



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO  
FENOLÓGICO DE PORTAINJERTOS EN  
MORFOTIPOS DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola*  
Mill.) DE LA PROVINCIA DE LOJA, BAJO  
INVERNADERO**

**Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo**

**Autor:**

**Juan Andres Buri Buri**

**Director:**

**Ing. Edmigio Solifs Valdivieso Caraguay Mg.Sc.**

**LOJA - ECUADOR**

**2019**



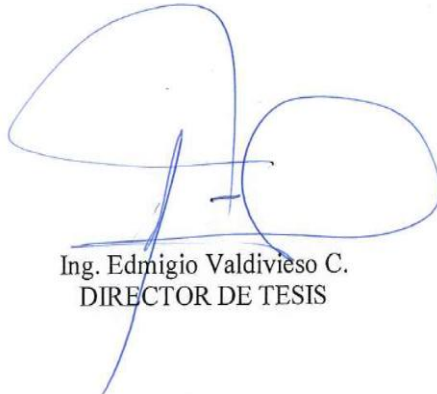
Ing. Edmigio Valdivieso Caraguay Mg. Sc.  
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

En calidad de director de tesis titulada **“CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE PORTAINJERTOS EN MORFOTIPOS DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Mill.) DE LA PROVINCIA DE LOJA, BAJO INVERNADERO”** de autoría del Sr. Egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica **Juan Andrés Buri Buri** con cédula de identidad 1106084369, ha sido dirigida, revisada, aprobada y culminada en su integridad, dentro del cronograma establecido; por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, 28 de agosto del 2019.

Atentamente,



Ing. Edmigio Valdivieso C.  
DIRECTOR DE TESIS

## CERTIFICADO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Una vez cumplida la reunión del tribunal de calificación del Trabajo Final de Tesis: **“CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE PORTAINJERTOS EN MORFOTIPOS DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Mill.) DE LA PROVINCIA DE LOJA, BAJO INVERNADERO”**, de la autoría de la Sr. Juan Andres Buri Buri, egresado de la carrera de Ingeniería Agronómica, se le propuso realizar algunas correcciones, mismas que ya han sido incluidas en el documento final.

En tal virtud nos permitimos certificar que el trabajo final consolidado de la investigación está acorde a los requisitos de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, por lo tanto, se autoriza continuar con los tramites correspondientes.

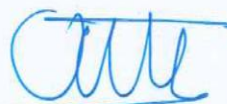
Loja, 24 de octubre de 2019



Mg. Sc. José Ramírez Romero  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Dra. Marlene Molina Müller  
**VOCAL DEL TRIBUNAL**



Dr. Santiago Vásquez Matute  
**VOCAL DEL TRIBUNAL**

## AUTORIA

Yo, Juan Andres Buri Buri, declaro ser el autor del presente trabajo de Tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Declaro, que durante la investigación y elaboración de la tesis el uso de referencias publicadas por otros autores cumplió con las normas y regulaciones establecidas.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Juan Andres Buri Buri



Cédula: 1106084369

Fecha: 24 de octubre de 2019

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA  
CONSULTA, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Juan Andrés Buri Buri, declaro ser el autor de la tesis titulada: **“CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE PORTAINJERTOS EN MORFOTIPOS DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Mill.) DE LA PROVINCIA DE LOJA, BAJO INVERNADERO”**, como requisito para optar al grado de Ingeniero Agrónomo por lo que autoriza al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre al mundo la publicación intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional. Los usuarios pueden hacer uso de este trabajo investigativo en las redes de información del país (RID) y del exterior, con las que mantengan convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio de dicha tesis que realice una tercera persona.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los veintecuatro días del mes de octubre del 2019.

**Firma:** \_\_\_\_\_



**Autor:**

Juan Andres Buri Buri

**Cédula:** 110608436-9

**Dirección:** Barrio San Cayetano Bajo –  
Paris y Venecia

**Correo electrónico:**  
andrsburi627@gmail.com

**Celular:** 0981560146

**Director de tesis:**

Ing. Edmigio Valdivieso Caraguay Mg.  
Sc.

**Tribunal de grado:**

Mg. Sc. José Ramírez Romero  
PRESIDENTE

Dra. Marlene Molina Müller  
VOCAL

Dr. Santiago Vásquez Matute  
VOCAL

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo.

A mi madre Juanita Buri, hermanos: Arturo y Tania por su apoyo incondicional en el transcurso de la carrera y en el trabajo de titulación.

Agradezco a mi director de tesis Ing. Edmigio Valdivieso con su experiencia, conocimiento y motivación que me oriento en la investigación. A todos los docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional.

A mis amigos y compañeros con quienes formamos una gran amistad Diego, Rebeca, Melissa, Leidy, Jonathan y Nelly por su apoyo incondicional en el transcurso de la carrera y el apoyo en el desarrollo de la investigación.

**Juan Andres Buri Buri**

## **DEDICATORIA**

A mi Madre por su ejemplo de lucha y perseverancia, Gracias a sus consejos y apoyo absoluto que me han servido para llegar a cumplir una meta.

**Juan Andres Buri Buri**

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TESIS.....	II
CERTIFICADO DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	III
AUTORIA.....	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.....	V
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1 Objetivo General .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>3</b>
<b>2 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Origen.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Clasificación Taxonómica.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Características morfológicas .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3.1 Morfotipos de chirimoya .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Requerimientos edafoclimáticos .....</b>	<b>7</b>
<b>2.5 Propagación .....</b>	<b>7</b>
<b>2.5.1 Semilla .....</b>	<b>7</b>
<b>2.5.2 Injerto.....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.3 Características generales para los portainjertos .....</b>	<b>9</b>
<b>2.5.4 Injertos en frutales leñosos .....</b>	<b>9</b>
<b>2.6 Influencia del portainjerto sobre el injerto .....</b>	<b>11</b>
<b>2.7 Fenología .....</b>	<b>11</b>
<b>3 MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Ubicación.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Condiciones ecológicas.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Materiales.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Metodología para el primer objetivo .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4.1 Recolección de muestras .....</b>	<b>17</b>



3.4.2	<b>Germinación</b> .....	17
3.4.3	<b>Preparación del sustrato</b> .....	18
3.4.4	<b>Repique</b> .....	18
3.4.5	<b>Variables morfológicas</b> .....	19
3.5	<b>Metodología para el segundo objetivo</b> .....	20
3.5.1	<b>Diseño experimental</b> .....	20
3.5.2	<b>Esquema del diseño experimental</b> .....	21
3.5.3	<b>Recolección de varetas</b> .....	21
3.5.4	<b>Injertación</b> .....	22
3.5.5	<b>Análisis estadístico</b> .....	22
4	<b>RESULTADOS</b> .....	23
4.1	<b>Germinación con ácido giberélico</b> .....	23
4.2	<b>Germinación en agua destilada</b> .....	24
4.3	<b>Fenología</b> .....	25
4.4	<b>Desarrollo de plántulas</b> .....	29
4.4.1	<b>Altura de portainjertos</b> .....	29
4.4.2	<b>Diámetro del tallo</b> .....	30
4.4.3	<b>Número de hojas</b> .....	31
4.4.4	<b>Longitud de hojas</b> .....	32
4.4.5	<b>Ancho de hojas</b> .....	33
4.4.6	<b>Longitud de raíces principales</b> .....	34
4.4.7	<b>Número de raíces principales</b> .....	36
4.5	<b>Análisis de correlación</b> .....	37
4.6	<b>Evaluación del prendimiento de los injertos</b> .....	38
4.6.1	<b>Análisis de correlación en plántulas injertadas</b> .....	40
5	<b>DISCUSIÓN</b> .....	41
6	<b>CONCLUSIONES</b> .....	46
7	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	47
8	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	48
9	<b>ANEXOS</b> .....	53
	<b>Anexo 1.</b> Análisis de suelo realizado al sustrato utilizado en el estudio.....	53
	<b>Anexo 2.</b> Trabajo de laboratorio, campo y toma de variables en plántulas de chirimoya. ....	55
	<b>Anexo 3.</b> Promedios de datos de las variables estudiadas. ....	58
	<b>Anexo 4.</b> Análisis de varianza y DGC .....	61
	<b>Anexo 5.</b> Tríptico de difusión de resultados. ....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estados de desarrollo desde germinación de la semilla hasta la formación completa de la plántula en guanábana ( <i>A. muricata</i> L.).....	13
<b>Figura 2.</b> Ubicación espacial del sitio del ensayo.....	15
<b>Figura 3.</b> Porcentaje de germinación de semillas de chirimoya con ácido giberélico.....	24
<b>Figura 4.</b> Porcentaje de germinación se semillas de chirimoya con agua destilada.....	25
<b>Figura 5.</b> Crecimiento de morfotipos. ....	30
<b>Figura 6.</b> Diámetro de los morfotipos. ....	31
<b>Figura 7.</b> Número de hojas de los morfotipos. ....	32
<b>Figura 8.</b> Longitud de hojas de morfotipos. ....	33
<b>Figura 9.</b> Ancho de hojas de morfotipos. ....	34
<b>Figura 10.</b> Longitud de raíces de morfotipos ....	35
<b>Figura 11.</b> Número de raíces de morfotipos. ....	36
<b>Figura 12.</b> Prendimiento de injertos a los 15 días de realizar el injerto .....	38
<b>Figura 13.</b> Prendimiento de injertos a los 25 días de realizar el injerto .....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica de la chirimoya ( <i>Annona cherimola</i> Mill.).	4
<b>Tabla 2.</b> Germinación y emergencia de la semilla y evolución del desarrollo de plántulas de guanábana.	14
<b>Tabla 3.</b> Morfotipos de Chirimoya utilizados como portainjertos.	20
<b>Tabla 4.</b> Porcentaje de germinación de semillas de chirimoya con ácido giberélico concentrado en 800 ppm.	23
<b>Tabla 5.</b> Porcentaje de germinación de semillas de chirimoya con agua destilada.	24
<b>Tabla 6.</b> Condiciones climáticas en el invernadero para el desarrollo fenológico de las plántulas.	26
<b>Tabla 7.</b> Estados de desarrollo fenológico de plántulas de chirimoya en tubetes con turba bajo invernadero.	26
<b>Tabla 8.</b> Estados de desarrollo fenológico de plántulas de chirimoya en sustrato (tierra orgánica - humus - arena) en fundas de polietileno bajo invernadero.	27
<b>Tabla 9.</b> Promedio de altura de portainjertos de los diferentes morfotipos.	29
<b>Tabla 10.</b> Promedio de diámetro de portainjertos de los diferentes morfotipos.	30
<b>Tabla 11.</b> Promedio de número de hojas de los diferentes morfotipos.	31
<b>Tabla 12.</b> Promedio de longitud de hojas de los diferentes morfotipos.	33
<b>Tabla 13.</b> Promedio de ancho de hojas de los diferentes morfotipos.	34
<b>Tabla 14.</b> Promedio de longitud de raíces principales de los diferentes morfotipos.	35
<b>Tabla 15.</b> Promedio de número de raíces principales de los diferentes morfotipos.	36
<b>Tabla 16.</b> Correlaciones entre variables morfológicas en plántulas de morfotipos de chirimoya.	37
<b>Tabla 17.</b> Promedios de prendimiento de injertos a los 15 días de realizar el injerto.	38
<b>Tabla 18.</b> Promedios de prendimiento de injertos a los 25 días de realizar el injerto.	39
<b>Tabla 19.</b> Correlaciones entre variables morfológicas de plántulas injertadas en morfotipos de chirimoya.	40

**CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO  
FENOLÓGICO DE PORTAINJERTOS EN MORFOTIPOS  
DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Mill.) DE LA  
PROVINCIA DE LOJA, BAJO INVERNADERO**

## RESUMEN

Uno de los centros de mayor diversidad del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) se encuentra en el sur del Ecuador y el norte de Perú, en territorios ubicados entre los 1.000 a 2.500 msnm. Ecuador cuenta con alrededor de 1.000 ha de chirimoya, las cuales se distribuyen principalmente en Guayllabamba, Tumbaco, Gualaceo, Paute y Patate, sin embargo, la producción en estas localidades no supera los 1.000 kg/ha. Las investigaciones en esta especie están más orientadas al origen, a la caracterización morfológica, molecular y fisiológica, pero limitadas en el campo de la propagación de la especie con fines comerciales. Por estas razones, en la presente investigación se estudió el comportamiento fenológico de morfotipos de chirimoya: Lisa (Y025), Umbonata (Y004), Impresa Simple (Y022), Lisa (T009), Mamillata (T016), Impresa Simple (T030), Umbonata (T036) e Impresa Doble (T006), provenientes de Tacoranga y Nangora. El ensayo se estableció en el Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Loja, utilizando un diseño completamente al azar (DCA); el análisis de varianza (ANOVA) y de correlación de Pearson se realizaron con el software Infostat versión 2018. El chirimoyo se caracterizó por presentar 6 estados secuenciales entre la germinación y emergencia: **A**: Aparición del hipocótilo; **B**: Hipocótilo cuello de cisne; **C**: Emergencia del hipocótilo y envolturas seminales; **D**: Caída de envolturas seminales; **E**: Plántula completamente formada, **F**: Plántula con características óptimas para injertar. El tipo de germinación observada fue epigea criptocotilar, donde las envolturas seminales se levantan junto con el cotiledón al momento de la emergencia. El mejor porcentaje de prendimiento de injertos se obtuvo con los morfotipos Impresa Doble (T006), Mamillata (T016), Umbonata (Y004), Impresa Simple (T030) y Umbonata (T036) con un promedio del 77 %.

**Palabras claves:** *Annona cherimola* Mill., Fenología, Morfotipos, Portainjertos.

## ABSTRACT

One of the most diverse cherimoya tree centers (*Annona cherimola* Mill.) is located between south Ecuador and north Peru, in territories located between 1,000 a 2,500 m. a. s. l. Ecuador has about 1,000 ha of cherimoya trees, mainly distributed in Guayllabamba, Tumbaco, Gualaceo, Paute, and Patate. However, production in these places does not go over 1,000 kg/ha. Research into this species is mostly oriented to origin, morphological molecular and physiological characterization, although limited in the field of the species spreading with commercial purpose. This is the reason why this research studied the phenologic behavior of cherimoya tree morphotypes Lisa (Y025), Umbonata (Y004), Impresa Simple (Y022), Lisa (T009), Mamillata (T016), Impresa Simple (T030), Umbonata (T036) e Impresa Doble (T006), from Tacoranga y Nangora. The test took place in the Germoplasm Bank of the National University of Loja, using an absolutely random design (ARD). The variance analysis (ANOVA) and the Pearson correlation were carried out using Infostat software, version 2018. Cherimoya trees presented six sequence states between germination and surfacing: **A.** Hypocotyl appearance; **B.** Swan neck hypocotyl; **C.** Hypocotyl surfacing and seminal cover; **D.** Seminal cover falling; **E.** Completely formed plant; **F.** Seedling with optimal characteristics to graft. The germination type observed was epigeal cryptcotyle, where the seminal covers raise together with the cotyledon during surfacing. The highest percentage of graft root taking was obtained with the following morphotypes: Impresa Doble (T006), Mamillata (T016), Umbonata (Y004), Impresa Simple (T030), and Umbonata (T036) with 77 %.

**Key words:** *Annona cherimola* Mill., Phenology, Morphotypes, Port grafting.

## 1 INTRODUCCIÓN

Uno de los centros de mayor diversidad del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) se encuentra en el sur del Ecuador y el norte de Perú (Guirado *et al.*, 2003), en territorios ubicados entre los 1.000 a 2.500 msnm (Farré *et al.*, 1999). Se encuentra distribuido en América del Sur, Central y el Continente Europeo (Guirado *et al.*, 2004). El cultivo está presente en la región interandina con una producción de 153 TM en el 2001 (Andrade, 2009). Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2016), existen un total de 21.224 árboles dispersos en el país obteniendo una producción de 238 TM anuales como fruta fresca. Ecuador cuenta con alrededor de 1.000 ha de chirimoya, las cuales se distribuyen principalmente en Guayllabamba, Tumbaco, Gualaceo, Paute y Patate. Sin embargo, la producción en estas localidades no supera los 1.000 kg/ha (Guirado *et al.*, 2003). En la provincia de Loja, existe una gran variabilidad en los territorios de: Espíndola, Paltas, Calvas y Malacatos (Bydekerke *et al.*, 1999; Van Damme y Scheldeman, 2002).

La especie *Annona cherimola* Mill, por ser una especie alógama, promueve el cruce entre individuos favoreciendo la polinización cruzada, por lo tanto, las semillas propagadas inducen alto grado de variación genética en los descendientes; situación que impide asegurar plántulas homogéneas (Vásquez y Villavicencio, 2008).

Frente a la falta de plántulas con características homogéneas en calidad y forma de frutos aceptadas en el mercado, la práctica de injertos en la propagación asexual tiene una estrategia de producción en cultivos frutales, el portainjerto o patrón influye sobre el injerto obteniendo una serie de ventajas tales como: adaptación a diferentes tipos de suelos, influencia sobre el vigor o desarrollo del árbol, modificación de la entrada en producción, e influencia en la cantidad y calidad de la cosecha (López, 2017).

Actualmente, la producción de plántulas en viveros se orienta a propagarlas vía injerto con la finalidad de asegurar plantas más homogéneas y con características sobresalientes para

reducir la variación genética por la segregación. Además, no existe un patrón o morfotipo característico que asegure el prendimiento del injerto. Por lo tanto, existe un vacío de conocimiento técnico que amerite investigar al no existir morfotipos recomendados para usarlo como patrón compatible que asegure alto grado de prendimiento del injerto para producciones comerciales.

El uso de portainjertos en la producción de frutales se orienta en controlar la arquitectura del árbol, resistencia a plagas y enfermedades, precocidad al inicio de la producción (Sánchez, 2013). Además, el conocimiento de la fenología es de vital importancia que es el estudio de los eventos periódicos del desarrollo de las plantas, como se ven afectadas por los factores ambientales y su correlación con la morfología de las plantas (Stewart *et al.*, 1998).

Las investigaciones en esta especie están más orientadas al origen, caracterizaciones morfológicas moleculares y fisiológicas, estadios fenológicos reproductivos de *Annona cherimola* Mill. y *Annona squamosa* L. (Cautín y Agustí, 2005, Liu *et al.*, 2014), pero limitadas en el campo de la propagación con fines comerciales (González, 2013).

Por tanto, el presente estudio contribuye con información sobre el manejo de portainjertos de chirimoya a nivel de vivero, permitiendo identificar y recomendar un morfotipo para portainjerto, con información sobre las características apropiadas de las plántulas para el proceso de injertación que asegure el prendimiento del injerto, información y metodologías que requieren los productores y profesionales para incrementar las producciones.



## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo General**

- ✚ Caracterizar el comportamiento fenológico de portainjertos de 8 genotipos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) de la provincia de Loja – bajo invernadero.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- ✚ Determinar el comportamiento fenológico de 8 morfotipos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), desde la germinación hasta cumplir con las características óptimas para ser injertada.
  
- ✚ Evaluar el prendimiento de los injertos en diferentes morfotipos de chirimoya.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Origen

El origen de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) según estudios moleculares se encuentra en Centroamérica y un centro secundario de diversidad en la región andina de América del Sur en Ecuador y Perú (Larranaga *et al.*, 2017). Además, se considera originaria de las vertientes occidentales de los Andes y de los valles interandinos, en territorios ubicados entre los 1.000 a 2.500 msnm, donde se puede encontrar árboles de chirimoyo que forman bosques naturales densos (Bydekerke *et al.*, 1999; Farré *et al.*, 1999).

### 2.2 Clasificación Taxonómica

Es un fruto subtropical de la familia Annonaceae, la cual posee alrededor de 2.430 especies y 110 géneros ( Xue *et al.*, 2018). De los géneros que presenta esta familia, 17 se distribuyen en zonas tropicales y 4 de ellos, *Annona*, *Rollinia*, *Uvaria* y *Asimina*, producen frutos comestibles. Entre las especies más importantes del género *Annona* se encuentran: *Annona cherimola* Mill., *Annona muricata* L., *Annona squamosa* L., y el híbrido Atemoya (*A. cherimola* × *A. squamosa*) (González, 2013).

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.).

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Sub-reino</b>	Embriophyta
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Súper - División</b>	Spermatophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Magnoliales
<b>Familia</b>	Annonaceae

<b>Subfamilia</b>	Annonoideae
<b>Género</b>	<i>Annona</i>
<b>Especie</b>	<i>Annona cherimola</i> Miller

(González, 2013)

### 2.3 Características morfológicas

El chirimoyo es un árbol de crecimiento erguido, puede alcanzar una altura promedio entre los 4 y 9 m de altura. Presenta un tronco cilíndrico de corteza gruesa y lisa, con ramas que sobresalen irregularmente, y una copa abierta y extendida con follaje exuberante. Posee un sistema radicular pivotante, lo cual proporciona un mayor anclaje al suelo (Tacán, 2007).

Las hojas varían de color verde oscuro a verde brillante, y su textura presenta una superficie vellosa en el haz y aterciopelada en el envés (Agustín *et al.*, 2004). Las flores poseen pétalos aromáticos de tonalidades diferentes (rosado, rojo púrpura, blancas, cremas amarillas o verdosas), el cáliz se compone por 3 sépalos de color verde oscuro, pequeño y de forma triangular, la corola compuesta por 6 pétalos, los estambres y carpelos están situados en un receptáculo cónico.

El fruto es una polibaya, que es el resultado de la fusión de los carpelos que se encuentran unidos alrededor del receptáculo central, el cual tiene una forma alargada y cónica. La superficie presenta una piel fina y delicada donde se observan unas marcas en forma de U que es la unión de los carpelos (González, 2013). El fruto puede llegar a pesar de 500 a 2.700 gr. Las semillas abundan en el fruto, son aplanadas y elípticas, presentan un color castaño claro o negro (Caballero, 2007).

### **2.3.1 Morfotipos de chirimoya**

#### **Impresa**

Los frutos presentan bordes en la unión de los carpelos y en el centro un ligero hundimiento. Es poco resistente a la acción de los vientos, produce frutos de forma arriñonada o acorazonada, de peso comprendido entre 300 y 600 g, que maduran pronto (Castro, 2007).

#### **Mamillata**

Los frutos son ácidos aromáticos en desarrollo tienen forma de piña, y en completo desarrollo o madurez tronco - cónica o acorazonada. Durante el desarrollo del fruto, la piel está fuertemente reticulada y con las protuberancias carpelares muy marcadas. El peso del fruto oscila entre 500 y 1.000 g (Gardiazábal y Rosenberg, 1993).

#### **Tuberculata**

Muy tardía, forma globosa y peso comprendido entre 200 y 300 g. Piel de color verde oscuro de grosor intermedia. (Gardiazábal y Rosenberg, 1993). La división de las areolas es muy marcada, con un apéndice en la parte inferior de cada una. Conforme crece el fruto se marca más la protuberancia (Castro, 2007).

#### **Umbonata**

Tiene forma de piña y un peso de 300 – 500 g. Piel fina y poco resistente al transporte. Sabor excelente, pero tiene numerosas semillas (Gardiazábal y Rosenberg, 1993). Casi en el centro de cada areola se desarrolla una protuberancia. La pulpa es más ácida que los otros tipos y contienen más semillas (Guirado *et al.*, 2003).

## **Lisa o Loevis**

Los frutos tienen la piel, con los relieves carpelares fundidos o poco aparentes (Guirado *et al.*, 2003). Además, se describe que los frutos tienen la epidermis muy pareja, solamente se distinguen las líneas de unión de los carpelos (Castro, 2007).

### **2.4 Requerimientos edafoclimáticos**

Al ser un fruto de procedencia subtropical, se inclina por las exigencias climáticas que no produzcan grandes variaciones de temperatura y humedad. Se desarrolla en suelos de diferentes tipos: arenosos, arcillosos o franco, con presencia de materia orgánica, con buen drenaje que posibiliten la aireación de las raíces, las condiciones óptimas de pH se encuentran entre 6 – 7.5, la temperatura para un crecimiento óptimo se encuentra en un rango entre 15 a 25 °C, y una humedad relativa media entre 65 a 80 % (García *et al.*, 2009).

### **2.5 Propagación**

#### **2.5.1 Semilla**

Es más utilizada por los agricultores, tiene un periodo de latencia que es difícil de interrumpir. Para eliminar esta latencia, se pueden utilizar diferentes métodos: por medio de un baño de inmersión en una solución de ácido giberélico, exponiéndola al sol, sumergiéndola en agua caliente o escarificación mecánica, de esta manera se puede mejorar el porcentaje de germinación (Remerfi, 2000).

En este tipo de propagación las semillas deben ser obtenidas de plantas madres selectas, cuyas características deben incluir una alta producción y calidad de frutos, tolerancia a plagas y enfermedades (Cruz, 2002).

La germinación es muy errática, la cual, continua hasta después de 900 días después de la siembra; se señala que una pre-aplicación de ácido giberélico (GA3) o remojar en agua durante 72 horas, ejerce un efecto que acelera y homogeniza la germinación. También,

depende de la temperatura, tomando desde tres a cuatro semanas al ser expuestas a temperatura entre 28 - 32 °C, posterior a la conservación por período de tres a seis meses a temperaturas inferiores a < 20 °C. Las plantas son trasplantadas cuando alcanzan de 7 a 10 cm de altura (González, 2013). Además, según Ellis *et al.*, (1985) la semilla de chirimoya la describe como ortodoxa, lo que implica que se pueden guardar semillas secadas adecuadamente durante mucho tiempo en un ambiente seco y frío.

### **2.5.2 Injerto**

Consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetales de las plantas (reproducción de clones) en consecuencia, las plántulas propagadas de esta manera tienen la misma información genética de la planta progenitora (Hartman y Kester, 1987).

Se garantiza plantas con la misma identidad genética, con una mejor producción y calidad de frutos. Además, se facilita el manejo de la plantación cuando las plantas adquieren como mínimo 15 a 20 mm de grosor se injertan de yema o de púa lateral o terminal, a unos 50 cm del suelo, cuando las plantas hayan alcanzado una altura de 1 m sobre el punto del injerto se plantan en el terreno definitivo (González, 2013).

El injerto de púa se basa en que la parte de la variedad que se injerta es una porción de tallo que normalmente lleva varias yemas, se utiliza principalmente para sobre-injertar árboles de varios años de edad. Son injertos de púa los injertos de hendidura (o púa), de corona (o corteza), lateral (o de costado) e inglés (Espiau *et al.*, 2012).

El injerto de yema se basa que se injerta sobre el patrón una yema procedente de un brote del año de la variedad. El patrón debe estar en estado vegetativo para que la corteza y leño se separen bien por la delgada capa del cambium, y la unión comience a formarse antes de que la madera del injerto se deshidrate. Se los puede denominar injertos de escudete (o yema), de chapa (o placa) y de chip (o astilla) (Espiau *et al.*, 2012).

### **2.5.3 Características generales para los portainjertos**

Un buen portainjerto debe presentar las siguientes características: fácilmente propagable, erguido y poco ramificado, compatibilidad con la mayoría de variedades, adaptabilidad a diferentes tipos de suelos, duración de vida productiva larga, no producir serpeo, buena distribución del sistema radicular, tolerancia a patógenos y resistencia a asfixia radicular (Espiau *et al.*, 2012).

Un portainjerto ideal para la injertación sería aquel que se adapte al clima y al suelo, debería ser tolerante a los patógenos e inducir alta producción y calidad de fruta, y árboles de porte pequeño, que facilite las operaciones de cosecha y fumigación (Monteverde, 1989).

Los portainjertos adquieren las condiciones óptimas cuando presentan las siguientes características morfológicas como mínimo de 15 a 20 mm de grosor la cual se lo mide a 25 cm del suelo, se puede realizar injertos de yema, púa lateral o terminal (González, 2013).

Así mismo, Aguilar y Cabrera (2003) señalan que las condiciones morfológicas óptimas se las puede considerar a los 20 cm, que presenten un diámetro de 6 a 9 mm.

Una vez que los árboles alcanzan una altura de 1 m sobre el punto del injerto se plantan en el terreno definitivo, recomendándose que se realice mientras el árbol esté sin hojas y antes de que haya comenzado la brotación (González, 2013).

### **2.5.4 Injertos en frutales leñosos**

- **Aguacate (*Persea americana* Mill.)**

Según Hartman y Kester, (1987) indica que el injerto en aguacate se realiza cuando la planta patrón tiene 1.0 cm de diámetro y a 20 cm de la base. El injerto de púa terminal se lo debe realizar en época de mayor vigor o cuando haya alcanzado de 30 a 40 cm de altura (Ibar, 1986).

- **Cacao (*Theobroma cacao* L.)**

En el cultivo de cacao, según Burgos (1954), se debe injertar cuando el patrón tenga entre 1.5 a 2.0 cm de diámetro, a 20 cm de altura sobre el suelo y suprimiendo las hojas por debajo del corte.

- **Marañón (*Anacardium occidentale* L.)**

En el cultivo de marañón menciona Parada (2001) al momento de injertar el patrón debe tener de 0.6 a 1.0 cm de diámetro y el corte se debe realizar a 50 cm de altura, realizando un corte a lo largo del tallo de 3.0 a 3.5 cm.

- **Manzana (*Malus domestica* Borkh.)**

En el cultivo de manzana se utiliza de patrón estacas de membrillo (*Cydonia oblonga* Mill.) de 0.5 a 1.0 cm de diámetro y el corte se lo realizó a 30 cm del suelo, el tipo de injerto que se utiliza es púa terminal dando un porcentaje de prendimiento del 93 % (Colchado, 2017).

- **Anonáceas**

Lederman *et al.*, (1997) ensayan diferentes métodos de injerto en guanábana (*Annona muricata* L.) de escudo, de parche, de látigo y de hendidura, sobre portainjertos de 10 y 12 meses de edad, bajo condiciones de vivero. Los portainjertos de 12 meses de edad resultan los mejores con el método de parche con 97.5 % de injertos con éxito.

Asimismo, Ponce, (1979) realizó injertos en plántulas de guanábana (*Annona muricata* L.) por los métodos de astilla y enchapado lateral, sobre los portainjertos: *Annona* sp. Af., *A. lutescens* L., *A. cherimola* Mill., *A. diversifolia* Saff., *A. muricata* L., *A. reticulata* L. y *Rollinia jimenezii* Sch., encontrando diferencias significativas en altura de planta y porcentaje de prendimiento, a los 168 días después de injertar. El enchapado lateral resulta mejor con los portainjertos *A. muricata*, *A. reticulata* y *Annona* sp.; sobre *A. lutescens* y *R.*



*jimenezii* los injertos se desarrollan notablemente cloróticos; sobre *A. diversifolia* el follaje presenta coloraciones oscuras similares a las quemaduras del sol y los injertos sobre *A. cherimola* crecen muy poco.

Por su parte Vidal *et al.*, (1999) injertaron guanábana, (*Annona muricata* L.) variedad “Sin Fibra” sobre *A. muricata* L., *A. reticulata* L., *A. purpurea* L., *A. cherimola* Mill., *A. montana* L., *A. spinosa* L., *A. squamosa* L. y homoinjerto “Sin Fibra”, con el injerto enchapado lateral y varetas subterminales. Como resultado, sobresalen los portainjertos *A. muricata* var. “Sin Fibra” y *A. montana*. Las características anatómicas de incompatibilidad que se presentan en los injertos fallidos son: depósito de taninos y sustancias atípicas (fitoalexinas y polifenoles) en fibras y vasos, ausencia funcional del xilema secundario y desprendimiento del injerto.

En un estudio de Labanda (2019), con el injerto púa lateral obtuvo 40 % de prendimiento a los 30 días de evaluación, y con el método de injerto púa terminal obtuvo un 46.67 % de prendimiento utilizando cinta Parafilm para el amarre y bajo invernadero.

## **2.6 Influencia del portainjerto sobre el injerto**

La práctica de injertos en la propagación asexual tiene una estrategia de producción en cultivos frutales, el portainjerto o patrón influye sobre el injerto obteniendo una serie de ventajas tales como: adaptación a diferentes tipos de suelos, influencia sobre el vigor o desarrollo del árbol, modificación de la entrada en producción, e influencia en la cantidad y calidad de la cosecha (López, 2017).

## **2.7 Fenología**

El comportamiento fenológico en la propagación de frutales es importante ya que comprende el estudio de los fenómenos biológicos vinculados a ciertos ritmos periódicos o fases y la relación con el clima de la localidad donde ocurre. En su ciclo ontogénico, los

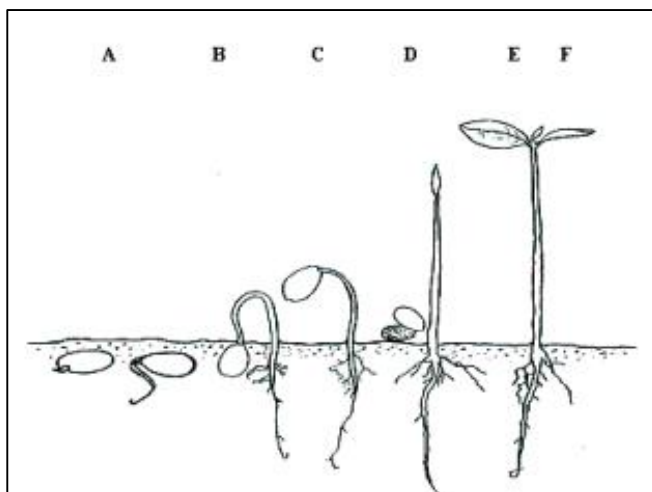
vegetales experimentan cambios visibles o no y que están en estrecha relación con el genotipo, el clima (temperatura y fotoperíodo), disponibilidad de agua y condiciones biológicas (Gastiazoro, 2000; Krajewski y Rabe, 2015).

La fenología es el estudio de los eventos periódicos del desarrollo de las plantas, como se ven afectadas por los factores ambientales y su correlación con la morfología de las plantas. La temperatura es uno de los factores ambientales más importantes que afectan la tasa de crecimientos de las plantas, y su efecto sobre el desarrollo de las plantas pueden ser estimados usando sumas de calor, tales como grados – días (DD) (Stewart *et al.*, 1998). El cálculo del DD acumulado (ADD) es importante para determinar la duración de los ciclos fenológicos de los cultivos, ya que los cambios que dependen de las condiciones meteorológicas se pueden observar si se considera la escala temporal (Warrington y Kanemasu, 1983).

La escala extendida BBCH es un sistema para una codificación uniforme de identificación fenológica de estadios de crecimiento para todas las especies de plantas mono y dicotiledóneas. La cual se ha utilizado para codificar de forma uniforme los estados fenológicos de crecimiento de diferentes especies frutales, se ha utilizado en dos estudios de la especie *Annona*. Se propuso una escala de dos dígitos que describe siete etapas principales de crecimiento para *Annona cherimola* Mill. (Cautín y Agustí, 2005) al igual que se propuso una escala de tres dígitos que describe ocho etapas principales de crecimiento para *Annona squamosa* L. (Liu *et al.*, 2014). Además, el conocimiento de la fenología en los frutales es importante ya que estudia los fenómenos cíclicos que se repiten en los sistemas biológicos y su concordancia con el clima y los cambios estacionales (IIAP, 2011).

En un estudio realizado en el cultivo de guanábana sobre las fases fenológicas se propone los estados de desarrollo desde la germinación hasta la formación completa de la plántula:

A: Germinación 7 días; B: Aparición del hipocótilo, 7 días; C: Hipocótilo cuello de cisne, 10 días; D: Emergencia del hipocótilo y envolturas seminales, 14 días; E: Caída de envolturas seminales, 17 días; F: Plántula completamente formada, 23 o más días (Meza y Bautista, 2004).



**Figura 1.** Estados de desarrollo desde germinación de la semilla hasta la formación completa de la plántula en guanábana (*A. muricata* L.).

La germinación y emergencia se caracteriza por presentar seis estados secuenciales. En el primero (estado A) la germinación ocurre aproximadamente a los 4 días, caracterizándose por el brote de la radícula hasta alcanzar 4 mm de longitud. El segundo (estado B) se distingue por un acelerado crecimiento de la radícula hasta alcanzar cerca de 40 mm, apareció el hipocótilo lo que ocurrió a los 7 días e inició su alargamiento. En el tercero (estado C) la radícula continuó su elongación hasta alcanzar de 80 a 90 mm e inició la ramificación formando raíces laterales; mientras tanto el hipocótilo alcanzó aproximadamente 80 mm y presentó el estado de “cuello de cisne”, lo que ocurrió alrededor de los 10 días (Tabla 1; Figura 1).

En consecuencia, en el cuarto (estado D), la radícula se muestra plenamente ramificada con una longitud mayor a los 100 mm y el hipocótilo, elevando consigo a la semilla con sus

envolturas, lo que ocurrió a partir de los 14 días. El quinto (estado E) se caracterizó por la caída de las envolturas seminales, liberación de los cotiledones y la aparición del epicótilo, se presentó entre los 19 y 20 días. El sexto estado de plántula completamente formada, con radícula, hipocótilo, apertura cotiledones y epicótilo, lo que ocurrió a partir de los 21 días (Tabla 1; Figura 1) (Meza y Bautista, 2004).

**Tabla 2.** Germinación y emergencia de la semilla y evolución del desarrollo de plántulas de guanábana.

<b>Fases</b>	<b>Características</b>	<b>Longitud alcanzada</b>	<b>Tiempo desde siembra (días)</b>
<b>A</b>	Protrusión de la radícula	Radícula: 4 mm	04
<b>B</b>	Continuación crecimiento radícula. Aparece el hipocótilo.	Radícula: 40 mm Hipocótilo: apenas viable	07
<b>C</b>	Aparición de ramificación, radícula hipocótilo, continúa creciendo. Aparece cuello de cisne.	Radícula: 80 – 90 mm Hipocótilo: 80 mm	10 – 12
<b>D</b>	Radícula ramificada. Inicio de la emergencia del hipocótilo con las semillas en sus envolturas.	Radícula: >100 mm Hipocótilo: 90 – 100 mm	13 – 14
<b>E</b>	Inicio de caída de cubiertas seminales y erguimiento del epicótilo	-----	19 – 20
<b>F</b>	Plántula completamente formada (apertura de cotiledones y muestra de la plúmula viable)	-----	>21

Fuente: (Meza y Bautista, 2004).

### 3 MATERIALES Y METODOS

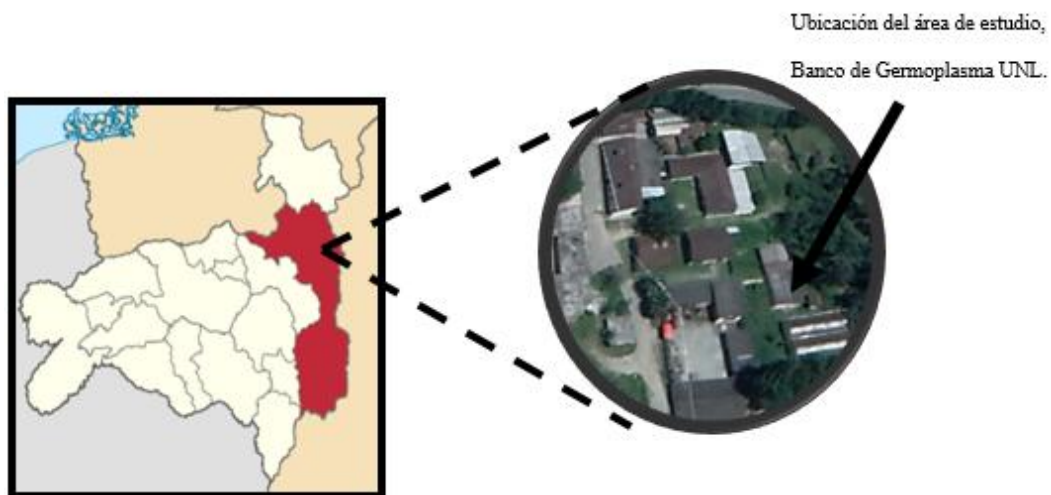
#### 3.1 Ubicación

La investigación se realizó en el Banco de Germoplasma ubicada en el sector “Los Molinos” de la Quinta Experimental Docente la Argelia de la Universidad Nacional de Loja, en la parroquia San Sebastián a 6 Km al Sur, de la ciudad de Loja.

El lugar corresponde a las siguientes coordenadas geográficas: latitud: 04° 02' 47" S, longitud 79° 12' 59" W, altitud 2.135 msnm.

#### 3.2 Condiciones ecológicas

Según Holdridge (1979), el sector de estudio corresponde a la zona de vida conocida como bosque seco Montano Bajo (bs-MB), la cual presenta las siguientes condiciones climáticas: temperatura media anual de 16.3 °C, precipitación media anual 913.5, humedad relativa ambiental 65 %, velocidad del viento media 3.1 m/s.



**Figura 2.** Ubicación espacial del sitio del ensayo, Banco de Germoplasma - UNL, 2019

### 3.3 Materiales

- **Equipos:** Incubadora, Humidostato, Calibrador Marca TRUPER.
- **Material de laboratorio:** Cajas Petri, pinza metálica, pizeta, papel absorbente, tubetes.
- **Sustancias:** Agua destilada, ácido giberélico con una concentración de 800 ppm, vitavax 200 cm<sup>3</sup>/100 kg de semilla.
- **Sustrato:** Tierra orgánica, arena de cantera, humus, turba.
- **De campo:** Fundas de polietileno de 7” x 11”, fundas transparentes, regla, cinta métrica, flexómetro, podadora, navaja, cinta de injerta, caja térmica de espuma flex.

### 3.4 Metodología para el primer objetivo

**Determinar el comportamiento fenológico de 8 morfotipos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), desde la germinación hasta cumplir con las características óptimas para ser injertada**

A falta de estudios fenológicos de la especie, se tomó como referencia el estudio realizado por Meza y Bautista (2004) para otra especie del mismo género, el cual, presenta como resultado una escala cuantitativa y cualitativa sobre los estados fenológicos desde la germinación hasta la formación completa de la plántula de guanábana (*Annona muricata* L.).

Las variables medidas en las plántulas fueron: longitud de raíz principal (cm), número de raíces, diámetro del tallo (mm), altura de la planta (cm), número de hojas, longitud y ancho de la lámina foliar (cm). La información se registró cada 15 días durante 5 meses, en una base de datos de Excel.

### **3.4.1 Recolección de muestras**

Los morfotipos en estudio fueron previamente identificados en diferentes sectores de la provincia de Loja, donde se identificaron 4 localidades con poblaciones nativas de chirimoya (Yaguana, 2018).

Las semillas para los portainjertos provienen de bosques naturales: Nangora (Yuma) y Paltas (Tacoranga) en vista del suelo y condiciones climáticas secas donde se regeneran y desarrollan las plantas naturalmente. Además, se consideraron requerimientos de calidad tales como: no tengan tendencia al serpeo, altura del tronco principal que sea mayor a 0.7 m.

Se utilizaron semillas de árboles identificados en el estudio antes mencionado, las cuales, se encuentran almacenadas en el Banco de Germoplasma. Para esta investigación, se trabajó con 5 morfotipos del sector Tacoranga y 3 del sector Nangora, los cuales presentaban las características antes señaladas, y aplicando el método de germinación que lleva el banco se procedió a la fase de germinación.

### **3.4.2 Germinación**

Se realizaron dos tratamientos: remojo en agua destilada por 72 horas y remojo en agua destilada por 72 horas más 24 horas en ácido giberélico con una concentración de 800 ppm.

Los morfotipos Umbonata (Y004), Mamillata (T016) y Umbonata (T036), las semillas se remojaron en agua destilada por un periodo de 72 horas y se desinfectó con vitavax 200 cm<sup>3</sup> / 100 kg de semilla. Los morfotipos Lisa (Y025), Impresa Simple (Y022), Lisa (T009), Impresa Doble (T006) e Impresa Simple (T030), las semillas se dejaron en remojo por 72 horas en agua destilada y 24 horas se sumergió en ácido giberélico con una concentración de 800 ppm, luego se desinfectó en vitavax 200 cm<sup>3</sup> / 100 kg de semilla, se colocó 10

semillas en cada caja Petri utilizando 4 cajas por tratamiento, y se colocaron en incubadora a una temperatura de 24 °C.

Se realizaron revisiones diarias de las semillas utilizando pinza metálica y manteniendo la humedad con agua destilada utilizando la pizeta. Se consideraron germinadas cuando la radícula alcanzó 1 cm de longitud.

### **3.4.3 Preparación del sustrato**

El sustrato estuvo formado por la mezcla de tierra, humus y arena, en una porción en volumen de 3:2:1, respectivamente. Se desinfectó con 500 g de captan mezclando de manera uniforme en 886.4 m<sup>3</sup> de sustrato (tierra orgánica).

### **3.4.4 Repique**

El repique se realizó en dos sustratos: turba y sustrato (tierra orgánica – humus – arena). La turba se colocó en tubetes de plástico con capacidad de 45 cm<sup>3</sup>, previamente llenados hasta 1.5 cm por debajo del límite del mismo. En la siembra las semillas germinadas fueron enterradas a 2 cm de profundidad aproximadamente. La turba utilizada está compuesta por: musgo de turba oligotrófica *Sphagnum* y Perlita, pH 5.4 – 6.3, tamaño de fibra 0 – 10 mm y drenaje medio. Con los siguientes contenidos de nutrientes: Nitrógeno 0.98 %, Fósforo 0.93 %, Potasio 1.96 % (Delgado *et al.*, 2016).

Las semillas repicadas en sustrato (tierra orgánica – humus – arena), fueron colocadas a una profundidad de 2 cm en la parte central de la funda de polietileno de 7” x 11”. Las plántulas que se utilizaron para estudiar el crecimiento radicular se sembraron a un lado de la funda transparente tratando que la radícula se observe con facilidad. El sustrato presentó los siguientes contenidos de nutrientes: pH 7.41 o neutro, materia orgánica 5.60 %, Nitrógeno 0.28 %, Fósforo 137.9 mg/Kg, Potasio 1.29 cmol/Kg, Calcio 18.29 cmol/kg,



Magnesio 1.51 cmol/Kg, Hierro 61.5 mg/Kg, Manganeso 2.72 mg/Kg, Cobre 5.06 mg/Kg, Zinc 15.07 mg/Kg. Cabe recalcar que no se realizaron correcciones al sustrato (Anexo 1).

### 3.4.5 Variables morfológicas

- **Longitud de la raíz principal y número de raíces:** Para medir estas variables, se tomaron al azar 12 plantas de cada tratamiento, las cuales se repico en la parte lateral de la funda transparente facilitando la observación y conteo de las raíces, la medición se realizó con un calibrador o pie de Rey.
- **Diámetro de tallo:** Esta variable se midió a la altura del cuello de la planta utilizando un calibrador.
- **Altura de la planta:** La altura de planta se comenzó a evaluar desde el establecimiento de las plántulas en el invernadero. La altura se tomó desde el nivel del suelo hasta el ápice de la plántula.
- **Número de hojas:** Se realizó por conteo manual de las hojas cada 15 días a partir del montaje del experimento.
- **Longitud y ancho de la lámina foliar:** Se realizaron las mediciones utilizando una regla, tomando en cuenta que la longitud se midió desde la base del peciolo hasta el ápice de la lámina foliar; el ancho se midió en la parte más ancha de la hoja (Biodiversity International y CHERLA, 2008).
- **Estados fenológicos:** Se realizó la observación de los cambios fenológicos y se realizó fotografías cada 2 días a las plántulas que se encontraban en turba y sustrato; Además, se midió con el humidostato la temperatura y humedad en los cambios de fases.

### 3.5 Metodología para el segundo objetivo

#### **Evaluar el prendimiento de los injertos en diferentes morfotipos de chirimoya**

Se utilizaron las plántulas de chirimoya antes evaluadas, las cuales presentaron las siguientes características morfológicas: altura de la planta 8.75 - 36.05 cm, diámetro del tallo 2.55 - 7.72 mm, 5 - 13 hojas, longitud de hojas 7.05 - 13.93 cm, ancho de hojas 4.09 - 7.93 cm, longitud de raíces 17.88 - 32.28 cm y 1.33 - 2.75 número de raíces.

Se prepararon las plántulas antes de realizar el injerto realizando las siguientes actividades: eliminación de brotes y hojas que se encuentren bajo los 15 cm. Las variables medidas fueron: altura del corte del injerto (cm), diámetro del tallo a la altura del injerto (mm), porcentaje de prendimiento (%) y días al prendimiento.

#### 3.5.1 Diseño experimental

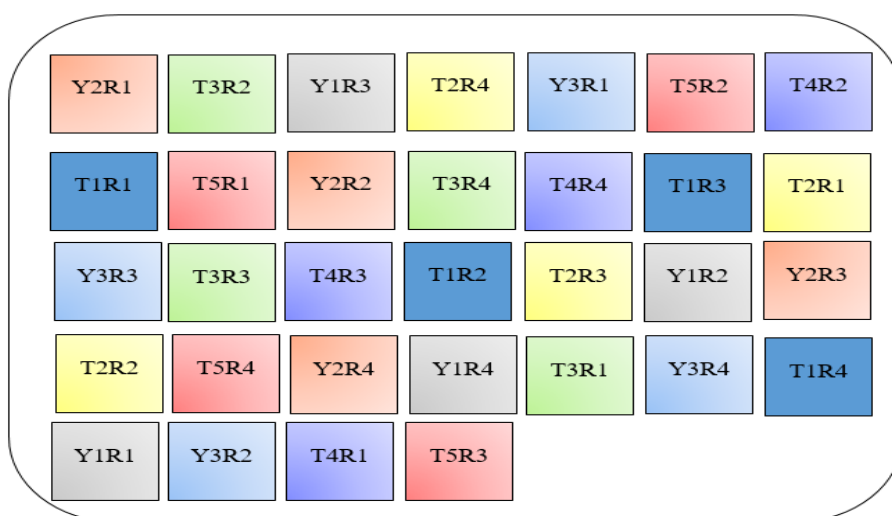
En la evaluación del prendimiento de injertos se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) el cual constó con 8 morfotipos con 10 plantas cada uno, 4 repeticiones dando un total de 320 unidades experimentales.

Los tratamientos evaluados fueron 5 morfotipos provenientes del sector Tacoranga (Paltas) y 3 del sector Nangora (Yuma).

**Tabla 3.** Morfotipos de chirimoya utilizados como portainjertos.

Tratamiento	Morfotipo	Código de árboles	Sector
1	Impresa Doble	T006	Tacoranga
2	Lisa	T009	
3	Mamillata	T016	
4	Impresa Simple	T030	
5	Umbonata	T036	
6	Umbonata	Y004	Nangora
7	Impresa Simple	Y022	
8	Lisa	Y025	

### 3.5.2 Esquema del diseño experimental



Codificación de ensayo	
Y1 Lisa Yuma	T2 Mamillata Tacoranga
Y2 Umbonata Yuma	T3 Umbonata Tacoranga
Y3 Impresa Simple Yuma	T4 Impresa Doble Tacoranga
T1 Lisa Tacoranga	T5 Impresa Simple Tacoranga

### 3.5.3 Recolección de varetas

El material vegetal utilizado en la injertación proviene del sector El Chirimoyal de árboles previamente identificados: Impresa (C024) y Lisa (C029) los cuales presentan frutos con requerimientos de calidad aceptables en el mercado como: tamaño de fruto grande: 500 – 800 g, mediano 175 – 499 g, longitud 6.91 – 9.83 cm, ancho 7.12 – 9.2 cm, exocarpo lisa e impresa, forma de fruto cordiforme y cordiforme alargada, exocarpo verde grisáceo, pulpa blanca, textura cremosa, grados brix > 20, ácido cítrico (%) > 0.33 ligeramente ácida, y semillas < 6 % en 100 gr de pulpa (Yaguana, 2018).

Las varetas fueron recolectadas de la parte apical de las ramas, las ramillas presentaron de 3 a 4 yemas de 30 cm aproximadamente de longitud, rectas, tomando en cuenta que no presenten manchas necróticas en la parte interior de la vareta y galerías por daños de larvas. Para evitar contaminación del material se desinfectó la superficie de corte utilizando vitavax líquido. Además, se tomó en cuenta el diámetro de la vareta sea similar con el

diámetro del tallo del portainjertos; el transporte de las varetas se realizó cubriendo el material vegetal con papel y franelas húmedas, luego se ubicó en la caja térmica de espuma Flex.

### 3.5.4 Injertación

Las plántulas de los diferentes morfotipos se utilizaron como portainjertos, aplicando manualmente el injerto de púa terminal, la púa de la vareta fue de 2 cm de longitud, la hendidura en el portainjerto fue de 2 a 3 cm, el cual se realizó en un ambiente controlado evitando la contaminación de agentes externos. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de prendimiento y días al brote. El prendimiento de la vareta se evaluó a los 15 días, observándose la turgencia de yemas y a los 30 días se observaron los brotes en desarrollo.

- **Porcentaje de prendimiento:** Se obtuvo dividiendo el número de plantas donde el injerto tuvo éxito entre el total de plantas injertadas por morfotipos y multiplicándolo por 100.

$$\% \text{ Prendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas prendidas}}{\text{N}^\circ \text{ plantas injertadas}} * 100$$

- **Días al prendimiento:** Se tomó en cuenta el periodo que transcurre desde que se realizó el injerto hasta el inicio de la brotación de yemas en la vareta.

### 3.5.5 Análisis estadístico

Los análisis estadísticos realizados fueron: correlación (Pearson) para todas las variables evaluadas, también se realizó un análisis de varianza entre los diferentes morfotipos para obtener el morfotipo que obtuvo mayor porcentaje de prendimiento. Además, se realizaron Pruebas de Comparación Múltiple mediante el Test de DGC al 95 % de confianza, para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos por cada variable evaluada. Todos los análisis estadísticos se desarrollaron con el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2018).

## 4 RESULTADOS

Determinar el comportamiento fenológico de 8 morfotipos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), desde la germinación hasta cumplir con las características óptimas para ser injertada

### 4.1 Germinación con ácido giberélico

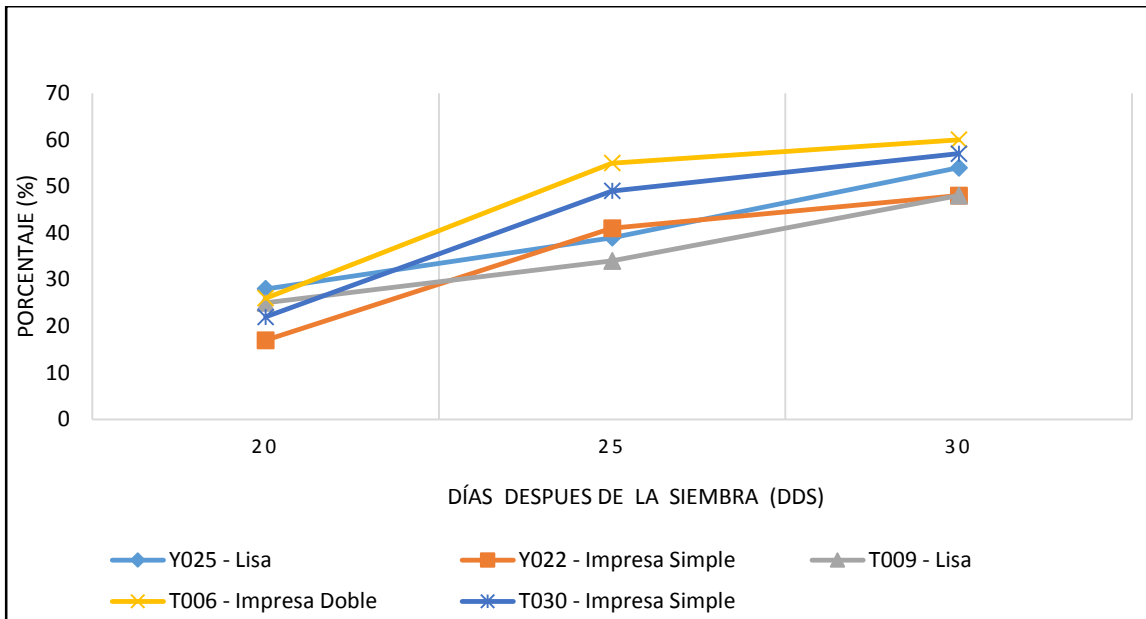
En la Tabla 4, se presenta a los 30 días después de la siembra (DDS) el morfotipo que presentó el mejor porcentaje de germinación fue Impresa Doble (T006) con un promedio de 47 %, y el tratamiento que obtuvo el promedio menor fue Impresa Simple (Y022) con un 35.33 % de germinación.

**Tabla 4.** Germinación de semillas de chirimoya con ácido giberélico concentrado en 800 ppm.

Morfotipo	Días después de la siembra			Total
	20	25	30	
Lisa (Y025)	28.00	39.00	54.00	40.33
Impresa Simple (Y022)	17.00	41.00	48.00	35.33
Lisa (T009)	25.00	34.00	48.00	35.67
Impresa Doble (T006)	26.00	55.00	60.00	47.00
Impresa Simple (T030)	22.00	49.00	57.00	42.67
Total	23.60	43.60	53.40	40.20

Números con verde mayor % germinación y número con rojo menor % germinación

En la Figura 3, se muestra el porcentaje de germinación desde los 20 a 30 días después de la siembra. Después de los 30 DDS, el porcentaje de germinación disminuyó debido a que algunas cajas Petri se contaminaron por el hongo *Penicillium*, el cual, se identificó utilizando cinta adhesiva para la extracción del micelio en la superficie de la semilla donde existía la presencia del hongo luego se ubicó en el portaobjetos, utilizando el microscopio se procedió a la identificación del hongo.



**Figura 3.** Porcentaje de germinación de semillas de chirimoya con ácido giberélico concentrado en 800 ppm.

#### 4.2 Germinación en agua destilada

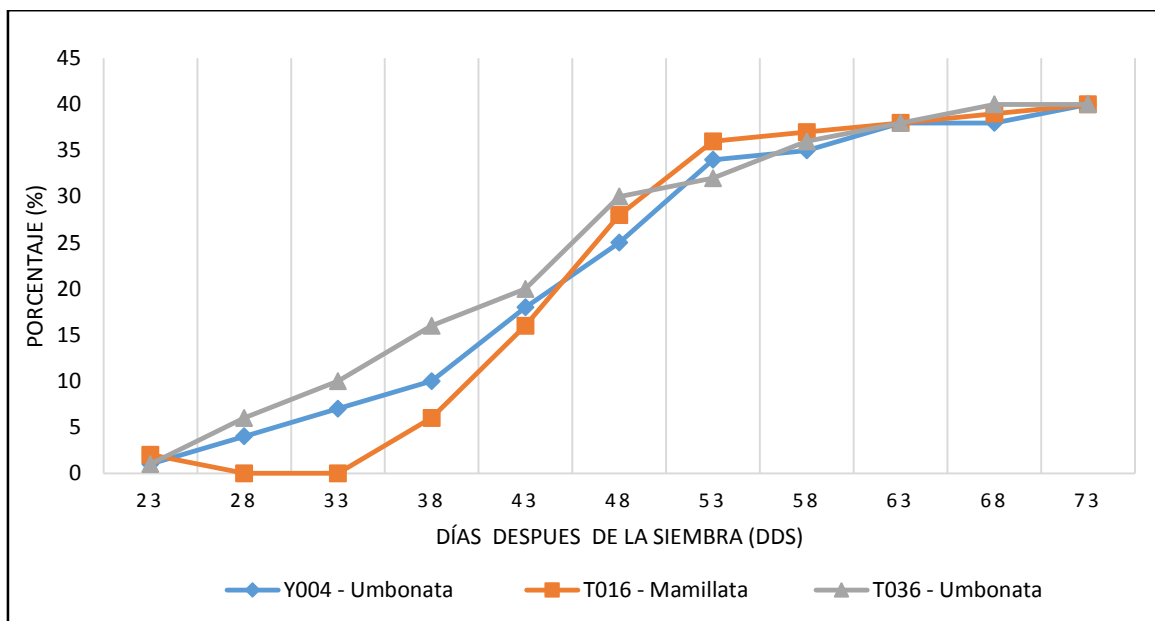
En la Tabla 5, se presenta que a los 73 días después de la siembra (DDS) los morfotipos Umbonata (Y004), Mamillata (T016) y Umbonata (T036) obtuvieron un promedio de 27 % de germinación.

**Tabla 5.** Germinación de semillas se chirimoya con agua destilada

Morfotipo	Días después de la siembra			Total
	33	53	73	
Umbonata (Y004)	7	34	40	27,00
Mamillata (T016)	2	36	40	26,00
Umbonata (T036)	10	32	40	27,33
Total	6.3	34	40	26.77

Números con verde mayor % germinación y número con menor % germinación

En la Figura 4, se muestra el porcentaje de germinación desde los 23 a 73 días después de la siembra. La germinación en estos morfotipos fue irregular, debido a que no se utilizó ácido giberélico que ayuda a eliminar la latencia propia de la especie



**Figura 4.** Porcentaje de germinación se semillas de chirimoya con agua destilada

### 4.3 Fenología





Las fases fenológicas observadas en los sustratos utilizados fueron: **A:** Aparición del hipocótilo, **B:** Hipocótilo cuello de cisne, **C:** Emergencia del hipocótilo y envolturas seminales, **D:** Caída de envolturas seminales, **E:** Plántula completamente formada y **F:** Plántula con características óptimas para injertar.

Las cuales bajo invernadero se presentaron las siguientes condiciones ambientales: temperatura 24 °C y humedad 47 % durante el periodo de evaluación fenológica de las plántulas de chirimoya.



**Tabla 6.** Condiciones climáticas en el invernadero para el desarrollo fenológico de las plántulas

Fases  Condiciones climáticas	A	B	C	D	E	F
	Características					
	Germinación	Hipocótilo cuello de cisne	Emergencia del Hipocótilo y envolturas seminales	Caída de envolturas seminales	Plántula completamente formada	Plántula con características óptimas para injertar
Temperatura Media °C	22	22	21	20	27	32
Humedad Media (%)	44	47	45	64	39	48

**Tabla 7.** Estados de desarrollo fenológico de plántulas de chirimoya en tubetes con turba bajo invernadero.


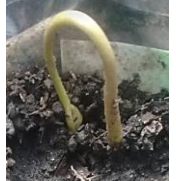
Estados	Características	Morfortipos					Estado
		Y025 Lisa	Y022 Impresa Simple	T009 Lisa	T030 Impresa Simple	T006 Impresa Doble	
		Días de duración de cada estado					
A.	Germinación: aparición de la radícula 1 cm	20	20	20	20	20	
B.	Aparición de raíces secundarias, hipocótilo continúa creciendo. Aparece cuello de cisne	5	5	5	5	5	
C.	Radícula ramificada, Emergencia del hipocótilo y envolturas seminales	3	3	3	3	3	
D.	Inicio de la caída de las cubiertas seminales y erguimiento del epicotilo	5	5	5	5	5	







E.	Plántula con dos hojas verdaderas	4	4	4	4	4	
F.	Plántula con características óptimas para injertar.	60	60	150	150	150	
<b>TOTAL</b>		97	97	187	187	187	

Los estados de desarrollo fenológico desde la germinación con ácido giberélico hasta la formación completa de la plántula de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en turba se resume: **A:** Aparición del hipocótilo, 20 días; **B:** Hipocótilo cuello de cisne, 5 días; **C:** Emergencia del hipocótilo y envolturas seminales, 3 días; **D:** Caída de envolturas seminales, 5 días; **E:** Plántula completamente formada, 4 o más días. Las plántulas de chirimoyo en tubetes con turba tardaron 37 días en cumplir todas sus fases con 2 hojas verdaderas; se observó uniformidad en tiempo de desarrollo. **F:** Plántula con características óptimas para injertar 150 días, se encuentran en capacidad de ser injertadas con un diámetro de tallo adecuado a partir de los 187 días después de la siembra (Tabla 5).

**Tabla 8.** Estados de desarrollo fenológico de plántulas de chirimoya en sustrato (tierra orgánica - humus - arena) en fundas de polietileno bajo invernadero.

Estados	Características	Morfotipos			Estado
		Y004 Umbonata	T016 Mamillata	T036 Umbonata	
		Días de duración de cada estado			
A.	Germinación, aparece la radícula 1 cm	38	38	38	
B.	Aparición de raíces secundarias, hipocótilo continúa creciendo. Aparece cuello de cisne	6	6	6	

C.	Radícula ramificada, Emergencia del hipocótilo y envolturas seminales	6	6	6	
D.	Inicio de la caída de las cubiertas seminales y erguimiento del epicótilo	4	4	4	
E.	Plántula con dos hojas verdaderas	6	6	6	
F.	Plántula con características óptimas para injertar	150	150	150	
	TOTAL	210	210	210	

Los estados de desarrollo fenológico desde la germinación con agua destilada hasta la formación completa de la plántula de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en sustrato se resume: **A:** Aparición del hipocótilo, 38 días; **B:** Hipocótilo cuello de cisne, 6 días; **C:** Emergencia del hipocótilo y envolturas seminales, 6 días; **D:** Caída de envolturas seminales, 4 días; **E:** Plántula completamente formada, 6 o más días. Las plántulas de chirimoyo en sustrato elaborado (tierra orgánica – humus - arena), en fundas de polietileno luego de germinar se tardaron 60 días en cumplir todas sus fases y el apareamiento de las 2 hojas verdaderas. **F:** Plántula con características óptimas para injertar 150 días, se encuentran en capacidad de ser injertadas con un diámetro de tallo adecuado a partir de los 210 días después de la siembra (Tabla 6).

## 4.4 Desarrollo de plántulas

### 4.4.1 Altura de portainjertos

En la Tabla 9, se presenta que a los 75 y 120 días después de la siembra el tratamiento Umbonata (T036) alcanzó un promedio de 6.21 y 13.55 cm respectivamente, siendo el tratamiento con mayor desarrollo. A los 210 días después de la siembra se observó diferencia significativa en el tratamiento Mamillata (T016) con un promedio de 36.05 cm de altura.

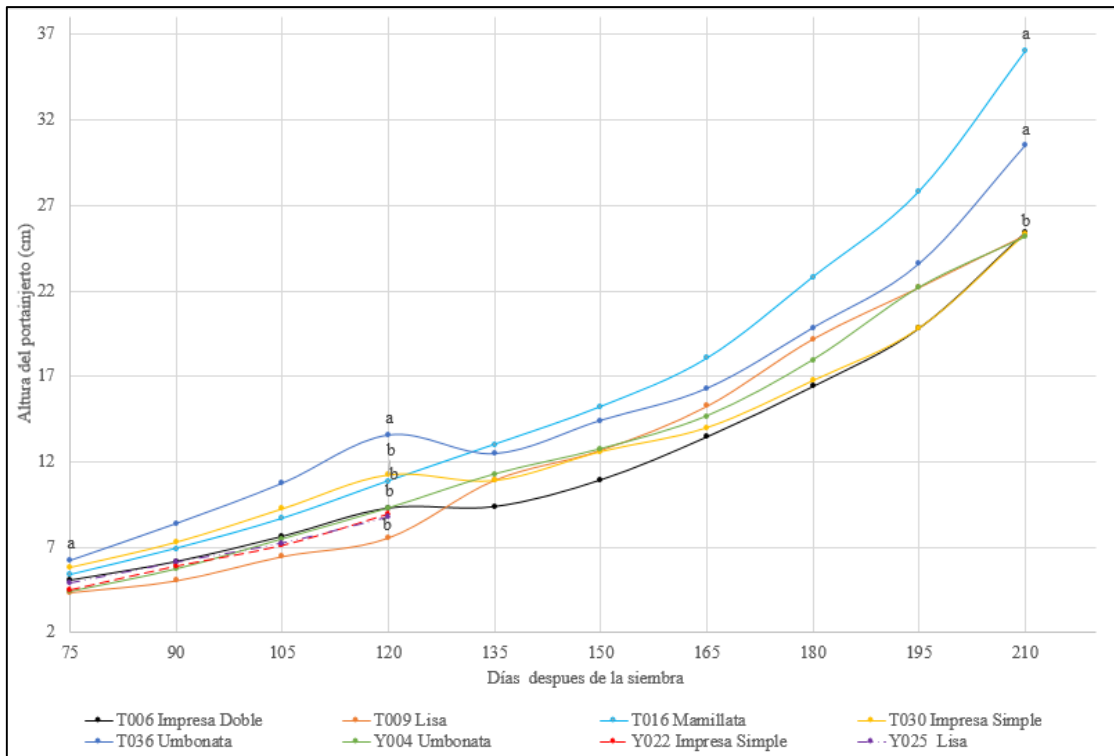
Los morfotipos Impresa Simple (Y022) y Lisa (Y025) se evaluaron hasta los 120 días debido al proceso de germinación tardío en estos morfotipos.

**Tabla 9.** Altura de portainjertos de los diferentes morfotipos.

Morfotipo	n	Días después de la siembra		
		75	120	210
Impresa Doble (T006)	40	5.09	9.31	25.41
Lisa (T009)	40	4.36	7.56	25.25
Mamillata (T016)	40	5.37	10.87	36.05
Impresa Simple (T030)	40	5.84	11.24	25.30
Umbonata (T036)	40	6.21	13.55	30.50
Umbonata (Y004)	40	4.38	9.27	25.14
Impresa Simple (Y022)	40	4.54	8.97	-
Lisa (Y025)	40	4.91	8.76	-
Media		5.08	9.94	27.94
Desviación Estándar		0.63	1.74	4.10

Números con verde representa el mayor promedio y número con rojo representa el menor promedio

En la Figura 5, se muestra el crecimiento de los morfotipos desde los 75 a 210 días después de la siembra, donde se observa en la última evaluación que el mejor tratamiento fue Mamillata (T016) con 36.05 cm.



Letras diferentes en sentido vertical expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa<0,05)

**Figura 5.** Altura de morfotipos.

#### 4.4.2 Diámetro del tallo

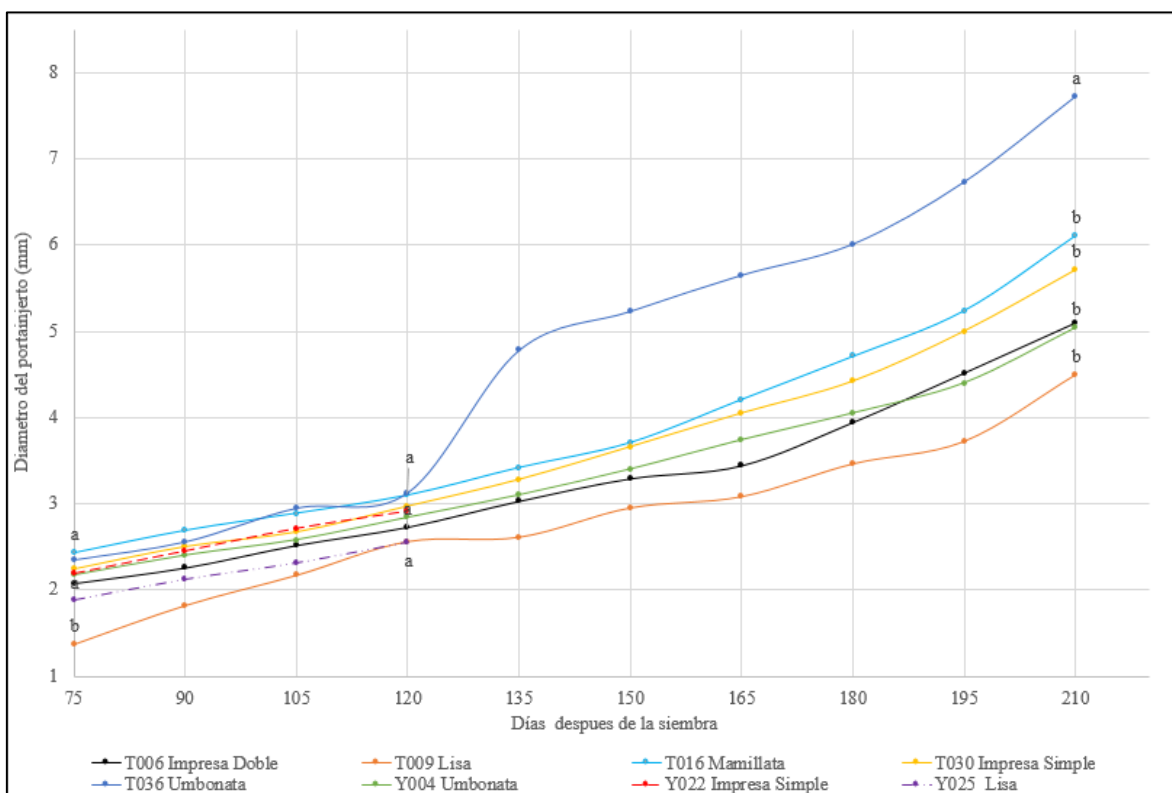
En la Tabla 10, se obtuvo que a los 75, 120 y 210 días después de la siembra el tratamiento Umbonata (T036) alcanzó un promedio de 2.43, 3.13y 7.72 mm respectivamente, siendo el tratamiento con mayor desarrollo frente a los demás tratamientos.

**Tabla 10.** Diámetro de portainjertos de los diferentes morfotipos

Morfotipo	n	Días después de la siembra		
		75	120	210
Impresa Doble (T006)	40	2.08	2.73	5.09
Lisa (T009)	40	<b>1.37</b>	2.56	<b>4.49</b>
Mamillata (T016)	40	2.35	3.10	6.11
Impresa Simple (T030)	40	2.24	2.97	5.71
Umbonata (T036)	40	<b>2.43</b>	<b>3.13</b>	<b>7.72</b>
Umbonata (Y004)	40	2.17	2.84	5.04
Impresa Simple (Y022)	40	2.19	2.91	-
Lisa (Y025)	40	1.88	<b>2.55</b>	-
Media		2.09	2.85	5.69
Desviación Estándar		0.31	0.21	1.04

Números con verde representa el mayor promedio y número con rojo representa el menor promedio

En la Figura 6, se muestra el crecimiento de los morfotipos desde los 75 a 210 días después de la siembra, donde se observa en la última evaluación que el mejor tratamiento fue Umbonata (T036) con 7.72 mm.



Letras diferentes en sentido vertical expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa<0,05)

**Figura 6.** Diámetro de los morfotipos.

#### 4.4.3 Número de hojas

En la Tabla 11, se evidenció que a los 75, 120 y 210 días después de la siembra los tratamientos Lisa (T009) y Mamillata (T016) alcanzó un promedio de 2, 5 y 13 hojas respectivamente, siendo los tratamientos con mayor desarrollo foliar a los demás.

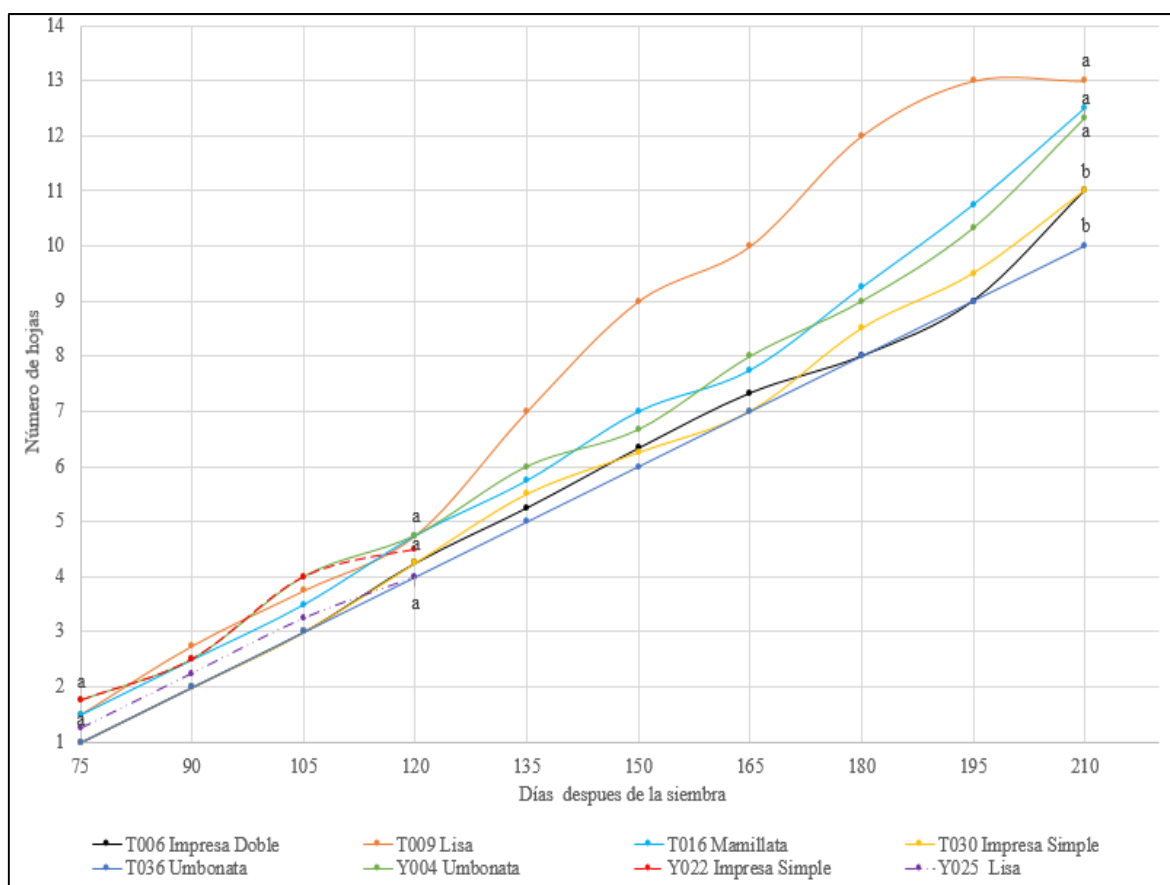
**Tabla 11.** Número de hojas de los diferentes morfotipos

Morfotipo	n	Días después de la siembra		
		75	120	210
Impresa Doble (T006)	40	1	4	11
Lisa (T009)	40	2	5	13
Mamillata (T016)	40	2	5	13
Impresa Simple (T030)	40	1	4	11
Umbonata (T036)	40	1	4	10

Umbonata (Y004)	40	2	5	12
Impresa Simple (Y022)	40	2	5	-
Lisa (Y025)	40	1	4	-
Media		2.09	1,50	4,50
Desviación Estándar		0.31	0,50	0,50

Números con verde representa el mayor promedio y número con rojo representa el menor promedio

En la Figura 7, se muestra el crecimiento de los morfotipos desde los 75 a 210 días después de la siembra, donde se observa en la última evaluación que los mejores tratamientos fueron Lisa (T009) y Mamillata (T016) con 13 hojas.



Letras diferentes en sentido vertical expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa<0,05)

**Figura 7.** Número de hojas de los morfotipos.

#### 4.4.4 Longitud de hojas

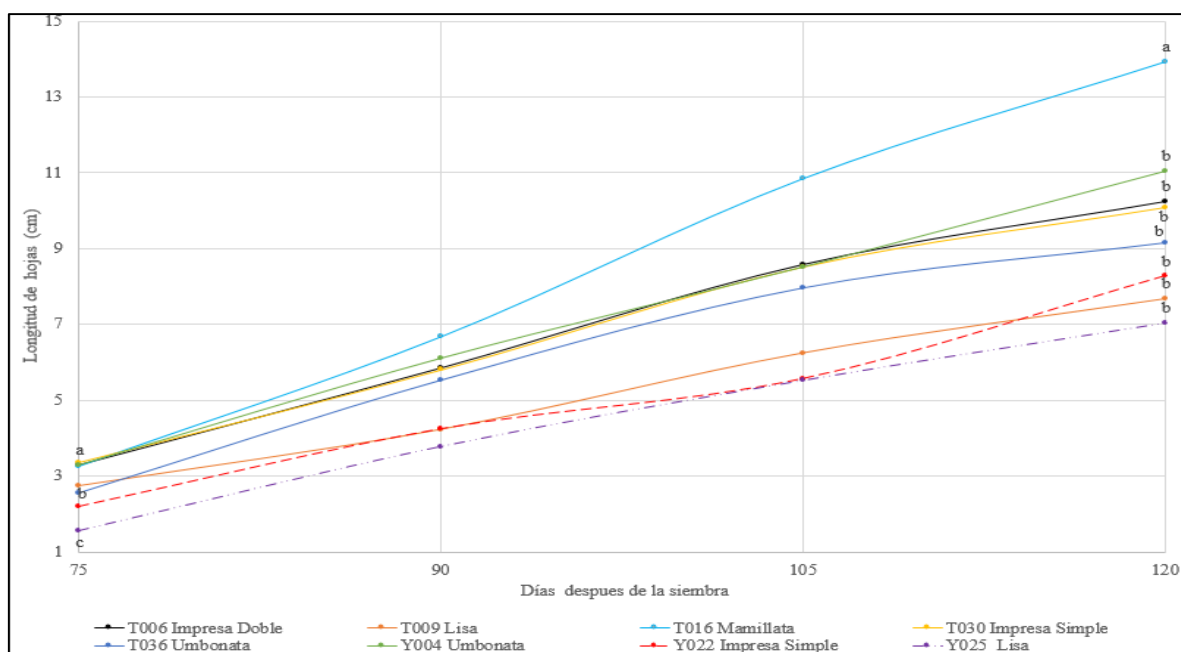
En la Tabla 12, se presenta que a los 75 días después de la siembra el tratamiento Impresa Simple (T030) alcanzó un promedio de 3.37 cm. A los 210 días después de la siembra el tratamiento Mamillata (T016) alcanzó 13.93 cm siendo el tratamiento con mayor desarrollo frente a los demás tratamientos.

**Tabla 12.** Longitud de hojas de los diferentes morfotipos

Morfotipo	n	Días después de la siembra	
		75	120
Impresa Doble (T006)	40	3.28	10.26
Lisa (T009)	40	2.74	7.68
Mamillata (T016)	40	3.27	<b>13.93</b>
Impresa Simple (T030)	40	<b>3.37</b>	10.10
Umbonata (T036)	40	2.56	9.15
Umbonata (Y004)	40	3.31	11.04
Impresa Simple (Y022)	40	2.22	8.28
Lisa (Y025)	40	<b>1.55</b>	<b>7.05</b>
Media		2.78	9.69
Desviación Estándar		0.61	2.05

Números con verde representa el mayor promedio y número con rojo representa el menor promedio

En la Figura 8, se muestra el crecimiento longitudinal de las hojas desde los 75 a 120 días después de la siembra, donde se observa en la última evaluación que el mejor tratamiento fue Mamillata (T016) con 13.93 cm.



Letras diferentes en sentido vertical expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa<0,05)

**Figura 8.** Longitud de hojas de morfotipos.

#### 4.4.5 Ancho de hojas

En la Tabla 13, se evidenció que a los 75 días después de la siembra el tratamiento Impresa Simple (T030) alcanzó un promedio de 2.15 cm. A los 210 días después de la siembra el

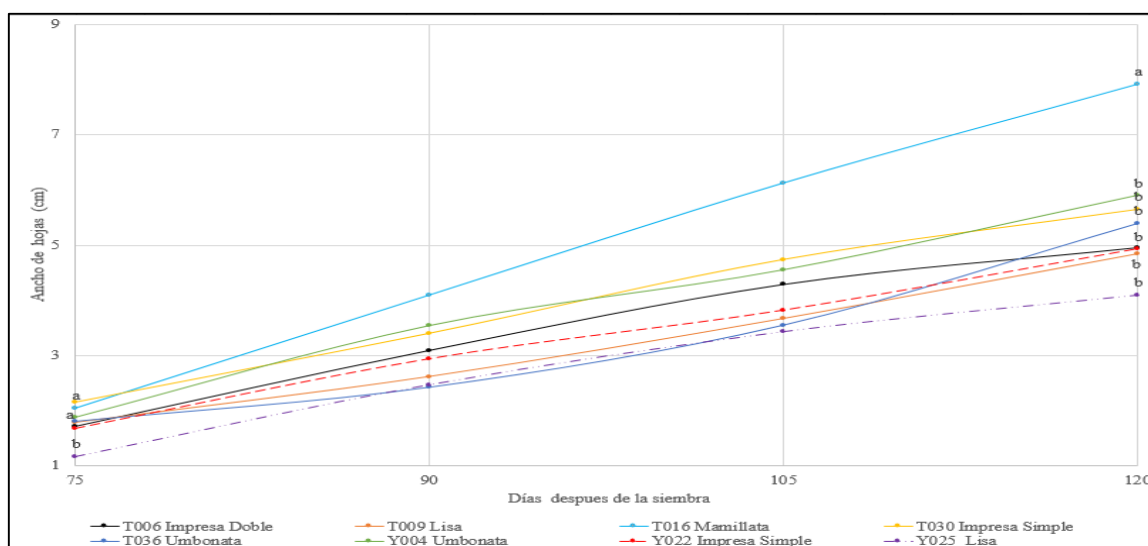
tratamiento Mamillata (T016) alcanzó 7.92 cm siendo el tratamiento con mayor desarrollo frente a los demás tratamientos.

**Tabla 13.** Ancho de hojas de los diferentes morfotipos

Morfotipo	n	Días después de la siembra	
		75	120
Impresa Doble (T006)	40	1.71	4.96
Lisa (T009)	40	1.79	4.84
Mamillata (T016)	40	2.05	<b>7.92</b>
Impresa Simple (T030)	40	<b>2.15</b>	5.65
Umbonata (T036)	40	1.80	5.40
Umbonata (Y004)	40	1.88	5.90
Impresa Simple (Y022)	40	1.68	4.93
Lisa (Y025)	40	<b>1.17</b>	<b>4.09</b>
Media		2.78	1.78
Desviación Estándar		0.61	0.27

Números con verde representa el mayor promedio y número con rojo representa el menor promedio

En la Figura 9, se muestra el crecimiento del ancho foliar desde los 75 a 120 días después de la siembra, donde se observa en la última evaluación que el mejor tratamiento fue Mamillata (T016) con 7.92 cm.



Letras diferentes en sentido vertical expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa<0,05)

**Figura 9.** Ancho de hojas de morfotipos.

#### 4.4.6 Longitud de raíces principales

En la Tabla 14, se obtuvo que a los 75 días después de la siembra el morfotipo Impresa Simple (Y022) alcanzó un promedio de 8.38 cm. A los 120 días después de la siembra el



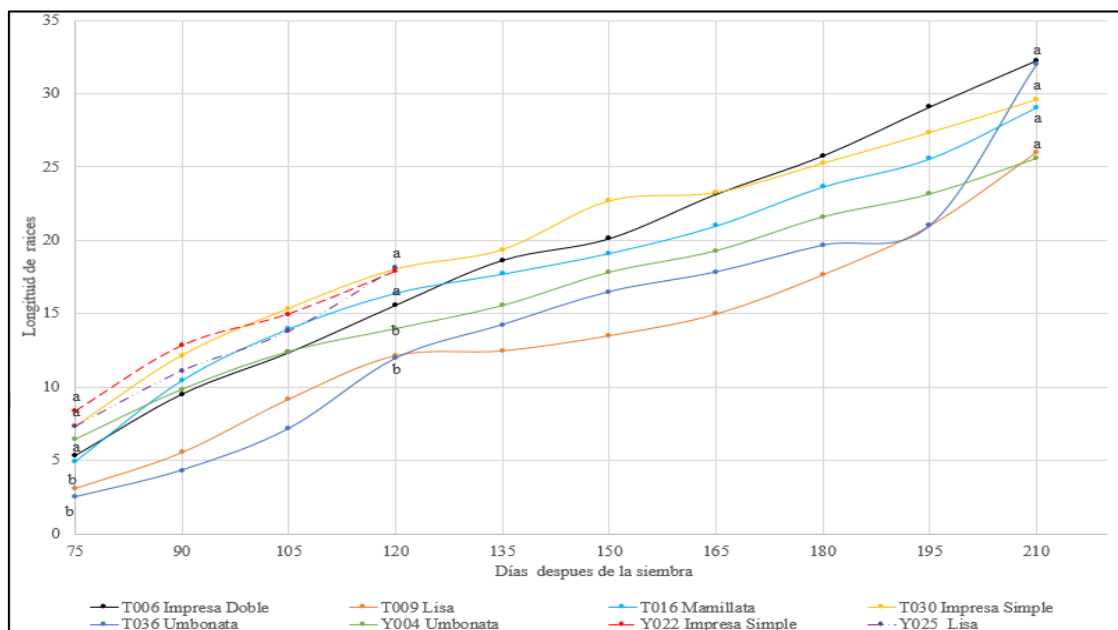
morfotipo Lisa (Y025) alcanzó un promedio de 18.16 cm. A los 210 días después de la siembra el morfotipo Impresa Doble (T006) alcanzó un promedio de 32.28 cm, siendo el tratamiento con mayor desarrollo radicular frente a los demás tratamientos.

**Tabla 14.** Longitud de raíces principales de los diferentes morfotipos

Morfotipo	n	Días después de la siembra		
		75	120	210
Impresa Doble (T006)	40	5.35	15.60	<b>32.28</b>
Lisa (T009)	40	3.13	12.17	26.00
Mamillata (T016)	40	4.94	16.41	29.08
Impresa Simple (T030)	40	7.33	18.04	29.59
Umbonata (T036)	40	<b>2.50</b>	<b>11.96</b>	32.00
Umbonata (Y004)	40	6.43	13.98	<b>25.61</b>
Impresa Simple (Y022)	40	<b>8.38</b>	17.87	-
Lisa (Y025)	40	7.35	<b>18.16</b>	-
Media		5.68	15.52	29.09
Desviación Estándar		1.96	2.40	2.60

Números con verde representa el mayor promedio y número con rojo representa el menor promedio

En la Figura 10, se muestra el crecimiento de los morfotipos desde los 75 a 210 días después de la siembra, donde se observa en la última evaluación que el mejor tratamiento fue Impresa Doble (T006) con 32.28 cm.



Letras diferentes en sentido vertical expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa<0,05)

**Figura 10.** Longitud de raíces de morfotipos

#### 4.4.7 Número de raíces principales

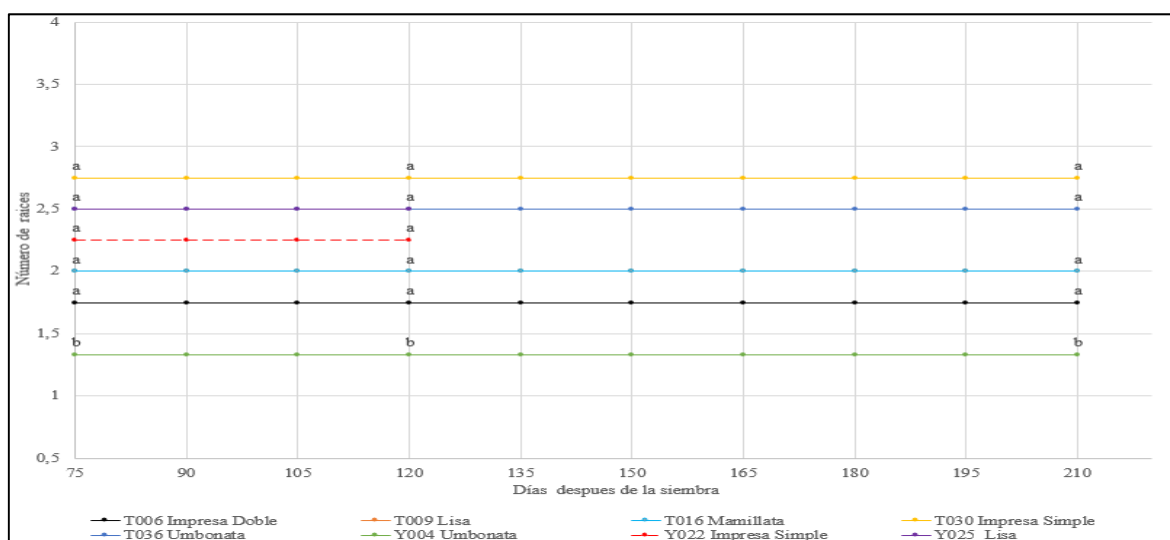
En la Tabla 15, se evidenció que a los 75, 120 y 210 días después de la siembra el tratamiento Impresa Simple (T030) alcanzó un promedio de 2.75 raíces, siendo el tratamiento con mayor número de raíces, en contraste el tratamiento Umbonata (Y004) alcanzó un promedio de 1.33 raíces.

**Tabla 15.** Número de raíces principales de los diferentes morfotipos

Morfotipo	n	Días después de la siembra		
		75	120	210
Impresa Doble (T006)	40	1.75	1.75	1.75
Lisa (T009)	40	2.00	2.00	2.00
Mamillata (T016)	40	2.00	2.00	2.00
Impresa Simple (T030)	40	2.75	2.75	2.75
Umbonata (T036)	40	2.50	2.50	2.50
Umbonata (Y004)	40	1.33	1.33	1.33
Impresa Simple (Y022)	40	2.25	2.25	-
Lisa (Y025)	40	2.50	2.50	-
Media		2.13	2.13	2.05
Desviación Estándar		0.43	0.43	0.47

Números con verde representa el mayor promedio y número con rojo representa el menor promedio

En la Figura 11, se muestra el crecimiento de los morfotipos desde los 75 a 210 días después de la siembra, donde se observa que el mejor tratamiento fue Impresa Simple (T030) con 2.75 raíces.



Letras diferentes en sentido vertical expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa<0,05)

**Figura 11.** Número de raíces de morfotipos.

#### 4.5 Análisis de correlación

El análisis de correlación fue realizado entre las siguientes variables: Longitud de raíz principal, número de raíces, altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, longitud de hojas, ancho de hoja. Indicando aquellas correlaciones que tienen un Coeficiente de Correlación lineal de Pearson  $> 0.60$  y un  $p < 0.05$ , cabe recalcar que las correlaciones se hicieron para las fechas evaluadas (Tabla 16).

**Tabla 16.** Correlaciones entre variables morfológicas en plántulas de morfotipos de chirimoya.

Variable (1)	Variable (2)	N	Pearson	p-valor
75 Días				
Longitud - hoja	Ancho - hoja	32	0.79	0.000
90 Días				
Longitud - hoja	Ancho - hoja	32	0.86	0.000
Diámetro del tallo	Ancho - hoja	32	0.63	0.000
105 Días				
Longitud - hoja	Ancho - hoja	32	0.73	0.000
120 Días				
Longitud - hoja	Ancho - hoja	29	0.94	0.000
Altura de la planta	Diámetro del tallo	29	0.60	0.001
135 Días				
Número de hojas	Longitud de raíz	12	0.78	0.003
Altura de la planta	Diámetro del tallo	12	0.68	0.015
195 Días				
Altura de la planta	Diámetro del tallo	10	0.68	0.030
210 Días				
Altura de la planta	Diámetro del tallo	13	0.61	0.030

En la Tabla 16, se observan las correlaciones encontradas, y más relevantes a 75, 90, 105, 120 días después de la siembra. El ancho de la hoja tiene una correlación positiva con longitud de la hoja y diámetro del tallo; sin embargo, a los 120, 135, 195, 210 días se encuentra una correlación positiva entre diámetro del tallo con la altura de la planta.

## 4.6 Evaluación del prendimiento de los injertos

### Evaluar el prendimiento de los injertos en diferentes morfotipos de chirimoya

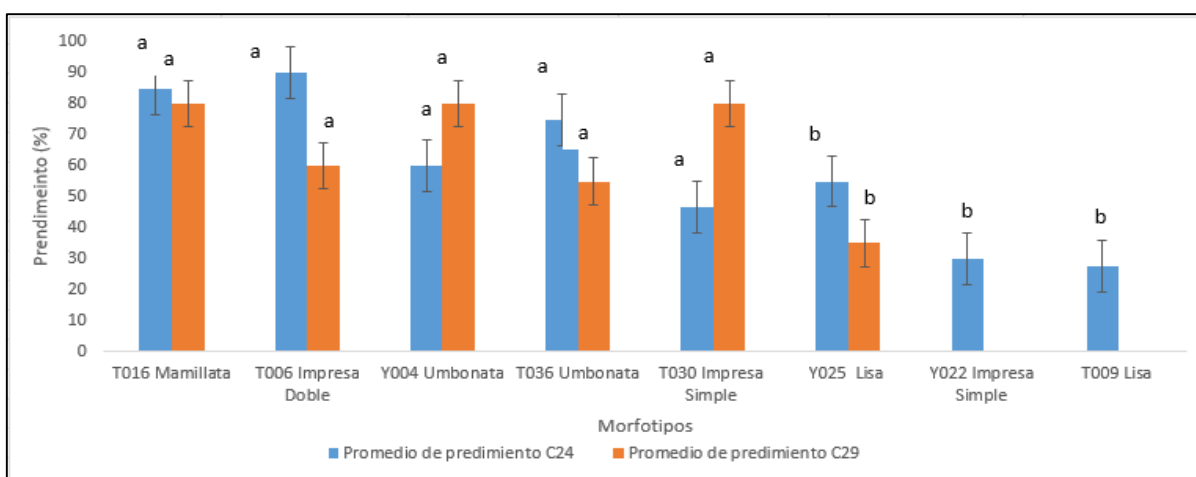
En la Tabla 17, se presenta que a los 15 días después de realizar el injerto, el morfotipo que obtuvo mejor prendimiento fue Mamillata (T016) con un promedio de 82.5 %, y el tratamiento que obtuvo el bajo porcentaje de prendimiento fue Lisa (T009) con 27.50 %.

**Tabla 17.** Turgencia de prendimiento de injertos a los 15 días de realizar el injerto

Morfotipos	n	Promedio de prendimiento C24	Promedio de prendimiento C29	Total
Mamillata (T016)	4	85.00	80.00	<b>82.50</b>
Impresa Doble (T006)	3	90.00	60.00	75.00
Umbonata (Y004)	3	60.00	80.00	70.00
Umbonata (T036)	4	75.00	55.00	65.00
Impresa Simple (T030)	3	46.70	80.00	63.35
Lisa (Y025)	4	55.00	35.00	45.00
Impresa Simple (Y022)	4	30.00	-	30.00
Lisa (T009)	4	27.50	-	<b>27.50</b>

Números con verde representa el mayor promedio y número con rojo representa el menor promedio

En la Figura 12, se muestra el porcentaje de prendimiento a los 15 días de realizar los injertos, donde se observa que el mejor morfotipo fue Mamillata (T016) con 82.50 % de prendimiento.



Letras iguales en sentido horizontal expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa<0,05)

**Figura 12.** Turgencia de injertos a los 15 días de realizar el injerto

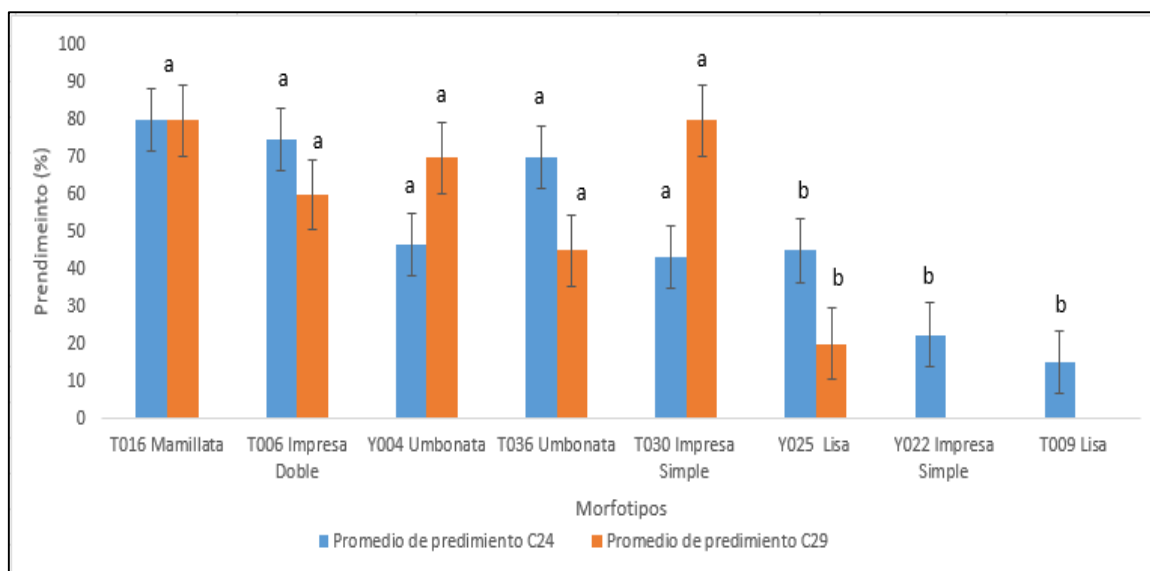
En la Tabla 18, se presenta que a los 25 días después de realizar el injerto, el morfotipo que obtuvo mejor prendimiento fue Mamillata (T016) con un promedio de 80.0 %, y el morfotipo que obtuvo el bajo porcentaje de prendimiento fue Lisa (T009) con 7.50 %.

**Tabla 18.** Brotación de injertos a los 25 días de realizar el injerto

Morfotipos	n	Promedio de prendimiento C24	Promedio de prendimiento C29	Total
Mamillata (T016)	4	80.00	80.00	80.00
Impresa Doble (T006)	3	75.00	60.00	67.50
Umbonata (Y004)	3	46.67	70.00	58.34
Umbonata (T036)	4	70.00	45.00	57.50
Impresa Simple (T030)	3	43.33	80.00	61.67
Lisa (Y025)	4	45.00	20.00	32.50
Impresa Simple (Y022)	4	22.50	-	22.50
Lisa (T009)	4	15.00	-	7.50

Números con verde representa el mayor promedio y número con rojo representa el menor promedio

En la Figura 13, se muestra el porcentaje de prendimiento a los 25 días de realizar los injertos, donde se observa que el mejor morfotipo fue Mamillata (T016) con 80.00 % de prendimiento.



Letras iguales en sentido horizontal expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de DGC (Alfa<0,05)

**Figura 13.** Brotación de injertos a los 25 días de realizar el injerto

#### 4.6.1 Análisis de correlación en plántulas injertadas.

Se realizó un análisis de correlación entre las siguientes variables: diámetro del portainjertos, porcentaje de prendimiento, días al prendimiento y altura del injerto. Se consideraron las que tienen un coeficiente de correlación lineal de Pearson  $> 0.50$  y un  $p < 0.05$ , cabe recalcar que las correlaciones se hicieron luego de 25 días de realizar el injerto (Tabla 19).

**Tabla 19.** Correlaciones entre variables morfológicas de plántulas injertadas en morfotipos de chirimoya

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
Diámetro del portainjerto	Porcentaje de Prendimiento.	32	0.592	0.000
	Altura del injerto	32	0.528	0.002

En la Tabla 19, se observan las correlaciones principales y más relevantes luego de haber realizado el injerto. El diámetro del portainjerto presentó correlación positiva con el porcentaje de prendimiento y la altura del injerto.

## 5 DISCUSIÓN

### 5.1 Germinación

La germinación utilizando ácido giberélico en 800 ppm a los 25 días fue de 23.6 %, a los 30 días de 20%, y a los 35 días fue de 9.8 %, dando un total de 53.4 % en un periodo de 35 días, mismas que se encuentran dentro de los valores establecidos por De Smet *et al.* (1999), quienes señalan que la emergencia varió entre 47.5 % y 74.5 %, a lo largo de un período de hasta 98 días utilizando concentraciones de 500 ppm a 500 ppm de ácido giberélico. A su vez Lobo *et al.* (2007) con la aplicación de ácido giberélico a 800 ppm, obtuvieron una germinación del 91,7 % en chirimoya. En contraste, la mayor emergencia de embriones en guanábana se obtuvo mediante la imbibición con 800 ppm de GA3, con una germinación del 62,5 %. El porcentaje de germinación utilizando agua destilada a los 73 días fue de 40 %. Así, Colauto *et al.* (2003) reportaron germinaciones en atemoya (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.), sin tratamientos de remoción de latencia, del orden del 1 hasta el 5% de emergencia y del 3,8 % con simientes de *Annona squamosa* L., en un período de 63 días. En el mismo contexto, Infante y Moreno (2005) encontraron germinaciones inferiores al 20 %, luego de 120 días, en *Annona glabra* L. Vilar *et al.* (2005). En el género *Annona* las germinaciones son bajas en los diferentes estudios revisados, pero utilizando ácido giberélico se logra rapidez en la germinación.

### 5.2 Comportamiento Fenológico

Las fases fenológicas observadas en el estudio utilizando ácido giberélico como germinador y sustrato turba se evidenciaron 5 fases las cuales se cumplieron en los 37 días, donde la planta presentó un par de hojas verdaderas. Mientras que las fases fenológicas utilizando agua destilada como germinador y sustrato elaborado (tierra orgánica, humus y arena) se observaron 5 fases que se cumplieron en 60 días, hasta que la plántula presentó un par de hojas verdaderas. Por lo tanto, se puede diferenciar que el ácido giberélico y la

turba aceleran las fases fenológicas en las plántulas de chirimoya. Además, la turba presenta mayor porosidad y cantidad de nitrógeno, en relación al nitrógeno encontrado en el sustrato elaborado. Esto se puede contrastar en el estudio realizado por Finneseth *et al.*, (1998) donde describieron el desarrollo de la plántula de *Asimina triloba* L. en cuatro estados sucesivos: emergencia de la radícula, aparición del hipocótilo, emergencia del hipocótilo y caída de las envolturas seminales, quedando la plántula completamente formada en un lapso de 70 días, los autores le atribuyen latencia morfológica debido al escaso desarrollo de los cotiledones. El tipo de germinación se denomina epigea criptocotilar por cuanto la semilla y sus envolturas se levantaron sobre el sustrato al momento de la emergencia del hipocótilo, por lo cual se encuentra dentro de la clasificación de Duke (1969), Además, según el criterio de De Vogel (1980), este patrón de germinación y de formación de la plántula ha sido hallado también en *Annona squamosa* (Hayat, 1963) y *Annona triloba* (Finneseth *et al.*, 1998); que se contrasta en el estudio realizado por Hayat, (1963) y De Smet *et al.* (1999) describieron la germinación de la *Annona cherimola* como epigea fanerocotilar por cuanto las envolturas y otros residuos seminales quedan dentro del sustrato, al erigirse el hipocótilo. Además, Heijden y Bouman (1988) reportaron luego de realizar algunos estudios, que las especies de Annonaceae presentan varios tipos de germinación, intercambiándose las condiciones epigea e hipógea con los tipos fanerocotilares o criptocotilares. Hayat (1963) sugirió que la condición criptocotilar en algunas especies de Annonaceae, se debe a un mayor grado de ruminado del endospermo, mientras que en fanerocotilares presentan un menor grado.

La altura de la planta a los 210 días después de la siembra con promedio de 33.27 cm en los morfotipos Mamillata (T016) y Umbonata (T036), fue mayor al registrado en el estudio realizado por Achupallas (2019) donde el tratamiento que alcanzó mayor altura fue con 27.57 cm a los 190 días. A su vez Miranda (2017), que realizó un estudio en diferentes



morfotipos de Anonaceas a los 150 reportó una altura de 41 cm en *Annona cherimola*, 40.69 cm *Annona muricata*, 38.90 cm *Annona reticulata*, 37.05 cm *Annona purpurea*.

El diámetro de los portainjertos en el estudio a los 210 días después de la siembra presentó un promedio de 7.72 mm para el morfotipo Umbonata (T036), valor mayor a los encontrados en el estudio de Achupallas (2019), donde señala que el tratamiento que alcanzó el mayor diámetro fue 6.61 mm a los 190 días. Lo que concuerda con Miranda (2017) que realizó un estudio en diferentes morfotipos de Anonaceas con 7.65 mm de diámetro a los 120 días.

El promedio de hojas a los 210 días fue de 13 hojas en el morfotipo Lisa (T009), Mamillata (T016) y Umbonata (Y004); la longitud de la hoja y el ancho de hoja presentó un promedio de 13.93 cm y 7.92 cm respectivamente a los 210 días en el morfotipo Mamillata (T016), valores que concuerdan con los reportados por Pinto *et al.* (2005) quienes consideraron hojas completamente formadas las que presentan de 10 – 20 cm de largo por 4 – 8 cm de ancho. Las variables longitud y número de raíces principales a los 210 días, obtuvieron un promedio de 29.09 cm y 2.25 raíces, valores que no concuerdan con los obtenidos por Achupallas (2019), que señala el tratamiento con mayor longitud de raíces fue 36.22 cm a los 190 días.

El desarrollo de los portainjertos fue mejor en comparación con otros estudios por el hecho que las plántulas en el desarrollo se encontraban bajo invernadero, que servía para controlar las condiciones climáticas tales como: precipitación, viento, temperatura y humedad relativa, de esta manera la temperatura durante el tiempo de estudio se mantenía en un promedio de 23 °C lo cual se encuentra dentro de los parámetros establecidos para el crecimiento del cultivo de chirimoya. Además, se utilizó un sustrato tratando de simular las condiciones óptimas del crecimiento de las plantas las que según Guirado *et al.* (2009) tiene que presentar buen nivel de materia orgánica, pH 6.0 a 7.5 y condiciones climáticas

como: temperatura 15 – 25 °C y humedad relativa 65 – 80 %. Por lo tanto, el análisis de suelo realizado se obtuvo que el sustrato presentaba 7.41 de pH, materia orgánica de 5.60 que según la interpretación de resultados se encuentra dentro del parámetro alto.

Al realizar las correlaciones de las variables de los portainjertos se obtuvo que la altura de la planta favorece al crecimiento del diámetro del tallo. Además, el número de hojas se correlaciona positivamente con la longitud de la raíz principal que se puede interpretar que el crecimiento radicular es mayor debido a que existen mayor capacidad de realizar la fotosíntesis a su vez la formación de glucosa que ayuda al desarrollo de las plántulas.

### **5.3 Prendimiento de injertos**

El porcentaje de prendimiento obtenido en los morfotipos Impresa Doble (T006), Mamillata (T016) y Umbonata (T036) fue mayor a 80 % a los 15 días de evaluación con el injerto púa terminal. Esto se contrasta con Nakasone y Paull (1998) citado por Guerrero y Fischer (2007), que indican que los injertos que más éxito han tenido son el de bisel, escudete y púa terminal, con un porcentaje de prendimiento superior al 70 %. Además, Labanda (2019), indica que en el injerto púa lateral se obtuvo 40 % de prendimiento a los 30 días de evaluación, y con el método de injertación púa terminal obtuvo un 46.67 % de prendimiento utilizando cinta parafilm para el amarre y bajo invernadero.

El porcentaje de prendimiento fue mejor por el uso de varetas de ramas nuevas que se encuentren en la parte sub-terminal de la planta de consistencia semi-leñosa y de aproximadamente un año de edad, lo cual coincidía con la consistencia semi-leñosa del portainjerto, lo que servía para que los tejidos de la vareta y portainjertos se unan y cicatricen con rapidez. Además, se utilizaron bolsas plásticas de polietileno que permiten que en torno a la vareta injertada se cree un microambiente de humedad relativa alta evitando la deshidratación de las varetas.

Al realizar las correlaciones de las variables de los injertos se obtuvo que la variable altura del injerto está relacionado directamente con el diámetro del portainjerto, a su vez esta variable influye directamente en el porcentaje de prendimiento, lo que señala Aguilar y Cabrera (2003) que el diámetro óptimo para realizar el injerto es de 6 a 9 mm para lo cual el material a utilizarse para obtener un porcentaje alto de prendimiento el diámetro tiene que estar dentro del rango recomendado. Sin embargo, no se han encontrado información que sirva para contrastar con esta investigación.

## 6 CONCLUSIONES

- ✚ Las plántulas de chirimoya bajo invernadero presentaron 6 estados fenológicos secuenciales: Aparición del hipocótilo, hipocótilo cuello de cisne, emergencia del hipocótilo y envolturas seminales, caída de envolturas seminales y plántula completamente formada. Esto se manifestó bajo temperatura y humedad promedio de 24 °C y 47 %, respectivamente.
- ✚ El tipo de germinación que se observó en los morfotipos de chirimoya fue epigea criptocotilar.
- ✚ El uso de ácido giberélico acelera la germinación, culminándose las 6 primeras etapas fenológicas en 187 días, mientras que, con agua destilada, se llevaron a cabo en 210 días.
- ✚ Los morfotipos Mamillata (T016) y Umbonata (T036), fueron los que obtuvieron mejor crecimiento en altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, longitud y ancho de la hoja, longitud y número de raíces, presentando una correlación positiva entre las variables altura de la planta y diámetro del tallo.
- ✚ El mejor prendimiento de los injertos a los 15 y 25 días fueron los siguientes morfotipos: Impresa Doble (T006), Mamillata (T016), Umbonata (Y004), Impresa Simple (T030), Umbonata (T036) con 65 – 90 %, presentando una correlación positiva entre la variable diámetro del portainjertos con porcentaje de prendimiento y altura del injerto.

## 7 RECOMENDACIONES

- ✚ Usar como portainjertos los morfotipos Mamillata (T016), Umbonata (Y004), Umbonata (T036), que presentan características destacadas como: rápido crecimiento, mayor diámetro de tallo, número de hojas, longitud y ancho de hojas, longitud y número de raíces.
- ✚ Para la obtención de plantas de chirimoya en corto tiempo se recomienda la aplicación de ácido giberélico en 800 ppm, luego realizar el repique en turba y tubetes, hasta cuando las plántulas presenten 2 hojas verdaderas.
- ✚ En el momento de realizar el injerto tratar de que la vareta tenga un diámetro similar al del portainjertos, lo que ayudaría a tener mayor contacto de los tejidos, al momento del amarre evitar que la herida quede expuesta a la humedad y aire, evitando la contaminación de agentes patógenos.
- ✚ Continuar con el estudio de los morfotipos injertados, para evaluar su adaptabilidad en condiciones de campo hasta la producción.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- Achupallas, R. P. (2019). Efecto del ácido giberélico y escarificación sobre la germinación y el crecimiento inicial en Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Aguilar, K. M. y Cabrera, L. O. (2003). Desarrollo de portainjertos y Evaluación del prendimiento de injerto en Anona común (*Annona diversifolia*) utilizando diferentes fertilizantes foliares y al suelo. San Salvador: Universidad de El Salvador.
- Agustín, J. A. y Ledesma, S. (2014). Conservación y uso de los recursos genéticos de Annonaceae en México. *Fevereiro*, 36, 118-124.
- Andrade, R. (2009). Caracterización morfoagronómica y molecular de la colección de chirimoya *Annona cherimola* Mill en la Granja Experimental Tumbaco INIAP - Ecuador. Quito: Escuela Politécnica del Ejército, Ingeniería en Biotecnología.
- Biodiversity International y CHERLA. (2008). Descriptores para Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). Roma, Italia: Via dei Tre Denari.
- Burgos, J. A. (1954). Propagación vegetativa del cacao por los métodos de injerto y de estacas enraizadas. Tingo María, Perú: Estación Experimental Agrícola.
- Bydekerke, L., Scheldman, X., Van Ranst, E. y Van Damme, P. (1999). Estudio edafoclimatológico de Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en la provincia de Loja, Sur del Ecuador. *Acta Horticulturae* 497, ISHS.
- Caballero, J. F. (2007). Evaluación del crecimiento, desarrollo y patrón de maduración de cinco genotipos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) con potencial comercial. Tesis Doctoral. Mexico: Instituto de Enseñanzas e Investigación en Ciencias Agrícolas.
- Castro, J. (2007). Cultivo de la Anona. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Fundación para el fomento y promoción de la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria.
- Cautín, R. y Agustí M. (2005). Phenological growth stages of the cherimoya tree (*Annona cherimola* Mill.). *Scientia Horticulturae*, 105: 491 - 497
- Colauto, N.M., I. Massanori y C.S. Vieira. (2003). Superação da dormência em sementes de atemóia e fruta-do-conde. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25(2), 305-308.
- Colchado, O. P. (2017). Propagación de frutales por injerto y su adopción en los huertos de Huayo, Pataz, La Libertad. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo - Perú.

- Cruz, E. (2002). Cultivo de Anona. San Salvador: Centa.
- Delgado, M., Miralles de Imperial Horneado, R., Rodríguez, A. M. y Valero Sánchez, J. M. (2016). Estudio de turbas y residuos avícolas procedentes de pollo de engorde como componente de sustratos de cultivo. Madrid: Universidad Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA).
- De Smet, S., P. Van Damme, X. Scheldeman y J. Romero. (1999). Seed structure and germination of chirimoya (*Annona cherimola* Mill). *Acta Horticulturae*. 497: 269-278.
- Di Rienzo J., Casanoves F., Balzarini M., Gonzalez L., Tablada M., y Robledo C. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- De Vogel, E. F. (1980). Annonaceae. In: Seedlings of dicotyledons. The Netherlands Centre for Agric. Publishing and Documentation, Puder waigen, p. 168-181.
- Duke, J. A. (1969). On tropical tree seedlings. I. Seeds, seedlings, systems and systematic. *Ann. Missouri Bot. Garden* 56 (2): 154-161.
- Espiau, M., Gil, C., Pina, A., Frustero, R., y Errea, P. (2012). Propagación de frutales por injerto. Aragon: III Jornadas de la Red de Semillas de Aragón.
- Farré, Hermoso, Guirado, y García. (1999). Técnicas de cultivo del chirimoyo en España. *Acta Horticulturae*, Proceedings of the First International Symposium on Cherimoya., 105-118.
- Finneseth, C., D. Layne., y R. Geneve. (1998). Morphological development of the North American pawpaw during germination and seedling emergence. *Horticultural Science* 33 (5): 802-805.
- García, W., Guzmán, B., Lino, V., Rojas, J., Hermoso, J. M., Guirardo, E., y Hormaza, I. (2009). Manual de manejo integrado del cultivo de chirimoya. Cochabamba-Bolivia : PROINPA.
- Gardiazábal, F. y Rosenberg, G. (1993). “El Cultivo del Chirimoyo”. Chile: Universidad Católica de Valparaíso.
- Gastiazoro, T. (2000). Fenología Agrícola. Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias. UNC
- González, A. M. (2013). Revisión bibliográfica Chirimoya (*Annona Cherimola* Mill.), frutal tropical y sub-tropical de valores promisorios. *INCA* 34 (3), 52–63.
- Guerrero, E., y Fischer, G. (2007). Manejo Integrado en el cultivo de anón. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 154 - 169.

- Guirado, E., Hermoso, J., Pérez, M. J., y Farré, J. (2003). Introducción al Cultivo de Chirimoyo. Granada - España: Caja Rural de Granada.
- Guirado, E., Hermoza, J., Ángeles, M., y Farré, J. (2004). Introducción al cultivo de Chirimoyo. Granada España: Caja Rural de Granada .
- Hartman, H., y Kester, D. (1987). Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad. Antonio Merino Ambrosio. Barcelona. España: Editorial Continental. S.A.
- Hayat, M. (1963). Morphology of seed germination on seedling of *Annona squamosa*. *Botanical Gazette*. 124: 360-362.
- Heijden, E., y F. Bouman. (1988). Studies in Annonaceae. X. Seed anatomy of the *Annona* group. *Bot. Jahrb Syst.* 110 (1): 117-135.
- IIAP. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana . (2011). Contribuciones al conocimiento de Frutales Nativos Amazónicos. Perú: Editorial PerúCUADROS EIRL.
- INEC. (2016). Instituto Nacional de Estadística y Censo. Quito.
- Infante, D. y P. Moreno-Casasola. (2005). Effect of in situ storage, light, and moisture on the germination of two wetlands tropical tree. *Aquatic Botany*. 83, 206-218.
- Krajewski, A., y Rabe, A. (2015). Citrus flowering: A critical evaluation. *Journal of Horticultural Science* 70(3), 357 - 374.
- Labanda, D. F. (2019). Evaluación de métodos de injertación y edad de varetas en plántulas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill) Bajo Invernadero. Loja: Universidad Nacional de Loja
- Larranaga, N., Albertazzi, F., Fontecha, G., Palmieri, M., Rainer , H., Van Zonneveld, M., y Hormaza, J. (2017). A Mesoamerican origin of chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). Implications for the conservation of plant genetic resources. *Molecular ecology* 26, 4116-4130.
- Lederman , I. E., Dasilva, F. F., Bezerra, E. F., y Dossantos, V. F. (1997). Influence of rootstocks age and grafting methods on the vegetative propagation of soursop. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*.
- Liu, K., Li, H., Yuan, C., Huang, Y., Chen, Y., y Liu, J. (2014). Identification of phenological growth stages of sugar apple (*Annona squamosa* L.) using the extended BBCH-scale. *Scientia Horticulturae* 181: 78-80.
- Lobo, M., Delgado, Ó., Cartagena, J. R., Fernández, E., y Medina, C. I. (2007). Categorización de la germinación y la latencia en semillas de chirimoya (*Annona*



- cherimola* L.) y guanábana (*Annona muricata* L.), como apoyo a programas de conservación de germoplasma. *Agronomía Colombiana*, 231 - 244.
- López, O. P. (2017). Propagación de frutales por injerto y su adopción en los huertos de Huayo, Pataz, La Libertad. Trujillo- Perú: Universidad Nacional de Trujillo - Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Meza, N., y Baustista, D. (2004). Efecto de remojo y escarificación sobre la germinación de semillas y emergencia de plántulas en guanábana. *Agronomía Tropical*, 54(3).
- Miranda, F. F. (2017). Evaluación de métodos de injertación para la propagación de Guanábana (*Annona muricata* L. Annonaceae). Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Monteverde, E. (1989). Evaluación del Naranja “Valencia” sobre diez Patrones en valles Altos de Carabobo – Yaracuy. II. Calidad del Fruto y Recomendaciones. Maracay- Venezuela : FONIAP.
- Parada, F. A. (2001). Propagación vegetativa de plantas por medio del injerto, establecimiento y manejo de viveros. San Andrés, La Libertad/El Salvador.: CENTA.
- Pinto, A., Cordeiro, M., Andrade, C., Ferreira , F., Filguiera, H., Alvez, R., y Kimpara, D. (2005). *Annona* Species. University of Southampton.
- Ponce, J. M. (1979). Comportamiento de *Annona reticulata* L. sobre varios patrones. Proceedings of the Tropical Region. American. *Society of Horticultural. Sciences*, 23, 119-121.
- Remerfi. (2000). Metodología participativa para estudios ecogeográficos, etnobotánicos y con enfoque de género en Mesoamérica. México.
- Sánchez. (2013). Los sistemas de injerto en la agronomía Andalusí. *Revista d'Historia Moderna*, 41-63.
- Stewart, D., Dwyer, L. y Carrigan L. (1998). Respuesta fenológica a la temperatura del maíz. *Agronomy Journal* 90: 73 - 79.
- Tacán, M. (2007). Caracterización agromorfológica e identificación de zonas potenciales de conservación y producción de guanábana (*Annona muricata*) y chirimoya (*Annona cherimola*) en fincas de agricultores y condiciones ex situ en Costa Rica. CATIE. Escuela de Posgrado, 97.
- Van Damme, P. y Scheldeman, X. (2002). El fomento del cultivo de Chirimoya en América Latina. Belgica: Facultad de Agricultura y de Ciencias Biológicas Aplicadas de la Universidad de Gante.

- Vásquez, y Villavicencio. (2008). Cultivo de Chirimoya Guia N° 23. Quito - Ecuador: INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria). Recuperado el 12 de Junio de 2018, de <https://es.scribd.com/document/187270456/Factibilidad-Chirimoya-Ecuador>
- Vidal, H. L., Villegas, M. A., García, V. E., Becerril, A. E., y Mosqueda, V. R. (1999). Relaciones anatómicas y compatibilidad de *Annona muricata* var. sin fibra injertada sobre diversas anonáceas. *Horticultura Mexicana* 7(1), 80.
- Vilar, I., R.A. De Andrade y A. Baldo. (2005). Influência da temperatura na germinação de sementes de *Annona montana*. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27(2), 344-345.
- Warrington, I., y Kanemasu E. (1983). Maíz respuesta del crecimiento a la temperatura y al fotoperiodo I. Emergencia de las plántulas, iniciación de la borla y antesis. *Agronomy Journal*, 75: 745 -759.
- Xue, B., Tan, Y.-H., Thomas, D. C., Chaowasku T., Hou, X.-L., and Saunders, R. M. K. (2018). A new Annonaceae genus, Wuodendron, provides support for a post-boreotropical origin of the Asian-Neotropical disjunction in the tribe Miliuseae. *Taxon* 67, 250–266. doi: 10.12705/672.2
- Yaguana, F. (2018). Caracterización morfológica de poblaciones nativas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) con fines de aprovechamiento en la provincia de Loja. Universidad Nacional de Loja.

## 9 ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de suelo realizado al sustrato utilizado en el estudio

 <b>AGROCALIDAD</b> <small>AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO</small>	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b>	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<small>Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del                  MAGAP, Tumbaco - Quito                  Teléf.: 023828860 Ext. 2080</small>	<b>Rev. 5</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Hoja 1 de 2</b>

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E19-1242  
 Fecha emisión Informe: 21/08/2019

#### DATOS DEL CLIENTE

**Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>:** Juan Buri

**Dirección<sup>1</sup>:** San Cayetero

**Provincia<sup>1</sup>:** Loja

**Cantón<sup>1</sup>:** Loja

**Teléfono<sup>1</sup>:** 0981560146

**Correo Electrónico<sup>1</sup>:** andrsouri627@gmail.com

**N° Orden de Trabajo:** 11-2019-287

**N° Factura/Documento:** 012-001-0359

#### DATOS DE LA MUESTRA:

<b>Tipo de muestra<sup>1</sup>:</b> Suelo	<b>Conservación de la muestra:</b> Lugar fresco y seco	
<b>Cultivo<sup>1</sup>:</b> Chirimoya		
<b>Provincia<sup>1</sup>:</b> Loja	<b>Coordenadas<sup>1</sup>:</b>	<b>X:</b> ----
<b>Cantón<sup>1</sup>:</b> Loja		<b>Y:</b> ----
<b>Parroquia<sup>1</sup>:</b> Punzara		<b>Altitud:</b> ----
<b>Muestreado por<sup>1</sup>:</b> Juan Andrés Buri		
<b>Fecha de muestreo<sup>1</sup>:</b> 01-08-2019	<b>Fecha de inicio de análisis:</b> 08-08-2019	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 08-08-2019	<b>Fecha de finalización de análisis:</b> 21-08-2019	

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-1419	Punzara	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,41
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	5,60
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,28
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	137,9
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,29
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	18,29
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,51
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	61,5
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	2,72
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	5,06
Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	15,07		

**Analizado por:** Daniel Bedoya, Katty Pastás

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

<sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Rev. 5</b>  <b>Hoja 2 de 2</b>

**Observaciones:**


- Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.


INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA										
PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	<3,0	<0,15	<10,0	<0,20	<2,0	<0,5	<20,0	<5,0	<1,0	<3,0
MEDIO	3,0 - 5,0	0,15 - 0,30	10,0 - 20,0	0,20 - 0,38	2,0 - 5,0	0,5 - 1,5	20,0 - 40,0	5,0 - 15,0	1,0 - 4,0	3,0 - 7,0
ALTO	>5,0	>0,30	>20,0	>0,38	>5,0	>1,5	>40,0	>15,0	>4,0	>7,0


  

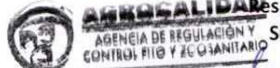
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA, COSTA Y AMAZONÍA					
	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
pH	≤ 5,5	> 5,5 - 6,5	> 6,5 - 7,5	> 7,5 - 8,0	> 8,0

FUENTE: INIAP. EÉSC. 2002

  
**Q. A. Luis Cacuango**  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliar y Aguas

  
**LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS**  
 TUMBACO - ECUADOR

  
 22 AGO 2019

  
**RECIBIDO**  
 TUMBACO - ECUADOR  
 21 AUG 2019

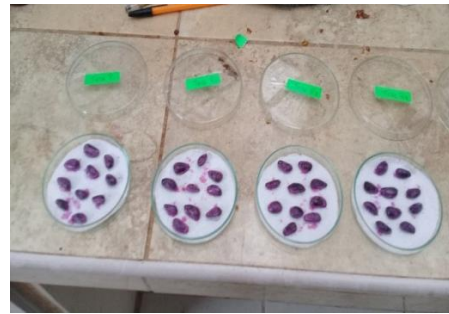
**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

<sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

**Anexo 2.** Trabajo de laboratorio, campo y toma de variables en plántulas de chirimoya.



**Figura 1.** Remojo de semillas de chirimoya.



**Figura 2.** Desinfección de semillas en Vitavax.



**Figura 3.** Colocación de las cajas Petri en la incubadora a 24 °C.



**Figura 4.** Preparación del sustrato (tierra – humus – arena ).



**Figura 5.** Toma de datos diámetro del tallo a la altura del cuello de la planta.



**Figura 6.** Toma datos del longitud y ancho de la hoja



**Figura 7.** Medición de la variable altura de la planta.



**Figura 8.** Observación y medición de la variable raíz y número de raíces.



**Figura 9.** Reconocimiento de morfotipos de chirimoya



**Figura 10.** Recolección de varetas en los morfotipos seleccionados.



**Figura 11.** Desinfección de varetas en Vitavax.



**Figura 12.** Almacenamiento de varetas en caja térmica de espuma Flex.



**Figura 13.** Realización de la cuña y hendidura en el proceso de injertación.



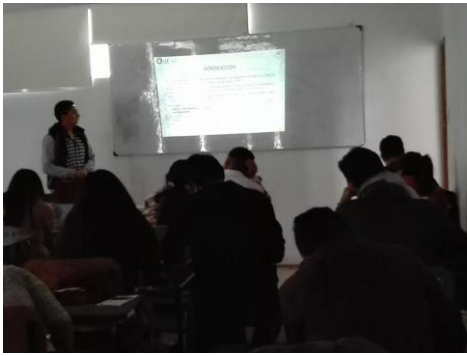
**Figura 14.** Amarrado del injerto con funda de plástico.



**Figura 15.** Evaluación del prendimiento de los injertos a los 15 días.



**Figura 16.** Evaluación del prendimiento de los injertos a los 25 días.



**Figura 17.** Presentación de los resultados del proyecto de tesis



**Figura 18.** Observación en campo de plántulas de chirimoya injertas.

**Anexo 3.** Promedios de datos de las variables estudiadas.

**Tabla 9.** Promedio de altura de la planta.

Morfortipo	Días después de la siembra									
	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210
Impresa Doble (T006)	5,09	6,18	7,65	9,31	9,39	10,95	13,46	16,41	19,81	25,41
Lisa (T009)	4,36	5,05	6,47	7,56	10,93	12,68	15,25	19,18	22,19	25,25
Mamillata (T016)	5,37	6,91	8,67	10,87	13,01	15,22	18,05	22,82	27,84	36,05
Impresa Simple (T030)	5,84	7,31	9,26	11,24	10,91	12,60	14,00	16,75	19,81	25,30
Umbonata (T036)	6,21	8,37	10,73	13,55	12,46	14,41	16,28	19,83	23,58	30,50
Umbonata (Y004)	4,38	5,70	7,46	9,27	11,26	12,74	14,66	17,95	22,19	25,14
Impresa Simple (Y022)	4,54	5,93	7,14	8,97						
Lisa (Y025)	4,91	6,12	7,24	8,76						
Media	5,08	6,44	8,03	9,94	11,33	13,05	15,28	18,82	22,57	27,94
Desviación Estándar	0,63	0,97	1,21	1,74	1,16	1,39	1,52	2,16	2,72	4,10

**Tabla 10.** Promedios de diámetro del tallo.

Morfortipo	Días después de la siembra									
	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210
Impresa Doble (T006)	2,08	2,26	2,52	2,73	3,03	3,29	3,44	3,94	4,51	5,09
Lisa (T009)	1,37	1,82	2,17	2,56	2,61	2,95	3,08	3,46	3,72	4,49
Mamillata (T016)	2,43	2,69	2,89	3,10	3,42	3,71	4,21	4,71	5,24	6,11
Impresa Simple (T030)	2,24	2,50	2,67	2,97	3,28	3,66	4,05	4,42	5,00	5,71
Umbonata (T036)	2,35	2,56	2,95	3,13	4,78	5,23	5,65	6,01	6,73	7,72
Umbonata (Y004)	2,17	2,40	2,58	2,84	3,10	3,40	3,74	4,05	4,40	5,04
Impresa Simple (Y022)	2,19	2,45	2,71	2,91						
Lisa (Y025)	1,88	2,12	2,31	2,55						
Media	2,09	2,35	2,60	2,85	3,37	3,71	4,03	4,43	4,93	5,69
Desviación Estándar	0,31	0,26	0,25	0,21	0,68	0,73	0,81	0,81	0,94	1,04

**Tabla 11.** Promedio del número de hojas.

Morfortipo	Días después de la siembra									
	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210
Impresa Doble (T006)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
Lisa (T009)	2	3	4	5	7	9	10	12	13	13
Mamillata (T016)	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13
Impresa Simple (T030)	1	2	3	4	6	6	7	9	10	11
Umbonata (T036)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Umbonata (Y004)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
Impresa Simple (Y022)	2	3	4	5						
Lisa (Y025)	1	2	3	4						
Media	1,50	2,50	3,50	4,50	5,83	6,83	7,83	9,17	10,33	11,67
Desviación Estándar	0,50	0,50	0,50	0,50	0,69	1,07	1,07	1,34	1,37	1,10



**Tabla 12.** Promedio de longitud de hojas

Morfortipo	Días después de la siembra			
	75	90	105	120
Impresa Doble (T006)	3,28	5,85	8,59	10,26
Lisa (T009)	2,74	4,23	6,25	7,68
Mamillata (T016)	3,27	6,68	10,85	13,93
Impresa Simple (T030)	3,37	5,81	8,53	10,10
Umbonata (T036)	2,56	5,53	7,96	9,15
Umbonata (Y004)	3,31	6,12	8,52	11,04
Impresa Simple (Y022)	2,22	4,26	5,58	8,28
Lisa (Y025)	1,55	3,78	5,53	7,05
Media	2,78	5,28	7,72	9,69
Desviación Estándar	0,61	0,98	1,71	2,05

**Tabla 13.** Promedio de ancho de hojas

Morfortipo	Días después de la siembra			
	75	90	105	120
Impresa Doble (T006)	1,71	3,09	4,29	4,96
Lisa (T009)	1,79	2,62	3,67	4,84
Mamillata (T016)	2,05	4,10	6,13	7,92
Impresa Simple (T030)	2,15	3,40	4,74	5,65
Umbonata (T036)	1,80	2,42	3,55	5,40
Umbonata (Y004)	1,88	3,54	4,55	5,90
Impresa Simple (Y022)	1,68	2,94	3,82	4,93
Lisa (Y025)	1,17	2,47	3,43	4,09
Media	1,78	3,07	4,27	5,46
Desviación Estándar	0,27	0,55	0,83	1,06

**Tabla 14.** Promedio de longitud de raíces.

Morfortipo	Días después de la siembra									
	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210
Impresa Doble (T006)	5,35	9,54	12,37	15,60	18,66	20,14	23,17	25,78	29,12	32,28
Lisa (T009)	3,13	5,58	9,21	12,17	12,50	13,53	15,00	17,67	21,00	26,00
Mamillata (T016)	4,94	10,46	13,98	16,41	17,72	19,13	21,00	23,66	25,58	29,08
Impresa Simple (T030)	7,33	12,17	15,37	18,04	19,36	22,69	23,25	25,25	27,34	29,59
Umbonata (T036)	2,50	4,33	7,17	11,96	14,25	16,50	17,84	19,67	21,00	32,00
Umbonata (Y004)	6,43	9,84	12,42	13,98	15,56	17,83	19,30	21,61	23,17	25,61
Impresa Simple (Y022)	8,38	12,83	14,98	17,87						
Lisa (Y025)	7,35	11,13	13,83	18,16						
Media	5,68	4,48	12,41	15,52	16,34	18,30	19,93	22,27	24,53	29,09
Desviación Estándar	1,96	2,82	2,68	2,40	2,45	2,87	2,93	2,93	3,08	2,60

**Tabla 15.** Promedio del número de raíces principales.

<b>Morfotipo</b>	<b>Días después de la siembra</b>									
	<b>75</b>	<b>90</b>	<b>105</b>	<b>120</b>	<b>135</b>	<b>150</b>	<b>165</b>	<b>180</b>	<b>195</b>	<b>210</b>
Impresa Doble (T006)	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
Lisa (T009)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Mamillata (T016)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Impresa Simple (T030)	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Umbonata (T036)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Umbonata (Y004)	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Impresa Simple (Y022)	2,25	2,25	2,25	2,25						
Lisa (Y025)	2,50	2,50	2,50	2,50						
Media	2,13	2,13	2,13	2,13	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
Desviación Estándar	0,43	0,43	0,43	0,43	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47

**Anexo 4.** Análisis de varianza y DGC

**Tabla 16.** Análisis de varianza a los 15 días de realizar el injerto, turgencia de yemas

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	15036.21	7	2148.03	8.76*	0.000
<b>Morfotipos</b>	15036.21	7	2148.03	8.76 *	0.000
<b>Error</b>	5150	21	245.24		
<b>Total</b>	20186.21	28			

**CV: 26.40**

**Tabla 17.** Test DGC del prendimiento de injertos a los 15 días de realizar el injerto, turgencia de yemas

<b>Morfotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E.</b>		
<b>T006 Impresa Doble</b>	90	3	9.04	a	
<b>T016 Mamillata</b>	82.5	4	7.83	a	
<b>Y004 Umbonata</b>	80	3	9.04	a	
<b>T030 Impresa Simple</b>	70	3	9.04	a	
<b>T036 Umbonata</b>	65	4	7.83	a	
<b>Y025 Lisa</b>	45	4	7.83		b
<b>Y022 Impresa Simple</b>	30	4	7.83		b
<b>T009 Lisa</b>	27.5	4	7.83		b

**Tabla 18.** Análisis de varianza a los 25 días del injerto, brotación

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	15503.16	7	2215	6 *	0.000
<b>Detalle</b>	15503.16	7	2215	6 *	0.000
<b>Error</b>	8241.67	21	392		
<b>Total</b>	23744.83	28			

**CV: 38.56**

**Tabla 19.** Test DGC del prendimiento de injertos a los 25 días de realizar el injerto, brotación.

<b>Morfotipos</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E.</b>		
<b>T016 Mamillata</b>	82.50	4	9.91	a	
<b>T006 Impresa Doble</b>	80.00	3	11.44	a	
<b>Y004 Umbonata</b>	66.67	3	11.44	a	
<b>T030 Impresa Simple</b>	60.00	3	11.44	a	
<b>T036 Umbonata</b>	57.50	4	9.91	a	
<b>Y025 Lisa</b>	32.50	4	9.91		b
<b>Y022 Impresa Simple</b>	22.50	4	9.91		b
<b>T009 Lisa</b>	22.50	4	9.91		b

## Anexo 5. Tríptico de difusión de resultados.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES.**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**"CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE PORTAINJERTOS EN MORFOTIPOS DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Mill.) DE LA PROVINCIA DE LOJA BAJO INVERNADERO"**

**LOJA – ECUADOR**  
2019

### INTRODUCCIÓN

El origen del chirimoya se encuentra en el sur del Ecuador y el norte de Perú (Guzmán et al., 2003), en territorios ubicados entre los 1000 a 2500 m s.n.m. (Farré et al., 1999).

La especie *Annona cherimola* Mill, por las características hermafroditas presenta gran variabilidad genética que promueven el cruce entre individuos, por tanto, frente a estas características desfavorables la práctica de injertos en la propagación asexual tiene una estrategia de producción en cultivos frutales.

El presente estudio se contribuirá con información sobre el manejo de portainjertos a nivel de vivero, permitirá identificar y recomendar un morfotipo de portainjertos

**Objetivo General:**

- Caracterizar el comportamiento fenológico de portainjertos de 8 genotipos de Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) de la provincia de Loja – bajo invernadero.

**Objetivo Específicos:**

- Determinar el comportamiento fenológico de 8 morfotipos de Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), desde la germinación hasta cumplir con las características óptimas para ser injertada.
- Evaluar el prendimiento de los injertos en diferentes morfotipos de chirimoya.

### MATERIALES Y METODOS

**UBICACIÓN** El Banco de germoplasma ubicada en el sector "Los Molinos" de la Quinta Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja, cuenta con una altitud de 2135 m s.n.m. y una temperatura media anual de 16.3 °C

**MANEJO DEL EXPERIMENTO:**

**Siembra:** en caja Petri, en incubadora a Temperatura de 24°C.  
**Sustrato:** 3:2:1 tierra de montaña, humus y arena.  
**Varetas:** C024 Impresa, C029 Lisa

**DISEÑO EXPERIMENTAL (DCA) 8 morfotipos con 10 plantas cada uno y 4 repeticiones**

Tratamiento	Morfotipo	Código	Sector
1	Impresa Doble	T006	Tocaranga
2	Lisa	T009	
3	Mamillara	T016	
4	Impresa Simple	T030	
5	Umbonara	T036	Yuma
6	Umbonara	Y004	
7	Impresa Simple	Y022	
8	Lisa	Y025	

### RESULTADOS

**Germinación**

**Acido giberélico concentrado en 800 ppm**

**Agua de estilada**

**Fenología en Turba y Sustrato elaborado**

Característica	T006	T009	T016	T030	T036	Y004	Y022	Y025	Imagen
1. Germinación	+	+	+	+	+	+	+	+	[Image]
2. Desarrollo de la raíz	+	+	+	+	+	+	+	+	
3. Desarrollo de la hoja	+	+	+	+	+	+	+	+	[Image]
4. Desarrollo del sistema radicular	+	+	+	+	+	+	+	+	
5. Desarrollo del sistema foliar	+	+	+	+	+	+	+	+	[Image]
6. Desarrollo del sistema de injerto	+	+	+	+	+	+	+	+	
7. Desarrollo del sistema de injerto	+	+	+	+	+	+	+	+	[Image]
8. Desarrollo del sistema de injerto	+	+	+	+	+	+	+	+	