



FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS APLICADAS

ESTUDIO DE LA FENOLOGÍA FLORAL Y REPRODUCTIVA DEL  
MORTIÑO (*Vaccinium floribundium* Kunth) PARA  
APROVECHAMIENTO DEL FRUTO EN EL ECUADOR

AUTOR

ADRIÁN ESTEBAN RIVERA PÉREZ

AÑO

2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ESTUDIO DE LA FENOLOGÍA FLORAL Y REPRODUCTIVA DEL MORTIÑO  
(*Vaccinium floribundium Kunth*) PARA APROVECHAMIENTO DEL FRUTO  
EN EL ECUADOR

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar el título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos

Profesor Guía

Ph. D. Wilson Arturo Vásquez Castillo

Autor

Adrián Esteban Rivera Pérez

Año

2019

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA.**

“Declaro haber dirigido este trabajo, Estudio de la fenología floral y reproductiva del mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*) para aprovechamiento del fruto en el Ecuador, a través de reuniones periódicas con el estudiante, Adrián Esteban Rivera Pérez. En el semestre 201910, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

---

Wilson Arturo Vásquez Castillo  
Ph. D. en Fisiología Vegetal  
C.I.: 1001186210

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR.**

“Declaro haber revisado este trabajo, Estudio de la fenología floral y reproductiva del mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*) para aprovechamiento del fruto en el Ecuador, a través de reuniones periódicas con el estudiante, Adrian Esteban Rivera Pérez. En el semestre 201910, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

---

Pablo Santiago Moncayo Moncayo  
Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial  
C. I. 1712367505

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Adrian Esteban Rivera Pérez  
C.I.: 1718569435

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a Dios por bendecirme y guiarme en mi vida. Al profesor Wilson Vásquez que me ha guiado en este proceso de titulación. A la Facultad de Ingenierías que me ha permitido utilizar sus laboratorios para culminar mi proyecto de titulación.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres, a mi familia y especialmente a mi hermano que me ha apoyado a lo largo de la carrera. A mi novia por alentarme a seguir adelante. A mis amigos más cercanos por haber culminado en esta etapa universitaria. En fin, a mí mismo, por mi constante esfuerzo en estos años.

## RESUMEN

El mortiño (*Vaccinium floribundium Kunth*) es una fruta andina que se extiende a lo largo de la cordillera del Ecuador. El fruto contiene un importante poder antioxidante además de tener un alto potencial nutricional. El presente estudio tuvo como fin conocer la fenología floral y reproductiva del mortiño, para esto se seleccionaron plantas en las faldas del Sincholagua a 3542 m.s.n.m. de altitud, 8,8 °C de temperatura promedio y 97,5% de humedad relativa en el cantón Mejía de la provincia de Pichincha. Para la fenología reproductiva se analizaron las etapas desde yema latente hasta la madurez fisiológica del fruto. La estadística descriptiva fue la utilizada para el análisis de los datos, y los cálculos se realizaron en Excel. Se determinó que las flores son hermafroditas y tienen autofecundación (66,7%) y fecundación cruzada (46,7%). Existen 6 fases fenológicas (yema latente, yema brotada, floración, fecundación, desarrollo del fruto, madurez fisiológica) que fluctuó entre 21 y 26 semanas.

Se identificaron tres insectos (*Eudejeania aldrichi*, *Stenotabanus sp* y el *Bombus sp*) que visitan las flores del mortiño, que posiblemente son los encargados de la polinización cruzada. Se determinó que el grano de polen tiene forma apolcopio y abertura tricolpado con un tamaño de 172  $\mu\text{m}$ . El porcentaje de germinación fue del 44,18%. El fruto del mortiño es de color azul-morado recubierto con una capa cerosa, con un peso de 0,47 g con un promedio de 79 semillas. El análisis químico de los frutos del mortiño tuvo un pH de 3, 1,3% de acidez y 16,93 de sólidos solubles totales.

**Palabras clave:** fenología floral, métodos de fecundación, composición química y física del fruto.

## ABSTRACT

The mortiño (*Vaccinium floribundium* Kunth) is an Andean fruit that extends along the mountain range of Ecuador. The fruit contains an important antioxidant power as well as having a high nutritional potential. The present study had as purpose to know the floral and reproductive phenology of the mortiño, for these plants were selected in the skirts of the Sincholagua to 3542 m.s.n.m. of altitude, 8.8 ° C average temperature and 97.5% relative humidity in the canton Mejía of the province of Pichincha. For the reproductive phenology, the stages from dormant bud to the physiological maturity of the fruit were analyzed. The descriptive statistics was used for the analysis of the data, and the calculations were made in Excel. It was determined that the flowers are hermaphroditic and have self-fertilization (66.7%) and cross-fertilization (46.7%). There are 6 phenological phases (dormant bud, sprouted bud, flowering, fertilization, fruit development, physiological maturity) that fluctuated between 21 and 26 weeks.

Three insects were identified (*Eudejeania aldrichi*, *Stenotabanus sp* and *Bombus sp*) that visit the flowers of the mortiño, which are possibly responsible for cross-pollination. It was determined that the pollen grain has an apolcope shape and a tricolored opening with a size of 172 µm. The germination percentage was 44.18%. The fruit of the mortiño is of blue-purple color covered with a waxy layer, with a weight of 0,47 g with an average of 79 seeds. The chemical analysis of the fruits of the mortiño had a pH of 3, 1.3% of acidity and 16.93 of total soluble solids.

**Key words:** floral phenology, methods of fertilization, chemical and physical composition of the fruit.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
<b>3. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
3.1. Generalidades de la planta .....	3
3.2. Composición química del fruto... ..	3
3.2.1. Composición física del fruto.....	4
3.2.2. Fenología.....	4
3.2.3. Formula floral.....	5
3.2.4. Factores que inciden en la fenología. ....	5
3.2.5. Unidades Térmicas.....	5
3.3. Escala BBCH.....	6
3.4. Morfología Floral.....	8
3.4.1. Ovarios .....	8
3.4.2. Inflorescencia .....	9
3.5. Polen .....	9
3.6. Tipos de polinización.....	9
3.6.1. Vectores .....	10
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	10
4.1. Materiales y Equipos .....	10
4.2. Métodos .....	11
4.2.1. Ubicación del experimento .....	11
4.2.2. Estadística .....	12
4.3. Variables.....	13
4.4. Manejo del experimento.....	17
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	19
5.1. Fenología floral. ....	19

5.2. Estructura floral del mortiño. ....	25
5.3. Calidad de polen. ....	31
5.4. Germinación de polen .....	32
5.5. Tipo de polinización y fecundación del mortiño in situ... ..	32
5.6. Visitantes florales. ....	34
5.7. Características Físicas del fruto.....	36
5.8. Características químicas. ....	37
5.9. Discusión.....	38
<b>6. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>41</b>
6.1. Conclusiones .....	41
6.2. Recomendaciones .....	42
<b>Referencias .....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>48</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El mortiño (*Vaccinium floribundum*) llamado también uva de monte pertenece a la familia *Ericaceae*. Es una fruta nativa de los páramos ecuatorianos que se extiende a lo largo de la cordillera andina desde el Carchi hasta Loja (Loján, 2003).

Esta especie crece en un amplio rango altitudinal desde los 1600 hasta los 3800 m de altitud. Se desarrolla en climas templados y fríos, con temperaturas que fluctúan entre 8 y 16°C, en los bosques seco montano bajo y húmedo montano, en suelos húmedos y bien drenados (Bernal y Correa, 1990).

El mortiño es recolectado por las comunidades locales y para ser consumido en fresco en jugos, mermeladas y para hacer la colada morada. El fruto es una baya que contiene azúcares, minerales, antioxidantes, vitaminas B, C y minerales como potasio, calcio y fósforo (Morales, 2011), por lo que puede ser considerado un producto con alto potencial medicinal y nutricional (Debnath, 2006 y Vasco et al., 2009).

El mortiño (*Vaccinium floribundum*) cubre un rol ecológico muy importante en la preservación de la vegetación del páramo andino, sin embargo, por efecto del hombre, que viene expandiendo la frontera agrícola, ganaderas y forestal, además las quemadas provocadas y fragmentación del ecosistema están afectando a la biodiversidad causando la erosión genética y reduciendo la superficie de este frutal andino (Coba et al., 2012).

En la actualidad el mortiño se utiliza principalmente en el mes de noviembre para el consumo de la colada morada.

Por ser una especie silvestre, existe limitada información del mortiño, por lo que se dificulta presentar un plan de manejo del mortiño con el fin de incrementar la producción. Sin embargo, se conoce de los beneficios medicinales para la salud de las personas, pero por la poca disponibilidad de este fruto no se ha podido generar un interés agroindustrial.

El presente estudio es parte del proyecto “Potenciación del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) en Ecuador”. Financiado por la Universidad de las Américas en el que interviene el Centro de Investigación la Mayora-España y el INIAP.

El estudio permitirá conocer la estructura floral, el tipo de fecundación y la calidad del polen del mortiño, con el fin de conocer la fisiología floral y reproductiva base importante para la domesticación de esta especie, que ayudará a mejorar la preservación y la producción para uso industrial.

El mortiño es una especie andina con mucho potencial, debido a su contenido nutricional del fruto, sin embargo, por su estado silvestre, no existe suficiente conocimiento sobre el crecimiento y desarrollo de la planta y la producción de fruta. El presente estudio tiene el fin de aportar en el conocimiento de la fisiología floral del mortiño para desarrollar tecnologías que permitan entender la fase reproductiva y de esta manera realizar un plan de domesticación de la especie y apoyar a los productores realizando plantaciones en zonas donde fue eliminado el cultivo por la ampliación de la frontera agrícola y forestal, así como a los consumidores a través de la oferta de frutos de alto valor nutritivo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Estudiar la fenología floral y reproductiva del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) para aprovechamiento agroindustrial en el Ecuador.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar la estructura floral del mortiño
- Conocer el tipo de polinización y fecundación del mortiño in situ.
- Estudiar de la viabilidad del polen en función del grado de madurez de la flor.
- Determinar las características físicas y químicas del fruto

### 3. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. Generalidades de la planta

La planta de mortiño es un arbusto ramificado, cuya altura llega hasta 2,5 m, de hojas muy pequeñas con el margen aserrado o crenado, nervadura pinnada, flores de menos de 1 cm, solitarias o en racimos; tubo del cáliz articulado o no con el pedicelo, hipanto globoso, 5 lóbulos lanceolados; corola urceolada, blanca o rosada, con 5 lóbulos reflexos, estambres de 8 a 10, del mismo largo que el tubo de la corola, filamentos libres, anteras con túbulos cortos, dehiscencia apical poricida; ovario ínfero, 5 locular, estilo ligeramente más largo que el tubo de la corola. El fruto es una baya esférica de 5 a 8 mm de diámetro de color azul y azul oscuro, lisa, a veces glauca (Jorgensen et al., 1995).

Según Freire, las hojas del mortiño son coriáceas, elípticas, ovalo – lanceoladas muy pequeñas entre 9-22 x 4-11 mm, nerviación pinnada y peciolo poco piloso. Las flores alcanzan hasta los 8 mm de largo el cáliz de 2.5 a 3 mm con 5 dientes triangulares morado de base, la corola cilíndrica, blanca o rosa en algunos casos, presenta ovario ínfero por lo que se considera una falsa baya. Los frutos llegan a medir entre 5 a 8 mm de diámetro con color negro y azulado, recubierto de una capa cerosa. (Freire E, 2015).

#### 3.2. Composición química del fruto.

El fruto del mortiño se puede consumir en fresco, está compuesta de un 80% de agua; proteína (0,7 %); grasa (1 %); carbohidratos totales (16,9 % - 18,1%); cenizas (0,4 %); fibra total (7,6 % - 2,9 %); con un componente calórico de 84 kcal/100g (Vasco et al, 2009).

Según Barcelò et al., (2001), el arándano (*Vaccinium corymbus L.*) presenta ácido málico y ácido cítrico en el fruto lo cual conlleva a que el pH del fruto sea

bajo entre 2 y 4. Tillard S., (1998), indica que la acidez titulable del arándano en ácido cítrico varía entre 0,4 y 1,31%.

Lizama (1992), define que los sólidos solubles son los componentes solubles que se presentan en medios líquidos. En ciertos casos, como los jugos, los sólidos solubles vienen a ser la sacarosa, glucosa, fructosa y ciertas proteínas. Para su medición es necesario el uso de un refractómetro, en arándano silvestre se ha determinado que puede tener de 10 a 17°Brix (Medel, 1982).

### **3.2.1. Composición física del fruto**

El diámetro polar define las distancias entre el extremo de la cicatriz pedicular y el extremo calicular de los frutos. De la misma manera el diámetro ecuatorial define la distancia entre el extremo derecho del fruto con el extremo izquierdo con una medición longitudinal (F. De & Agrarias, 2007).

El número de semillas es la cantidad de semillas contenidas dentro del fruto previamente separado de la pulpa carnosa y se expresa como número de semillas por fruto. En arándano se pueden encontrar entre 48 a 65 semillas (F. De & Agrarias, 2007).

### **3.2.2. Fenología.**

Según Volpe et al., (1992), la fenología es el estudio de los eventos que se desarrollan en la vida de las plantas.

Andrew Hopkins en 1918 determinó y estableció la ley Bioclimática y recomienda el uso de observaciones fenológicas de las etapas antes que las meteorológicas, viejo método para determinar el crecimiento de las plantas. (García S., 2014).

Torres De, Andrea, & Torres, (2015), definen que la fenología está determinada por dos fases, en donde se evidencia las transformaciones, apariciones o desapariciones de estructuras florales. Hay eventos que definen muy claramente

las etapas fenológicas. Según Torres, en cultivos agrícolas se evidencian la siembra, la germinación, floración y cosecha mientras que en cultivos específicos se evidencian la presencia de yema, aparición de hojas, aparición de frutos y maduración.

### **3.2.3. Formula floral**

Es la expresión de los caracteres de una flor, por medio de iniciales y signos se designan a las diferentes estructuras y de la misma manera a la sexualidad y simetría (Vallejo E, Padilla F, 2016) La fórmula floral está compuesta por el número de pétalos, número sépalos, anteras, pistilo, estambre, disposición, simetría y posición de ovario.

En Ericáceas la formula floral más común de la familia es “K (5), C (5), A 5+5, G (5)”, mientras que en blueberry la formula floral es K (5) tiene de 4 a 7 sépalos, C (5) de 4 a 7 pétalos, A (10) el androceo cuenta de 10 estambres, Gineceo de 2 a 10 carpelos con ovario supero (Dafni A., 1997).

### **3.2.4. Factores que inciden en la fenología.**

Los eventos que ocurren durante las etapas fenológicas son muy sensibles a factores bióticos y abióticos. Uno de los principales factores que inciden en los cambios vegetativos de las plantas es el climático en donde según Richardson et al., (2013), el ciclo de la planta está directamente relacionado con la temperatura y el fotoperíodo.

### **3.2.5. Unidades Térmicas**

Según Ruiz (1991), la cantidad de calor requerida es aquella temperatura que controla el desarrollo de muchos organismos, la acumulación de esta permite el cambio de ciclo y se conoce como tiempo fisiológico, este involucra directamente los grados de temperatura con el tiempo. Según el autor, por debajo de una determinada temperatura el cambio o el desarrollo no ocurre mientras que la temperatura sobrepasa el desarrollo se ve afectado en su velocidad de cambio, esto se le conoce como “temperaturas cardinales”

El desarrollo durante la etapa fenológica de la planta puede ser afectada por la acumulación de temperatura requerida. El termino de grados días se refiere al requerimiento térmico de una planta a lo largo de su desarrollo fenológico. El éxito del desarrollo es también causado por una combinación entre la radiación, la temperatura y el fotoperiodo de la planta local además de la genética de la planta (Ruiz, 1991).

### **3.3. Escala BBCH**

Para tener un mejor conocimiento de la fenología, esta debe ser basada en una técnica que consiste en codificar de manera uniforme para medir e identificar los diferentes estadios de crecimiento de plantas mono y dicotiledóneas. (Vallejo, V., 2010).

Agustí et al., (2017) definen que los estadios principales de la escala BBCH son 10 y que se especifican a continuación:

0. Desarrollo de la yema (yema latente).
1. Desarrollo de las hojas.
2. Desarrollo del brote principal.
3. Desarrollo longitudinal del tallo.
4. Desarrollo de partes vegetativas cosechables.
5. Desarrollo de las flores.
6. Floración.
7. Desarrollo del fruto
8. Maduración del fruto.
9. Senescencia y comienzo del reposo.

Según Rivadeneira (2007), en arándano que pertenece a la familia de las *Ericaceas* y llamada botánicamente *Vaccinium myrtillus*, el crecimiento de esta planta está dada en dos partes, la parte vegetativa y la reproductiva. El autor además especifica cuatro etapas de crecimiento vegetativo: la yema vegetativa, brotación de yema, brote nuevo con alargamiento de entrenudos y rama nueva.



*Figura 1.* Crecimiento reproductivo del arándano.

Adaptado de (Rivadeneira A., 2011).

Meyer y Prinsloo (2003), indican que existen seis etapas de crecimiento reproductivo en arándano:

1. Yema hinchada.
2. Yema brotada (inicio de floración).
3. Botones florales
4. Floración con la corola abierta
5. Caída de la corola (cuajado del fruto).
6. Fruto verde.



*Figura 2.* Estados de la flor y fruto del arándano.

Adaptado de (Rivadeneira A., 2011).

### **3.4. Morfología Floral.**

Sevilla y Holle (2004), indican que para definir la forma de reproducción de la planta hay que conocer la estructura floral, que puede ser completa cuando tienen pedúnculo, sépalos, pétalos, estambres y carpelos o incompletas cuando carecen de algunos de estos verticilos, algunas flores pueden presentar dos o más verticilos de sépalos o de pétalos (Aizpuru et al., 1999).

El cáliz se ubica en el verticilo más extremo de la flor, su función es proteger y está constituido de sépalos de color verde. Dependiendo los sépalos, el cáliz puede ser dialisépalo en caso de estar libres, caso contrario si están unidos se llaman gamosépalo (Barrengo E, 2004). Su rol es encerrar y proteger a otras partes de la yema floral (De Francesco et al., 2003).

La corola se ubica en la parte más interna del perianto y rodea a los verticilos fértiles de la flor. Es compuesto por pétalos que se caracterizan por ser mayores a los sépalos y tienen color. Cada pétalo tiene fijación con el receptáculo y un limbo siendo este ancho y bien vistoso. Cuando los pétalos están libres se denominan dialipétala mientras que si están unidos se denominan gamopétala (Domenech T., 1997). Los pétalos son parte interior del perianto que forma parte de la corola de la flor. Por lo general los pétalos son muy vistosos y de diferentes colores según la especie, el número de pétalos presentes dependerá de la planta si es dicotiledónea o monocotiledónea y el rol más importante de esta estructura floral es atraer a los polinizadores (Font, P., 1982).

#### **3.4.1. Ovarios**

El ovario es la parte inferior en donde se ubican los óvulos que van a ser fecundados por el polen. Está formado por carpelos, si estos están separados se los conoce como dialicarpelar, si están unidos se conocen como gamocarpelar. Dependiendo la cantidad de carpelos el ovario puede ser uni, bi o multi carpelar (Ecured, 2004). Si los estambres, sépalos y pétalos se unen por encima de los ovarios se denomina ovario ínfero. Si los estambres, sépalos y pétalos se unen por debajo de los ovarios se denomina ovario supero. Cuando

las partes se unen a medio camino del ovario este se denomina ovario semiínfero (Judd, W et al., 2008).

### **3.4.2. Inflorescencia**

Son aquellas flores que se agrupan. Las inflorescencias dependiendo su eje si se ramifica o no, estas pueden denominarse indefinidas o definidas (Cronquist, 1975).

### **3.5. Polen**

El polen es la parte masculina producido en las anteras, es indispensable para la fecundación y la producción del fruto. Puede ser visible como un polvo en donde su color varía según la especie de planta, por lo general es de color amarillo pero este varía y se puede encontrar incluso de color negro (Ulriksen, P., 2003)

La viabilidad del polen es el poder germinativo, es decir el número de granos de polen germinados sobre otros, para esto hay muchos factores que determinaran su viabilidad como la variedad, estado de madurez, recolección y almacenamiento (Guerrero, 2005).

La germinación del polen se refiere al estado en donde el grano de polen produce el tubo polínico, este dará vida a dos núcleos generativos para llevar acabo la fecundación en el primordio seminal (Ulriksen, P., 2003).

### **3.6. Tipos de polinización.**

La polinización es el proceso en donde el polen logra a viajar desde las anteras hacia el estigma de la misma flor o de diferente flor (Ruiz L., 2010).

Para obtener este proceso existen diferentes métodos de polinización, todo esto depende de la compatibilidad, aspectos ambientales, tipo de estructuras florales. Existen dos métodos de polinización, la autopolinización y la polinización cruzada (Herrera C., 1990). La autopolinización ocurre cuando la flor presenta los estambres y los estigmas. Se pueden considerar plantas autógamas ya que se pueden fecundar por si solas sin la ayuda de ningún vector (Cabral S., 2010).

La polinización cruzada es el transporte del grano de polen de una planta a otra. Por lo general este proceso se desarrolla en especies de plantas cuando los sexos masculino o femenino no se encuentran en el mismo. También es muy frecuente que este proceso pase en flores autógamas, al momento que estas se abren y con la ayuda del viento el polen se esparce por el ambiente y puede llegar a polinizar otra planta de la misma especie (Bonilla A., 2012).

### **3.6.1. Vectores**

Los vectores o agentes que realizan este proceso son el agua, el viento y los animales. Cuando se habla de vectores en el caso de polinización entomófila se refiere al fenómeno de que un insecto logre a transportar granos de polen a una flor y esta pueda fecundarse.

En EE. UU. la importancia de las abejas en la polinización abarca los 5700 millones de dólares anuales, mientras que en Costa Rica en cafetales el servicio de polinización puede llegar a los 60 mil dólares (Rickets, G.C., P.R., & C.D., 2004).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales y Equipos**

#### **Material Biológico**

- Flores de mortiño.
- Polen
- Insectos Visitantes.

#### **Material de campo.**

- Data logger
- GPS
- Cámara fotográfica
- Alambres
- Etiquetas
- Fundas de tul

- Tijeras
- Calibrador
- Agujas
- Pinzas
- Lupa
- Marcador permanente punta fina
- Alcohol
- Agua destilada
- Envases de vidrio de 200 g.
- Cámara fotográfica
- Red entomológica.

#### **Material de laboratorio.**

- Estereoscopio
- Microscopio
- Pinzas.
- Estiletes.
- Micropipetas
- Tubos de ensayo
- Cajas Petri
- Balanza digital analítica
- Pincel
- Portaobjetos

#### **4.2. Métodos**

##### **4.2.1. Ubicación del experimento**

Tabla 1.

*Ubicación del experimento*

<b>Lugar</b>	<b>Sincholagua</b>	<b>Laboratorio-UDLA</b>
<b>Cantón</b>	Mejía	Quito
<b>Provincia</b>	Pichincha	Pichincha
<b>Longitud</b>	W078° 25.987'	W078° 28.21'
<b>Latitud</b>	S00° 29.997'	S00° 10.498'
<b>Altitud (msnm)</b>	3583	2855
<b>Temperatura °C</b>	8,8 °C; Max 20,2°C; Min 3,98°C	16-18°C

---

<b>Humedad relativa</b>	97,5	46
<b>(%)</b>		

---

### Fenología floral.

Para la fenología se procedió a marcar diferentes plantas en los diferentes estadios anteriormente descritos, con el uso de marcadores y etiquetas se procederá a marcar la fecha, planta y el estadio fenológico. Se empezará desde yema latente en donde se medirán diámetro ecuatorial y longitudinal además de caracterizar el color, de la misma manera se hará para los siguientes estadios: yema brotada, botón floral, flores abiertas, marchitez de la corola, crecimiento de fruto.

#### 4.2.2. Estadística

La información de las variables planteadas en este objetivo fue analizadas a través de una estadística descriptiva, misma que se detalla a continuación.

**Promedio.** La media aritmética conocida como “promedio”, se obtiene al Sumar los valores de un conjunto y al dividir el producto de esta Suma entre el número de valores de este.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

(Ecuación 1)

**Varianza.** La varianza de una muestra se calcula casi en la misma forma que la desviación media, con dos pequeñas diferencias: 1) las desviaciones se elevan al cuadrado antes de ser Sumadas y, 2) se obtiene el promedio, utilizando n -1 en lugar de n. La varianza muestral se puede calcular Mediante la fórmula siguiente:

$$s^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

(Ecuación 2)

**Desviación estándar.** Es la raíz cuadrada positiva de la varianza y se calcula con la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

(Ecuación 3)

**Mediana.** Su característica principal es que divide un conjunto ordenado en dos grupos iguales; la mitad de los números tendrá valores que son menores que la Mediana, y la otra mitad alcanzará valores mayores que esta. Para encontrar la Mediana primeramente es necesario ordenar los valores (generalmente de menor a mayor) (Osvaldo & Castillo, n.d.).

**Rango.** Es la diferencia entre el valor máximo y mínimo de un conjunto de variables cuantitativas.

**4.2.1 Valor máximo.** Es el valor más alto de un conjunto de variables estadísticas. Valor

**mínimo** Es el valor más pequeño de un conjunto de variables estadísticas.

**Coefficiente de variación (%).** Es la medida estadística que indica la dispersión relativa de un conjunto de datos. Se obtiene dividiendo la desviación estándar para la media del conjunto, es expresada en porcentaje.

### 4.3. Variables

#### Fenología floral.

Para la fenología se procedió a marcar diferentes plantas en los diferentes estadios anteriormente descritos, con el uso de marcadores y etiquetas se procederá a marcar la fecha, planta y el estadio fenológico. Se empezará desde yema latente en donde se medirán diámetro ecuatorial y longitudinal además de caracterizar el color, de la misma manera se hará para los siguientes estadios: yema brotada, botón floral, flores abiertas, marchitez de la corola, crecimiento de fruto.

**Yema latente.** Para esto se consideraron 15 plantas y en cada una de ella se marcaron 2 ramas con una yema latente cada una. Se registraron color y tamaño de la yema, semanalmente hasta que cambio de fase.

**Yema brotada.** Para esto se consideraron 15 plantas y en cada una de ellas se marcaron 2 ramas con una yema brotada. Se registraron color y tamaño de la yema brotada, semanalmente hasta su cambio de fase.

**Floración.** Se marcaron 15 plantas el inicio de floración, se registró la primera flor abierta y se determinó que hay floración cuando el 50% o más del racimo presentaban flores abiertas.

**Fecundación.** Se consideraron flores fecundadas aquellas flores que presentaron pétalos marchitos y la base de la flor cambio de color verde a oscuro.

**Desarrollo del fruto.** Se marcaron 10 racimos de frutos y se dieron seguimiento desde que el fruto estuvo tierno (color verde) hasta su maduración y se registraron semanalmente.

### **Estructura floral**

Para las estructuras florales se realizaron disecciones de las partes florales, es decir pétalos, sépalos, anteras, pistilo, estambre, se midieron e identificaron colores en base al diámetro ecuatorial, diámetro polar y colorimetría. Además, se identificaron la disposición, simetría y posición de ovario, conteo de carpelos para determinar la formula floral del mortiño.

Para esto contaron el número de pétalos, sépalos, posición de simetría, disposición, partes de la flor, cáliz, corola, perigonio corolino, androceo, gineceo y posición del ovario.

La estadística utilizada fue la descriptiva, misma que se describió en la parte superior.

### **Tipo de polinización y visitantes.**

Para conocer el tipo de fecundación del mortiño in situ se utilizó la metodología descritas por Angel et. al, (2011) y Medina-Gutiérrez et. al, (2012).

**Autopolinización:** Para determinar si hay autofecundación se procedieron a marcar 15 plantas, en cada rama se sacaron todas las flores con excepto una, en donde esta última se quede sola y esté cerrada, se cubre con bolsa tul y se marca fecha para dar seguimiento semanalmente.

**Cruzada:** Para ellos se marcaron 10 plantas semanalmente por un mes, se procedió a remover la parte masculina de la flor, es decir los estambres y dejando solo el gineceo descubierto. Se determina que hubo fecundación si es que la flor marcada ha cambiado de color y hubo marchitez de pétalos.

Para la polinización cruzada también se evaluó los insectos visitantes y los posibles vectores de polinización del mortiño, para ello se hizo la técnica descrita por Viera et al., (2015). Con la ayuda de una red entomológica, alcohol 70%, frascos y el reactivo tween 20 se empezó la recolección de los visitantes desde las 7 am hasta las 12 am del siguiente día, Los insectos colectados se colocaron separadamente en cada frasco.

### **Calidad y germinación de polen.**

La calidad y germinación del polen se evalúa en laboratorio. Para esto se recolectaron las diferentes flores de mortiño, con un máximo 24 horas de anticipación y evitar el maltrato o las frecuentes vibraciones en el transporte. Para hacer germinar el polen se usa la técnica de Turner & Gilbanks(1974), para esto se preparó una solución de sacarosa al 15% con aforo de agua destilada. Luego se procede a colocar 2 gotas del medio con la ayuda de la micropipeta en el portaobjetos y se deja s por 24 h y 48 h. Secada la muestra se visualiza el polen germinado en el microscopio EVOS FL y con el software Image J se mide el largo del polen germinado a las 24 y 48 horas, finalmente se hace una relación de cantidad de polen y polen germinado. Se considera germinado el grano de polen si el tubo polínico es del mismo tamaño o mayor que el polen. El polen es caracterizado según su tamaño y numero de núcleos y aberturas.

### **Características fisicoquímicas del fruto.**

La estadística realizada para esta sección es la descriptiva, misma que se ha mencionado anteriormente para las anteriores metodologías.

Para determinar las características físicas del fruto del mortiño, se procede a tomar unas muestras de los frutos en donde se realizaron mediciones de tamaños, conteo de número de semillas, color del fruto y peso para luego evaluar promedios, desviación estándar, máximo y mínimo.

Para determinar las características químicas del fruto del mortiño, se procedió a tomar muestras de los frutos y realizar los análisis de sólidos solubles totales (°Brix), pH, acidez titulable con el fin de determinar promedios, desviación estándar, máximo, mínimo y Mediana.

**Peso del fruto (g):** Se procederá a pesar en una balanza digital una muestra de 100 frutos y se dividirá para el peso total para el número de frutos presentes.

**Tamaño del fruto (mm):** Se tomará una muestra de 20 frutos y se procederá a medir con la ayuda de un calibrador digital para obtener el diámetro ecuatorial y polar.

**Color del fruto:** Mediante una tabla de colorimetría de colores de tonos morados a negros se compararán las muestras del fruto.

**Semillas (n):** se toma como muestra 20 frutos del mortiño, se procede abriendo cada fruto, se extraen las semillas y se hace el conteo.

**Sólidos Solubles Totales del fruto (°Brix):** Se procederá a extraer 15 g. de jugo de mortiño y se colocará 1 o 2 gotas en el refractómetro previamente calibrado y se anotará el resultado generado en grados Brix.

**Acidez Titulable del fruto:**

1. Para realizar este análisis se toma en cuenta el ácido predominante del fruto como es el ácido cítrico.
2. Pesar 100 gramos de mortiño.
3. Extraer 30 ml de jugo de mortiño con ayuda de un mortero.
4. Mezclar con 200 ml de agua destilada.
5. Titular con Hidróxido de Sodio NaOH al 0.1 N

6. Continuar con la titulación hasta que alcance la solución un pH de 8 a 8.5 el cual es el punto de viraje de color del indicador fenolftaleína.
7. Registrar el consumo.
8. Calcular la acidez mediante la fórmula.

$$\frac{V_{NaOH} * N - V_t}{P_m}$$

(Ecuación 4)

Donde:

V<sub>NaOH</sub>= Volumen de Hidróxido de Sodio consumido en la titulación (ml).

N=Normalidad del hidróxido de sodio.

Meq= Miliequivalentes de ácido cítrico (0.64).

V<sub>t</sub>= volumen final (ml).

P<sub>m</sub>= peso de la muestra

V<sub>a</sub>= volumen de la alícuota (ml).

#### **pH del fruto del *Vaccinium floribundium*.**

1. Calibrar el potenciómetro con ayuda de los buffers con pH de 7 y 4.
2. Pesar 50 gramos de mortiño.
3. Aplastar 15 gramos de mortiño con la ayuda de un mortero.
4. Extraer 20 ml de jugo de mortiño.
5. Colocar el electrodo en el centro de la muestra sin que este toco el fondo del envase.
6. Registrar la lectura
7. Interpretar los resultados en log H<sup>+</sup>

#### **4.4. Manejo del experimento.**

El estudio fue realizado en dos fases, la fase 1 in situ en las faldas del Sincholagua, a 3583 msnm, desde el mes de junio hasta fines del mes de noviembre del 2018 en donde se analizaron las etapas florales de la planta, es decir desde aparición de la yema latente hasta la madurez completa del fruto.

Para ello se seleccionaron 15 plantas del mismo estado fenológico, se marcaron con fecha y número de planta, se georreferencio la zona del estudio con el uso de gps y datalogger para conocer la temperatura media y la humedad relativa del lugar del estudio.

Para el tipo de fecundación se procedieron a marcar 30 plantas en total, en donde identificaron 15 para la polinización cruzada y 15 para la autopolinización.

Para la primera metodología se debieron remover los estambres de las 15 flores y se las dejaron descubiertas para que puedan ser fecundadas por los polinizadores. Para la segunda se aislaron 15 flores cerradas en cada rama en diferentes plantas y se cubrieron con bolsa tul, y se dieron seguimientos de las 30 plantas marcadas por 30 días y se determinaron cuantas se fecundaron y cuantas no.

Paralelamente al estudio de la fecundación y la fenología floral se observaron también los visitantes y los polinizadores en base a la metodología revisada en la bibliografía se determinó el establecimiento en situ del estudio por 24 h en la zona del estudio (faldas del Sincholagua), en donde se marcaron 15 plantas de mortiño situadas cerca una de otra desde las 7 am hasta las 7 am del siguiente día y con el uso de la red entomología, alcohol 70%, reactivo tween 20 y frasco para transportar, se procedió a capturar todo tipo de insecto que se depositen en las flores abiertas para luego poder analizar en el laboratorio de entomología de Agrocalidad en el INIAP de Tumbaco.

La segunda fase del estudio se recolectaron muestras de fruto y de polen en el área de estudio y se llevaron al laboratorio de la Universidad de las Américas.

Para las características fisicoquímicas del fruto se recolectaron medio kg de frutos y se dividió el peso para las diferentes actividades, acidez titulable, ph, °Brix, numero de semillas, diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso y color.

Para el polen se procedió a recolectar en la mañana desde el lugar de estudio flores abiertas y se trasladaron al laboratorio para poder extraer el polen con el utilizo de algodón, portaobjetos y el microscopio EVO se observaron los granos de polen para poder identificar según tamaño, en fin para la germinación se hizo un medio de cultivo conformado por sacarosa al 15% y aforo de agua destilada en donde se colocaron 2 gotas del medio en cada porta objeto y se dejaron secar por 24 horas a temperatura ambiente. Una vez secado se procede a observar el polen germinado en el microscopio EVO a diferentes lentes de agrandamiento y se cuenta el número de polen germinado para hacer una relación con la cantidad de polen y la cantidad germinada.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio se presentan organizados en función de los objetivos planteados.

### 5.1. Fenología floral.

La fenología floral se determinó las fases fenológicas de la fase reproductiva, en cada una de estas fases se registraron características cuantitativas como el tamaño, las mismas que fueron analizadas con variables cuantitativas y cualitativas.

**Yema latente:** Se considera a la yema que se forma en la parte axilar de las, hojas, tiene una longitud de 2,39 milímetros y 1,35 milímetros de ancho, con un color entre rosado hasta marrón. Este estadio puede llegar a durar 6 semanas hasta que brote la yema y pase a la siguiente fase (Figura 3).



*Figura 3.* Yema Latente de la planta de mortiño.

**Yema brotada/hinchada:** Esta fase consiste en el cambio estructural de la yema, empieza a hincharse, la yema genera los nuevos brotes de flores y gana mayor tamaño. La yema brotada tiene una longitud de 3,54 milímetros y 3,14 de ancho, presenta un color entre verde y rosado (Figura 4). Esta fase puede durar de 2 a 3 semanas.



*Figura 4.* Yema brotada de la planta de mortiño.

**Floración:** Esta fase se refiere a la formación de corola y cáliz. La flor puede estar cerrada en bajo porcentaje con respecto al racimo, mientras que para que sea considerado en floración debe tener más que el 50% de sus flores abiertas. De acuerdo con la *Figura 5*, se puede observar que el color de las flores tiende a variar de rosado-blanco hasta un rosado-rojo. Cada racimo tiene entre 18 y 48 flores. La fase de floración puede durar desde 3 hasta 5 semanas para que pase a la siguiente fase.



*Figura 5.* Etapa de floración.

**Fecundación:** Es la etapa desde la abertura de la flor hasta la marchitez de la corola. La flor antes de la fecundación tiene sus pétalos de la corola son de color rosado, el receptáculo (base de la flor) de color verde; mientras cuando se ha producido la fecundación los pétalos son de color marrón y se marchitan, mientras que el receptáculo es de a de color oscuro-morado. Además del cambio de color, se produce la caída de los pétalos dejando el descubierto el estigma (Figura 6). El período de esta fase puede durar entre 3 y 6 semanas.



*Figura 6.* Flores abiertas y flores fecundadas.

**Desarrollo del fruto:** La formación del fruto empieza al momento que la corola se marchita y cae, dejando el cáliz en la parte superior del fruto, debido a que el mortiño tiene ovario ínfero y por lo tanto su desarrollo es desde la parte inferior. El fruto tiene un color inicial verde, como se puede ver en la *Figura 7* y tiene una longitud de 5,36 mm y ancho de 4 mm. Esta etapa puede llegar a durar desde las 6 semanas hasta las 9 semanas, a medida que va pasando el tiempo, el color del fruto va variando desde verde hasta azulado en donde se lo considera madurez fisiológica.



*Figura 7.* Desarrollo de los frutos de mortiño.

**Madurez fisiológica del fruto:** esta etapa se considera cuando el fruto ya está listo para ser cosechado (*Figura 8*), su característica principal es el tamaño y la cera que se forma sobre la superficie del fruto. Como se mencionó el fruto para que sea considerado en esta etapa puede tomar hasta 9 semanas desde la aparición del fruto.



Figura 8. Madurez fisiológica del fruto.

Tabla 2.

*Estadísticos descriptivos del diámetro polar y ecuatorial (mm) de yema latente en mortño (n=30).*

<b>Estadísticos</b>	<b>Diámetro polar de la yema latente</b>	<b>Diámetro ecuatorial de la yema latente</b>
<b>Media</b>	2,392	1,351
<b>Error típico</b>	0,105	0,068
<b>Mediana</b>	2,350	1,315
<b>Desviación estándar</b>	0,314	0,216
<b>Varianza</b>	0,098	0,047
<b>Rango</b>	0,940	0,710
<b>Mínimo</b>	2,020	1,100
<b>Máximo</b>	2,960	1,810
<b>Nivel confianza (95 %)</b>	0,241	0,154
<b>CV (%)</b>	13,1%	15,9%

Tabla 3.

*Estadísticos descriptivos del diámetro polar y ecuatorial (mm) de la yema brotada en mortíño (n=30).*

<b>Estadísticos</b>	<b>Diámetro polar de yema brotada (mm)</b>	<b>Diámetro ecuatorial de yema brotada (mm)</b>
<b>Media</b>	4,547	3,144
<b>Error típico</b>	0,193	0,126
<b>Mediana</b>	4,265	3,095
<b>Desviación estándar</b>	0,611	0,400
<b>Varianza</b>	0,373	0,160
<b>Rango</b>	1,730	1,310
<b>Mínimo</b>	3,860	2,570
<b>Máximo</b>	5,590	3,880
<b>Nivel confianza (95 %)</b>	0,437	0,286
<b>CV (%)</b>	13,4%	12,7%

Tabla 4.

*Estadísticos descriptivos del diámetro polar y ecuatorial (mm) del fruto de mortíño en desarrollo (n=30).*

<b>Estadísticos</b>	<b>Diámetro polar del fruto en desarrollo (mm)</b>	<b>Diámetro ecuatorial del fruto en desarrollo (mm)</b>
<b>Media</b>	5,356	4,051
<b>Error típico</b>	0,072	0,071
<b>Mediana</b>	5,395	4,130
<b>Desviación estándar</b>	0,229	0,223
<b>Varianza</b>	0,053	0,050
<b>Rango</b>	0,820	0,750
<b>Mínimo</b>	4,790	3,440
<b>Máximo</b>	5,610	4,190
<b>Nivel confianza (95 %)</b>	0,164	0,160
<b>CV (%)</b>	4,2%	5,5%

Tabla 5

*Estadísticos descriptivos de los seguimientos de las inflorescencias, cuajado y frutos desarrollados (n=30).*

<b>Estadísticos</b>	<b>Inflorescencias</b>	<b>Cuajado</b>	<b>Frutos desarrollados</b>
<b>Media</b>	35,000	24,200	14,200
<b>Error típico</b>	1,444	1,610	1,034
<b>Mediana</b>	35,500	25,500	14,000
<b>Moda</b>	34,000	33,000	17,000
<b>Desviación estándar</b>	7,909	8,818	5,665
<b>Varianza</b>	62,552	77,752	32,097
<b>Rango</b>	29,000	31,000	18,000
<b>Mínimo</b>	19,000	8,000	5,000
<b>Máximo</b>	48,000	39,000	23,000
<b>Nivel de confianza (95%)</b>	2,953	3,293	2,115
<b>CV (%)</b>	22,6%	36,4%	39,9%

## 5.2. Estructura floral del mortiño.

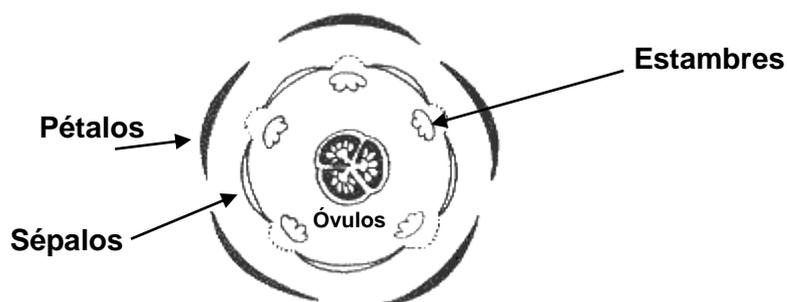
Para determinar la estructura floral del mortiño se procedió marcando 10 botones florales en 3 plantas para un total de 30 de flores y se realizó el seguimiento desde el mes de junio cuando estaba en yema latente hasta diciembre del 2018 cuando se presentó la madurez fisiológica del fruto.

La flor de mortiño es hermafrodita ya que posee las estructuras masculinas y femeninas en la misma flor (Figura 9). La corola formada por 5 pétalos de 3,56 mm de longitud y 1,36 mm de ancho, el color principal de los pétalos es rojo A168 hasta rojo CN66 de acuerdo con las tablas de colores de Royal Horticultural Society fifth edition 2007.

El cáliz está formado por 5 sépalos que tiene 1,28 mm de longitud y 0,68 mm de ancho con color B194. El androceo es compuesto por 7 estambres con longitud de 2,15 mm y ancho de 0,62 mm, de color naranja-gris A176 que a su vez están compuestos por antera y filamento (Figura 12).

El gineceo está compuesto por las anteras que tienen una longitud de 3,44 mm y ancho de 0,46 mm que a su vez está conformada por un estilo o también llamado como pistilo de color verde-gris A193, un estigma color rojo-morado 63 y con un ovario apical sincárpico constituida por más de dos carpelos y placentación central además de su posición ínfera (Figura 13).

La longitud total de la flor de mortiño es de 7,705 mm y el ancho es de 3,839 mm. En base a Dafni A (1997), sabiendo las estructuras florales que componen la flor se define que la fórmula floral es la siguiente:



$\text{O} \text{Q} \times \text{K} (5) \text{C} (5), \text{A} (7) \text{G} (3).$

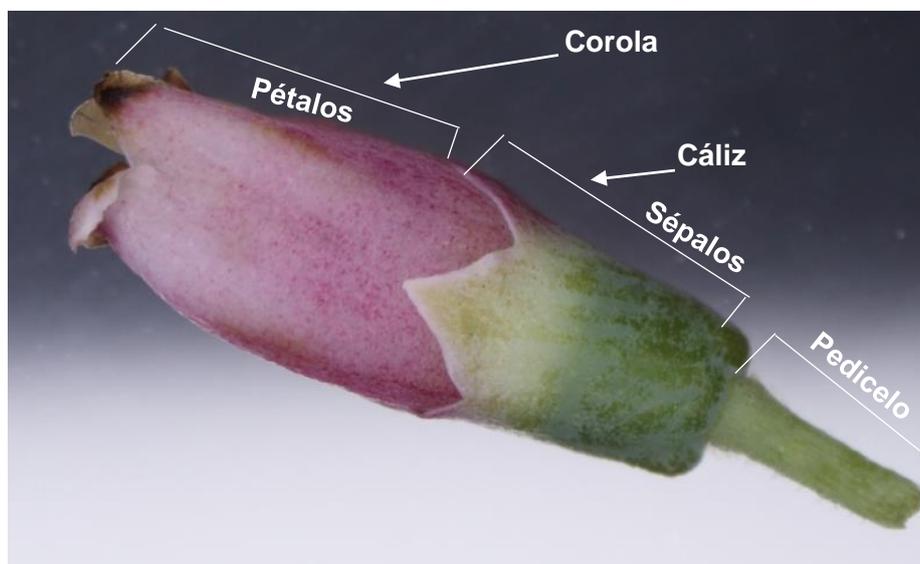


Figura 9. Estructuras de la flor del mortiño.

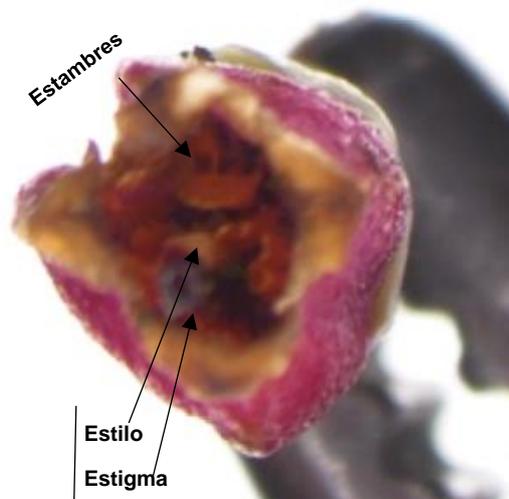


Figura 10. Estructuras de androceo y gineceo de la flor del mortiño

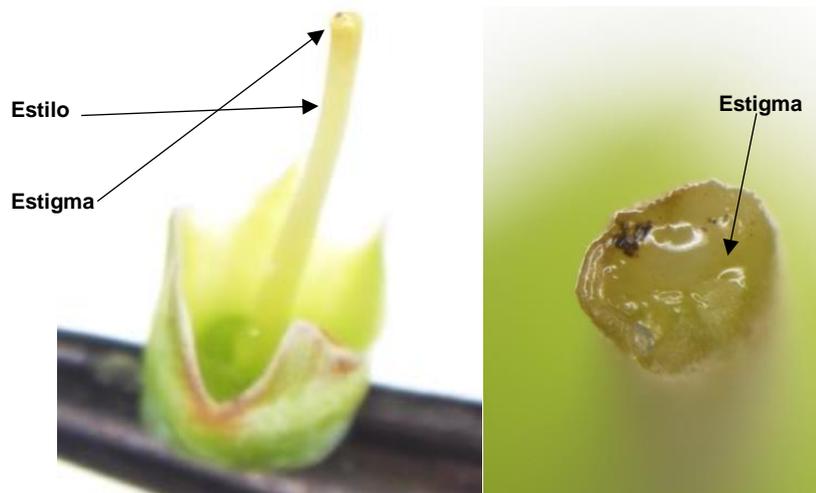


Figura 11. Gineceo de la flor, estilo y estigma húmeda.



Figura 12. Androceo de la flor, vista de estambres.

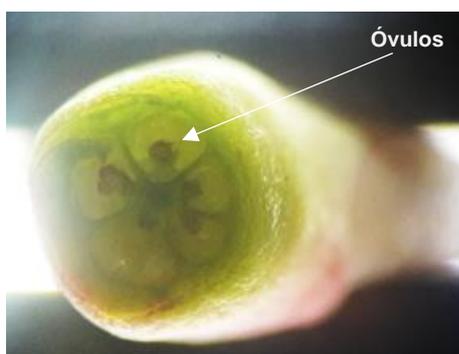


Figura 13. Corte transversal de ovario, 4 óvulos con placentación central.

Tabla 6.

*Estadísticos descriptivos del diámetro polar y ecuatorial (mm) del tamaño de la flor de mortiño (n=30).*

<b>Estadísticos</b>	<b>Diámetro polar de la flor de mortiño (mm)</b>	<b>Diámetro ecuatorial (mm) de la flor de mortiño</b>
<b>Media</b>	7,705	3,839
<b>Error típico</b>	0,134	0,102
<b>Mediana</b>	7,585	3,775
<b>Desviación estándar</b>	0,426	0,325
<b>Varianza</b>	0,181	0,105
<b>Rango</b>	1,28	1,06

<b>Mínimo</b>	7,17	3,38
<b>Máximo</b>	8,45	4,44
<b>Nivel de confianza (95%)</b>	0,305	0,232
<b>CV (%)</b>	5,5%	9,1%

Tabla 7.

*Estadísticos descriptivos del diámetro polar y ecuatorial (mm) de los pétalos de la flor de mortiño (n=30).*

<b>Estadísticos</b>	<b>Diámetro polar de los pétalos (mm)</b>	<b>Diámetro ecuatorial de los pétalos (mm)</b>
<b>Media</b>	3,567	1,360
<b>Error típico</b>	0,098	0,079
<b>Mediana</b>	3,585	1,340
<b>Desviación estándar</b>	0,310	0,251
<b>Varianza</b>	0,096	0,063
<b>Rango</b>	0,810	0,700
<b>Mínimo</b>	3,180	1,060
<b>Máximo</b>	3,990	1,760
<b>Nivel de confianza (95%)</b>	0,221	0,179
<b>CV (%)</b>	8,7%	18,4%

Tabla 8.

*Estadísticos descriptivos del diámetro polar y ecuatorial (mm) de los sépalos de la flor de mortiño (n=30).*

<b>Estadísticos</b>	<b>Diámetro polar de los sépalos (mm)</b>	<b>Diámetro Ecuatorial de los sépalos (mm)</b>
<b>Media</b>	1,284	0,688
<b>Error típico</b>	0,017	0,034
<b>Mediana</b>	1,280	0,695
<b>Desviación estándar</b>	0,053	0,106

<b>Varianza</b>	0,003	0,011
<b>Rango</b>	0,160	0,330
<b>Mínimo</b>	1,210	0,540
<b>Máximo</b>	1,370	0,870
<b>Nivel de confianza (95%)</b>	0,038	0,076
<b>CV (%)</b>	4,1%	15,5%

Tabla 9.

*Estadísticos descriptivos del diámetro polar y ecuatorial (mm) del pistilo de la flor de mortiño (n=30).*

<b>Estadístico</b>	<b>Diámetro polar de los pistilos (mm)</b>	<b>Diámetro Ecuatorial de los pistilos (mm)</b>
<b>Media</b>	3,441	0,464
<b>Error típico</b>	0,053	0,017
<b>Mediana</b>	3,440	0,455
<b>Desviación estándar</b>	0,168	0,055
<b>Varianza</b>	0,028	0,003
<b>Rango</b>	0,490	0,160
<b>Mínimo</b>	3	0,14
<b>Máximo</b>	3,670	0,540
<b>CV (%)</b>	4,9%	11,8%

Tabla 10.

*Estadísticos descriptivos del diámetro polar y ecuatorial (mm) de los estambres de las flores de mortiño (n=30).*

<b>Estadísticos</b>	<b>Diámetro polar de los estambres (mm)</b>	<b>Diámetro ecuatorial de los estambres (mm)</b>
<b>Media</b>	2,151	0,625
<b>Error típico</b>	0,027	0,034
<b>Mediana</b>	2,140	0,635

<b>Desviación estándar</b>	0,085	0,109
<b>Varianza</b>	0,007	0,012
<b>Rango</b>	0,290	0,370
<b>Mínimo</b>	2,020	0,440
<b>Máximo</b>	2,310	0,810
<b>Nivel de confianza (95 %)</b>	0,060	0,078
<b>CV (%)</b>	3,9%	17,4%

### 5.3. Calidad de polen.

Para determinar la calidad de polen se precedió a recolectar los granos de polen de flores abiertas, de diferentes plantas de mortiño. Se colocaron las inflorescencias en glases y agua para su traslado hacia el laboratorio de la Universidad de las Américas. Con el utilizo del microscopio Evo con el lente 40x, se logró observar e identificar el grano del polen del mortiño tiene forma de apolcopio tricolpado con un tamaño de 172  $\mu\text{m}$ . (Rivas S. 1978).

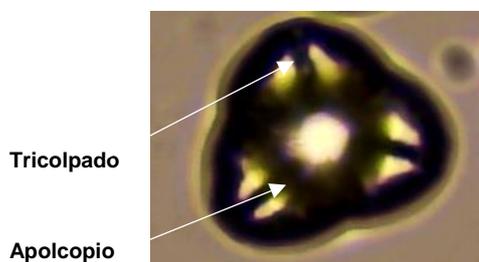


Figura 14. Grano de polen de mortiño con forma apolcopio y aberturas tricolpado con el lente 40 del microscopio.

Tabla 11.

*Estadísticos descriptivos del tamaño del polen de mortiño.*

<b>Estadísticos</b>	<b>Tamaño polen (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
<b>Media</b>	172,088
<b>Error típico</b>	23,903
<b>Mediana</b>	224,526
<b>Desviación estándar</b>	86,183
<b>Varianza de la muestra</b>	7,427

<b>Rango</b>	206,763
<b>Mínimo</b>	28,233
<b>Máximo</b>	234,996
<b>Nivel de confianza (95,0%)</b>	52,08%

#### 5.4. Germinación de polen

Para la germinación del grano de polen se procedió a realizar un medio de cultivo constituido por el 15% de sacarosa y el 85% por agua destilada, esto se realizó en 13 ml de solución. Una vez realizado el medio de cultivo el grano de polen previamente recolectado y puesto en el portaobjetos, se colocaron 2 gotas de la solución en el portaobjetos y se procedió a almacenarlo a temperatura ambiente en laboratorio. Posteriormente se procedió al conteo de germinación de polen que fue del 44,18% (Tabla 10), para ello se consideró que el tubo polínico debe tener el mismo tamaño o mayor que el grano de polen para que se considere germinado.

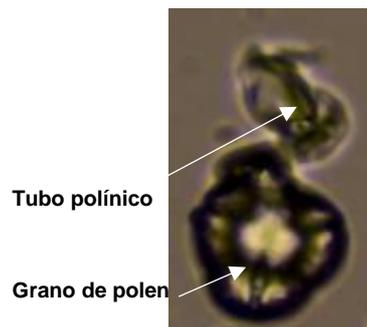


Figura 15. Grano de polen germinado de mortiño, con el lente 40x del microscopio

#### 5.5. Tipo de polinización y fecundación del mortiño in situ.

##### Autofecundación.

Para esto se consideraron flores que se encontraban en pre-antesis, se marcaron 3 flores en 5 plantas para un total de 15 flores marcadas y definir el tipo de polinización. Para la autopolinización se procedió a remover todas las flores de la inflorescencia hasta tener 1 sola flor por rama floral, esta debía estar en la fase de pre-antesis, es decir base de la flor de color verde y con los pétalos

cerrados. El 22 de agosto se procedieron a marcar las 30 plantas en estado de pre-antesis y se cubrieron con los glasines. El 15 de septiembre se verificó el estado floral y sus cambios fisiológicos, varias flores permanecieron cerradas y su tamaño promedio fue de 3,62 mm de longitud y 1,39 de ancho, además los pétalos tienen color rosado. El 6 de octubre se observó que varias flores estaban abiertas y de mayor tamaño y con los pétalos de color rosado intenso (Tabla 11). El 27 de octubre, se determinó que el 66,7% de las flores se autofecundaron en un período entre 28 y 39 días, mientras que la aparición del fruto (engrosamiento del receptáculo) demoró entre 33 y 44 días (Tabla 11).

Tabla 12.

*Procedimiento indicando los diferentes estadios florales para determinar si existe autofecundación en el mortiño.*

Autofecundación																	
Partes florales		Estadios florales															
		Pre-antesis			Flor Cerrada			Flor abierta			Fecundación			Formación del fruto			
Corola	Pétalos	Color	Largo	Ancho	Color	Largo	Ancho	Color	Largo	Ancho	Color	Largo	Ancho	Color	Largo	An	
		Rosado	3,56	1,38	Rosado	3,62	1,39	Rosado-Rojo	4,20	2,02	Marrón oscuro	-	-	No hay corola	-	-	
	Cáliz	Sépalos	Verde	1,28	0,68	Verde	1,31	0,68	Verde	1,77	0,89	Morado	-	-	Morado-rojo en el interior	-	-
<b>Tiempo</b>		3-5 semanas			4-6 semanas			4-5 semanas			2-3 semanas			6-8 semanas			
																	
N° Flores	15																
N° Flores Fructificadas	10																
Porcentaje de Autopolinización	66,7																

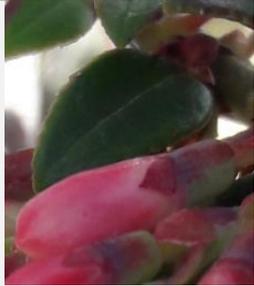
## Polinización cruzada

Para determinar si la flor de mortiño tiene polinización cruzada, se consideraron 15 flores en estado de pre-antesis, de la misma manera se procedió en elegir 3 flores cerradas de 5 plantas, la diferencia fue que no se debió aislar la flor, ni se cubrieron con glasin. Se emascularon las flores, siguiendo el protocolo descrito por de Chamorro F, (2015) en donde se procede a eliminar los estambres de las

flores y con mucho cuidado se dejaron en su estado natural. Se tomaron observaciones cada semana y se obtuvo el 46,7% de polinización (Tabla 12).

Tabla 13.

*Procedimiento indicando los diferentes estadios florales para determinar si existe polinización cruzada en el mortiño.*

Polinización Cruzada												
Partes florales		Estadios florales										
		Pre-antesis			Emasculación			Fecundación			Desarrollo del fr	
		Color	Largo	Ancho	Color	Largo	Ancho	Color	Largo	Ancho	Color	Largo
<b>Corola</b>	Pétalos	Rosado	3,44	1,21	Rosado	3,52	1,34	Marrón	-	-	Café-negro	-
<b>Cáliz</b>	Sépalos	Verde	1,25	0,58	Verde	1,33	0,63	Morado	-	-	Morado-Verde	-
<b>Tiempo</b>		2-4 semanas			4-6 semanas			4-5 semanas			2-3 semanas	
												
N° Flores	15											
N° Flores Fructificadas	7											
Porcentaje polinización cruzada.	46,7											

## 5.6. Visitantes florales.

Para determinar que vectores (insectos) son los que visita las flores y proceden a polinizar, se determinó mediante la metodología utilizada por Viera et al., (2015). Para esto se marcó un cuadrante con alrededor de 30 plantas de mortiño cerca una de la otra y se procedió a realizar revisiones, observaciones y capturas desde las 7 a.m. del 3 de noviembre del hasta las 9 a.m. del 4 de noviembre del 2018. Durante este periodo se atraparon los insectos cada hora con una red entomológica y almacenados en envases con alcohol al 70% para una mejor conservación del insecto. A lo largo de las 26 horas se determinó que desde las 8 hasta las 14h30 hay constante visitas de insectos, por tanto, ni captura. Posiblemente es debido a que las condiciones climáticas son muy adversas, principalmente la temperatura es muy baja (3,98°C) y la humedad relativa del

lugar es muy alta (97,5%), además vientos fuertes (23 km/h). Según los análisis de laboratorio realizados en Agrocalidad se determinaron que las especies polinizadoras son *Eudejeania aldrichi*, *Stenotabanus sp*, (Figura 17) estos dos insectos que pertenecen al orden de los Dípteros y la especie *Bombus sp.*, del orden Himenóptera (Figura 18). De acuerdo con la tabla de resultados se pudo determinar que la especie más visitante es la *Eudejeania aldrichi* con 46 apariciones entre las 8h00 y 15h00 (Tabla 13), mientras que *Bombus sp* y *Stenotabanus sp* con 24 y 7 respectivamente entre las 8h00 y 14h00.

Tabla 14.

Conteo y colecta de los insectos que visitan las flores de mortiño y su identificación, en un período de 26 horas continuas.

Especie	Hora																											
	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	
	Cantidad recolectada																											
<i>Eudejeania aldrichi</i>	2	1	1	6	5	12	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4
<i>Stenotabanus sp.</i>	0	0	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Bombus sp.</i>	1	0	1	3	2	7	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	
Total <i>E. a.</i>	46																											
Total <i>St. sp.</i>	7																											
Total <i>Bombus sp.</i>	24																											

**RESULTADOS DEL ANALISIS**

Método: PEE/E/05. Observación directa al estereó microscopio y uso de claves taxonómicas.

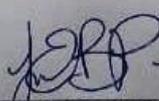
CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE CAMPO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
E-18-1669	301	Insecta	Diptera	Tachinidae	<i>Eudejeania</i>	<i>Eudejeania aldrichi</i>	-
				Tabanidae	<i>Stenotabanus</i>	<i>Stenotabanus sp</i>	
			Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus</i>	<i>Bombus sp.</i>	

Analizado por: Ing. Julia Bolaños y Lic. Ana Torres

Observaciones: Ninguna

Anexo Gráficos: No aplica

Anexo Documentos: No aplica



**Ing. Julia Bolaños**  
Responsable Técnico  
Laboratorio Entomología



**AGROCALIDAD**  
RED NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y  
SERVICIOS FITOSANITARIOS  
LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA

Figura 16. Resultado del análisis de identificación de visitantes florales.



*Figura 17.* Insecto (*Eudejeania aldrichi*) visitando la flor del mortiño.



*Figura 18.* Insecto (*Bombus* spp) visitando la flor del mortiño.

### **5.7. Características Físicas del fruto.**

Para determinar las características físicas del fruto se seleccionaron 20 frutos al azar de la localidad en estudio y se obtuvieron como resultados que el fruto de mortiño tiene un peso de 0,47 g, longitud de 8,81 mm y con ancho de 8,11 mm,

cada fruto tiene un promedio de 79 semillas de color azul-morado recubierto con una capa de cera opaca.

Tabla 15

*Características físicas del fruto de mortiño (n=30).*

<b>Características Físicas de frutos</b>				
<b>Estadísticos</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Diámetro ecuatorial (mm)</b>	<b>Diámetro polar (mm)</b>	<b>Semillas(n)</b>
<b>Media</b>	0,470	8,820	8,111	70,550
<b>Mediana</b>	0,425	8,480	8,070	64,000
<b>Moda</b>	0,410	9,910	7,680	64,000
<b>Desviación estándar</b>	0,132	0,804	0,499	19,941
<b>Varianza</b>	0,017	0,647	0,249	397,629
<b>Rango</b>	0,490	2,550	1,680	66,000
<b>Mínimo</b>	0,310	7,910	7,220	44,000
<b>Máximo</b>	0,800	10,460	8,900	110,000
<b>CV %</b>	0,281	0,091	0,062	0,283
<b>Nivel confianza (95%)</b>	0,062	0,376	0,234	9,333

### 5.8. Características químicas.

Para evaluar las características químicas se aplicaron las metodologías descritas. Los resultados de los frutos de mortiño colectado en el páramo del Sincholagua tienen un pH de 3,003 con un rango de 2,99 a 3,01; el promedio de sólidos solubles totales de 16,93 con un rango de 16,80 a 17,10; mientras que la acidez promedio del fruto es de 1,3 con un rango de 1,30% a 1,40%.

Tabla 16

*Características Químicas del fruto del mortiño (n=3).*

<b>Estadísticos</b>	<b>pH inicial</b>	<b>°Brix</b>	<b>% Acidez</b>
<b>Media</b>	3,003	16,933	0,013
<b>Error típico</b>	0,007	0,088	0,000
<b>Mediana</b>	3,010	16,900	0,014
<b>Desviación estándar</b>	0,012	0,153	0,001

<b>Varianza</b>	0,000	0,023	0,000
<b>Rango</b>	0,020	0,300	0,002
<b>Mínimo</b>	2,990	16,800	0,013
<b>Máximo</b>	3,010	17,100	0,014
<b>Nivel de confianza (95,0%)</b>	0,029	0,379	0,002
<b>CV (%)</b>	0,004	0,009	0,060

## 5.9. Discusión

Según el estudio realizado el desarrollo fenológico de la etapa reproductiva del mortiño, desde yema latente hasta madurez fisiológica del fruto toma entre 21 y 26 semanas. Los rangos que se presentan en las diferentes fases fisiológicas se deben al crecimiento indeterminado que tiene las diferentes fases en sus estructuras. Un anterior estudio realizado por Mendoza F., (2018) indica que la planta de *Vaccinium floribundium* Kunth en el páramo del Atacazo demora 150 días, determinando que la planta tiene dos etapas de crecimiento por año. Los resultados del presente estudio afirman y van de acuerdo con las interpretaciones realizadas por el autor, ya que demora entre los 147 y 182 días. La diferencia de los días entre los dos estudios puede ser dada por los factores climáticos de los dos lugares, además de otros factores como pueden ser la biodisponibilidad de nutrientes en el suelo y los grados días que requiere la planta (Vallejo, V., 2010).

La flor del mortiño es hermafrodita, con una estructura floral conformada por una corola de 5 pétalos, el cáliz con 5 sépalos, el androceo con 7 estambres y el gineceo con un mínimo de 2 carpelos. Chamorro F, (2015) en un estudio del *Vaccinium meridionale* indica que el mortiño presenta 5 pétalos, 5 sépalos y 9 estambres. Al ser dos especies diferentes, la cantidad de estambres varió, esta variación tiene un efecto en disponibilidad de polen dentro de los sacos polínicos y total, que tiene una relación con la fecundación: Es decir, a mayor número de estambres mayor cantidad de polen y mayor probabilidad de fecundación. Es

importante indicar que los granos de polen tienen ácido fosfórico, lo que permite atraer a los insectos, favoreciendo de esta manera la polinización y por ende la fecundación (De la Sagra D., 1984).

Los granos de polen se caracterizaron en base a la forma y la germinación. El porcentaje de germinación se obtuvo mediante la técnica descrita por Turner & Gilbanks (1974), encontrándose el 44,18% de granos germinados. En un estudio realizado por Hernández I., (2010), quien evaluó dos técnicas (agua pura y tetrazolium) para estudiar la germinación del grano de polen en arándanos, determinó que la prueba de tetrazolio es la más precisa porque al contener sal y por la acción de las enzimas deshidrogenasas del grano de polen, permite una mejor retención de líquidos, ya que reacciona con el hidrógeno, factor importante al momento de la polinización y fecundación. En el estudio realizado con agua destilada y sacarosa, la única reacción que puede hacerse es con la sacarosa, que forma un gel con un solo nutriente biodisponible para los granos y por lo tanto la germinación del tubo polínico será afectada frente al tetrazolio (Aramendiz, H., Cardona, C., Jarma, A., 2013).

Los dos tipos de fecundación evaluados en el presente estudio determina que la planta de mortiño tiene un sistema reproductivo bisexual además de tener un mayor porcentaje de fecundación en la autofecundación con un 66,7%. Chamorro F (2015), en el estudio del *Vaccinium meridionale* confirma que el método por autopolinización es el más efectivo en comparación con la polinización cruzada. En estudios realizados en Chile, se reportó que el insecto *Bombus spp* es utilizado para incrementar la producción en el cultivo de arándano. Este abejorro al ser endotérmico puede resistir temperaturas de 1 °C, además por su mayor tamaño que la abeja común (*Apis mellifera*) y el díptero *Eudejeania aldrichi*, logra resistir de mejor manera los vientos y lluvias presentes en la zona (Rebelledo C., 2015).

El fruto de mortiño recolectado en el lugar del estudio tiene un peso de 0,47 g, 8,81 mm de longitud y 8,11 mm de ancho. Estas características físicas del fruto pueden variar dependiendo de las características de clima y suelo existente en cada localidad. Por su parte las características químicas de los frutos encontrados en este estudio son de un pH de 3, acidez de 1,3% y sólidos solubles totales de 16 °brix. Estudios realizados en diferentes zonas del país, presentan valores para el pH entre 2,93 y 4,23, lo cual se considera una fruta ácida (Castillo M., & De Janon M., 2018). Existen reportes que señalan que el pH es una característica que está influenciada por la altitud y las condiciones climáticas (Guerra, 2017).

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1. Conclusiones

La flor del mortiño es hermafrodita y tiene una estructura compuesta la corola por 5 pétalos, el cáliz con 5 sépalos, el androceo con 7 estambres y el ovario con un mínimo de 2 óvulos, tiene un ovario ínfero con placenta central.

La fenología del mortiño permitió detectar que tiene un crecimiento indeterminado de la inflorescencia.

Se determinó la existencia de 6 fases desde la formación de la yema hasta la madurez fisiológica: yema latente, yema brotada/hinchada, floración, fecundación, desarrollo del fruto y fruto en madurez fisiológica. El período de tiempo desde yema latente a madurez fisiológica del fruto fluctuó entre 21 y 26 semanas

El grano de polen del mortiño es acolpado, tricolpado, tiene una longitud de 172 um. La germinación del grano de polen alcanzó un 44,28 (%).

El mortiño tiene un 66,70 % de autofecundación y 46,70 % de la polinización cruzada.

Los insectos que visitan las flores del mortiño y posibles polinizadores son: *Eudejeania aldrichi*, *Stenotabanus sp* y *el Bombus sp*, donde el primer díptero es el más presente con 46 apariciones entre las 8h00 y 15h00 en la época de floración del mortiño.

Los frutos del mortiño recolectados en el páramo del Sincholagua tienen un pH de 3; con 1,3% de acidez y 16,93 ° de sólidos solubles totales.

El fruto de mortiño tiene un peso de 0,47 g, longitud de 8,81 mm y con ancho de 8,11 mm. Cada fruto tiene un promedio de 79 semillas con un rango de 44 a 110 y el color del fruto es de azul-morado.

## **6.2. Recomendaciones**

Es importante investigar a mayor profundidad la polinización y fecundación, con el fin de poder mejorar la productividad.

Se recomienda evaluar otros métodos de germinación del grano de polen con el fin de ser más precisos.

## Referencias

- Agustí, M., Zaragoza, S., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Klose, R., & Stauß, R. (2017). *Estadio principal del desarrollo 3: Desarrollo de los brotes*. Recuperado el 10 de septiembre de 2018 de <http://www.ivia.gva.es/documents/161862582/161863620/Codificaci3n+BBCH+de+los+estadios+fenol3gicos+del+desarrollo+de+los+agrios/127b4d39-2bcc-4206-9537-247e049f7649>
- Aramendiz, H., Cardona, C., Jarma, A. (2013). Eficiencia de dos métodos para evaluar la viabilidad de polen en berenjena (*Solanum melongena*). Recuperado el 3 de enero de 2019 de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n2/v16n2a09.pdf>
- BARCELÓ, J; NICOLÁS, G.; SABATER, B. y SÁNCHEZ, R. (2001). Fisiología vegetal. Pirámide. Madrid, España, p. 566
- BARRENGO, E. (2004). Botánica. Segunda Edición. Ecuador
- Bernal, H. y J. Correa. (1990). Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andrés Bello, tomo VII. SECAB Ciencia y tecnología, Bogotá - Colombia, p. 489.
- Bonilla, M.A. (2012). La polinización como servicio ecosistémico. En: Iniciativa colombiana de polinizadores (ICPA), Capítulo I: abejas. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Humboldt. Bogotá, Colombia. pp. 1-103.
- Cabral, E.; Casco, L.; Ayala, N.; Gonazles, C. (2010). Core Eudicotiledóneas, Diversidad Vegetal, Asterídeas - Euasterídeas I: Solanales: Solanaceae. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE). Recuperado el 20 de octubre de 2018 de <http://exa.unne.edu.ar/carreras/docs/7%20Core%20Eudicotiledoneas.pdf>

- Chamorro F., & Parra G., (2015). Biología floral y reproductiva de *Vaccinium meridionale* (Ericaceae) en los Andes orientales de Colombia. Recuperado el 6 de Octubre de 2018 de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/download/18022/21749>
- Coba, P., Coronel, D., Verdugo, K., Paredes, M., Yugsi, E., & Huachi, L. (2012). Estudio etnobotánico del mortiño (*Vaccinium floribundum*) como alimento ancestral y potencial alimento funcional. *La Granja*, 16(2), 5–13. <https://doi.org/10.17163/LGR.N%X>
- Dafni, A. (1997). Las Ericaceas. Recuperado el 3 de septiembre de 2018 de [http://www.dipbot.unict.it/sistemica\\_es/Eric\\_fam.html](http://www.dipbot.unict.it/sistemica_es/Eric_fam.html)
- De, F., & Agrarias, C. (2007). *UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE*. Recuperado el 6 de noviembre de 2018 de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fap657d/sources/fap657d.pdf>
- De la Sagra D., (1984). PRINCIPIOS FUNDAMENTALES PARA SERVIR DE INTRODUCCIÓN A LA ESCUELA BOTANICA AGRICOLA DEL JARDIN BOTANICO DE LA HABANA. Jardin botanico de la Habana. Habana, Cuba, p. 3.
- DOMENECH, T. (1996). Atlas de Botánica. Segunda Edición .España .ISBN 9788470932168.
- Freire, F. A. (2004). Botánica sistemática ecuatoriana. Missouri Botanical Garden, p. 209.
- Font, P. (1982). Diccionario de Botánica. Barcelona, España.
- García S. (2014). Determinación del estado sanitario de las plantas, suelo e instalaciones y elección de métodos de control. Recuperado el 2 de septiembre de 2018 de <https://books.google.com.ec/books?id=JFxWDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Guerra, C., (2015). Caracterización y micro encapsulación de compuestos

bioactivos del mortiño (*Vaccinium floribundum*, kunth). Recuperado el 01 de enero de 2019 de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7946/1/UDLA-EC-TIAG-2017-28.pdf>

Hernández I., (2010). Evaluación de la viabilidad del polen almacenado de genotipos de arándano (*Vaccinium* spp.) Recuperado el 27 de diciembre de 2018 de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/599/1/T2944.pdf>

Herrera-Arellano A; Flores-Romero S, Chávez-Soto MA, Tortoriello J. (1990). Effectiveness and tolerability of a standardized extract from *Hibiscus sabdariffa* in patients with mild to moderate hypertension: a controlled and randomized clinical trial. *Phytomed.* 2004; pp. 375-382

Jorgensen, P. M. C., R. Ulloa, Valencia y J. E. Madsen. (1995). A floristic analysis of the high andes of ecuador. S.P. Churchill et al. (editors), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. The New York Botanical Garden, pp. 221–237.

Loján, L. (2003). El verdor de los andes ecuatorianos: realidades y promesas. *Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en los Andes*, p. 296

LIZAMA, L. (1992). Madurez óptima y manejo de postcosecha de ciruelas japonesas para exportación. Universidad de Chile. Santiago, Chile, p. 252

Meyer, H.J. & Prinsloo N. (2003). Assessment of the potential of blueberry production in South Africa. *Small Fruits Review* 2:3-21

MEDEL, F. (1982). *Arbustos frutales*. Universidad Austral de Chile y Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile, p. 30.

Mendoza, F. (2018). FENOLOGÍA FLORAL DEL MORTIÑO (*Vaccinium floribundum* Kunth) ACORDE A LA ESCALA BBCH EN EL PÁRAMO ANDINO DEL ATACAZO. Recuperado el 27 de diciembre del 2018 de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9241/1/UDLA-EC-TIAG->

2018-14.pdf

Oswaldo, L., & Castillo, J. (2000). ESTADÍSTICA MÓDULO 1. Recuperado el 18 de octubre de 2018 de <http://www.cqc.com.ar>

Rebelledo, C. (2015). PODA Y POLINIZACIÓN DE ARÁNDANO. Universidad de Chile. Santiago, Chile, p. 23.

Rivadeneira, M. (2007). *ETAPAS FENOLOGICAS EN ARÁNDANO DURANTE LAS CAMPAÑAS 2006-2007*. Recuperado el 28 de noviembre de 2018 de [http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/10196/course/section/1617/2-Arandano-Etapas\\_Fenologicas.pdf](http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/10196/course/section/1617/2-Arandano-Etapas_Fenologicas.pdf)

Ruiz, A. (1991). La fenología como herramienta en la agroclimatología. Recuperado el 2 de Noviembre de 2018, de <http://www.infoagro.com/frutas/fenologia.htm>

Turner P., & Gilbanks (1974). Manejo del cultivo de aceite de palma. Sociedad Incorporaría de plantas. Kuala Lumpur, Malasia, p.128

Vallejo, V., (2010). Fenología y vida de las plantas. Recuperado el 20 de septiembre de 2018 de <http://ocw.udl.cat/engineyeria-i-arquitectura/fructicultura/continguts-1/l-5/monografia-no-5-cap.-5.-fenologia-y-vida-plantas>

Vallejo, V., (2010). El proceso de floración. Recuperado el 1 de enero de 2019 de <http://ocw.udl.cat/engineyeria-i-arquitectura/fructicultura/continguts-1/l-6/monografia-no-6-cap.-2.-el-proceso-de-floracion>

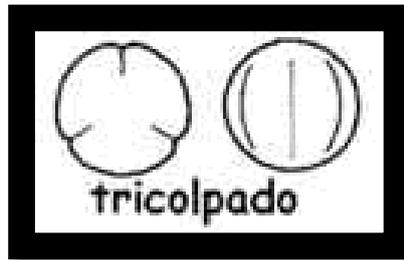
Volpe, C., (1992). Fisiología de los cítricos. Recuperado el 12 de noviembre de 2018 de <http://www.infoagro.com/frutas/fenologia.htm>

Tillard S. 1998. Myrtilles, groseilles et fruits des bois. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Tec & Doc editions, Cachan, France,p, 127.

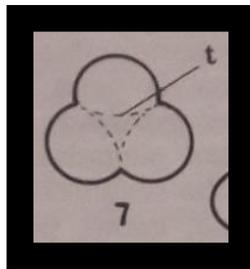
Torres, M. (2015). ALGUNOS ASPECTOS DE LA FENOLOGIA, Y EL

CRECIMIENTO. Recuperado el 12 de noviembre de 2018 de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6675/1/MesaTorr esPaolaAndrea2015.pdf>

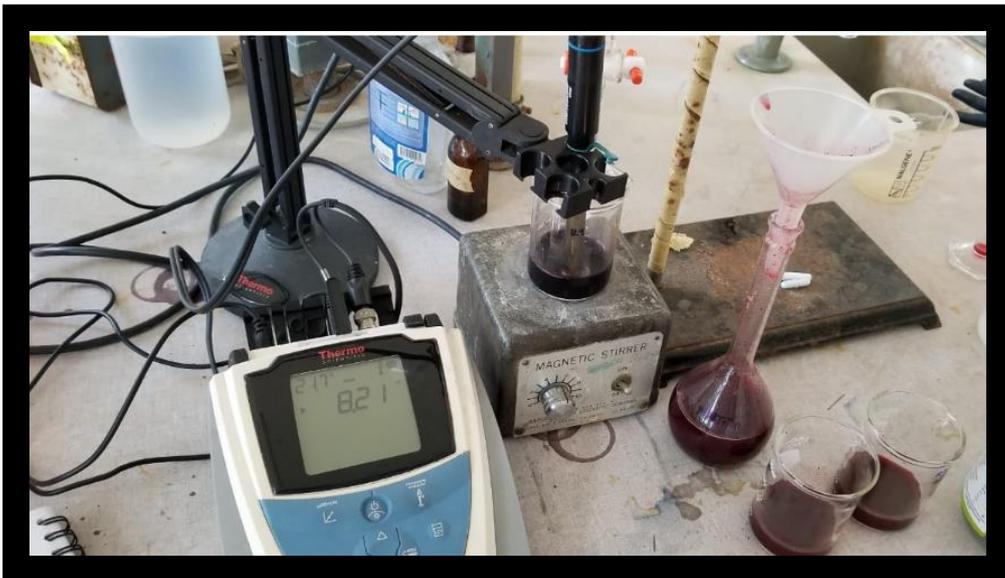
## **ANEXOS**



(Anexo 1, Forma tricolpado de granos de polen).



(Anexo 2, forma apolcopia por aberturas de granos de polen).



(Anexo 3, Análisis químico de neutralización de mortño).

