021	31.1
13	29/20/2021	43.8
14	08/11/2021	17.4
15	18/11/2021	13
	sumatoria	379.5

Realizado por: Marcial L., 2022

3.4.2. Rendimiento del cultivo de tomate de árbol

Se procedió a calcular los kg de producción por planta en el ciclo que duro 170 DDP, se comenzó contando los frutos presentes en los 10 árboles que se realizaría las polinizaciones, para lo cual se tomó en cuenta todos los frutos presentes en el árbol, desde su cuaje hasta su cosecha, obteniendo un número de frutos por árbol como lo podemos observar en la tabla 14-3 para proceder a calcular un promedio de frutos y obtener un valor de 94 frutos.

Después se procede a calcular el peso promedio que tiene un fruto de tomate de árbol, para lo cual utilizamos las últimas tomas de las repeticiones de los dos cultivares y obtuvimos un valor de 133.17 g como podemos observar en la tabla 15-3. Para obtener este resultado se ocupó la ecuación 3 obteniendo un valor de 12.51 kg de producción en los 170 DDP.

Tabla 14-3: Número de frutos presentes en 10 plantas de tomate de árbol.

Plantas	Numero de frutos
1	90
2	92
3	80
4	120
5	79
6	86
7	91
8	100
9	89
10	110
Promedio	94

Realizado por: Marcial L., 2022

Tabla 15-3: Promedió de los pesos de las repeticiones de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado.

Repeticiones	Tratamiento	Peso de frutos (g)
1	Gigante morado	153.4
2	Gigante morado	142.3
3	Gigante morado	146.8
1	Gigante anaranjado	116.1
2	Gigante anaranjado	120.5
3	Gigante anaranjado	119.9
	Promedio	133.17

Realizado por: Marcial L., 2022

Para finalizar se procede a calcular los kg de producción de todas las plantas en el ciclo, para lo cual se contó el número total de plantas en la parcela con un valor de 110 plantas y con el dato obtenido en la fórmula anterior de KgPp reemplazamos los datos en la ecuación 4 obteniendo 1376.1 kg en los 170 DDP, para calcular la HH procedemos a sacar el rendimiento que tendría el tomate de árbol en una hectárea para ello multiplicamos los 1376.1 kg por 10000 m² (área de una hectárea) y lo dividimos para 121.52 m² (área del cultivar gigante anaranjado) y se obtuvo un rendimiento del tomate de árbol por hectárea de 113240.6 kg.

Para obtener la huella hídrica del cultivo de tomate en el sector de Valle Hermoso procedemos a sumar la precipitación acumulada encontrada (tabla 13-3) 379.5 más el volumen de riego aplicado 421.5 en los 170 DDP, obtenido un valor de 801 l de agua empleados en el cultivo. Este valor lo transformamos a una hectárea multiplicando por 10000 obtenido como resultado 8010000 l. finalmente la huella hídrica es igual a la división de 801000 l para 113240.6 kg obtenido un valor de 70.7 l/kg (Tabla 16.3).

Tabla 16-3: Huella hídrica del cultivo de tomate de árbol a los 170 DDP en Valle Hermoso.

Agua utilizada en el cultivo l	8010000
Rendimiento del cultivo kg	113240.6
Huella hídrica l/kg	70.7

Realizado por: Marcial L., 2022

CONCLUSIONES

- El fruto maduro del cultivar gigante morado presento las siguientes características físicas: 75.90 mm de diámetro polar, 62.74 mm de diámetro ecuatorial, 147.5 g de peso, 6.77 lbs de firmeza externa, 0.13 lbs de firmeza interna, con un color externo naranja y un color interno morado y su valor de sólidos solubles fue de 11.10 °Brix como característica química. El fruto maduro del cultivar gigante anaranjado presento las siguientes características físicas: 75.87 mm de diámetro polar, 60.73 mm de diámetro ecuatorial, 118.83 g de peso, 6.57 lbs de firmeza externa, 0.13 lbs de firmeza interna, con un color externo naranja y un color interno naranja y su valor de sólidos solubles fue de 11.0 °Brix como característica química. Concluyendo que los cultivares presenta diferencias estadísticas en el diámetro polar, peso y sólidos solubles, siendo el fruto del gigante morado el mejor de los dos debido a que tiene un mayor peso, tiene mayor longitud y presenta más sólidos solubles, lo cual lo hace más apetecible en el mercado.
- A los 60 DDP el fruto de los dos cultivares se pudo observar que las semillas se encuentran formadas y se las puede diferenciar del fruto. El mucílago del gigante morado empieza a cambiar a los 80 DDP donde se pudo observar un 50% del mucílago con la coloración morada y a los 110 DDP tiene el 100% de su mucílago morado, el mucílago del cultivar gigante anaranjado empieza su cambio de coloración a los 90 DDP donde se observó que el fruto tiene un 50% de su mucílago anaranjado y a los 110 DDP tiene el 100% de su mucílago anaranjado. Los frutos de los cultivares gigante morado y gigante anaranjado a los 170 DDP se encuentran listos para la cosecha, ya posee todas las características organolépticas.
- El crecimiento en diámetro polar en los dos cultivares fue lineal, la curva de crecimiento en diámetro polar para el cultivar gigante morado la representa la ecuación $y = 0.4058x + 8.9067$ y para el cultivar gigante anaranjado $y = 0.4517x + 3.0551$. El crecimiento en diámetro ecuatorial para el cultivar gigante morado fue polinómico con una curva de crecimiento representada por la ecuación $y = -0.0022x^2 + 0.7206x - 1.3425$, mientras que en el cultivar gigante anaranjado presento un crecimiento lineal con una curva de crecimiento que se la representa la ecuación $y = 0.3336x + 6.6805$. El crecimiento en peso de los dos cultivares fue polinómico, la ganancia en peso del cultivar gigante morado se la refleja con la ecuación $y = -0.0001x^2 + 0.993x - 26.566$ y para el cultivar gigante anaranjado es $y = -0.0035x^2 + 1.4881x - 38.268$. La firmeza externa e interna presentaron una curva polinómica en ambos cultivares, el fruto del gigante morado se lo represento con las ecuaciones $y = -0.001x^2 + 0.2299x - 4.071$, $y = 5E-05x^2 - 0.0246x + 3.3827$, por otro lado, el cultivar gigante anaranjado es representados por las ecuaciones $y = -0.0009x^2 + 0.1973x - 2.7235$, $y = 4E-05x^2 - 0.0172x + 2.6329$. Los sólidos solubles de ambos cultivares

obtuvieron una curva exponencial, el gigante morado tiene la ecuación de $y = 2.9697e^{0.006x}$ y el gigante anaranjado $y = 3.3185e^{0.0049x}$.

- Para el cultivo de tomate de árbol ubicado en Valle Hermoso, localidad perteneciente al canto Pelileo, en la provincia de Tungurahua, con una edad de 2 años, se obtuvo una huella hídrica de 70.7 l/kg, encontrando que la precipitación acumulada en los 170 DDP donde se desarrolla el fruto es de 379.5 mm con un volumen de riego de 421.5 l y una producción de 1376.1 kg.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar esta investigación en diversas localidades productoras de tomate de árbol debido a que las diferentes condiciones climáticas de un lugar pueden influir el tiempo del desarrollo del fruto.
- Se recomienda realizar un estudio de los componentes fitoquímicos como polifenoles flavonoides, carotenoides y antocianinas para determinar los cambios que ocurren durante el desarrollo del fruto y complementar la información generada en este estudio.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Actinomorfa: Cuando su cáliz y corola al trazar unos ejes imaginarios por sus centros quedan divididos en partes iguales (Plitt; Jaramillo, 2026).

Bayas: término utilizado para nombrar un fruto del tipo carnoso que contiene una pulpa que protege a sus semillas durante la etapa de maduración, en su mayoría son comestibles (Acosta, 2021: pp. 2-3).

Chupones: son vástagos que brotan de las ramas principales, en la agricultura se realiza podas selectivas para eliminarlos y así tener un árbol sano con una producción de calidad (Sánchez, 2013: pp. 1-2).

Epicarpio: parte del pericarpio que protege al fruto formando la epidermis protectora del fruto por lo general se la conoce como piel (Colaboradores de Wikipedia, 2020: pp. 2).

Estribaciones: estribo o ramal de una montaña que deriva de una cordillera (RAE, 2022: pp. 3-4).

Hermafrodita: es una planta que posee flores en las que se encuentran las partes de ambos sexos (Acosta, 2021: pp. 3-4).

Incidencia: es el porcentaje de hojas enfermas del total del número de hojas que se evalúa en un determinado lote (Agrofy News, 2018: pp. 1-2).

Severidad: es el porcentaje de la superficie foliar muestreada que está cubierta por signos, manchas y pústulas causadas por una determinada enfermedad (Agrofy News, 2018: pp. 1-2).

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA Belén. *Ecología verde* [blog]. 2021. pp 45 [consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-bayas-caracteristicas-tipos-y-ejemplos-3015.html>

ACOSTA P. Caracterización morfológica y molecular de tomate de árbol, *Solanum betaceum* Cav. (Solanaceae) (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad politécnica de Madrid, España. 2011. pp 44-45. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=185442>

AGROFY NEWS. *AgrofyNEWS* [blog]. 2018. pp 1-2 [consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://news.agrofy.com.ar/noticia/177111/incidencia-y-severidad-video-muestra-como-realizar-correcta-evaluacion>

ALVAREZ, ALISA, MORÁBITO, SCHILARDI. Huellas hídricas verde y azul del cultivo de maíz (*Zea mays*) en provincias del centro y noreste argentino. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* [en línea]. 2016, 48(1), pp 161-177 [fecha de Consulta 3 de febrero de 2022]. ISSN: 0370-4661. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382846012006>

ANSANNAUD G, BUONO S, AGUIRRE C, ABDO G & PERONDI H. *Solanum betaceum* (Cav), *Sendt. Tomate árbol* [en línea], Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Edición 2018. pp 5-6 [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: https://www.procisur.org.uy/adjuntos/01e8c39fb854_e-arbol-PROCISUR.pdf

ÁVILA Jenny. Caracterización de cuatro genotipos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) cultivados en Ecuador y estudio del efecto del estrés hídrico y luminoso sobre las propiedades físico-químicas en la postcosecha y estimación de la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos del genotipo anaranjado gigante (Trabajo de titulación). (Maestría) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2009. Pp. 13 [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8232/3/CD-2551.pdf>

BARRIGA L. Evaluación de la resistencia a *Colletotrichum acutatum* de poblaciones de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav*) en estado de plántula (trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, Ecuador, 2011. pp 19-21 [consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3752/6/UPS-YT00216.pdf>

BENAVIDES C. Revista Tierra Adentro [Blog]. Ibarra-Ecuador: miércoles, 20 de Julio de 2011. pp 11 [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: [http://www.revistatierraadentro.com/index.php/agricultura/65-cultivo-de-tomate-de-arbol#:~:text=Extracci%C3%B3n%20y%20lavado%20de%20semillas,una%20malla%20fina%20de%20alambre.&text=Secado%20de%20las%20semillas%20a,durante%20uno%20a%20dos%20d%C3%ADas.&text=Siembra%20\(en%20el%20semillero\)%20a,aproximadamente%20a%20las%20cinco%20semanas.](http://www.revistatierraadentro.com/index.php/agricultura/65-cultivo-de-tomate-de-arbol#:~:text=Extracci%C3%B3n%20y%20lavado%20de%20semillas,una%20malla%20fina%20de%20alambre.&text=Secado%20de%20las%20semillas%20a,durante%20uno%20a%20dos%20d%C3%ADas.&text=Siembra%20(en%20el%20semillero)%20a,aproximadamente%20a%20las%20cinco%20semanas.)

BERNAL J, DÍAZ C, AMAYA A & VANEGAS F. *Manual técnico3: Tecnología para el cultivo del tomate de árbol* [en línea], Antioquia-Colombia, 2003. pp 12 [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/7050/tecnologia_cultivo_tomate_arbol.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BIOVERSITY INTERNATIONAL, DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DE ALIMENTOS, AND COMAV. 2013. Descriptors for tree tomato (*Solanum betaceum Cav.*) and wild relatives. Bioversity International, Rome, Italy; Departamento de Ciencias Agropecuarias y de Alimentos (UTPL), Loja, Ecuador; Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana, Valencia, Spain. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://qendraeresursevegjenetike.files.wordpress.com/2015/02/descriptors-for-tree-tomato-and-wild-relatives-2013.pdf>

COLABORADORES DE WIKIPEDIA. Epicarpio [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2020. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Epicarpio&oldid=130218494>>.

FEICÁN C, ENCALADA C & BECERRIL A. “DESCRIPCIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum Cav.*)” Agro productividad [en línea], 2016, (Ecuador) 9(8). pp 79-80. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. ISSN Digital: 2594-0252. Disponible en: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/806>

GARCÍA, María. *Manual de manejo cosecha y poscosecha del tomate de árbol* [en línea]. Bogotá. Corpoia, 2008. pp 26-31. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/Rene/Downloads/tomatedearbolpublicac%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Rene/Downloads/tomatedearbolpublicac%20(1).pdf)

GUATO M. EVALUACIÓN DE TRES PATRONES EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea* Cav. Sendtn) (trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad técnica de Ambato, Ecuador. 2013. pp 4-6. [consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6492/1/Tesis-62%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20201.pdf>

HIDRICA, H. Obtenido de Red peruana ciclo de vida: red.pucp.edu [en línea]. Pontificia Universidad Católica del Perú 2010. pp 1-2 [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://red.pucp.edu.pe/ciclodevida/sobre-la-red-ciclo-de-vida/herramientas-de-gestion-empleadas/huella-hidrica/>

PROHENS, NUEZ (2001) El Tamarillo (*Cyphomandra betacea*), *Small Fruits Review*, 1:2, 43-68, DOI: 10.1300/J301v01n02_06. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J301v01n02_06

MÁRQUEZ; OTERO, CLAUDIA; CORTÉS, MISAEL. Cambios fisiológicos, texturales, fisicoquímicos y microestructurales del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* S.) en poscosecha. *Vitae*, 2007, vol. 14, no 2, p. 07-08. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0121-40042007000200002

MEZA, NORKYS; MÉNDEZ, MANZANO. Características del fruto de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* [Cav.] Sendtn) basadas en la coloración del arilo, en la Zona Andina Venezolana. *Revista Científica UDO Agrícola*, 2009, vol. 9, no 2, p. 289-294. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3308209>

MORENO C, MOLINA J, ORTÍZ J, PEÑAFIEL C & MORENO R. “Cadena de valor en la red de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en Ecuador” *Agronomía mesoamericana* [en línea]. 2020, (costa rica) vol.31 n.1. pp 15 [Consulta: el 30 de enero del 2022]. ISSN 1659-1321. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v31i1.36887>

OJEDA Vanessa. PLAN DE DESARROLLO TURÍSTICO PARA EL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2013. Pg. 49. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2762/1/23T0355.pdf>

OSORIO U., Alfonso (ed). *Determinación de la huella del agua y estrategias de manejo de recursos hídricos* [en línea]. 211 p. Serie Actas N° 50. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. 2013. pp 17-18 [consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/Rene/Downloads/NR38988.pdf>

PERACHIMCA A. Evaluación de población segregante de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) con tolerancia/resistencia a *Colletotrichum tamarillo* [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniero). UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS. Quito-Ecuador, 2018. pp 20. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15201/1/T-UCE-0004-A83-2018.pdf>

PLITT; JARAMILLO, J. La flor y otros órganos derivados. Universidad de Caldas, 2006. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Ii6t4gxDNYwC&oi=fnd&pg=PA9&dq=flor+actinomorfa+definicion&ots=omFae8FULP&sig=2GE4h-98I2F I-q_SP4STtTJ4uM#v=snippet&q=actinomorfias&f=false

PORTELA, S. Fisiología y manejo de postcosecha del tamarillo (*Cyphomandra betacea*). *Avances en Horticultura*, 1999, vol. 4, no 1, p. 33-43. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <http://www.huertasurbanas.com/wp-content/uploads/2013/06/Fisiolog%C3%ADa-y-manejo-de-postcosecha-del-tamarillo.pdf>

PRADILLO, Beatriz. Huella hídrica, indicador del agua que consumimos [Blog]. Abril 23 del 2018. pp 3 [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/huella-hidrica-indicador-agua-que-consumimos>

RAE. Real academia española [blog]. 2022. [consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/estribaci%C3%B3n>

REVELO J, MORA E, GALLEGOS P & GARCÉS S. *Enfermedades, nematodos e insectos plaga del tomate de árbol (Solanum betaceum Cav)* [en línea], Quito-Ecuador: 2008. pp 5-15 [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/513/5/iniapscbt115.pdf>

REVELO, JORGE; PÉREZ; MAILA. Cultivo ecológico del tomate de árbol en Ecuador: Texto de consulta del estudiante. 2004. pp 21. [consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2750>

REVELO J, PÉREZ E & MAILA M. *Cultivo ecológico del tomate de árbol en Ecuador* [en línea]. 2004. [consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2750/1/iniapscm65.pdf>.

SÁNCHEZ Mónica. *JardineríaOn* [blog]. 2013. [consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://www.jardineriaon.com/que-son-los-chupones-en-los-arboles.html>

SEGUNDO S. *Manejo del “ojo de pollo” o antracnosis (Colletotrichum acutatum Simmonds) en el cultivo del tomate de árbol (Solanum betaceum Cav)* [en línea]. Ecuador: editorial universidad católica Edúnica, 2011. pp 2-3 [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/SegundoMaita2/publication/317850880_Manejo_del_ojo_de_pollo_o_antracnosis_Colletotrichum_acutatum_Simmonds_en_el_cultivo_del_tomate_de_arbol_Solanum_betaceum_Cav/links/594ed5850f7e9be7b2da8410/Manejo-del-ojo-de-pollo-o-antracnosis-Colletotrichum-acutatum-Simmonds-en-el-cultivo-del-tomate-de-arbol-Solanum-betaceum-Cav.pdf

TORRES RAMÍREZ, Edwin Javier. DETERMINACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA PARA LA EVALUACIÓN DEL USO Y GESTIÓN DEL RECURSO AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE DE ÁRBOL EN LA FINCA VILLA NADIA (SIBATE – CUNDINAMARCA) [en línea] (trabajo de titulación). (Ingeniería en Biotecnología Ambiental). Universidad de la Salle, Bogotá. 2016. pp. 77-78. [consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1071&context=ing_ambiental_sanitaria

a

VALLEJO GUERRERO, Jehnyfer Yolanda & CARTAGENA AGUAYO, Daniela Mercedes. Evaluación de la huella hídrica de la microcuenca del río guano en el fortalecimiento de su gestión y política comunitaria [en línea] (trabajo de titulación). (Ingeniería en Biotecnología Ambiental). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2019. Pp. 9-10. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/Rene/Downloads/236T0457.PDF>

VEGA D. Procesamiento del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) para obtener una bebida alimentaria de bajos grados Brix [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniero). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA. Guayaquil-Ecuador. 2013. pp 6. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3679>

VIERA, W. “Estimación de parámetros de calidad del fruto para segregantes interespecíficos de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*) En respuesta de resistencia a la Antracnosis (*Colletotrichum acutatum JH Simmonds*). Acta agronómica [en línea]. 2016, vol. 65. Pp. 304-311. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. ISSN 0120-2812. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122016000300014

VILLARES, M. “Caracterización morfológica de frutos de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*) De una población segregante”. Revista de Investigación Talentos [en línea]. 2018, vol. 5, pp. 9-19. [consulta: el 30 de enero del 2022]. ISSN 2631-276. Disponible en: <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/24/25>

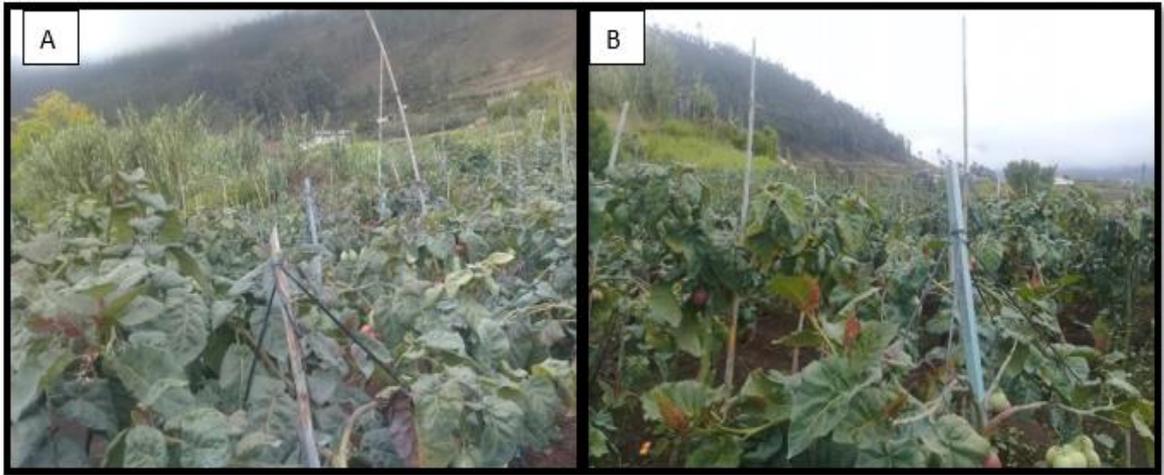
VILLEGAS I. *CULTIVO DE TOMATE DE ARBOL (Cyphomandra betaceae) Área: Manejo integrado de cultivos / frutales de altura* [en línea]. San José-Costa Rica, Proyecto Microcuenca Plantón - Pacayas Boletín técnico No. 8, 2009. pp 3. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0982.pdf>

WEATHER ATLAS. *Weather atlas* [blog], 2021. [Consulta: el 30 de enero del 2022]. Disponible en: <https://www.weather-atlas.com/es/ecuador/pelileo-centro-clima>



ANEXOS

ANEXO A: IDENTIFICACIÓN DE LOS CULTIVARES GIGANTE MORADO (A) Y GIGANTE ANARANJADO (B)



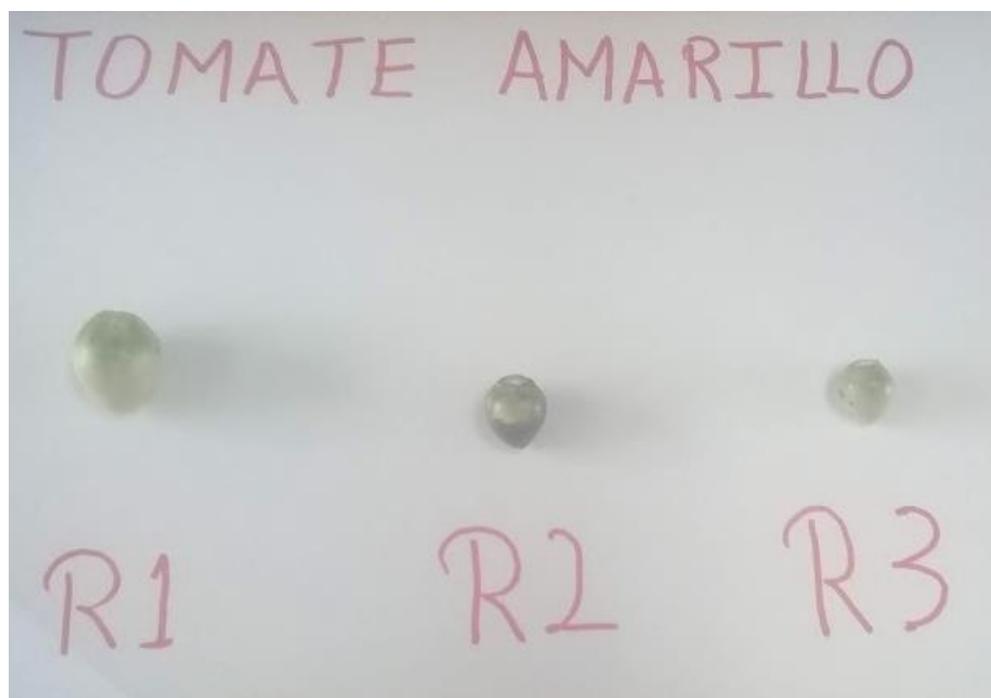
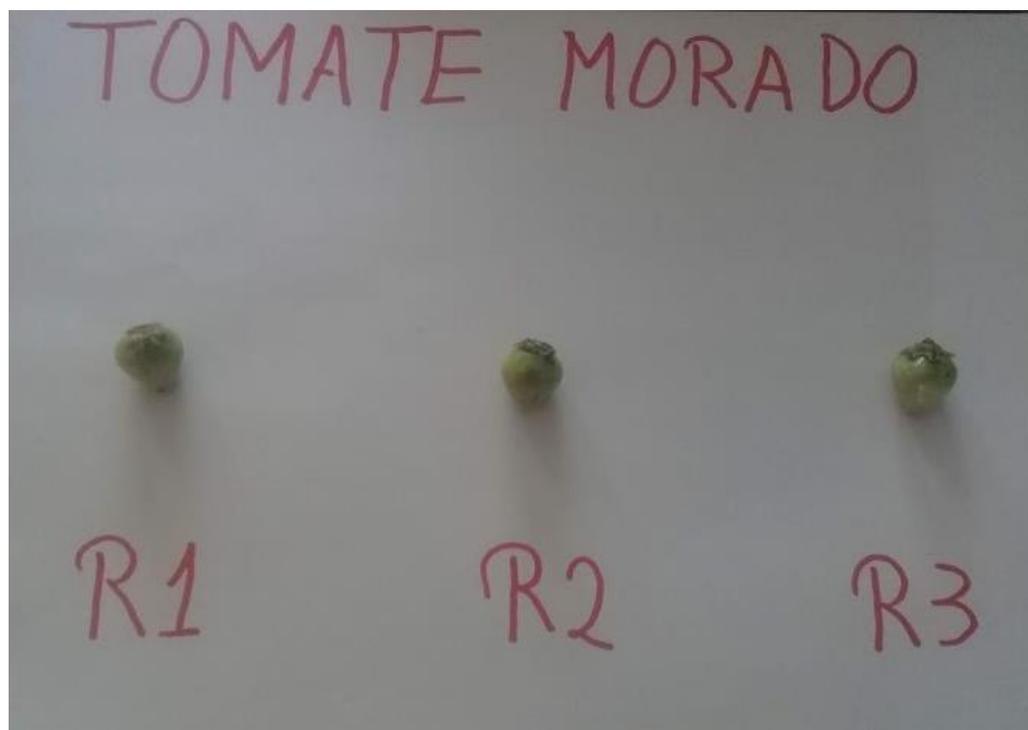
ANEXO B: PRIMERA RECOLECCIÓN DE FRUTOS: A) CULTIVAR GIGANTE MORADO, B) CULTIVAR GIGANTE ANARANJADO



ANEXO C: AFORO DEL CAUDAL



ANEXO D: PRIMERA RECOLECCIÓN Y TOMA DE DATOS (30 DDP) DE LOS FRUTOS DE LOS CULTIVARES GIGANTE MORADO Y GIGANTE ANARANJADO



ANEXO E: FRUTOS DE CULTIVAR GIGANTE MORADO Y GIGANTE ANARANJADO A LOS 170 DÍAS DESPUÉS DE LA POLINIZACIÓN



ANEXO F: BASE DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Fechas de cosecha	# toma	Días	tratamiento	Repetición	Diámetro polar (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)	Peso (g)	Color externo	Color interno	Firmeza externa (lbs)	Firmeza interna (lbs)	Grados brix
01-07-21	1	30	M	1	17.24	15.83	2	1	3	2.2	2.7	0
			M	2	17.64	15.24	2.1	1	3	2.5	2.5	0
			M	3	16.33	14.98	2	1	3	2	2.6	0
			A	1	17.25	12.16	2	1	3	2.6	2.1	0
			A	2	18.28	15.55	2.2	1	3	2	2	0
			A	3	16.94	13.24	2	1	3	2	2.1	0
11-07-21	2	40	M	1	22.28	20.64	7	1	3	3.6	2.6	4.2
			M	2	21.45	20.34	7.2	1	3	3.2	2.5	4.2
			M	3	21.2	20.21	7	1	3	3.1	2.5	4
			A	1	20.42	19.4	16	1	3	3.7	2	4.1
			A	2	21.33	20.99	14	1	3	3.6	2	4.2
			A	3	20.99	21.03	14	1	3	3.8	2.1	4.2
21-07-21	3	50	M	1	23.72	32.25	18	1	3	4.6	2	4.4
			M	2	24.98	30.67	17	1	3	4.4	2.2	4.5
			M	3	24.59	33.07	19	1	3	5	2.6	4.3
			A	1	24.43	24.5	22	1	3	4.9	1.9	4.4
			A	2	25.95	23.92	30	1	3	5.1	1.9	4.5
			A	3	25.5	23.01	26	1	3	5.4	2	4.4
31-07-21	4	60	M	1	37.28	39.08	40.8	1	3	6.1	2.3	4.5
			M	2	35.45	38.11	34.5	1	3	6.2	2.2	4.6
			M	3	36.2	39.69	21.9	1	3	5.3	2.4	4.6

			A	1	29.15	26.7	34.9	1	3	5.5	1.9	4.6
			A	2	30.81	27.08	33.7	1	3	5.4	1.8	4.6
			A	3	29.96	27.31	29.2	1	3	5.5	1.8	4.5
10-08-21	5	70	M	1	40.19	40.05	54.1	1	3	7	2	4.5
			M	2	41.18	41.13	53.9	1	3	7.8	2	4.6
			M	3	42.01	40.59	55.1	1	3	7.6	1.8	4.6
			A	1	33.76	29.94	58.9	1	3	7.6	1.7	4.9
			A	2	34.8	28.55	55.9	1	3	7.3	1.7	4.8
			A	3	35.01	28.38	56.6	1	3	7	1.6	4.9
20-08-21	6	80	M	1	46.34	42.05	59.8	1	2	8	1.8	4.6
			M	2	45.05	43.13	58.6	1	2	8.3	1.8	4.6
			M	3	46.59	43.59	58.9	1	2	8.2	1.7	4.7
			A	1	37.42	32.52	57	1	1	8.4	1.5	4.9
			A	2	38.68	31.5	58.1	1	1	8.1	1.4	4.9
			A	3	36.95	35.51	56.9	1	1	7.9	1.5	4.8
30-08-21	7	90	M	1	49.67	46.05	68.5	1	2	8.9	1.6	4.8
			M	2	48.47	46.13	65.4	1	2	8.6	1.4	4.9
			M	3	49.02	45.59	67.4	1	2	8.5	1.4	4.8
			A	1	42.3	38.39	71.9	1	1	8.7	1.3	4.9
			A	2	43.29	37.99	76.6	1	1	8.6	1.5	4.8
			A	3	43.67	34.24	77.1	1	1	8.8	1.3	4.8
09-09-21	8	100	M	1	50.05	49.77	78.1	1	2	8.8	1.4	4.8
			M	2	51.13	49.99	76.7	1	2	9	1.4	4.9
			M	3	51.59	49.69	73.8	1	2	8.9	1.3	4.9
			A	1	45.02	40.43	77.3	1	1	8.9	1.3	5.1

			A	2	46.38	42.94	82.3	1	1	8.8	1.3	5.3
			A	3	45.05	41.07	76.7	1	1	8.9	1.2	5
19-09-21	9	110	M	1	55.89	50.15	79.3	1	2	9.9	1.3	5.1
			M	2	56.11	50.12	79	1	2	10.1	1.2	5
			M	3	55.01	50.84	79.2	1	2	10.3	1.3	5.2
			A	1	48.23	45.12	81	1	1	8.6	1.1	5.2
			A	2	49.51	45.68	82.4	1	1	8.5	1.1	5.4
			A	3	48.37	47.01	83.2	1	1	8.6	1.2	5.5
29-09-21	10	120	M	1	57.69	51.86	82.1	1	2	9.3	1.3	5.2
			M	2	57.67	51.43	80.5	1	2	9.3	1.3	5.3
			M	3	58.3	50.99	84.8	1	2	9.2	1.2	5.3
			A	1	63.32	49.41	84.7	1	1	8.1	1.2	5.6
			A	2	63.5	49.13	84.1	1	1	8	1.3	5.8
			A	3	64.92	48.36	85.2	1	1	8	1.2	5.6
09-10-21	11	130	M	1	61.9	52.49	93	2	2	8.9	1.2	6.1
			M	2	59.85	52.99	91	2	2	8.7	1.1	6.2
			M	3	63.66	52.98	92.1	2	2	8.9	1.2	6
			A	1	65.89	51.29	90.6	2	1	7.8	1.2	6.1
			A	2	67.66	50.48	91.5	2	1	7.8	1	6
			A	3	66.81	50.99	89.9	2	1	7.7	1.1	5.9
19-10-21	12	140	M	1	64.43	54.51	102.2	3	2	8.2	1.1	6.5
			M	2	64.12	55.42	100.2	3	2	8.4	1	6.6
			M	3	64.77	54.8	100.1	3	2	8	1.1	6.5
			A	1	69.06	53.49	92.5	3	1	7.5	1	6.2
			A	2	68.56	54.67	95.8	3	1	7.6	1.1	6.3

			A	3	68.9	54.87	98.1	3	1	7.7	1	6.5
29-10-21	13	150	M	1	68.66	55.77	119	3	2	7.6	0.9	6.9
			M	2	68.25	54.92	110.7	3	2	7.7	0.9	6.8
			M	3	69.24	55.36	111.7	3	2	7.9	0.8	6.9
			A	1	72.74	56.24	100.1	3	1	7.5	0.9	7
			A	2	70.71	55.62	100.8	3	1	7.5	1	7.1
			A	3	71.01	55.68	100	3	1	7.5	1	7.3
08-11-21	14	160	M	1	70.28	57.07	123.4	4	2	7.8	0.8	7.8
			M	2	71.79	56.1	138.1	4	2	7.5	0.8	7.9
			M	3	71.86	57.9	136.8	4	2	7.5	0.8	8
			A	1	73.74	59.55	111	4	1	7.3	0.9	7.8
			A	2	72.99	58.35	110.4	4	1	7.3	0.9	7.9
			A	3	73.49	58.02	111.1	4	1	7	0.9	7.9
18-11-21	15	170	M	1	75.27	61.06	153.4	4	2	6.4	0.1	11
			M	2	76.64	64.56	142.3	4	2	6.9	0.2	11.1
			M	3	75.79	62.61	146.8	4	2	7	0.1	11.2
			A	1	75	60.19	116.1	4	1	6.8	0.2	10.9
			A	2	76.9	60.99	120.5	4	1	6.4	0.1	11.2
			A	3	75.7	61.01	119.9	4	1	6.5	0.1	1.9

ANEXO G: ANÁLISIS ESTADISTA A LOS 30 DESPUÉS DE LA POLINIZACIÓN

Diámetro polar (mm)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diámetro polar (mm)	6	0.12	0.00	3.97	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.26	1	0.26	0.56	0.4954
Tratamientos	0.26	1	0.26	0.56	0.4954
Error	1.89	4	0.47		
Total	2.15	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.55647
 Error: 0.4714 gl: 4
 Tratamientos Medias n E.E.

	n	E.E.
M	17.07	3 0.40 A
A	17.49	3 0.40 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Diámetro ecuatorial (mm)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diámetro ecuatorial (mm)	6	0.40	0.26	8.71	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.34	1	4.34	2.72	0.1745
Tratamientos	4.34	1	4.34	2.72	0.1745
Error	6.38	4	1.59		
Total	10.71	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.86249
 Error: 1.5944 gl: 4
 Tratamientos Medias n E.E.

	n	E.E.
A	13.65	3 0.73 A
M	15.35	3 0.73 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Firmeza externa (lbs)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Firmeza externa (lbs)	6	4.5E-03	0.00	13.66	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.7E-03	1	1.7E-03	0.02	0.8993
Tratamientos	1.7E-03	1	1.7E-03	0.02	0.8993
Error	0.37	4	0.09		
Total	0.37	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.68636
 Error: 0.0917 gl: 4
 Tratamientos Medias n E.E.

	n	E.E.
A	2.20	3 0.17 A
M	2.23	3 0.17 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Firmeza interna (lbs)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Firmeza interna (lbs)	6	0.94	0.93	3.50	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.43	1	0.43	64.00	0.0013
Tratamientos	0.43	1	0.43	64.00	0.0013
Error	0.03	4	0.01		
Total	0.45	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18510
 Error: 0.0067 gl: 4
 Tratamientos Medias n E.E.

	n	E.E.
A	2.07	3 0.05 A
M	2.60	3 0.05 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Peso (g)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Peso (g)	6	0.05	0.00	4.45	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.7E-03	1	1.7E-03	0.20	0.6779
Tratamientos	1.7E-03	1	1.7E-03	0.20	0.6779
Error	0.03	4	0.01		
Total	0.04	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.20694
 Error: 0.0083 gl: 4
 Tratamientos Medias n E.E.

	n	E.E.
M	2.03	3 0.05 A
A	2.07	3 0.05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Grados brix (OBx)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Grados brix (OBx)	6	sd	sd	sd	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.00	1	0.00	sd	sd
Tratamientos	0.00	1	0.00	sd	sd
Error	0.00	4	0.00		
Total	0.00	5			

ANEXO H: DIFERENCIACIÓN DE LAS SEMILLAS A LOS 60 DDP EN LA PULPA DEL TOMATE CULTIVAR GIGANTE ANARANJADO



ANEXO H: TOMA DE DATOS DE LAS REPETICIONES DE LOS CULTIVARES GIGANTE MORADO Y GIGANTE ANARANJADO CON LOS DIFERENTES EQUIPOS EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN.





esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 11 / 08 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: LUIS RICARDO MARCIAL ACOSTA
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniero Agrónomo
Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


Ing. Cristhian Fernando Castillo



1592-DBRA-UTP-2022