



## **UNIVERSIDAD DE CUENCA**

### **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

#### **CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

“Determinación de la eficiencia de cuatro niveles de flores polinizadas, utilizando dos métodos de polinización manual, en chirimoya (*Annona cherimola* Mill), Guachapala-Azuay-Ecuador”

**Tesis previa la obtención del título de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autor:**

**Francisco José Andino Encalada**

**Directora:**

**Ing. Agro. Lourdes Elizabeth Díaz Granda M.Sc.**

**CUENCA-ECUADOR**

**2014**



## RESUMEN

La chirimoya es originaria del Ecuador, es un fruto muy apreciado por su exquisito sabor, lamentablemente el cultivo no se ha difundido en gran escala, lo cual se nota en el bajo rendimiento, deficiente calidad de fruta y escasas de información. Países como España, Perú y Chile, han desarrollado técnicas de polinización manual para aumentar la productividad y mejorar la calidad de la fruta.

Este trabajo tiene como objetivo establecer el nivel óptimo de flores a polinizar, mediante dos métodos de polinización artificial, en plantas de chirimoya de 4 años de edad y en una época forzada de producción.

La investigación se realizó en el cantón Guachapala, provincia del Azuay, en un lote en alta densidad: 4 m de ancho y 1,5 m por hilera. Para esta investigación se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo factorial de tres por dos, más uno. El análisis estadístico se lo realizó en R (Lenguaje y entorno de programación para análisis estadístico y gráfico) y en Spss

Se polinizaron 25, 50 y 75 flores por planta, utilizando el método insuflador y el método pincel, la investigación consta de una planta por unidad experimental y cuatro repeticiones, además se registró un tratamiento para medir la cantidad de polinización natural, en total se utilizaron 28 plantas para los siete tratamientos. Las variables evaluadas fueron: el número de frutos, el peso del fruto y la relación entre la humedad relativa y la temperatura, frente a polinización.

El método insuflador resultó ser el mejor método de polinización manual. El nivel de flores adecuadas a polinizar en esta investigación fue de 50 flores. Una humedad relativa alta en la mañana y al mediodía afectan negativamente el número de frutos, bajo las condiciones en que fue realizada la investigación.



Palabras claves:

Chirimoya-Flores-Polinización-Métodos de polinización-Insuflador-Pincel-Niveles óptimos de polinización-Época forzada.



## ABSTRACT

Chirimoyas originated in Ecuador, where it is valued for its exquisite flavor. However, its cultivation in the country remains neglected resulting in very low yields, poor fruit quality and lack of information about production systems. In countries like Spain, Perú and Chile, the cultivation of chirimoya has been improved by artificial pollination and control of the fruit quality.

This work was oriented to establish optimal levels for artificial pollination of chirimoya flowers through two methods in 4 year old chirimoya trees under forced production.

The project was conducted in Guachapala canton, in Azuay, in an orchard planted at a 4x1,5m spacing. The experiment was conducted using a randomized block design in factorial arrangement 3x2+1. Statistical analysis of the data was conducted in R and SPSS.

Twenty five, fifty and seventy flowers per plant were pollinated either using an “insuflador” or a brush. Each experimental unit consisted in one tree with four replicates per treatment plus an unpollinated control. A total of 28 trees were used in the experiment. The variables measured were fruit number, fruit weight, and the relationship between relative humidity, temperature and pollination.

Using the “insuflador” was better than the brush for pollination. The optimal number of flowers to pollinate was 50 flowers per tree. A high relative humidity in the morning and noon showed a negative correlation with the number of fruit set under our conditions.

Keywords:

Chirimoya- Pollinated- Pollination methods-“Insuflador”-Brush-Optimal levels of pollination- Forced production.



## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
3.1    Objetivo General.....	20
3.2    Objetivos Específicos.....	20
<b>4. HIPOTESIS .....</b>	<b>21</b>
Los niveles de flores polinizadas y los dos tipos de métodos de polinización manual, influyen en la productividad y calidad del fruto en el cultivo de la chirimoya. ....	21
<b>5. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>22</b>
5.1    Origen de la chirimoya.....	22
5.2    Taxonomía.....	23
5.3    Características botánicas.....	24
5.3.1    Sistema radicular.....	24
5.3.2    Tallos y hojas .....	24
5.3.3    Yemas .....	24
5.3.4    Flores .....	25
5.3.5    Fruto.....	25
5.4    Importancia económica y distribución geográfica .....	26
5.5    Valor Nutricional .....	29
5.6    Requerimientos edafoclimáticos .....	29
5.7    Marco de plantación .....	30
5.8    Problemas Fitosanitarios .....	32
5.8.1    Plagas .....	32
5.8.2    Enfermedades.....	32
5.9    Desarrollo del fruto y cosecha .....	34



5.9.1	Frutos recién cuajados .....	34
5.9.2	Frutos verdes .....	35
5.9.3	Envero .....	36
5.9.4	Frutos maduros .....	36
5.10	Potencial productivo de la especie .....	37
5.10.1	Estructura de la flor .....	38
5.10.2	Floración en el Ecuador .....	39
5.10.3	Biología reproductiva de la especie.....	40
5.11	Polen de buena calidad .....	43
5.12	Polinización.....	43
5.12.1	Análisis de la polinización .....	43
5.12.2	Proceso de polinización .....	44
5.13	Número de flores polinizadas por árbol .....	47
6.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	48
6.1	Materiales .....	48
6.1.1	Materiales físicos.....	48
6.1.2	Químicos .....	48
6.1.3	Biológicos.....	49
6.2	Métodos .....	51
6.2.1	Área de estudio .....	51
6.2.2	Descripción del lugar de investigación .....	51
6.2.3	Ubicación geográfica.....	52
6.3	Metodología para la investigación experimental .....	54
6.3.1	Un ciclo de producción en chirimoya de 4 años .....	54
6.3.2	Diseño experimental.....	66
7.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	68
7.1	Variable frutos cosechados.....	68
7.2	Variable peso de frutos .....	73
7.3	Variable humedad relativa y temperatura, frente al número de frutos. ....	79



7.4	Análisis económico .....	81
8.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	84
9.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	86
10.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	88
11.	<b>ANEXOS</b> .....	91



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Zonas productoras de chirimoya en el país .....	28
<b>Cuadro 2.</b> Valor nutricional de la chirimoya.....	29
<b>Cuadro 3</b> Tratamientos de la investigación .....	53
<b>Cuadro 4.</b> Distribución de cada tratamiento por repeticiones.....	53
<b>Cuadro 5</b> Fertilización en lote experimental .....	57
<b>Cuadro 6.</b> Riego en lote experimental.....	58
<b>Cuadro 7.</b> Control Fitosanitario en lote experimental .....	63
<b>Cuadro 8.</b> Comparaciones por pareja en la variable frutos cosechados .....	68
<b>Cuadro 9.</b> Promedio del número de frutos y área inicial de base transversal del tronco, de cada tratamiento. ....	70
<b>Cuadro 10.</b> ADEVA de la variable frutos cosechados.....	70
<b>Cuadro 11.</b> Porcentaje de cuajamiento de cada tratamiento, con el número de flores polinizadas. ....	72
<b>Cuadro 12.</b> Comparaciones por pareja en la variable peso de frutos por planta ..	73
<b>Cuadro 13.</b> Promedio del peso de frutos por planta y área inicial de base transversal del tronco, de cada tratamiento .....	75
<b>Cuadro 14.</b> Resultados obtenidos del ADEVA en el variable peso de fruto .....	75
<b>Cuadro 15.</b> Máxima capacidad de carga, que no afecta el tamaño del fruto, con un valor de 0,2 kg/cm <sup>2</sup> del área de la sección trasversal del tronco, ASTT .....	78
<b>Cuadro 16.</b> Coeficientes de humedad relativa y temperatura, frente al número de frutos.....	79
<b>Cuadro 17.</b> Costos fijos y variables por hectárea de cada tratamiento en investigación. ....	81





## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Origen de la chirimoya.....	22
<b>Imagen 2.</b> Clasificación de chirimoya según forma y disposición que crea cada carpelo en la superficie del fruto. ....	26
<b>Imagen 3.</b> Ciclo biológico en mosca de la fruta .....	32
<b>Imagen 4</b> Trilladora de flores.....	46
<b>Imagen 5.</b> Mapa del cantón Guachapala.....	51



## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Foto 1.</b> Poda en alta densidad.....	31
<b>Foto 2.</b> Fruto recién cuajado .....	35
<b>Foto 3.</b> Fruto de chirimoya en estado verde .....	35
<b>Foto 4.</b> Fruto en estado envero .....	36
<b>Foto 5.</b> Fruto maduro.....	37
<b>Foto 6.</b> Flor de chirimoya (cono pistilar blanco y estambres desprendiendo polen) .....	39
<b>Foto 7.</b> Estados de la flor de chirimoya .....	42
<b>Foto 8.</b> Preparación del suelo para lote de chirimoya .....	49
<b>Foto 9.</b> Chirimoya en alta densidad con plástico .....	50
<b>Foto 10.</b> Letrero de identificación .....	54
<b>Foto 11.</b> Poda a 6 yemas      Foto 12. Inicio de la brotación.....	55
<b>Foto 13</b> Toma del diámetro de tronco .....	56
<b>Foto 14.</b> Flores recolectadas en estado macho.....	59
<b>Foto 15.</b> Obtención de polen .....	59
<b>Foto 16</b> Manilla para facilitar la polinización con pincel.....	60
<b>Foto 17.</b> Polen en insuflador.....	61
<b>Foto 18</b> Etiquetado y polinización.....	61
<b>Foto 19.</b> Yema con una sola flor.....	62
<b>Foto. 20.</b> Yema con varias flores.....	62
<b>Foto 21.</b> Frutos con uno a dos meses .....	64
<b>Foto 22.</b> Frutos de 4 meses      Foto 23. Frutos con mallas plásticas.....	65
<b>Foto 24.</b> Cosecha de chirimoya      Foto 25. Pesado de frutos .....	66



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Producción de chirimoya en el Ecuador .....	28
<b>Gráfico 2.</b> Medias estimadas de la variable frutos cosechados. ....	69
<b>Gráfico 3.</b> Número de frutos por cada tratamiento .....	71
<b>Gráfico 4.</b> Medias marginales estimadas, en la variable peso de frutos .....	74
<b>Gráfico 5.</b> Valores en kilogramos por hectárea de cada tratamiento .....	76
<b>Gráfico 6.</b> Peso promedio de frutos de chirimoya, en plantas de 4 años, con una polinización manual de 25, 50 y 75 flores por planta. ....	77
<b>Gráfico 7.</b> Frutos cuajados frente humedad relativa del mediodía. ....	102



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Análisis de suelos de la hacienda donde se realizo la investigación .....	91
<b>Anexo 2.</b> Elaboración de bocashi.....	92
<b>Anexo 3.</b> Elaboración del biofermento .....	93
<b>Anexo 4.</b> Cálculos para la fertilización, en una hectárea de chirimoya .....	94
<b>Anexo 5.</b> Datos de las alturas, área del tronco, frutos cosechados y peso de frutos, utilizados para el análisis estadístico. ....	96
<b>Anexo 6.</b> Datos de humedades relativas, temperaturas, frutos cuajados y flores polinizadas, utilizados en el análisis estadístico. ....	97
<b>Anexo 7.</b> Datos del número de frutos por planta, peso de fruta de cada planta, promedio de peso de frutos por planta, producción en kg por hectárea y porcentaje de cuajamiento.....	99
<b>Anexo 8.</b> Datos de los diferentes diámetros tomados a 15 cm del injerto. Se midieron en la poda y al final de la cosecha. ....	100
<b>Anexo 9.</b> Costos fijos de cada tratamiento en una hectárea de chirimoya.....	101
<b>Anexo 10.</b> Tiempo de polinización Insuflador vs pincel.....	101
<b>Anexo 11.</b> Gráficos de la humedad relativa en la mañana y en el medio día, frente al número de frutos .....	102
<b>Anexo 12.</b> Humedad Relativa de la estación meteorológica Paute.....	103
<b>Anexo 13.</b> Temperatura en la estación meteorológica Paute.....	104
<b>Anexo 14.</b> Precipitación en estación meteorológica Paute .....	105



Yo, **Francisco José Andino Encalada**, autor de la tesis “Determinación de la eficiencia de cuatro niveles de flores polinizadas, utilizando dos métodos de polinización manual, en chirimoya (*Annona cherimola* Mill), Guachapala-Azuay-Ecuador”, declaro que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cuenca, diciembre 2014

A handwritten signature in blue ink, reading 'Francisco Andino Encalada', written over a horizontal line.

Francisco José Andino Encalada

0106424765



Yo, **Francisco José Andino Encalada**, autor de la tesis “Determinación de la eficiencia de cuatro niveles de flores polinizadas, utilizando dos métodos de polinización manual, en chirimoya (*Annona cherimola* Mill), Guachapala-Azuay-Ecuador”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **INGENIERO AGRÓNOMO**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afectación alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, diciembre 2014

---

Francisco José Andino Encalada

0106424765



## DEDICATORIA

Para el agricultor que lucha día a día, aquel que tiene una sonrisa cuando está en el campo, el que no deja su chacra por ir a la ciudad, al que debes tu alimento y tu salud, a una persona que aprecia las cosas simples de la vida, que canta con el viento y habla con las plantas, la que tiene marcas de trabajo en las manos, al que se juzga de no ir con la sociedad y es cada vez más humano, el que entiende que sin su tierra no estaría.

A la memoria de mi abuelita Isabel Alvarado, quien formo una familia con valores y principios, me enseñó el valor del trabajo y me paso el cariño que ella sentía por su tierra.



## AGRADECIMIENTO

A mis padres John Andino y Fanny Encalada, quienes me inculcaron todos sus valores y siempre me han apoyado. A mis hermanos Santiago y Juan por ayudarme en cualquier cosa que les pida, a mi hermana Sofía que siempre me tiene presente.

A mis tías Ruth, Lilián y Zulay, quienes siempre han sido incondicionales conmigo, a la memoria de mi tío Daniel, por siempre motivarme.

A mi abuelita Anita, todos mis tíos, tías, primos y amigos que me apoyaron con sus consejos, palabras de aliento y buenos deseos.

A Remigio, Víctor y Lorena, trabajadores de la hacienda, que me ayudaron en la parte práctica.

En especial agradecer a la Ing. María Teresita Ramón, Dr. Eduardo Chica, Ing. Francisco Merchán, Ec. Raúl Galarza, a mi primo Daniel y a mi tía Sandra por ayudarme en la elaboración de la tesis.

A mi directora Ing. Lourdes Díaz, quien siempre confió en mí y me tuvo paciencia

Un agradecimiento muy personal a mi tío ing. Claudio Encalada, por ser el mejor profesor que pude tener, a quien admiro y estimo mucho.





## 1. INTRODUCCIÓN

La chirimoya es la especie más valorada de la familia de las Annonaceae, su sabor exquisito la llevó a distribuirse en varias partes del mundo. Su consumo no es masivo a nivel mundial debido a sus exigentes condiciones climáticas, crecimiento muy tardío y deficiente polinización.

En nuestro país es un frutal muy valorado, sobre todo en los lugares donde se lo cultiva. Se consume en fruta fresca principalmente. Es común tener plantas de este frutal para auto consumo en casas, quintas y haciendas. Las plantas se desarrollan en quebradas, son de crecimiento lento y tienen pocos problemas de enfermedades. Tradicionalmente la gente ha cuidado a los mejores árboles, haciendo una selección muy elemental, los productores dejan un crecimiento natural de las plantas; no realizan manejo en poda, polinización y controles fitosanitarios.

Nuestro país cuenta con alrededor de 1.000 ha de chirimoya, las cuales se distribuyen principalmente en Guayllabamba, Tumbaco, Vilcabamba, Malacatos, Gualaceo, Paute, Patate, Mira y algunos lugares en la provincia de Imbabura. La producción en estas localidades no supera los 1.000 kg/ha. España es el mayor productor de chirimoya del mundo, con una producción de 16 a 20 T/ha.

A pesar de Ecuador ser el país de origen de esta especie, las investigaciones realizadas son muy escasas, lo cual concuerda con baja productividad y calidad de la fruta.

Lamentablemente el país no ha elaborado variedades de alta calidad, otros países como Perú han desarrollado cultivos que cuentan con una mayor aceptación para el consumidor. Otro problema que tiene la producción de chirimoya en el Ecuador es su oferta, esta se concentra en los meses de mayo-septiembre, lo cual es una gran desventaja, frente a la fruta peruana que se produce durante todo el año. Los



supermercados locales venden principalmente chirimoya peruana, de mayor calidad y oferta permanente.

La chirimoya es uno de los cultivos que tiene un gran potencial, ya que el país cuenta con varias zonas aptas para su producción. En los últimos años el área de cultivo se ha incrementado, debido al precio elevado que tiene la fruta.



## 2. JUSTIFICACIÓN

Las investigaciones realizadas en el país sobre el cultivo de chirimoya, son muy escasas, por esta razón que no se ha establecido el comportamiento fenológico de la especie bajo un sistema de producción.

En el Azuay se observan plantas longevas, que muestran dos definidas épocas de floración, una que se da en el mes de enero y otra en el mes de julio. Cada una de las floraciones puede extenderse por más de tres meses. La mayoría de los frutos se cosechan a partir del mes de julio; es decir, provienen de la floración del mes de enero, tiempo en el cual aumenta la precipitación, la humedad ambiental y se incrementa el porcentaje de cuajamiento natural.

En una investigación realizada por el INIAP, si bien se evaluó distintos niveles de polinización, esta fue realizada en los meses de julio, agosto y septiembre, época en la cual no existen lluvias y la humedad ambiental es muy baja, en esta época incluso la polinización manual o asistida, alcanza un porcentaje de aproximadamente 50% (Venegas, I. 2014).

Naturalmente la chirimoya cuaja mejor en la floración de enero, se espera que también el comportamiento de la polinización manual en esta época sea diferente, alcanzando porcentajes mucho mayores que en el verano (julio). Para conocer exactamente qué pasa con el cuajamiento en el invierno, donde la humedad ambiental es mucho mayor, es necesaria una investigación en dicha época.

En Ecuador, son contados los cultivos de chirimoya en los cuales se realiza una polinización manual, esta es muy elemental y se la hace con pincel. La pistola polinizadora es una alternativa, la cual no ha sido evaluada. Una comparación entre el uso del pincel y de la pistola polinizadora es necesaria, ya que el uso del pincel podría dañar los pistilos de la flor.



La investigación planteada es de mucha utilidad para entender el comportamiento del cultivo en la región, así se podrá establecer un sistema de producción permanente, el cual aproveche de la mejor manera el comportamiento fenológico de la especie, consiguiendo una alta productividad y calidad de fruta.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

- Determinar los niveles adecuados de polinización manual de chirimoya, en árboles de cuatro años, con dos tipos de polinización manual, para mejorar la productividad y calidad del fruto, en Guachapala-Azuay-Ecuador.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Establecer el número óptimo de frutos para plantas de cuatro años.
- Obtener la rentabilidad de cada tratamiento en investigación.
- Contribuir en la investigación de un sistema productivo en chirimoya, el cual sea permanente, con alta productividad y calidad de fruto, comparándolo con las investigaciones de la Estación Experimental del Austro - Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).



#### **4. HIPOTESIS**

Los niveles de flores polinizadas y los dos tipos de métodos de polinización manual, influyen en la productividad y calidad del fruto en el cultivo de la chirimoya.



## 5. REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1 Origen de la chirimoya



**Imagen 1.** Origen de la chirimoya

**Fuente:** (Google Earth, 2014)

La gran distribución de la especie en Centro y Sudamérica complicó el trabajo de los botánicos para determinar su origen. Se creía que era originaria de Centro América y que posteriormente fue llevada de Guatemala a Sudamérica. Autores como Popenoe (1921), determinaron que la chirimoya es originaria de América (Gardiazabal, y Rosenber,. 1993).

Para varios autores en la actualidad, como Guirado, et al., (2003), el origen de la chirimoya está ubicado, en el sur del Ecuador y el norte de Perú, donde



encontramos áreas entre los 1500-2500 msnm. Para Van Damme, P. y Scheldeman, X. (1999), la provincia de Loja es posiblemente el centro de origen de la chirimoya, ya que en la zona hay una gran variabilidad de la fruta, que es una característica típica del centro de origen de una especie.

## 5.2 Taxonomía

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) pertenece a la familia *Annonaceae*. La gran mayoría de los autores reconocen entre 120 y 130 géneros y 2000-2500 especies. Se cultivan solo tres géneros, debido a la importancia de sus frutos, *Annona*, *Rollinia* y *Asimina*, siendo el género *Annona* el más importante; *Annona cherimola*, *Annona muricata* o guanábana, *A. squamosa*, atemoya, un híbrido entre *A. cherimola* x *A. squamosa* y *A. reticulata*, conocida como corazón de buey, son las especies de mayor interés (González, et al., 2007).

Reino: Vegetal

Subreino: Embriophyta

División: Spermatophyta

Clase: Dicotyledoneae

Orden: Ranales

Suborden: Magnoliales

Familia: Annonaceae

Género: *Annona*

Especie: *Annona cherimola* Mill

(González, 2013)





### **5.3 Características botánicas**

El árbol de chirimoya es de tamaño medio, puede alcanzar una altura de 7-8 m, con gran follaje y una copa globosa. Al no podar la planta, esta se compone de pisos sucesivos (Guirado, et al., 2003).

#### **5.3.1 Sistema radicular**

Es superficial y ramificado, consiguiendo crear dos o tres pisos de raíces a diferentes niveles. Tiene de 3 a 6 raíces pivotantes, las cuales profundizan suelos favorables para su crecimiento (Gardiazabal, 1993).

#### **5.3.2 Tallo y hojas**

Tiene un tallo cilíndrico con una gran corteza, de color gris cuando pasa el año y verde en sus brotes tiernos. Las ramas jóvenes pueden presentar alguna pubescencia. Las hojas tienen una longitud de 10 a 20 cm de largo y de 8 a 12 cm de ancho, son simples, enteras y lisas. Con pubescencia en el envés y raramente en el haz, la forma de la hoja puede ser aovado-lanceoladas u obovadas y a veces elípticas. Las hojas son alternas y opuestas en el tallo, el peciolo cubre las yemas (Gardiazabal, 1993).

#### **5.3.3 Yemas**

Al ser un árbol semi caduco, cuando las hojas caen, las yemas que están protegidas por el peciolo comienzan su crecimiento, teniendo la posibilidad de emitir hasta 4 brotes, los cuales permanecen en latencia, si por algún motivo pierde un brote del mismo punto, pueden salir tres más. Esta característica es una ventaja al dar forma al árbol, ya que nos permite darle cualquier ángulo. Las yemas generalmente son mixtas, con flores y tallos vegetativos (Guirado, et al., 2003).



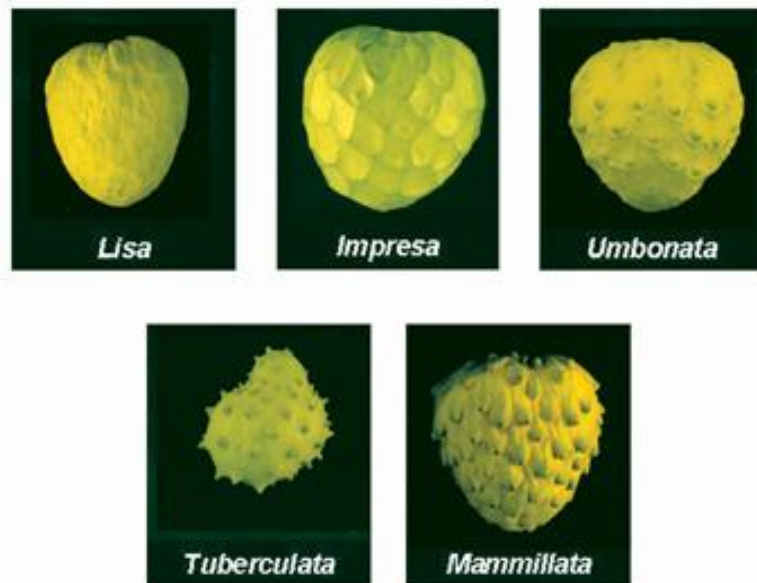
### 5.3.4 Flores

Las flores se desarrollan solitarias, o en grupo de tres, generalmente en madera de un año y sobre los nudos de los nuevos brotes en crecimiento. Sus flores son hermafroditas, con una marcada dicogamia (González, et al., 2007).

### 5.3.5 Fruto

El fruto es un sincarpio originario de una sola flor, la forma de su fruto cambia según el número de óvulos fecundados, ya que si el óvulo no es fertilizado el carpelo no se desarrolla. Cuando el polen no cubre todo el cono pistilar los frutos se deforman. En el carpelo se desarrolla una semilla de color negro (Guirado, et al., 2003).

En los tejidos del fruto se puede observar una línea oscura y a veces una depresión formando una aureola que representa el desarrollo de cada carpelo. Cuando el fruto tiene buena forma dicha aureola se ve como una u. Esta característica permite clasificar a los frutos en, a) lisa, b) impresa, c) mammillata, d) tuberculata y e) umbonata (Gardiazabal, 1993).



**Imagen 2.** Clasificación de chirimoya según forma y disposición que crea cada carpelo en la superficie del fruto.

**Fuente:** Guirado, et al., (2003)

El color que toma el fruto depende de cada variedad, de un verde oscuro a un verde claro. La semilla modifica su forma dependiendo del número de semillas que tenga un fruto, si el número de semillas de una fruta es alto, la semilla se aplana y cuando hay pocas semillas en un fruto, su forma es redondeada. En general la semilla es de forma oval y un poco achatada longitudinalmente.

Su pulpa es de color blanco, carnoso, aromático y muy azucarada, agradable para el consumidor (Gardiazabal, 1993).

#### **5.4 Importancia económica y distribución geográfica**

El área total sembrada del cultivo de esta especie es de 13500 ha en todo el mundo, con una producción estimada de 81000 toneladas anuales (Pinto et al., 2005). España es el mayor productor de chirimoya con un 28%, Perú y Chile son los países que le siguen en producción. España también es el país que más



consume esta fruta. Estos datos muestran que la chirimoya es una fruta que tiene una escasa importancia económica a nivel mundial, se podría decir que su consumo no está difundido. En el Ecuador siempre ha sido un fruto apreciado por su exquisito sabor (Guirado, et al., 2003).

En el país no se ha fomentado el cultivo de este frutal en grandes extensiones, debido principalmente a una escasa generación de tecnología para solucionar problemas importantes como: baja calidad y falta de uniformidad de los frutos ofertados, escaso rendimiento debido a la baja polinización natural, concentración de la cosecha en pocos meses del año, largo periodo de reposo de la planta, árboles muy altos, fuerte ataque de las moscas de la fruta e incipiente uso industrial. Esto ha ocasionado que el agricultor tenga una baja rentabilidad e ingresos poco atractivos (INIAP, 2012).

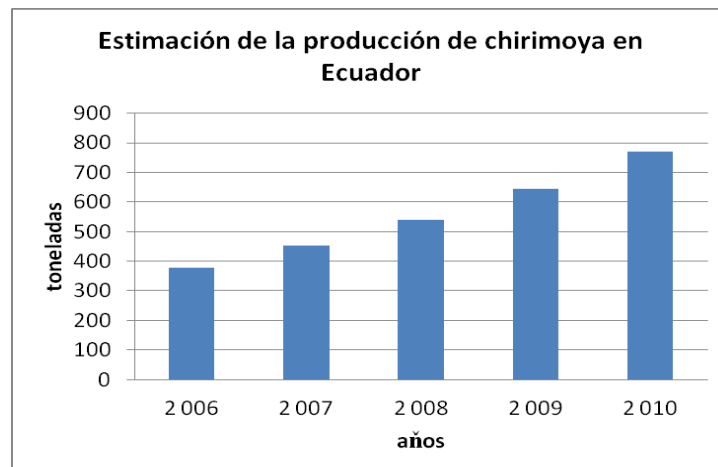


**Cuadro 1.** Zonas productoras de chirimoya en el país

Provincia	Zonas productoras	%
<b>Carchi</b>	Mira	8
<b>Imbabura</b>	Chota	15
	Salinas	
	Urcuqui	
<b>Pichincha</b>	Guayllabamba	40
	Tumbaco	
<b>Tungurahua</b>	Patate	10
<b>Azuay</b>	Gualaceo	10
	Paute	
<b>Loja</b>	Vilcabamba	17
	Malacatos	
<b>Monocultivo 1000 ha, cosecha 725 ha</b>		

Fuente: INIAP, (2008)

**Gráfico 1.** Producción de chirimoya en el Ecuador



Fuente: MAGAP, (2010)



## 5.5 Valor Nutricional

El fruto de chirimoya es rico en grasas, proteínas, sales minerales y vitamina A, con un importante contenido calórico, los frutos tienen un alto grado Brix superior a 20° (Cuadro n°2).

**Cuadro 2.** Valor nutricional de la chirimoya

Chirimoya (en 100 gramos de pulpa)			
<b>Calorías</b>	81	Agua	75,5
<b>Proteínas</b>	1	Grasas	0,2
<b>Carbohidratos</b>	22	Fibras	1,9
<b>Ceniza</b>	1	Calcio	30
<b>Fósforo</b>	47	Niacina	0,75
<b>Hierro</b>	0,4	Vitamina A	0,01
<b>Vitamina B1</b>	0,08	Vitamina B2	0,09
<b>Vitamina C</b>	0,5	Tiamina	0,06
<b>Riboflavina</b>	0,14	Niacina	0,75
<b>Ácido ascórbico</b>	4,3	Fósforo	47,1

Fuente: Samaniego, A. (2009)

## 5.6 Requerimientos edafoclimáticos

Los lugares que no tengan cambios tan grandes en la temperatura y humedad relativa, son los más adecuados para el cultivo de esta especie. Para obtener un buen cuajamiento de frutos la temperatura tiene que estar entre los 25 y 28 °C y su humedad relativa entre 60 y 70 %, en el periodo de floración. La temperatura promedio más baja para un buen crecimiento es de 13 °C, para los meses más fríos. Lugares que tengan una temperatura más baja, no son adecuados para el desarrollo de los frutos.

La chirimoya es un árbol muy susceptible a las heladas, temperaturas de -2 °C pueden dañar la madera, hojas y frutos. Si las temperaturas bajas se prolongan por varias horas, los daños son irreparables. En floración, temperaturas de 30 °C



con humedades relativas bajas, causan una pobre fecundación al tener pérdida de receptividad en los estigmas.

Vientos fuertes tienen un efecto en el cultivo, ya que las ramas jóvenes al ser tan flexibles pueden modificar su localización, provocando una mala formación del árbol. Otro problema que causa el viento es el daño de frutos por roces de los mismos, para la etapa de maduración.

La chirimoya se adapta a varios tipos de suelo, como arenosos, limo-arenosos, arcillosos, o pedregosos. Lo que necesitan es un suelo con un buen drenaje, ya que no resisten encharcamientos. El pH del suelo más adecuado está comprendido entre 6.0 y 7.5. (Rosell, et al., 1997).

## 5.7 Marco de plantación

En el Ecuador, los cultivos de chirimoya se los maneja tradicionalmente, con un crecimiento espontáneo y un marco de plantación bajo. Existen pocas fincas que tienen mono cultivo de este frutal.

En España el marco de plantación más usual es de 8 x 8 m. También se utiliza 8 x 4 o 7 x 4 m. Previendo un posterior raleo (Guirado, et al., 2003).

La producción en cultivos de alta densidad está aumentando, debido a la búsqueda de mayor productividad, el costo del terreno, facilidad de manejo, etc. La chirimoya se presta para realizar un manejo en alta densidad, ya que no tiene problemas en cuanto a su manipulación.

Una densidad de 4 m entre hileras y una variación de 2, 1.5 o 1 m entre planta, es posible, gracias a un sistema de eje central.

Es muy importante la formación en eje central, por eso hay que tomar en cuenta la ubicación de las plantas el momento de plantarlas, se debe poner las hojas en



dirección a los 4 m de cada hilera, ya que de estas brotarán las primeras ramas que darán forma a la planta.

La primera poda se realiza a una altura de 70 cm, teniendo brotes aproximadamente a unos 30 cm del corte, que representa unas 6 yemas. Los brotes nuevos son guiados, ya sea agobiándolos o poniendo espaciadores entre ramas.



**Foto 1.** Poda en alta densidad

Cada ciclo se poda las plantas para poder tener el control en labores fitosanitarias, polinización, enfundado, etc.

La fruta se desarrolla bien en plantas con eje central ya que tiene la suficiente aireación para su desarrollo y sombra parcial, la cual impide que los frutos se quemen con el sol.

Este sistema está en investigación en el Ecuador y no se conoce la producción por hectárea que tendría un cultivo adulto; sin embargo, hay datos favorables en los primeros años de producción (INIAP,. 2012)

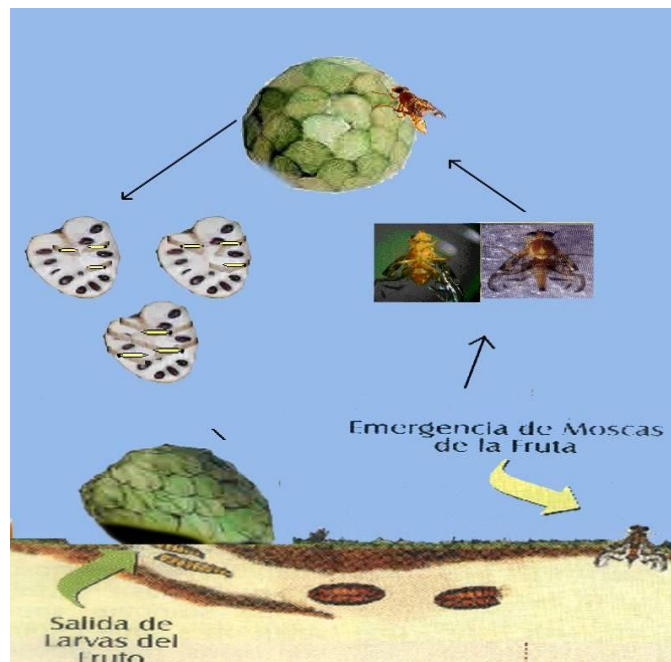


## 5.8 Problemas Fitosanitarios

### 5.8.1 Plagas

#### 5.8.1.1 Mosca de la fruta (*Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata*).

Uno de los problemas más grandes en el cultivo de chirimoya es el gusano de la mosca de la fruta. Para obtener una fruta sana es necesario conocer la biología de este insecto y utilizar diferentes técnicas de control (Gallegos, 2011).



**Imagen 3.** Ciclo biológico en mosca de la fruta

**Fuente:** Gallegos, P. (2011)

### 5.8.2 Enfermedades

La mosca de la fruta se desarrolla en su fase larvaria dentro de la pulpa, empupa en el suelo y permanece en la vegetación en fase adulta. Las larvas producen galerías dentro de los frutos, pudriéndolos y afectando en gran medida su calidad.



Para Gallegos, P. (2011) hay que realizar un continuo monitoreo con trampas MacPhail o caseras, también control con proteína hidrolizada, en mezcla con insecticida, o melaza con insecticida.

Otras formas de control probadas por el INIAP, son la utilización de fundas de papel (Viteri, P. 2011), mallas plásticas o control con productos a base del ingrediente activo spinosad, que se extrae del actinomiceto *Saccharopolyspora spinosa* (Encalada, 2010).

#### **5.8.2.1 Roya (*Phakopsora cherimoliae*)**

La roya en la chirimoya provoca la defoliación de la planta cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de la enfermedad. En su mayoría los síntomas se presentan en el envés de las hojas, como pústulas café oscuras menores a 1 mm. Para Ochoa, (2011), hay variedades de chirimoyas que son más resistentes y otras que presentan susceptibilidad a la enfermedad.

#### **5.8.2.2 Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*)**

Es una de las enfermedades más importantes en pre y post cosecha de frutales tropicales. Al principio la antracnosis de la chirimoya se la clasificaba como *Colletotrichum gloeosporioides*, según Ochoa, (2011), mediante trabajos con marcadores moleculares específicos, determinó que se trata de *Colletotrichum acutatum*.

En los frutos se observan manchas acuosas oscuras, cuando se desarrollan las mismas, se produce la momificación. La enfermedad está presente en tallos, hojas y brotes, pudiendo afectar a los futuros frutos, por eso se recomienda realizar los controles fitosanitarios en todas las partes del árbol.

#### **5.8.2.3 Manchas foliares**

Las manchas foliares más frecuentes en el cultivo son la roña (*Spilocaea sp*) y ascochyta. (*ascochyta sp*). La roña causa lesiones circulares de 5-8 mm de un



color plata, con gran esporulación en el envés de la hoja. *Ascochyta* causa lesiones que cubren un área importante de la hoja, de color café claro con anillos concéntricos y puntuaciones oscuras (Ochoa, 2011).

#### **5.8.2.4 Control**

El control de estas enfermedades se tiene que tomar muy en cuenta, ya que están presentes en todas las zonas del país donde se cultiva chirimoya. Para Ochoa, (2011), el control de antracnosis es muy importante, una buena poda que de aeración a la planta previene enfermedades, controles con fungicidas sistémicos como difenonazole, procloraz, asozistribina, se utilizan en ciertas etapas del cultivo; además, aplicaciones con cobre durante todo el ciclo darían un buen manejo de las enfermedades. Hay que mencionar que estos fungicidas también controlan las otras enfermedades, pero en el caso de tener una alta población de de roya, se puede utilizar propiconazol y ciproconazol, específicos para su control.

### **5.9 Desarrollo del fruto y cosecha**

El desarrollo del fruto es la etapa más larga de la producción de chirimoya, con una duración de 7 meses (Vanegas, 2014); un buen cuidado de la plantación en esta etapa, proveerá una fruta de calidad; además, conocer las diferentes etapas de su crecimiento, permite programar los controles y realizar una cosecha adecuada (Gonzales, et al., 2010).

#### **5.9.1 Frutos recién cuajados**

Después de la polinización los primeros frutos comienzan a crecer. En esta etapa los frutos muestran una tonalidad verde blanquecina, que después cambia a color café, los tépalos están adheridos al fruto, pero ya están secos y por caerse. Se observa la presencia de los estigmas en la superficie del fruto (Gonzales, et al., 2010).



**Foto 2.** Fruto recién cuajado

### 5.9.2 Frutos verdes

De una coloración café que tiene el fruto al final de la primera etapa, cambia a un color verde, lo que determina el inicio de la etapa 2 o frutos verdes. En esta etapa el fruto aumenta de tamaño, hasta alcanzar el 60 % de su tamaño total (Gonzales, et al., 2010).



**Foto 3.** Fruto de chirimoya en estado verde



### 5.9.3 Envero

Etapa 3 de crecimiento, los frutos aumentan su tamaño y cambian de color, pasan de un color verde a un verde más claro, este cambio de coloración determina el inicio de la cosecha (Gonzales, et al., 2010).



**Foto 4.** Fruto en estado envero

### 5.9.4 Frutos maduros

Es la última etapa de crecimiento, los frutos llegan a su máximo tamaño, pasan de una tonalidad verde clara a un verde amarillento, en esta etapa el fruto está próximo a desprenderse. Al cosechar en este estado los frutos tendrán un menor número de semillas por pulpa, ya que su crecimiento es significativo, pero también un menor tiempo de vida post cosecha (Gonzales, et al., 2010).



**Foto 5.** Fruto maduro

### **5.10 Potencial productivo de la especie**

El conocimiento del potencial productivo en chirimoya, es muy importante, ya que se podría aprovechar de mejor manera la polinización artificial. Saber cuándo la carga del árbol afecta a la calidad de la fruta es muy importante.

Para otros frutales el control de una carga adecuada se realiza eliminando fruta, para obtener un mejor calibre. En chirimoya se podría manejar la cantidad de flores polinizadas por planta.

La producción en chirimoya puede aumentar con un mayor número de frutos por planta, siempre que se realice un manejo adecuado del cultivo, sin afectar el desarrollo de los frutos y los tallos (González, et al., 2007).

La máxima producción en un frutal se determina por la cantidad de kilogramos por  $\text{cm}^2$  del área de la sección transversal del tronco, o ASTT, en chirimoya no ha sido establecida; sin embargo, para González, (2007) dicha carga no debe pasar de  $0.20 \text{ kg/cm}^2$  de ASTT. Si el árbol supera este valor, los frutos serán de menor tamaño y tendrá un efecto en los crecimientos vegetativos. Así, un árbol adulto



puede llegar a tener unos 400 frutos sin afectar su calidad, pero un número más alto de fruta tendrá un efecto negativo.

La ubicación del fruto en el árbol también juega un papel importante, ya que se ha determinado que los frutos son de mejor calidad en tallos vigorosos o de vigor medio. Por otra parte, la fruta incrementa su tamaño cuando se encuentra en las yemas basales o medias de la rama en producción (González, et al., 2007).

## **Flor de chirimoya**

### **5.10.1 Estructura de la flor**

- **Cáliz**

Posee tres sépalos pequeños unidos, pubescentes, con un color café verdoso y una forma triangular (Gardiazabal, 1993).

- **Corola**

La corola de esta especie tiene 6 pétalos, tres pétalos internos casi no visibles, atrofiados y otros tres pétalos externos, muy carnosos, gruesos, de una coloración verde clara, con una forma piramidal alargada; la forma de estos pétalos tiene una curva en la base, la cual cubre los órganos de la producción (Guirado, et al., 2001).

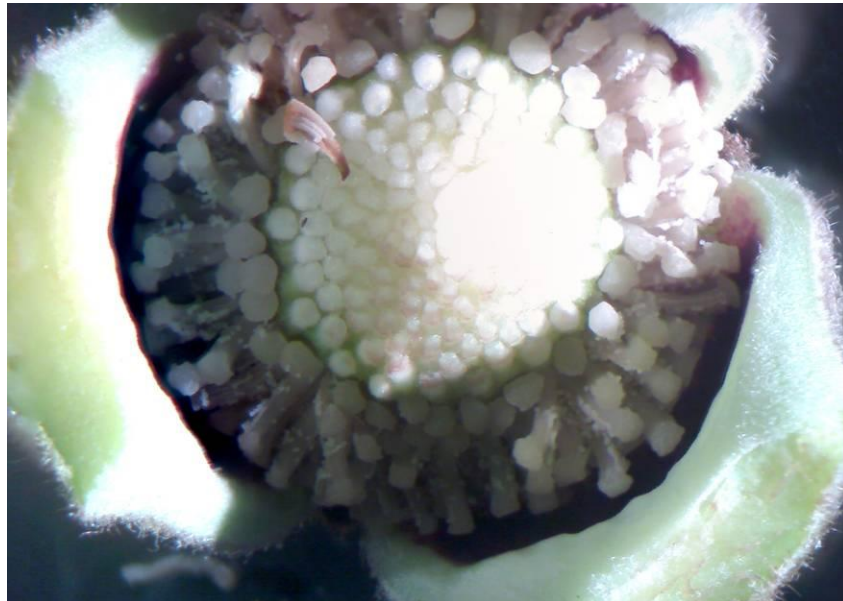
- **Androceo**

Contiene una cantidad muy elevada de estambres en una sola flor, puede contar hasta con 200. Los estambres son alargados, ubicados por debajo de los pistilos, distribuidos helicoidalmente sobre un tálamo y con forma cónica. (González, M. et al. 2007).



- **Gineceo**

Cuenta con un número grande de carpelos que puede llegar a 300, con una semilla por carpelo. Cada pistilo tiene una fecundación independiente, lo cual explica la deformación de frutos cuando no hay una buena polinización (González, et al., 2007).



**Foto 6.** Flor de chirimoya (cono pistilar blanco y estambres desprendiendo polen)

### 5.10.2 Floración en el Ecuador

En el austro ecuatoriano, hay dos definidas floraciones de la especie. La primera floración se da en el mes de febrero y la segunda en el mes de julio, cada una de ellas se puede extender unos tres meses o más. El comportamiento no es el mismo que en otros países productores (España y Chile), ya que la floración suele tener un menor tiempo y se da una vez al año. Esto lo corrobora Encalada, (2012), quien ve este comportamiento fenológico como una ventaja, debido a que al tener mayor tiempo de floración, se podría extender la cosecha, teniendo fruta permanente y casi durante todo el año.





Las flores de chirimoya crecen disparejas, pero llegan a plena floración aproximadamente un mes y medio después de la poda. Generalmente la especie florece en gran cantidad, teniendo por lo menos una flor por yema de tallo podado, permitiendo realizar una buena polinización manual (Vanegas, 2014).

### **5.10.3 Biología reproductiva de la especie**

Las flores de chirimoya pueden crecer solitarias, en grupo de dos o tres, sobre todo en tallos anuales de diferente vigor, también se desarrollan flores en yemas del nuevo brote. La flor es hermafrodita y perfecta, pero tiene una peculiaridad, para impedir la auto polinización, tiene una marcada dicogamia protoginica. La dicogamia, se define como la maduración de los órganos sexuales en distinto tiempo, en chirimoya es protoginica, lo que quiere decir, que los pistilos se desarrollan primero y después los estambres generan polen, tiempo en el cual los carpelos ya no están receptivos, impidiendo la auto polinización. (González, et al. 2007).

#### **5.10.3.1 Estados de la flor**

##### **a) Flor cerrada.**

La flor puede permanecer en este estado 10 a 15 días, mientras está creciendo, se alarga a medida que pasan los días.

##### **b) Flor en estado pre hembra**

La flor ya ha crecido en su totalidad, las puntas de los tépalos se comienzan abrir, pero su base sigue cerrada. En este estado los pistilos ya son receptivos y se pueden polinizar estas flores abriendo los tépalos con cuidado y distribuyendo bien el polen. En este estado la flor puede permanecer entre 5-20 horas regularmente.



### c) Flor en estado hembra

Los tépalos en este estado están más separados, permitiendo realizar la polinización de los insectos polinizadores y polinización manual. El estigma está receptivo, casi durante todo el tiempo de este estado, a medida que se acerca al estado macho los pistilos pierden receptibilidad. La apertura de las flores se da en general a las 13:00 horas y su duración es de aproximadamente 26-28 horas. Para González, (2007) el ciclo de la flor puede extenderse, debido sobre todo a una alta humedad relativa y temperaturas bajas.

### Flor en estado macho

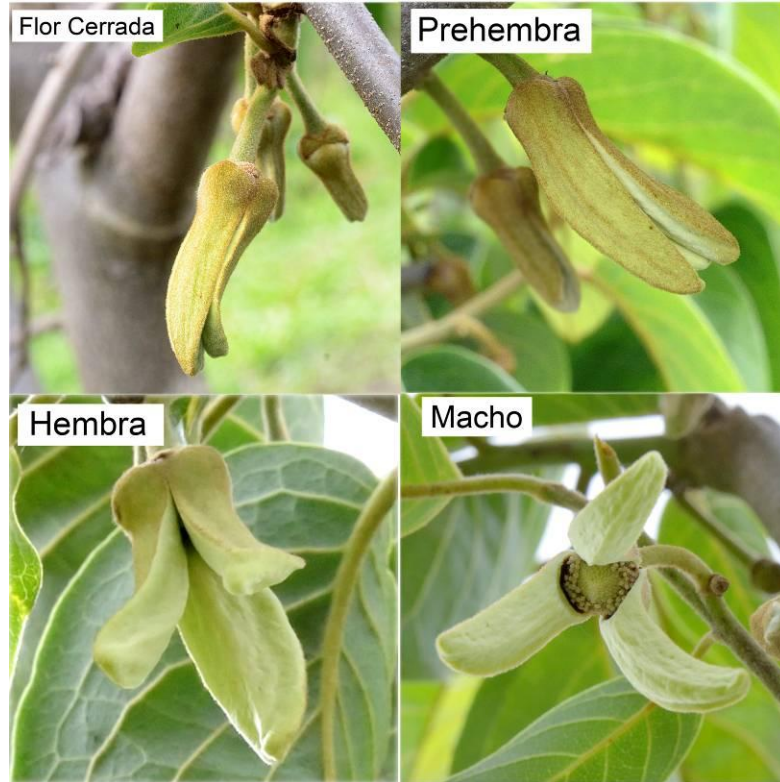
Los tépalos se han abierto totalmente y los estambres generan polen. Si la flor en estado hembra fue cosechada, pasa normalmente a estado macho con una ligera precocidad en el cambio de fase. El cambio de estado generalmente se da por la tarde, por las 15:00-18:00.

En el estado macho se puede distinguir 3 fases:

- Flor abierta recientemente con los estigmas de color blanco y brillante, los estambres tienen un color crema, comienza a liberar polen.
- La flor está en el mismo estado, pero los estambres liberan más polen y los estigmas son menos brillosos.
- Los pistilos se tornan de una coloración marrón, los estambres están de color café y su polen ya fue liberado totalmente.

### d) Flor seca.

Después del estado macho, los tépalos van perdiendo humedad, la coloración verde se pierde tornándose café y se desprenden de la flor, si el fruto no fue cuajado, se desprende toda la flor (Guirado, et al., 2003).



**Foto 7.** Estados de la flor de chirimoya

**e) Fruto cuajado**

Cuando se caen los tépalos, quedan los estigmas con una coloración blanquecina, el ovario va aumentando su tamaño hasta formar el fruto (Guirado, 2003).

En el periodo de floración, es común que las flores sincronicen su estado; es decir, que en la misma planta, o en un mismo lote, la mayoría de las flores estén en un mismo estado. Las flores en la mañana están en estado hembra y por la tarde pasan a un estado macho, el ciclo casi perfecto se rompe en algunos periodos, ya que la temperatura y humedad relativa cambian su duración, así se pueden observar días en que por la tarde hay flores en estado macho y en estado hembra (Guirado, 2003).



## 5.11 Polen de buena calidad

Un estudio realizado por Lora, (2007), demuestra que la temperatura tiene una gran influencia en la germinación del polen. El porcentaje de germinación del polen disminuye con el aumento de la temperatura. Temperaturas mayores de 30 °C durante el desarrollo de la flor o durante la germinación del polen afectan la germinación del mismo. La temperatura óptima para ambos procesos es de 25 °C. Esto quiere decir que el porcentaje de cuajamiento se ve afectado por la temperatura, ya que influye en el comportamiento del polen.

## 5.12 Polinización

### 5.12.1 Análisis de la polinización

Los vectores de polinización en chirimoya son pequeños escarabajos pertenecientes a la familia Nitidulidae, este tipo de polinización se conoce como cantaridofilia, la cual es común en algunas familias de angiospermas primitivas, como las Annonaceae. Las flores de chirimoya no producen néctar, por lo cual no atraen a otros insectos; sin embargo, su aroma atrae a los escarabajos; además, la forma de la flor crea una cámara en la cual los escarabajos se protegen y se aparean (González, 2007).

El problema de la polinización natural es que el escarabajo tendría que haber pisado el polen de una flor en estado macho y pasar a una flor en estado hembra; también para realizar una adecuada polinización, el insecto tendría que cubrir todo el cono pistilar con polen.

La solución a la deficiente polinización natural es la polinización manual o artificial. En este tipo de técnica se recolectan flores a las cuales se les extraen los estambres para obtener polen y se polinizan flores que estén receptivas (González, 2007).



Para González, (2007) el empleo de la polinización artificial se justifica, ya que la fruta puede alcanzar un elevado precio en el mercado y mejorar su calidad si es necesario, por esta razón el beneficio supera al costo de su aplicación. También hay que analizar más ventajas de la polinización manual, como el control de carga que se puede lograr o elegir donde tener fruta para que esta sea de mayor calibre, otra ventaja es la forma redonda de frutos polinizados artificialmente. Todas estas ventajas hacen que el cultivo sea dependiente de una polinización artificial, ya que sin esta, los niveles de producción no serán altos y la calidad de la fruta no será la misma, incluso en lugares donde hay un porcentaje elevado de cuajamiento natural.

#### **Ventajas de la polinización manual:**

- Garantiza una cosecha elevada de fruta cada año.
- Mayor calibre y mejor conformación del fruto.
- Reduce el costo de recogida si la polinización está concentrada.

#### **Inconvenientes de la polinización manual:**

- Costo en mano de obra.
- Mayor índice de semillas (número de semillas por cada 100 g de peso del fruto), debido al desarrollo de la mayoría de óvulos.

### **5.12.2 Proceso de polinización**

#### **Recolección**

La recolección puede realizarse de dos maneras:

- Cosechando las flores

A partir de las 15 horas del día, las flores de la chirimoya se abren y pasan a estar en estado macho. En este momento los estambres se tornan de color crema, iniciando el desprendimiento del polen. En este estado se realiza la cosecha de



flores, es importante recolectarlas en las primeras horas de apertura de flor, ya que los estambres se pueden desprender con el viento. De las flores cosechadas se extraen los estambres y el polen, poniéndolos en un recipiente negro, este se guarda para polinizar flores el siguiente día. Al realizar la polinización es importante desprender uno o dos tépalos de las flores en la planta, permitiendo recolectar solo las flores que no han sido polinizadas. Se recomienda hacer esta recolección de polen cuando hay abundancia de flor (INIAP, 2013).

- Recolección directa de polen

Para realizar la recolección directa de polen necesitamos un frasco de plástico pequeño, de color negro para poder observar el polen. Se recolecta a partir de las 5 de la tarde, golpeando suavemente la flor o desprendiendo con cuidado los tépalos, asegurándose que caigan los estambres y el polen en el recipiente; de esta manera, se aprovecha todo el polen de las flores, ya sean polinizadas o no. Solo se pierde el polen que se desprende naturalmente, cuando hay viento. (ANDER LA PALMA, 2011).

- Separación de polen moderno

Guirado, et al., (2003) recomienda la utilización de una trilladora de flores para la separación del polen; la separación del polen de forma manual puede alcanzar el 35 % del costo de la polinización. Este método consiste en cosechar en la mañana flores en estado de pre hembra y hembra, se las pone a secar con un ventilador, facilitando la separación de los tépalos, posteriormente se procede a la trilla, con ayuda de una criba de 0,6 mm, donde se separan los estambres con el polen.



**Imagen 4** Trilladora de flores

**Fuente:** Guirado, et al., (2003).

- **Conservación del polen**

El frasco recolector con el polen y estambres se guardará lo más rápidamente posible en el frigorífico (nunca en el congelador) y se mantendrá así hasta su utilización. Se recomienda destapar el frasco para que el polen tenga aireación. El polen no debe guardarse mucho tiempo ya que pierde efectividad con el paso de las horas, por lo cual se tiene que polinizar lo más pronto posible (González, et al, 2007).

- **Formas de aplicar el polen**

### **Pincel**

Se necesita un frasco pequeño de color negro, el cual puede ser colocado en una especie de manilla en la mano izquierda y un pincel de tamaño 8 con cerdas negras para distinguir el polen.



Al ver una flor en estado hembra (puede ser durante toda la mañana), destapar el recipiente e introducir el pincel, hay que asegurarse que en la punta del pincel quede una buena cantidad de polen, tapar el recipiente para que no salte el polen. Con la mano izquierda tomar suavemente la flor y con la derecha tocar la punta del pincel con el cono pistilar. Hay que realizarlo delicadamente ya que los pistilos se pueden dañar o la flor se puede desprender (Vanegas, 2013).

### **Insuflador**

Es un instrumento formado por un pequeño frasco de plástico que tiene una punta, la cual se introduce en la flor, en el frasco se colocan los estambres. También tiene una bomba de caucho, la cual al presionar desprende una pequeña cantidad de polen, permitiendo polinizar con mayor eficiencia y en menor tiempo las flores en estado hembra. La desventaja de utilizar un insuflador es que se necesita una cantidad mayor de polen. Puede aplicarse con harina de trigo o talco industrial, en una relación de una parte de polen con una parte de trigo o talco, pero es más eficiente si se utiliza polen puro (INIAP, 2013).

### **5.13 Número de flores polinizadas por árbol**

Los árboles de chirimoya crecen lentamente, dependiendo del número de años que tienen las plantas, pueden aumentar su producción. La polinización, por lo tanto cambia a medida que los árboles tienen mayor edad. No es recomendable polinizar chirimoyas que no tengan más de tres años; así, plantas de 3 años de edad, se pueden polinizar de 8-12 flores, para plantas de 4 años de 20-40 flores, para plantas de 8 años entre 200-350 y para plantas de 9 a 20 años entre 350-500 flores. Hay que tomar en cuenta que estos valores son para plantas con un buen manejo y sin una alta densidad de plantación (INIA, 2009).





## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 Materiales

#### 6.1.1 Materiales físicos

- 2 Pinceles.
- Insuflador.
- Muñequera.
- Recipiente de plástico pequeño, de color negro.
- Pozuelo para recolección de flores.
- Termohigrometro.
- Balanza de precisión de 1 g de error.
- 300 m de malla plástica para fruta.
- 28 letreros de madera.
- Marcador grueso.
- Marcador punta fina.
- 500 etiquetas plásticas.
- Piola blanca.
- Tijeras de podar.
- Gaveta plástica para cosecha.
- Cinta métrica.
- Cámara fotográfica.
- Cuaderno de campo.

#### 6.1.2 Químicos

- Caldo sulfocálcico.
- Caldo ceniza.
- Difenoconazol.



- Sulfato de cobre pentahidratado.
- 200 g de micro elementos, con alto nivel de potasio.
- 1.100 kg de fosfato mono potásico.
- 7.300 kg de nitrato de potasio.
- 6.680 kg de nitrato de amonio.

### 6.1.3 Biológicos

- Plantas de chirimoya de cuatro años de edad.
- Polen.
- Biol.

#### Cultivo de chirimoya de 4 años de edad

El cultivo donde se realizó la investigación fue plantado en agosto del 2009. Para su elaboración se utilizó una retroexcavadora para realizar zanjas de 0,5 m de ancho y 0,6 m de fondo. El sustrato constó de tres partes de arena, una parte de tierra negra y el 5 % de abono (se usó estiércol de gallina y de chivo).



**Foto 8.** Preparación del suelo para lote de chirimoya



Se utilizó una densidad de siembra de 1667 plantas por hectárea, plantadas a una distancia de 4 m de ancho y 1,5 m por hilera. El cultivo contó con cobertura de plástico durante sus primeros tres años. También cuenta con un sistema de riego por goteo, con dos cintas de 16 mm y goteros cada 0,3 m, el agua se distribuye desde un tanque de cemento de 1,5 m<sup>3</sup>, el cual es de mucha utilidad para fertirrigación, además tiene un filtro y una manguera de 1.5 pulgadas para distribuir el agua.



**Foto 9.** Chirimoya en alta densidad con plástico

La hacienda cuenta con 1930 plantas de chirimoya, es el primer cultivo en alta densidad del país y el más numeroso en la provincia.

Para la investigación se utilizó toda la infraestructura con la cual cuenta la hacienda de la familia Encalada Alvarado, la cual incluye:

- Reservorio (800 m<sup>3</sup>)
- Sistema de riego por goteo
- Filtro
- Tanque de cemento 1,5 m<sup>3</sup>



- Aspersora
- Desbrozadora
- Picadora a gasolina de 6 hp
- Bomba de agua 6.5 hp
- Tanque plástico de 0,250 m<sup>3</sup>

## 6.2 Métodos

### 6.2.1 Área de estudio

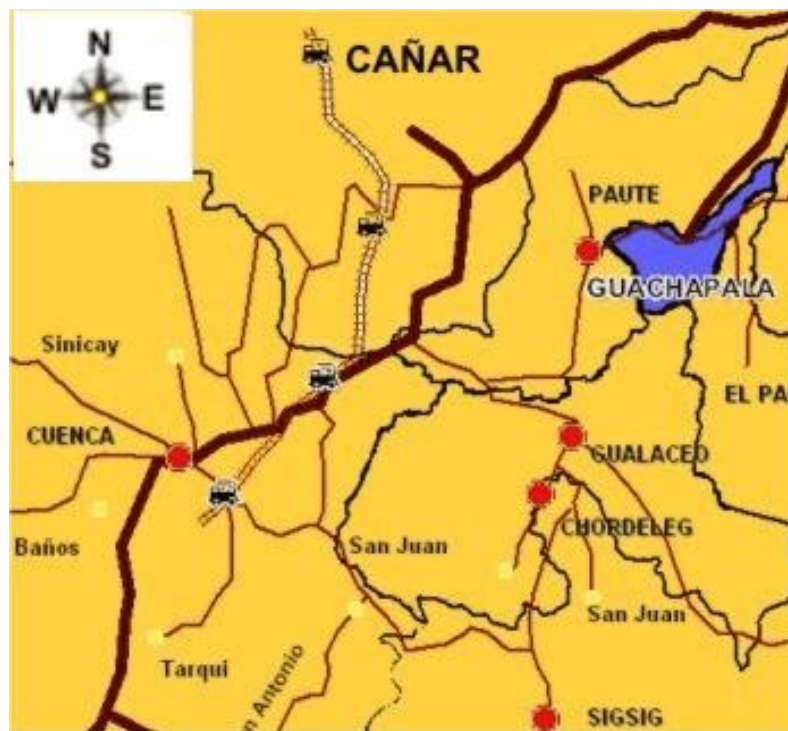


Imagen 5. Mapa del cantón Guachapala

### 6.2.2 Descripción del lugar de investigación

La presente investigación se realizó en la parroquia Guachapala, en el cantón Guachapala, en la hacienda de la familia Encalada Alvarado, ubicada a 2 km del



centro del cantón, a la altura del embalse de Mazar. El lote experimental utilizado tiene un área de 4000 m<sup>2</sup>.

- **Cantón:** Guachapala
- **Provincia:** Azuay
- **Altitud:** 2200 msnm
- **Temperatura promedio:** 18 °C
- **Latitud:** 02°45'56" S
- **Longitud:** 78°42'13" W

### 6.2.3 Ubicación geográfica

Guachapala se ubica al noreste de la provincia del Azuay, a una distancia de 49 km de la ciudad de Cuenca, tiene una superficie de 41,07 Km<sup>2</sup>, se puede acceder por la vía Paute – Guarumales – Méndez. Limita al norte con el río paute, al sur con el cantón Gualaceo, al este con los cantones de Sevilla de Oro y el Pan, al oeste con el cantón Paute. (Gobierno provincial del Azuay).

### Tiempo de estudio

La investigación fue realizada a partir de abril del 2013 hasta febrero del 2014.

### Instalación del ensayo

Para la investigación se utilizaron 28 plantas de chirimoya, las cuales fueron seleccionadas totalmente al azar, en un lote de 200 plantas. Se utilizaron 7 tratamientos con cuatro repeticiones, la unidad experimental fue de una planta.

Los tratamientos podemos observarlos en el siguiente cuadro:



**Cuadro 3** Tratamientos de la investigación

Color	Tratamiento	Número de flores polinizadas
Verde	T1	25 flores polinizadas con insuflador
Verde claro	T2	25 flores polinizadas con pincel
Azul	T3	50 flores polinizadas con insuflador
Celeste	T4	50 flores polinizadas con pincel
Anaranjado	T5	75 flores polinizadas con insuflador
Color piel	T6	75 flores polinizadas con pincel
Blanco	T7	Polinización natural

La distribución de los tratamientos, en las cuatro repeticiones:

**Cuadro 4.** Distribución de cada tratamiento por repeticiones

Repetición	Repetición	Repetición	Repetición
1	2	3	4
T1	T1	T1	T1
T3	T3	T4	T4
T7	T5	T7	T5
T4	T7	T5	T2
T5	T4	T3	T3
T6	T2	T2	T6
T2	T6	T6	T7



### 6.3 Metodología para la investigación experimental

#### 6.3.1 Un ciclo de producción en chirimoya de 4 años

##### 6.3.1.1 Selección de plantas

Se utilizaron plantas semi defoliadas (agostadas), en una época que permita realizar la polinización con una alta humedad relativa, se programó la instalación del ensayo en meses diferentes a los ya investigados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, para poder ser comparadas. Ya seleccionadas las plantas se identificaron con letreros de madera, los cuales tenían el código de cada tratamiento para distinguir las plantas.



Foto 10. Letrero de identificación

##### 6.3.1.2 Poda de chirimoya

Se utilizó una poda en eje central, con tijera de podar se cortó los tallos anuales más vigorosos a 6 yemas (0,3 m aproximadamente), los tallos medianamente vigorosos a 4 yemas (0,2 m aproximadamente) y para los tallos débiles se cortó a 2 yemas (0,1 m aproximadamente). Los brotes que estaban entre las plantas, también se mantuvieron y se podaron igual, ya que por la edad de las plantas



dichos tallos no influyen en su producción; además, proporcionan un mayor número de flores y cubren los frutos para que no se quemen. En plantas más longevas se quitaron estos brotes para que la planta no se cubra totalmente y se pueda desarrollar el fruto.



**Foto 11.** Poda a 6 yemas



**Foto 12.** Inicio de la brotación

### **Diámetro del tronco y copa de plantas podadas**

Para medir el diámetro de las plantas se utilizó una cinta métrica, la cual se puso a 15 cm de la unión del injerto, marcándola para su posterior medición. También se midió la copa norte-sur y este-oeste, ya que se utilizó una poda en eje central.





**Foto 13** Toma del diámetro de tronco

#### **6.3.1.3 Abono orgánico**

El bocashi se aplicó una semana después de la poda, se utilizaron 6 kg por planta, la aplicación fue a 0,5 m del tallo de cada planta. El bocashi fue preparado con pasto elefante picado (de la hacienda), arena, estiércol de gallina, melaza, cono de arroz, carbón picado y levadura de pan fresca (Restrepo, Jairo. 2011), anexo n<sup>o</sup> 2.

Además de bocashi, se aplicaron 160 cc de biol/planta (266 l/ha) al suelo y 24 cc de biol/planta (40 l/ha) foliar. La aplicación foliar se realizó con micro elementos y con alto porcentaje de potasio, anexo n<sup>o</sup>3.

#### **6.3.1.4 Fertilización química y riego**

En esta investigación se utilizó una fertilización de 220 Kg/ha de nitrógeno, 60 Kg/ha de fósforo y 240 Kg/ha de potasio. Se realizaron los cálculos de fertilización, tomando en cuenta análisis de suelo de la hacienda y los respectivos porcentajes de elementos puros que tienen cada uno de los fertilizantes solubles, anexo n<sup>o</sup> 4.



**Cuadro 5** Fertilización en lote experimental

<b>Fecha</b>	<b>Nitrato de amonio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) g/pl</b>	<b>Nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) g/pl</b>	<b>Fosfato mono potásico (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) g/pl</b>
<b>24/05/2013</b>	0	0	40
<b>05/07/2013</b>	25	25	0
<b>19/07/2013</b>	40	40	0
<b>16/08/2013</b>	50	50	0
<b>30/08/2013</b>	40	40	0
<b>25/10/2013</b>	25	25	0
<b>22/11/2013</b>	40	50	0
<b>20/12/2013</b>	10	20	0
<b>Total</b>	230	250	40

Al contar con sistema de riego, toda la fertilización se la realizó por el mismo. En cada fertirrigación el cultivo tuvo una hora de riego, además de tres riegos en las épocas más secas del ciclo. Cada planta cuenta con 10 goteros de 2.5 l/hora (Ver cálculo en anexos).



**Cuadro 6.** Riego en lote experimental

Fecha	Litros por planta	Horas de riego	Litros por hectárea m3
24/05/2013	30	1	50
21/06/2013	90	3	150
05/07/2013	30	1	50
19/07/2013	30	1	50
16/08/2013	30	1	50
30/08/2013	30	1	50
03/09/2013	90	3	150
25/10/2013	30	1	50
22/11/2013	30	1	50
17/12/2013	90	3	150
20/12/2013	30	1	50
<b>Total</b>	<b>510</b>	<b>17</b>	<b>850</b>

### 6.3.1.5 Polinización

Trascurrido un mes y una semana de la poda se inició la polinización en el lote experimental. Se polinizaron las primeras flores que salieron en las plantas, ya que esto asegura completar el número necesario de flores para cada tratamiento, además de tener una cosecha más corta y por ende un ciclo en menor tiempo.

A partir de las 15:00 horas se recolectaron flores en estado macho y se colocaron en un recipiente de color azul para poder distinguir de mejor manera al polen. Hay que mencionar que las flores utilizadas no se extrajeron de ningún tratamiento, El lote contó con 200 plantas de chirimoya, lo cual facilitó la labor de recolección de flores.



**Foto 14.** Flores recolectadas en estado macho

Terminada la cosecha de flores se retiraba el polen con los estambres, mediante un pincel N° 8 de cerdas negras, que permite distinguir el polen y no desperdiciarlo. Se recomienda utilizar dicho pincel, tanto para la extracción de polen como para la polinización manual. El polen recolectado en el día, era utilizado para los tratamientos con pincel e insuflador (Vanegas, 2014)



**Foto 15.** Obtención de polen

El polen extraído se dejó a temperatura ambiente para ser utilizado a partir de las 8 am. En el caso de los tratamientos con pincel, se utilizó un recipiente pequeño de color negro, el cual se colocó en una manilla para facilitar el proceso. Se



polinizaron las flores en estado hembra y pre hembra, teniendo mucho cuidado de no dañar la flor. Con la mano izquierda se toma la flor a polinizar para abrir los tépalos y con la mano derecha se embarra las cerdas del pincel con polen, polinizando cuidadosamente la flor.



**Foto 16** Manilla para facilitar la polinización con pincel

El resto de polen se colocó en el insuflador, también se polinizaron las flores en estado hembra y pre hembra. Igualmente se toma con una mano a la flor para facilitar la polinización, introduciendo la punta del insuflador en medio de la flor, guardando una pequeña distancia con el cono pistilar para no tocarlo; con una pulsación queda polinizada cada flor.



**Foto 17.** Polen en insuflador

Después de cada polinización, se desprendieron 2 tépalos para distinguir que flor ya ha sido polinizada. Se realizaron etiquetas plásticas de 4 cm de ancho y 5 cm de largo, las mismas que fueron de color verde para no atraer insectos. Con un marcador de punta fina se anotó la ubicación de la flor, por yemas de cada tallo y se escribió la fecha de polinización. Las etiquetas estaban provista de hilo que permitió colgarlas en los tallos donde se realizaron polinizaciones. Hay que indicar que si un tallo tenía dos o más flores polinizadas, solo se utilizaba una etiqueta.



**Foto 18** Etiquetado y polinización



Todas las polinizaciones se realizaron a partir de las 8 am. Se registró el número de flores polinizadas en cada día y a que planta pertenecían, hasta completar el número de flores de cada tratamiento. Toda la polinización duró 46 días. Para los tratamientos, en los que no se realizó ninguna polinización, se marcaron 25 flores por cada planta, con las mismas etiquetas. Para poder distinguir mejor las flores polinizadas naturalmente, se eliminaron flores que pertenecían a la misma yema de la flor señalada.



**Foto 19.** Yema con una sola flor



**Foto 20.** Yema con varias flores

#### **6.3.1.6 Humedad relativa y temperatura**

Con un termohigrómetro, se tomaron los datos de humedad relativa y temperatura durante el periodo de polinización. Los registros fueron a las 8:00, 12:00 y 18:00 horas. El termohigrómetro estuvo en el suelo y sin sombra durante todos los días, en el lote experimental.

#### **6.3.1.7 Manejo fitosanitario**

En la investigación se realizó un control fitosanitario, en base a la recomendación de Encalada, C. (2012), al principio de la formación de los frutos. Se utilizaron difenoconazol y sulfato de cobre pentahidratado. La aplicación de estos productos fue para controlar antracnosis (*Colletotrichum acutatum*), principal enfermedad que afecta a los frutos.



También se aplicó caldo sulfocálcico y caldo jabón ceniza, recomendado por Restrepo, J. y Hensel, J. (2013). El propósito fue controlar arañitas rojas, áfidos y minadores.

#### **Cuadro 7.** Control Fitosanitario en lote experimental

Fecha	Ingrediente activo	Dosis %	Control
19/07/2013	difenoconazol	0,1	<i>colletotrichum acutatum</i>
13/08/2013	sulfato de cobre penta hidratado	0,3	<i>colletotrichum acutatum</i>
27/08/2013	jabón-ceniza-agua	7	Minador
06/12/2013	azufre-cal-agua	7	<i>Tetranychus</i>

#### **Control de cuajamiento**

Pasados 60 días del fin de la polinización se realizó un control de cuajamiento. Se marcaron las etiquetas con un visto si se encontraba fruta, la misma que se verificó al momento de la cosecha. Este control permitió no tener equivocaciones, ya que las plantas de chirimoya siguieron floreciendo, permitiendo un posible cuajamiento natural, el mismo que alteraría los resultados de la investigación. Hay que mencionar que los cuajamientos naturales se mantuvieron.





**Foto 21.** Frutos con uno a dos meses

#### **6.3.1.8 Mosca de la fruta**

La plaga más importante en el cultivo de chirimoya es mosca de la fruta (*Anastrepha fraterculus*). El instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, ha probado diferentes maneras de controlar mosca de la fruta, como el control con fundas plásticas, fundas de papel y mallas de plástico (Encalada, y Viteri,. 2011).

Para la investigación se utilizó malla plástica, la cual mantiene en buenas condiciones a la fruta y controla al insecto (Encalada, 2010).

Se elaboraron 436 mallas plásticas de color verde, para no atraer insectos. La malla posee orificios de 0.5 cm de diámetro, por lo cual se utilizaron mallas dobladas para reducir el área de contacto. Se cortó la malla cada 60 cm de largo y se dobló, dejándola a 30 cm, se sujetó el extremo con alambre para jardín. Se colocó una malla por cada fruto, el cual ya tenía un tamaño considerable y aproximadamente unos 4 meses de ser polinizado.



Para colocar las mallas plásticas se utilizaron trozos de alambre para jardín, con el fin de asegurar la malla para que no se abra con el tamaño de la fruta.



**Foto 22.** Frutos de 4 meses

**Foto 23.** Frutos con mallas plásticas

A los seis meses y tres semanas del iniciar de la polinización manual, se utilizó un insecticida con spinosad como ingrediente activo, extraído de *Saccharopolyspora spinosa*, el cual se aplicó cada semana durante un mes, en el lote experimental. Este producto se utiliza de forma concentrada y se distribuye en pequeñas cantidades, ya que contiene un atrayente para mosca de la fruta.

### **Cosecha**

La cosecha se inició a los 7 meses del inicio de la polinización. El cambio de coloración de la epidermis de la fruta de verde oscuro a un verde más claro, determina un estado de envero (González, M. 2006).

Se recolectaron los frutos cortando su pedúnculo con tijera de podar, para no mezclar los frutos de los diferentes tratamientos se etiquetó cada uno de ellos. Los frutos se depositaron en baldes de plástico para posteriormente ser pesados. Hay que tener cuidado en quitar las mallas plásticas para evitar golpes en la fruta, se pesó cada fruto en una balanza de precisión con error de un gramo y se midió, tanto el alto como el ancho de cada fruto. La cosecha duró 40 días.



**Foto 24.** Cosecha de chirimoya



**Foto 25.** Pesado de frutos

### 6.3.1.9 Polinización manual, pincel vs insuflador

Durante la polinización en la investigación, se observó que la cantidad de polen utilizado con el método pincel es diferente al método insuflador. Es por eso que se realizó un conteo del número de flores que se pueden polinizar con una misma cantidad de polen para cada tipo de método. Así mismo, se tomó el tiempo que se emplea en cada tipo de polinización manual.

Se recolectaron 650 flores en estado macho para cada uno de los métodos de polinización. Se anotó la cantidad de flores polinizadas y el tiempo empleado en cada uno de los métodos de polinización artificial.

Al polinizar con pincel, se obtuvo 175 flores y al hacerlo con insuflador 276 flores polinizadas. Así se necesitaron 3.7 flores cosechadas por cada flor polinizada con el método pincel y se utilizaron 2.3 flores cosechadas por cada flor polinizada con el método insuflador. El tiempo de polinización del método pincel fue de un 30% más que el método insuflador.

### 6.3.2 Diseño experimental

Para esta investigación se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo factorial de tres por dos, más uno.



El análisis estadístico se lo realizó en R (Lenguaje y entorno de programación para análisis estadístico y gráfico) y en el programa SPSS (Programas informático para análisis estadístico).



## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Variable frutos cosechados

**Cuadro 8.** Comparaciones por pareja en la variable frutos cosechados

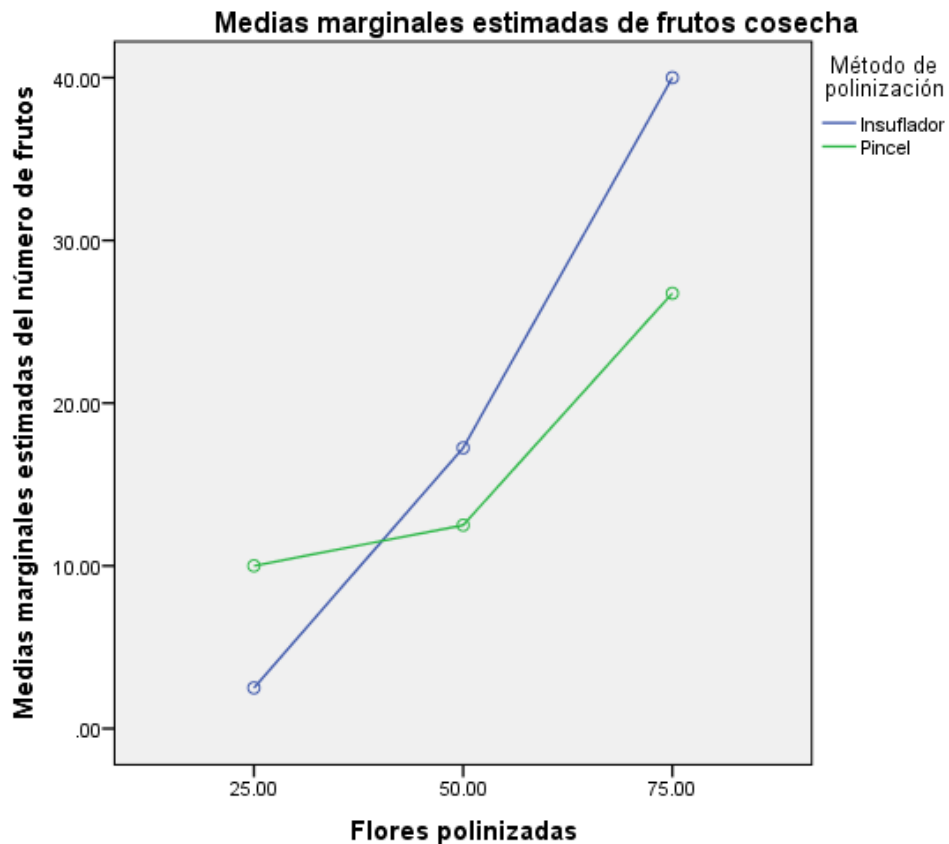
Método-Florespolinizadas-Florespolinizadas			Diferencia de medias y Error estándar	Sig. <sup>b</sup>
Insuflador	25.00	50.00	-14.750* ±4.121	.006
	25.00	75.00	-37.500* ±4.121	.000
	50.00	75.00	-22.750* ± 4.121	.000
Pincel	25.00	50.00	-2.500* ± 4.121	1.000
	25.00	75.00	-16.750* ± 4.121	.002
	50.00	75.00	-14.250* ± 4.121	.008

El cuadro n<sup>o</sup> 8 muestra las comparaciones por pareja, del número de frutos cosechados, en los distintos niveles de flores polinizadas y con su respectivo método de polinización. En el caso del método insuflador, las diferencias entre el número de frutos, de los distintos niveles de flores polinizadas son significativas, mientras que el método pincel, el número de frutos cosechados con un nivel de 25 flores polinizadas, no tiene una diferencia significativa con el nivel de 50 flores polinizadas. Para los dos métodos de polinización, la diferencia de frutos



cosechados, entre un nivel de 25 flores y 75 flores, es altamente significativo, con una diferencia más grande al utilizar el método insuflador

**Gráfico 2.** Medias estimadas de la variable frutos cosechados.



El gráfico n<sup>o</sup> 2 muestra las medias marginales estimadas de los frutos cosechados, en los dos tipos de métodos de polinización. En el método insuflador se ve una diferencia marcada del número de frutos, entre sus tres niveles de flores polinizadas. El método pincel muestra una cantidad de frutos cosechados sin una gran diferencia, entre los distintos niveles de flores polinizadas, sobre todo entre 25 flores y 50 flores.



**Cuadro 9.** Promedio del número de frutos y área inicial de base transversal del tronco, de cada tratamiento.

Tratamientos	# de frutos	Área inicial
25 flores insuflador	2,5	24,41
25 flores pincel	10	39,36
50 flores insuflador	17,25	37,37
50 flores pincel	12,5	33,17
75 flores insuflador	40	35,86
75 flores pincel	26,75	27,31
Polinización natural	0	32,90

**Cuadro 10.** ADEVA de la variable frutos cosechados.

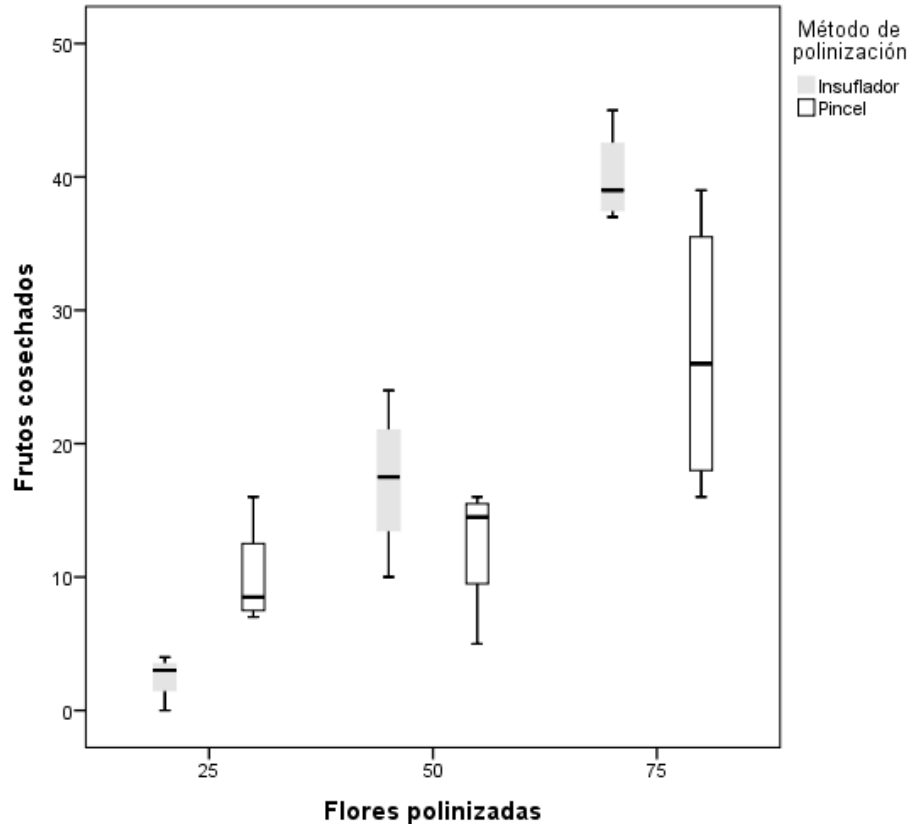
	gl	CM	F	P
Método	1	351.1	5.563	0.0649.
Área	1	61.2	0.969	0.3701
error	5	63.1		

En este cuadro se puede observar que el efecto de los métodos utilizados en la polinización manual fue poco significativo. El cuadro n° 10 muestra las medias de frutos cosechados usando los tratamientos de 50 flores polinizadas, con ambos métodos, ya que estos dos tratamientos tienen las plantas más homogéneas. Se observa que el porcentaje de cuajamiento con el método insuflador fue mayor al método pincel, pero sin una diferencia estadísticamente significativa.

Asimismo, podemos observar que en esta investigación, el área inicial no es significativa en el porcentaje de cuajamiento.



**Gráfico 3.** Número de frutos por cada tratamiento



A pesar de no encontrar investigaciones que comparan los dos tipos de métodos utilizados en la investigación, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, menciona que la utilización del insuflador da resultados más rápidos y efectivos, frente a la utilización del pincel.

En esta investigación se determinó un mayor rendimiento con la utilización del insuflador, además hay que resaltar otras ventajas como:

- Menor tiempo en polinización.
- Uso de polen localizado.
- Mejor aplicación de polen en días lluviosos, frente al pincel.





- Menor cantidad de polen utilizado (2.3 flores cosechadas, para polinizar una flor, con el método insuflador, frente a 3.7 flores con el método pincel).

### Porcentaje de cuajamiento

**Cuadro 11.** Porcentaje de cuajamiento de cada tratamiento, con el número de flores polinizadas.

Tratamientos	N° Flores	%Cuajamiento
<b>Insuflador</b>		
25 flores polinizadas	100	10
50 flores polinizadas	200	34.5
75 Flores polinizadas	300	53.3
<b>Total Insuflador</b>	<b>600</b>	<b>39.8</b>
<b>Pincel</b>		
25 Flores polinizadas	100	40
50 Flores polinizadas	200	25
75 Flores polinizadas	300	35.7
<b>Total Pincel</b>	<b>600</b>	<b>32.8</b>
<b>Total Polinización</b>	<b>1200</b>	<b>36.6</b>
<b>Manual</b>		
<b>Polinización Natural</b>	<b>100</b>	<b>0</b>

Para esta investigación se utilizaron 25, 50 y 75 flores por cada nivel de polinización, tanto para el método insuflador, como para el método pincel. La unidad experimental fue de una planta, con cuatro repeticiones, así el número total de flores polinizadas fue de 1200 y para el tratamiento de polinización natural, se seleccionó 25 flores al azar de cada unidad experimental.

Como muestra el cuadro n° 11 el porcentaje de cuajamiento fue diferente en cada uno de los tratamientos, pero ninguno de ellos llegó a un porcentaje considerable de frutos cuajados. Montiel, M. (2009), menciona que el porcentaje de cuajamiento en chirimoya está comprendido entre el 60 y 80 por ciento de efectividad, lo cual no ocurrió en esta investigación.



Una investigación de polinización manual en la Estación Experimental del Austro INIAP, realizada por Vanegas, (2014), presenta valores comprendidos entre 42,2-64,1 % de cuajamiento promedio en los distintos tratamientos, con polinización manual de pincel. En cuanto al porcentaje de cuajamiento natural, los valores se encontraron entre 2,5-11,5 %. La polinización fue realizada a partir del 10 de julio de 2012 y duró 3 meses.

Si comparamos la época de polinización entre el trabajo de Vanegas, (2014) y esta investigación, observamos que las dos investigaciones no fueron realizadas en la misma época. El trabajo en polinización del INIAP se realizó en julio, agosto, septiembre y octubre, mientras el de esta investigación, fue en mayo y junio, lo cual podría modificar la cantidad de frutos cuajados (INIAP 2013).

## 7.2 Variable peso de frutos

**Cuadro 12.** Comparaciones por pareja en la variable peso de frutos por planta

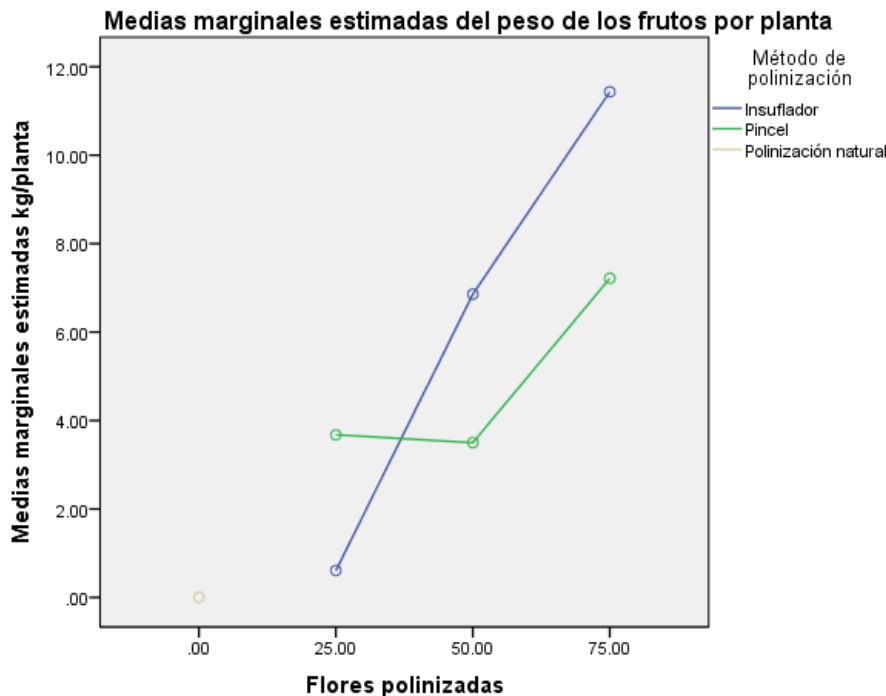
	(I)	(J)	Diferencia de medias y Error estándar	Sig <sup>b</sup>
<b>Insuflador</b>	<b>25.00</b>	<b>50.00</b>	-6.248 <sup>*</sup> ± 1.542	.002
		<b>75.00</b>	-10.822 <sup>*</sup> ± 1.542	.000
	<b>50.00</b>	<b>75.00</b>	-4.575 <sup>*</sup> ± 1.542	.025
<b>Pincel</b>	<b>25.00</b>	<b>50.00</b>	.177 ± 1.542	1.000
		<b>75.00</b>	-3.537 ± 1.542	.102
	<b>50.00</b>	<b>75.00</b>	-3.715 ± 1.542	.081

El cuadro n<sup>o</sup> 12 muestra las comparaciones del peso de los frutos por planta, para cada método de polinización y su relación con los diferentes niveles de flores



polinizadas. El método insuflador muestra una diferencia significativa en el peso de los frutos, que tienen sus diferentes niveles de flores polinizadas. En cuanto al método pincel, no hay diferencias altamente significativas del peso de los frutos por planta, entre los distintos niveles de polinización, así el peso de los frutos con un nivel de 75 flores, es mayor a los niveles de 25 y 50 flores. La diferencia entre el peso de los frutos en los tratamientos con 25 y 50 flores polinizadas con pincel, no son significativos.

**Gráfico 4.** Medias marginales estimadas, en la variable peso de frutos



En el gráfico n<sup>o</sup> 4 se observa el comportamiento del peso de los frutos, con los dos métodos de polinización y sus tres niveles de flores polinizadas. El método insuflador tiene un mayor peso, mientras más flores polinizadas tenga, en cuanto al método pincel, se observa que el peso de los frutos con 25 flores polinizadas, es mayor al peso de los frutos con 50 flores polinizadas, a pesar de tener un menor número de frutos.



**Cuadro 13.** Promedio del peso de frutos por planta y área inicial de base transversal del tronco, de cada tratamiento

Tratamientos	Peso de frutos /planta Kg	Área inicial
25F Insuflador	0,61	24,41
25F Pincel	3,68	39,36
50F Insuflador	6,86	37,37
50F Pincel	3,50	33,17
75F Insuflador	11,44	35,86
75F Pincel	7,21	27,31
Polinización Natural	0	34,17

**Cuadro 14.** Resultados obtenidos del ADEVA en el variable peso de fruto

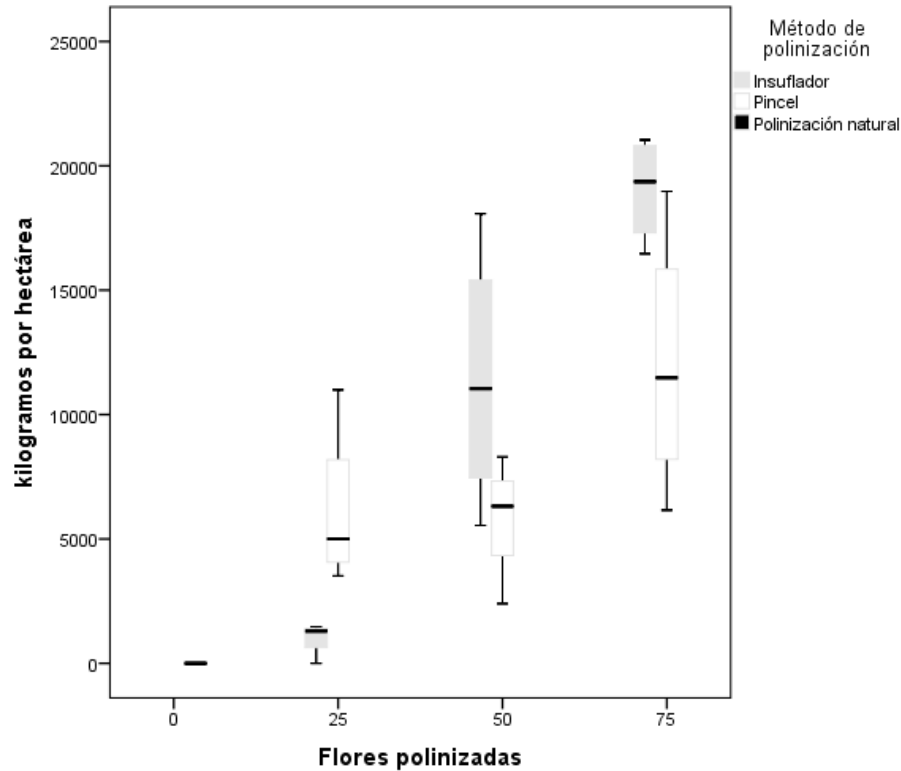
	gl	CM	F	p
Método	1	35.57	5.389	0.0679.
Área	1	2.97	0.449	0.5323
error	5	6.6		

El cuadro n<sup>o</sup> 14 muestra que hay un efecto poco significativo de los métodos de polinización, sobre el peso del fruto. En general, los frutos polinizados con insuflador pesaron más que los frutos polinizados por el pincel. Este ADEVA también fue realizado con los datos, de los tratamientos con 50 flores polinizadas.

El área inicial tampoco tuvo efecto significativo sobre el peso de los frutos.



**Gráfico 5.** Valores en kilogramos por hectárea de cada tratamiento



Según Guirado, et al., (2003), un lote adulto de chirimoya, con una buena polinización manual, llega a una producción de 16 a 20 t/Ha. Si comparamos con la investigación, la cantidad de producción no supera esos rangos, ya que el cuarto año es el inicio de producción en este frutal, llegando a su máximo potencial a los 10 años de edad, según el INIA 2009. Sin embargo, la producción que se muestra en la gráfico n<sup>o</sup>3, los tratamientos de 75 flores, supera el promedio nacional en más de 10 veces.

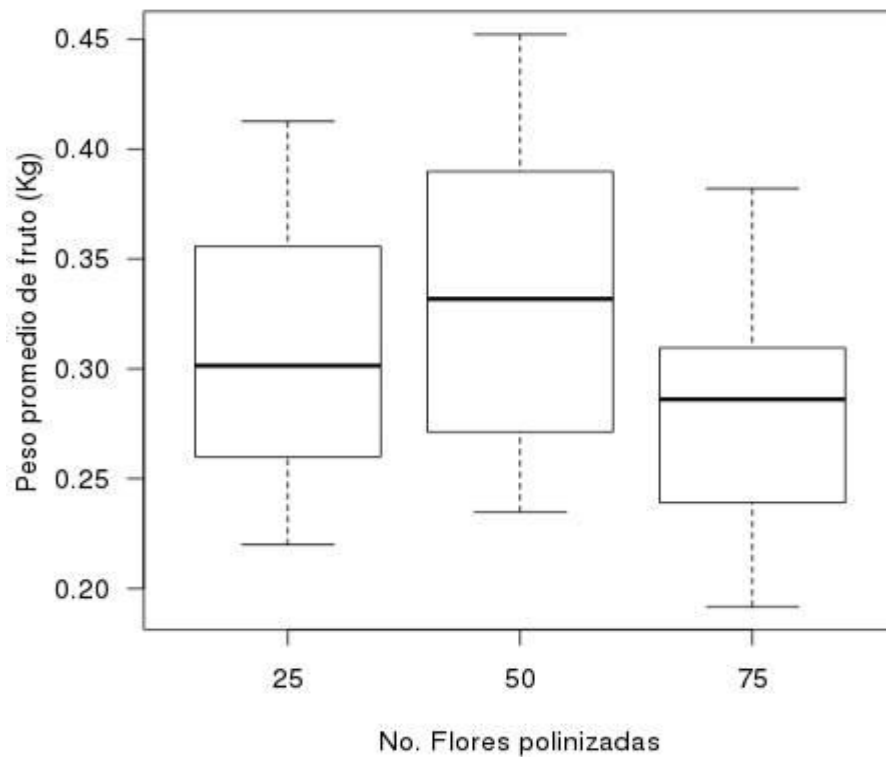
Sin duda la alta densidad, en conjunto con un buen manejo del cultivo, permiten una producción considerable, sobre todo en los primeros años de producción (Encalada, C. 2011).

Para Vanegas, (2013) el promedio del peso de fruta con polinización manual, está alrededor de 500 g, lo cual es mayor al promedio de esta investigación, gráfico n<sup>o</sup>



5. Los resultados en el INIAP muestran frutos de mayor peso, alcanzado hasta los 2000 g, comparados con los 1400 g del fruto de mayor calibre en esta investigación. Estos resultados sugieren un mejor desarrollo de la fruta, en la época normal de producción.

**Gráfico 6.** Peso promedio de frutos de chirimoya, en plantas de 4 años, con una polinización manual de 25, 50 y 75 flores por planta.



En el gráfico n<sup>o</sup> 6 muestra el peso promedio de fruta, de los diferentes niveles de polinización. Los niveles de 25 y 50 flores, mantienen un tamaño de fruta casi similar, pero en el nivel de 75 flores, la tendencia en esta investigación es de reducir el tamaño del fruto, lo que sugiere que un nivel de flores más alto, podría perjudicar al tamaño de la fruta.



Para González, et al., (2007), si bien no está establecido el nivel ideal de carga en este frutal, menciona en sus investigaciones, que la máxima eficiencia productiva que no compromete el desarrollo de la fruta, no debe pasar de 0,20 kilogramos por cada  $\text{cm}^2$  del área de la sección transversal del tronco o ASTT, ya que una carga superior a esta perjudicaría la calidad de la fruta, reduciendo el tamaño del fruto y manteniendo el número de semillas, obteniendo un fruto de menor calidad. También menciona, que dicha carga, no perjudica el desarrollo de la planta.

El promedio del área de la sección transversal del tronco o ASTT, para esta investigación es de  $32.91 \text{ cm}^2$ , al multiplicar por 0,2 kg de fruta, nos da 6,6 kg de fruta que puede soportar cada planta, esto nos dice González, et al., (2007).

**Cuadro 15.** Máxima capacidad de carga, que no afecta el tamaño del fruto, con un valor de  $0,2 \text{ kg/cm}^2$  del área de la sección transversal del tronco, ASTT

Tratamientos	Área inicial	Área inicial por 0,20 Kg	kg/1666,6 pl HA
25 flores insuflador	24,41	4,88	8136
25 flores pincel	39,36	7,87	13119
50 flores insuflador	37,37	7,47	12456
50 flores pincel	33,17	6,63	11056
75 flores insuflador	35,86	7,17	11953
75 flores pincel	27,31	5,46	9103
Polinización natural	32,90	6,58	10965

En el cuadro n<sup>o</sup>15 se utilizaron los datos del área inicial del cuadro n<sup>o</sup>13 los cuales se multiplicaron por  $0,20 \text{ Kg/cm}^2$  del ASTT y por la densidad de plantación (1667 pl/ Ha), obteniendo los valores promedios de la máxima producción, que no



afectaría el tamaño del fruto para esta investigación. Si comparamos estos resultados, con la gráfico n<sup>o</sup> 3 podemos ver que los únicos tratamientos que pasan la producción, son los que tienen un nivel de 75 flores, los cuales tuvieron los frutos más pequeños. Estos datos coinciden con lo dicho por González, et al., (2007).

### 7.3 Variable humedad relativa y temperatura, frente al número de frutos.

**Cuadro 16.** Coeficientes de humedad relativa y temperatura, frente al número de frutos.

Parámetros Estimados	Valor Parámetro SE	Sig
1(Constante)	-14.182 ± 32.881	.668
Humedad en la mañana	.288 ± .144	.051
Temperatura en la mañana	.911 ± 1.025	.379
Humedad al medio día	-.269 ± .130	.056
Temperatura al medio día	-.198 ± .378	.604
Humedad en la tarde	.015 ± .182	.935
Temperatura en la tarde	.258 ± .997	.797

El cuadro n<sup>o</sup>16 muestra los coeficientes de las tres humedades relativas y las tres temperaturas, medidas en la investigación, frente al número de frutos. Los valores nos indican que la humedad relativa y la temperatura no tienen una gran influencia





en el número de frutos. Las humedades relativas en la mañana y la tarde, son los datos que más influencia tienen con el número de frutos, sin ser altamente significativos, podemos observar los gráficos en el anexo n<sup>o</sup> 11.

Montiel, (2009), menciona que en Chile, los días propicios para obtener un buen cuajamiento, son aquellos en los cuales la humedad relativa es alta y la temperatura es media, ya que la chirimoya no soporta heladas. Para Lora, (2007), temperaturas mayores a 30 °C durante el desarrollo de la flor o durante la germinación del polen, afectan la germinación del mismo. La temperatura ideal para este proceso es de 25 °C, en España. Bederski, K. (2010), indica que un buen cuajamiento de fruta se puede dar en pleno verano y con una humedad relativa baja, en las condiciones del Perú.

Los resultados en esta investigación, no muestran un efecto altamente significativo de la humedad relativa, ni la temperatura, frente al número de frutos. La polinización manual es el factor que más influencia tiene en la producción de chirimoya.



## 7.4 Análisis económico

**Cuadro 17.** Costos fijos y variables por hectárea de cada tratamiento en investigación.

	Tratamientos						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>Costos Fijos (\$/Ha)</b>	3377,7	3377,7	3377,7	3377,7	3377,7	3377,7	3377,7
	9	9	9	9	9	9	9
<b>Costos Fijos (\$/Kg)</b>	0,69	0,69	0,35	0,35	0,26	0,26	
<b>Costos Variables</b>							
<b>Kg/ ha</b>	<b>4880</b>	<b>4880</b>	<b>9760</b>	<b>9760</b>	<b>12809</b>	<b>12809</b>	
<b>M. Obra polinización</b>	893	1339	1786	2678	2678	4018	
<b>Malla plástica</b>	381	381	762	762	1144	1144	
<b>Elaboración y puesta de mallas</b>	572	572	1144	1144	1716	1716	
<b>Cosecha y puesta de cera</b>	488	488	976	976	1281	1281	
<b>Total de costos variables (\$/ha)</b>	2334	2780	4668	5561	6819	8158	
<b>Total de costos variables (\$/Kg)</b>	0,48	0,57	0,48	0,57	0,53	0,64	
<b>Total costos (\$/Kg)</b>	1,17	1,26	<b>0,82</b>	0,92	0,80	0,90	

Como se puede apreciar en el cuadro n<sup>o</sup>17, los costos fijos son los mismos para cada tratamiento, ya que las labores necesarias para un ciclo de cultivo son las mismas. El análisis está elaborado en una hectárea de chirimoya, con una densidad de 1667 plantas por hectárea y solo incluye los costos por ciclo. En el anexo n<sup>o</sup>9 se observa el cuadro de costos fijos con detalle.

Antes de realizar los costos variables se uniformizó la cantidad de kg/ha para cada nivel de flores polinizadas, ya que el método insuflador y el método pincel no son altamente significativos (cuadron<sup>o</sup>14), se tomó el promedio de cuajamiento en todas las flores polinizadas de la investigación, es decir 36,6 % y se utilizó el promedio del peso de los frutos (320 g/fruto), en las plantas que se polinizaron 25 y 50 flores, así mismo se tomó el promedio del peso de los frutos (280 g/fruto), en plantas con 75 flores polinizadas. Los valores en kg/ha cambian por el nivel de flores polinizadas.



Una persona puede cosechar 1.610 flores, extraer su polen y polinizar 700 flores en 8 horas laborables, utilizando el método insuflador, en las condiciones de la hacienda donde fue realizada la investigación. En cuanto al método pincel, se necesita mayor cantidad de tiempo para polinizar 700 flores, ya que utiliza un 61 % más de polen (3.7 flores cosechadas para polinizar una flor) y tarda un 30% más en polinizar, frente al método insuflador. Con estos datos se determinó que se necesitan 12 horas laborables para polinizar 700 flores con el método pincel (anexo n<sup>o</sup> 10). Como se observa en el cuadro n<sup>o</sup> 17 los valores en mano de obra por polinización, son los únicos que cambien en cada tratamiento, para los demás costos variables, su valor cambia por el nivel de flores polinizadas, las cuales incrementan los costos en mallas plásticas y mano de obra.

En los costos por cada kilogramo de chirimoya que muestra el cuadro n<sup>o</sup> 17, los tratamientos con el método insuflador son menores, siendo mucho más rentable que los tratamientos del método pincel. Si bien el tratamiento 5 (75 flores polinizadas con insuflador), con 0,80 centavos por kilogramo de fruta, fue el que menor precio obtuvo, el tratamiento 3 (50 flores polinizadas con insuflador), fue el mejor, con 0,81 centavos por cada kilogramo de fruta. La diferencia en el costo de estos dos tratamientos es muy baja, al obtener una fruta de mayor calidad y tener un menor trabajo en producción, el tratamiento tres (50 flores polinizadas con insuflador) sin duda es el más apto, si tomamos en cuenta la edad que tienen las plantas.

Hay que mencionar que los costos en mano de obra para polinización, se tomaron en condiciones ideales, lo cual no ocurre durante todo el tiempo de la floración.

El precio del kg de chirimoya varía según la temporada, así un kilogramo en época natural, es menor a uno en época de producción forzada. Se estima un valor de 2 dólares americanos por kg en época natural y 2,5 dólares americanos en una época de producción forzada, siempre que la fruta sea de calidad. El precio de la



fruta nacional puede bajar a 0,50 dólares americanos, en los meses de mayor producción natural.



## 8. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación concluyen lo siguiente:

1. Se rechaza la hipótesis: Los niveles de flores polinizadas y los dos tipos de métodos de polinización manual, influyen en la productividad y calidad del fruto en el cultivo de la chirimoya. Todos los tratamientos presentan un comportamiento diferente, por el número de flores polinizadas y el método de polinización empleado.
2. El método insuflador es superior al método pincel en porcentaje de cuajamiento y tamaño del fruto; además, al utilizar el insuflador se obtiene una mayor rentabilidad, ya que el costo de mano de obra para el método pincel es más elevado al utilizar 61 % más de polen y aumentar un 30 % el tiempo de polinización.
3. En cuanto al tratamiento de polinización natural, dio como resultado una producción nula, lo cual indica que sin polinización manual no se obtiene una producción económicamente rentable en este cultivo, en los meses de mayo y junio para polinización, enero y febrero para cosecha. La polinización manual es el factor más importante en la producción de chirimoya.
4. El nivel más adecuado de flores a polinizar para esta investigación fue de 50. Esta cantidad de flores no afecta el tamaño del fruto, ni el crecimiento vegetativo para plantas de cuatro años y bajo las condiciones que fue realizada la investigación.
5. El tratamiento 3 (50 flores polinizadas con insuflador) es el más rentable, con un costo de 0,81 centavos por kilogramo de fruta. Este tratamiento mantiene una buena calidad del fruto, lo cual no pasa en los tratamientos con 75 flores polinizadas.



6. Los valores más bajos de cuajamiento en esta investigación, se obtuvieron cuando la humedad relativa del mediodía era más alta.
7. La investigación fue realizada en una época forzada para la producción de chirimoya, teniendo un rendimiento más bajo en cuanto al cuajamiento y peso de fruto, frente a otras investigaciones con un ciclo normal. Sin embargo, se demostró que se puede tener producción de esta fruta en los meses de enero y febrero.



## 9. RECOMENDACIONES

1. Debido al bajo rendimiento que tiene la chirimoya en el país, se recomienda realizar una polinización manual con insuflador, la cual mejorará la productividad, la calidad del fruto y los ingresos para el productor.
2. Una programación de la polinización, es importante para la producción en chirimoya, se recomienda estimar la cantidad de flores a polinizar por árbol, con la ayuda del porcentaje de cuajamiento y el valor de 0,2 kg de futa por cada  $\text{cm}^2$  del ASTT.
3. Se recomienda realizar una polinización constante (alrededor de un mes), la cual permite acortar el ciclo del cultivo, realizando podas al término de la cosecha.
4. El número de plantas y flores utilizadas para el tratamiento de polinización natural, fue bajo, por lo cual se recomienda utilizar un mayor número de flores y plantas, para determinar de mejor manera el porcentaje de cuajamiento natural.
5. El comportamiento de la floración en chirimoya es muy variable, teniendo días con muchas flores en estado para polinizar y otros días con ninguna flor para polinizar. Se recomienda realizar un estudio durante toda la época de floración, el cual permita determinar el promedio de polinizaciones que puede realizar una persona, obteniendo el costo real de mano de obra en polinización.
6. Para cultivos en alta densidad y con gran cantidad de frutos/planta, en cuanto al manejo de mosca de la fruta, se recomienda utilizar productos a base de spinosad como ingrediente activo, evitando el costo de mallas plásticas y de mano de obra para colocar y retirar las mismas.



7. Manejar de forma integrada y oportuna las enfermedades para evitar daños que ocasionen reducción de la calidad de la fruta
8. La producción fuera del ciclo natural en chirimoya es recomendable debido a la nula competencia de fruta nacional y precios más elevados (mayo-octubre producción natural de chirimoya, noviembre-abril producción forzada de chirimoya).
9. Las investigaciones en relación a este frutal no son numerosas en el país, lo cual no ha permitido entender bien su comportamiento. Se recomienda realizar investigaciones que contribuyan a una alta productividad, con una buena calidad y una oferta permanente.





## 10. BIBLIOGRAFÍA

### Libros consultados:

- Encalada, (2010). Revista informativa INIAP, Iniap incentiva cultivo de chirimoya. Edición 3.
- Gallegos, (2011). Memorias del III Seminario internacional de chirimoya y II de guanábana.
- Gardiazabal, y Rosenberg, (1993), El cultivo del chirimoyo. Valparaíso-Chile. Imprenta Libra.
- González, et al., (2010). Fenología de la maduración del fruto en chirimoyo (*Annona cherimola* Mill) Determinación de un índice de recolección. España. Fundación Cajamar.
- González, et al., (2007). Mejora de la productividad y calidad del fruto mediante el control de la polinización manual en Chirimoyo. España. Fundación Cajamar.
- Guirado, et al., (2003). Introducción al cultivo del chirimoyo. España. Gabinete Técnico de la Caja Rural de Granada.
- INIAP, (2012) Informe anual del programa de fruticultura en Estación Experimental del Austro.
- INIAP, (2013) Informe anual del programa de fruticultura en Estación Experimental del Austro.
- Lora, (2007). Germinación de polen de chirimoyo. Implicaciones para la optimización de la polinización manual, Congreso SECH. Albacete
- Montiel, (2009). Memorias del II Seminario internacional sobre el cultivo de la chirimoya y I de guanábana.



Ochoa, (2011). Memorias del III Seminario internacional de chirimoya y II de guanábana.

Restrepo, y Hensel, (2013). El ABC de la agricultura orgánica fosfitos y panesde piedra.

Samaniego, A. (2009). Estudio investigativo de la chirimoya, explotación, producción, análisis nutricional y propuesta gastronómica.

Rosell, et al., (1997). Cultivo del chirimoyo en Canarias. Gobierno de Canarias Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Vanegas, (2014) Evaluación de cuatro niveles de polinización manual, en tres densidades de plantación en chirimoya (*Annona cherimola Mill*), de cuatro años de edad, cantón Gualaceo, provincia del Azuay Ecuador.

Viteri, y Vázquez, (2012). Revista informativa INIAP, Manejo integrado del cultivo de n

Viteri, y Vázquez, (2011). Memorias del III Seminario internacional de chirimoya y II de guanábana.

#### **Fuentes de internet:**

ADER LA PALMA, (2011), Video divulgativo por la Asociación para el Desarrollo Rural de la Isla de La Palma <https://www.youtube.com/watch?v=K8JkBpZrz4o>.

Gobierno provincial del Azuay <http://www.azuay.gob.ec/cantones/guachapala>.

González, (2013), Chirimoya, frutal tropical y sub-tropical de valores promisorios, [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362013000300008&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362013000300008&script=sci_arttext)

INIA (2009), Polinización manual de la chirimoya, video. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=72ZcO7G314k>.

Van Damme,. y Scheldeman, (1999) El fomento de la producción de chirimoya en América Latina. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x2450s/x2450s09.htm>



**Consultas personales:**

Bederski, K. Lima 19 de julio del 2011.

Encalada, Cuenca 8 de Octubre del 2012

Lora, Correo 03 de octubre del 2013

Guirado, Correo 19 de enero del 2014



11. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelos de la hacienda donde se realizó la investigación

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
 ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRAL

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

No Muestra Laboratorio: <b>1325</b>	MUESTRA / CODIGO: <b>1.</b>	DATOS GENERALES DE LA MUESTRA	Sector / Finca
Propietario: <b>Ing. CLAUDIO RAFAEL ENCALADA</b>	Ubicación:	Provincia: <b>Azuay</b> Cantón: <b>Guachapala</b> Parroquia: <b>Guachapala</b>	Sector / Finca: <b>"El Rafiquito"</b>
Fecha entrega de resultados: <b>20/09/2012</b>	Cultivo/uso: <b>Frutales</b>		
<b>RESULTADOS</b>			
p.H.	6,67	Ligeram. Acido (> 6 - 6,5) Practic. Neutro (> 6,5 - 7,5) Ligeram. Alcalino (> 7,5 - 8) Medianam. Alcalino (> 8 - 8,5)	X
Clase Textural (% arena, % arcilla, % limo)	45/25/30	FRANCO	
Materia Orgánica %	2,51	BAJO	

	RANGOS PARA INTERPRETACION		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Nitrógeno (ppm)	< 30	30 a 60	> 60
Fósforo (ppm)	< 10	10 a 20	> 20
Potasio (meq/100ml)	< 0,2	0,2 a 0,38	> 0,38
Calcio (meq/100ml)	< 2	2 a 5	> 5
Magnesio (meq/100ml)	< 0,5	0,5 a 1,5	> 1,5
Hierro (ppm)	< 20	20 a 40	> 40
Cobre (ppm)	< 1	1 a 4	> 4
Zinc (ppm)	< 3	3 a 7	> 7
Manganeso (ppm)	< 5	5 a 15	> 15

SIGLAS: Bajo (B) ; Medio (M) ; Alto (A) ; Tóxico (T)	RANGOS PARA INTERPRETACION		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Nitrógeno (ppm)	B		
Fósforo (ppm)	A		
Potasio (meq/100ml)	A		
Calcio (meq/100ml)	A		
Magnesio (meq/100ml)	A		
Hierro (ppm)	M		
Cobre (ppm)	A		
Zinc (ppm)	B		
Manganeso (ppm)	B		

C.E. (m mhos/cm)	RANGOS PARA INTERPRETACION		
	No Salino (< 2)	Ligeramente Salino (2 a 4)	Muy Salino (> 8)
0,15	X		

PARAMETROS COMPLEMENTARIOS PARA USO EN RIEGO (En función de la CLASE TEXTURAL)	
Capacidad de Campo (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0,27
Conductividad Hidráulica a la Saturación (cm / h.)	0,49
Saturación (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0,48
Saturación de Bases	---
Densidad Aparente (gr./cm <sup>3</sup> )	1,34
Punto Marchitez (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0,15
Agua Disponible (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0,12
Porcentaje de Humedad (%)	---

LABORATORISTA:   
 LABORATORIO DE SUELOS EXPERIMENTAL DEL AUSTRAL



## Anexo 2. Elaboración de bocashi

El bocashi básico para una hectárea es elaborado mediante:

- 20 sacos de desechos vegetales (rastros, ramas picadas, hojas, etc.).
- 20 sacos de estiércol seco (puede ser de gallina, chivo, cuy, vaca, caballo, etc.).
- 20 sacos de tierra
- 4 sacos de carbón.
- 2 sacos de cono de arroz.
- 4 litros de melaza.
- 2 libras de levadura de pan.
- Agua, el 30% del volumen total si los materiales están secos.

Primero se ponen los restos vegetales, seguido del estiércol, la tierra, el carbón y el cono de arroz. El agua, levadura y melaza se mezcla en un recipiente aparte, el cual se incorpora después del cono de arroz. Lo mejor es ir realizando el bocashi por capas, para homogenizar todos los materiales.

Los primeros días hay que dejar un montón de 1.2 m de altura, el cual hay que voltear dos veces al día durante 5 días, después del quinto día el montón se lo deja a 50 cm y solo se voltea una vez al día, hasta que no desprenda un fuerte olor. Se recomienda utilizar materiales triturados o pequeños, para que se homogenice de mejor manera, la elaboración demora entre dos y tres semanas.





### **Anexo 3. Elaboración del biofermento**

Los materiales básicos para la elaboración de biol, en un tanque de 200 litros son:

- 180 litros de agua.
- 2 a 4 litros de leche, o suero.
- 200 gramos de levadura de pan.
- 50 kilogramos de mierda de vaca muy fresca.
- 3 a 5 kilogramos de ceniza.
- Sales minerales opcionales.

Primero hay que tener un tanque de plástico oscuro, con tapa y un anillo de metal para cerrar, a la tapa del tanque se le hace un orificio y se le pone una válvula, la cual se le conecta un pedazo de manguera, para que no tenga fugas de aire se le coloca una brida a la manguera.

La elaboración es muy sencilla, se ponen todos los materiales en el tacho de plástico, moviéndolos con un palo para que se homogenice, después hay que taparlo, teniendo mucho cuidado de que no tenga fugas de aire. Se cuelga una botella con agua en el tacho, introduciendo la punta de la manguera, para que puedan salir los gases sin que entre aire al tacho. La mierda de vaca tiene que ser lo más fresca posible y es recomendable quitar sus restos vegetales. Si al biol se le ponen sales minerales, se aconseja moverlo un par de días después de su elaboración. El biol está listo para ser utilizado alrededor de un mes de su elaboración y puede seguir fermentando indefinidamente.

Al momento de su aplicación se ciernen todos los sedimentos y se mezcla con agua, para ser aplicado de forma aérea o al suelo. Las dosis a utilizar cambian dependiendo del cultivo, lo mejor es hacer pruebas, para conocer cuál es la dosis ideal q no afecta a cada planta. En chirimoya se aplica hasta el 20 % de forma aérea y 80 l/hectárea al suelo, sin perjudicar a las plantas.



**Anexo 4.** Cálculos para la fertilización, en una hectárea de chirimoya

Requerimiento por hectárea:

N – P - K

220-60-240

Análisis de suelos:

N - P - K

18,4-26,3-45

Cantidad Faltante:

N - P - K

201,6-33,7- 195

Fosfato Monopotásico ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) 51,5 % P 34% K

Fosforo

51,5 kg P                      100Kg  $\text{KH}_2\text{PO}_4$

33,7 kg P                      X=**65,44** kg  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ /1666,6 pl = **39,3** g/ pl.

Potasio

$65,44 * 0,34 = 22,25 = 195 - 22,25 = 172,75$

Nitrato de Potasio ( $\text{KNO}_3$ ) 45 % K 13,5 % N

45 kg K                      100 kg  $\text{KNO}_3$

172,75kg K                      X= **383,9** kg  $\text{KNO}_3$ /1666,6 pl = **230, 34** g/pl.

Nitrógeno



$$383,9 * 0,135 = 51,8 \text{ kg N} = 201,6 - 51,8 = 149,8$$

Nitrato de Amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) 36% N

36 kg N                      100kg  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

149,8 kg N                      X= **416,1** kg  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ /1666,6 pl = 249,6 g/p





**Anexo 5.** Datos de las alturas, área del tronco, frutos cosechados y peso de frutos, utilizados para el análisis estadístico.

Repeticiones	Altura inicial	Ancho inicial	$\Sigma$ Aéreas inicial	Frutos Cosechados	Peso de Fruto
1	70	80	33,12	0	0
2	80	80	22,46	3	0,80
3	85	115	20,37	4	0,88
4	90	120	21,66	3	0,76
1	145	130	27,24	9	2,77
2	140	125	25,86	8	3,23
3	155	120	35,09	7	2,11
4	160	130	69,25	16	6,60
1	120	114	24,37	18	7,63
2	160	140	51,73	24	10,85
3	160	125	35,09	10	3,33
4	170	140	38,28	17	5,62
1	105	100	27,81	5	1,44
2	135	100	31,83	14	4,98
3	140	160	51,37	15	3,82
4	100	135	21,66	16	3,76
1	160	125	31,83	38	12,34
2	135	100	42,28	37	10,89
3	100	125	27,24	40	9,88
4	115	130	42,10	45	12,62
1	125	120	34,72	32	6,14
2	110	140	20,37	16	3,70
3	110	120	26,94	39	11,38
4	115	159	27,24	20	7,64
1	120	130	33,82	0	0,00
2	135	115	28,03	0	0,00
3	115	120	23,89	0	0,00
4	115	110	45,84	0	0,00



**Anexo 6.** Datos de humedades relativas, temperaturas, frutos cuajados y flores polinizadas, utilizados en el análisis estadístico.

HR 1	T <sup>0</sup> 1	HR 2	T <sup>0</sup> 2	HR 3	T <sup>0</sup> 3	Método	Frutos Cuajados	Flores polinizadas
80	15	50	21	80	17	Insuflador	4	14
80	15	50	21	80	17	Pincel	4	16
45	20	35	29	75	17	Insuflador	16	21
45	20	35	29	75	17	Pincel	4	13
65	20	45	27	65	20	Insuflador	0	4
65	21	33	29	62	20	Insuflador	16	22
65	21	33	29	62	20	Pincel	10	17
79	17	80	22	81	17	Pincel	10	17
88	17	74	20	74	17	Insuflador	17	46
88	17	74	20	74	17	Pincel	8	18
75	17	50	30	68	19	Insuflador	31	44
75	17	50	30	68	19	Pincel	14	21
72	16	60	26	60	20	Insuflador	0	4
72	16	60	26	60	20	Pincel	0	1
76	19	30	34	64	20	Insuflador	29	58
76	19	30	34	64	20	Pincel	6	21
81	17	54	24	67	18	Insuflador	21	62
81	17	54	24	67	18	Pincel	21	70
70	18	40	32	67	18	Insuflador	3	21
70	18	40	32	67	18	Pincel	8	29
73	18	75	21	67	20	Insuflador	5	50
73	18	75	21	67	20	Pincel	16	44
87	17	71	20	66	19	Insuflador	13	22
87	17	71	20	66	19	Pincel	9	42
76	17	60	30	65	19	Insuflador	3	37
76	17	60	30	65	19	Pincel	2	34
71	17	60	20	63	18	Insuflador	0	6
71	17	60	20	63	18	Pincel	8	23
75	17	71	20	90	17	Insuflador	6	36
75	17	71	20	90	17	Pincel	13	29



78	15	73	18	73	16	Insuflador	0	9
78	15	73	18	73	16	Pincel	0	15
91	15	71	19	67	17	Insuflador	19	22
91	15	71	19	67	17	Pincel	21	31
95	15	81	23	78	17	Insuflador	5	11
95	15	81	23	78	17	Pincel	1	12
80	16	78	20	74	16	Pincel	6	14
98	16	64	25	71	16	Insuflador	8	15
98	16	64	25	71	16	Pincel	5	15
90	15	82	17	75	17	Insuflador	4	11
90	15	82	17	75	17	Pincel	2	13
92	15	77	21	85	15	Insuflador	4	16
92	15	77	21	85	15	Pincel	3	20
95	16	92	19	86	19	Insuflador	1	10
95	16	92	19	86	19	Pincel	3	15
80	17	75	20	69	19	Insuflador	2	6
80	17	75	20	69	19	Pincel	0	19
74	17	50	32	76	17	Insuflador	13	14
74	17	50	32	76	17	Pincel	8	15
70	17	72	20	73	18	Insuflador	8	9
70	17	72	20	73	18	Pincel	7	14
65	20	69	21	71	17	Insuflador	1	1
65	20	69	21	71	17	Pincel	2	4



**Anexo 7.** Datos del número de frutos por planta, peso de fruta de cada planta, promedio de peso de frutos por planta, producción en kg por hectárea y porcentaje de cuajamiento.

Tratamientos	# de fruto/pl	Peso Kg/pl	Promedio fru. Kg/pl	Kg/ha	% Cuajamiento
TA IN1	0	0	0,000	0	0,0
TA IN1	3	0,80	0,267	1333,28	12,0
TA IN1	4	0,88	0,220	1468,27	16,0
TA IN1	3	0,76	0,253	1264,95	12,0
TD PN1	9	2,77	0,308	4618,15	36,0
TD PN1	8	3,23	0,404	5381,45	32,0
TD PN1	7	2,11	0,301	3514,86	28,0
TD PN1	16	6,60	0,412	10991,23	64,0
TB IN2	18	7,63	0,424	12722,66	36,0
TB IN2	24	10,85	0,452	18077,61	48,0
TB IN2	10	3,33	0,333	5544,78	20,0
TB IN2	17	5,62	0,330	9359,63	34,0
TE PN2	5	1,44	0,288	2399,90	10,0
TF PN3	14	4,98	0,356	8299,67	28,0
TE PN2	15	3,82	0,254	6358,08	30,0
TE PN2	16	3,76	0,235	6268,08	32,0
TC IN3	38	12,34	0,325	20570,84	50,7
TC IN3	37	10,89	0,294	18155,94	49,3
TC IN3	40	9,88	0,247	16464,34	53,3
TC IN3	45	12,62	0,281	21039,16	60,0
TF PN3	32	6,14	0,192	10239,59	42,7
TF PN3	16	3,70	0,231	6159,75	21,3
TE PN2	39	11,38	0,292	18970,91	52,0
TFPN3	20	7,64	0,382	12726,82	26,7
TG N0	0	0,00	0,000	0,00	0,0
TG N1	0	0,00	0,000	0,00	0,0
TG N2	0	0,00	0,000	0,00	0,0
TG N3	0	0,00	0,000	0,00	0,0



**Anexo 8.** Datos de los diferentes diámetros tomados a 15 cm del injerto. Se midieron en la poda y al final de la cosecha.

	Diámetro Inicial 1	Diámetro Inicial 2	Diámetro Inicial 3	Diámetro Final 1	Diámetro Final 2	Diámetro Final 3
TA IN1	16,5	12		19	13	
TA IN1	13,5	10		16	13	
TA IN1	16			19,5		
TA IN1	16,5			19		
TD PN1	18,5			20		
TD PN1	15	10		17	11	
TD PN1	21			23		
TD PN1	29,5			33		
TB IN2	17,5			20,5		
TB IN2	17	19		19	20	
TB IN2	21			23		
TB IN2	20	9		21	9,5	
TE PN2	12,5	11	8,5	14,5	13	13
TF PN2	20			22,5		
TE PN2	18,5	13,5	11	20	15,5	12
TE PN2	16,5			18		
TC IN3	20			20,5		
TC IN3	17,5	15		19	16	
TC IN3	18,5			20,5		
TC IN3	23			25		
TF PN3	15,5	14		19	16	
TF PN3	16			18,5		
TE PN3	13,5	12,5		14,5	13	
TFPN3	18,5			20		
TG NO	16	13		19	16,5	
TG NO	14	12,5		16	14	
TG NO	12,5	12		14,5	13,5	
TG NO	24			25,5		



**Anexo 9.** Costos fijos de cada tratamiento en una hectárea de chirimoya.

Insumos	Tratamientos						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>Bocashi</b>	694,4	694,4	694,4	694,4	694,4	694,4	694,4
<b>Fertilizantes</b>	928,8	928,8	928,8	928,8	928,8	928,8	928,8
<b>Plaguicidas</b>	263,0	263,0	263,0	263,0	263,0	263,0	263,0
<b>Costos Varios</b>	189,5	189,5	189,5	189,5	189,5	189,5	189,5
<b>Mano de obra poda</b>	210,0	210,0	210,0	210,0	210,0	210,0	210,0
<b>M. Obra aplicación de bocashi</b>	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
<b>M. Obra desbrozado</b>	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0
<b>M. Obra control de maleza</b>	357,1	357,1	357,1	357,1	357,1	357,1	357,1
<b>M. Obra manejo fitosanitario</b>	225,0	225,0	225,0	225,0	225,0	225,0	225,0
<b>Costos Fijos (\$/Ha)</b>	3377,8	3377,8	3377,8	3377,8	3377,8	3377,8	3377,8
<b>Costos Fijos (\$/Kg)</b>	0,7	0,7	0,34	0,34	0,26	0,26	

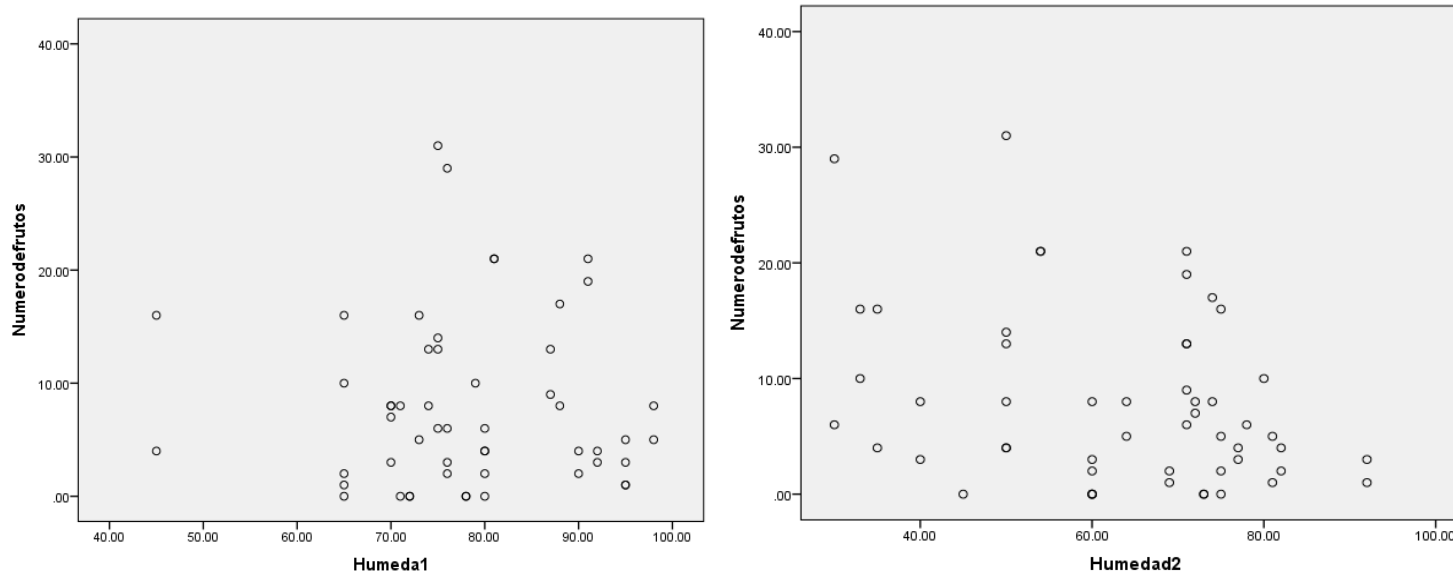
**Anexo 10.** Tiempo de polinización Insuflador vs pincel

<b>Cosecha de flores</b>	<b>Insuflador</b>	<b>700 flores polinizadas</b>	<b>1610 flores cosechadas</b>	<b>2,5 horas</b>
	Pincel	700 flores polinizadas	2590 flores cosechadas	4 horas
<b>Extracción de polen</b>	Insuflador	1610 flores extraídas	3horas	
	Pincel	2590 flores extraídas	4,8 horas	
<b>Polinización</b>	Insuflador	700	2,5 horas	
	Pincel	700	3,25 horas	
<b>Tiempo total</b>	Insuflador	<b>8 horas</b>		
	Pincel	<b>12 horas</b>		



**Anexo 11.** Gráficos de la humedad relativa en la mañana y en el medio día, frente al número de frutos

**Gráfico 7.** Frutos cuajados frente humedad relativa de la mañana y del mediodía.



En estos cuadros se observa que los resultados, si bien son dispersos, muestran un menor número de frutos cuajados, mientras más humedad relativa tenga la mañana o mediodía. Estos datos no concuerdan con lo expresado por Montiel, M. (2009), que los días más propicios para polinizar, son aquellos que tengan una humedad relativa alta y una temperatura media.



## Anexo 12. Humedad Relativa de la estación meteorológica Paute

Humedad relativa en estación meteorológica Paute M138 (2000-2010)													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual HR %
2000	86	89	89	90	90	88	85	83	82	81	74	79	85
2001	77	81	80	81	78	80	80	82	79	75	78	78	79
2002	77	81	82	82	83	85	85	83	82	79	79	76	81
2003	75	76	77	75	79	80	80	79	83	79	80	80	79
2004	83	85	85	84	83	87	86	79	79	75	75	73	81
2005	72	77	78	81	76	80	76	78	76	75	74	76	77
2006	75	78	79	79	78	81	82	83	81	78	82	79	80
2007	77	77	76	78	77	84	77	80	83	76	75	75	78
2008	78	79	78	78	80	79	78	80	78	79	79	78	79
2009	78	77	76	79	78	79	78	75	74	73	69	74	76
2010	74	76	82	83	83	83	88	90	72	69	75	77	79
Promedio	77	80	80	81	80	82	81	81	79	76	76	77	79

(INAMHI)





### Anexo 13. Temperatura en la estación meteorológica Paute

Temperatura en estación meteorológica Paute M138 (2000-2010)													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	T0 promedio anual
2000	17,7	16,7	17	17	16,8	17	16,2	16	16,9	17,5	17,9	18	17,1
2001	17,8	17,8	18,2	17,7	18	16,4	17,3	15,5	16,9	18,8	18,4	18,7	17,6
2002	18,7	18,3	18,4	18,2	18	16,5	17,4	17,1	17,4	18	17,8	18,8	17,9
2003	18	18,3	18	18,2	17,6	16,9	16,3	16,9	17,3	18	18,2	18,2	17,7
2004	18,8	18,2	18,1	18,3	18,4	17	17,1	15,9	16,4	18	18,3	18,9	17,8
2005	19	18,4	18,1	17,8	18	17,3	16,2	16,4	17,6	18,1	18	17,7	17,7
2006	18,3	17,2	17,1	17,5	17,5	17,1	16,9	16,5	17,3	18,3	18,6	18,5	17,6
2007	18,9	18,2	17,9	18,1	18,2	16	16,9	16,1	15,6	18,1	18,5	17,9	17,5
2008	18,3	17,5	17,9	17,9	17,1	16,7	16,1	16	17	17,2	17,6	18	17,3
2009	18,1	17,9	18,6	17,9	17,8	17,4	16,7	16,9	17,5	19	19,8	19,5	18,1
2010	19	19,5	19,3	19,1	18,6	17	17,4	15,4	16,1	17,8	17	17,2	17,8
Promedio	18,4	18,0	18,1	18,0	17,8	16,8	16,8	16,2	16,9	18,1	18,2	18,3	17,6

(INAMHI)



#### Anexo 14. Precipitación en estación meteorológica Paute

Precipitación en estación meteorológica Paute M 138 (2000-2010)													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Precipitación anual
2000	88,5	235,6	134,3	93,1	98,8	70,4	10,5	46,9	113,2	12,5	27,5	42,3	973,6
2001	50,7	24,1	53,4	73,8	45,3	75,9	28,3	27,9	40,0	26,3	59,7	58,3	563,7
2002	21,6	38,8	72,2	90,8	63,8	49,2	26,3	25,0	26,7	85,0	79,6	58,8	637,8
2003	29,0	70,3	102,2	82,8	70,4	53,4	30,9	10,0	39,5	63,4	101,9	37,4	691,2
2004	18,2	46,3	60,0	88,1	42,8	50,3	65,9	13,5	70,0	70,6	138,6	59,9	724,2
2005	29,4	83,5	122,0	128,0	14,5	54,3	26,0	11,1	15,3	88,4	42,6	133,6	748,7
2006	61,4	32,7	112,6	120,3	31,3	64,4	11,2	26,8	37,1	29,0	98,0	99,7	724,5
2007	52,9	15,7	92,9	118,9	48,7	96,2	19,1	66,6	39,4	64,5	104,9	77,1	796,9
2008	50,2	111,3	113,8	96,7	111,4	60,4	42,8	47,6	38,6	50,2	139,0	73,5	935,5
2009	87,9	52,6	91,1	90,0	66,0	40,4	28,9	24,0	23,0	68,6	28,6	90,9	692,0
2010	23,6	43,8	34,8	92,6	106,1	100,8	96,9	29,8	25,6	47,2	134,9	116,5	852,6
<b>Promedio</b>	46,7	68,6	89,9	97,7	63,6	65,1	35,2	29,9	42,6	55,1	86,8	77,1	<b>758,2</b>

(INAMHI)