



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: "DETERMINACIÓN DE LA ACUMULACIÓN DE GRADOS  
DÍA DESARROLLO EN SEIS ESTADOS FENOLÓGICOS DE CINCO  
VARIETADES DE *Rosa sp.*"**

**AUTOR: TACO SANGOQUIZA, JÉSSICA ESTEFANÍA**

**DIRECTOR: ING. M.Sc. SORIA IDROVO, NORMAN AURELIO**

**SANGOLQUÍ**

**2018**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, ***“DETERMINACIÓN DE LA ACUMULACIÓN DE GRADOS DÍA DESARROLLO EN SEIS ESTADOS FENOLÓGICOS DE CINCO VARIEDADES DE Rosa sp.”*** fue realizado por la señorita ***Taco Sangoquiza, Jéssica Estefanía*** el mismo ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

**Sangolquí, 15 de marzo del 2018**

-----  
**Ing. M.Sc. Norman Aurelio Soria Idrovo**  
**C.C. 1801206572**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, *Taco Sangoquiza, Jéssica Estefanía*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: "*Determinación de la acumulación de Grados Día Desarrollo en seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp.*" es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 15 de marzo del 2018

Jéssica Estefanía Taco Sangoquiza

C.C. 1726534058



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

*Yo, Taco Sangoquiza, Jéssica Estefanía autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: "Determinación de la acumulación de Grados Día Desarrollo en seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp." en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.*

Sangolquí, 15 de marzo del 2018

Jéssica Estefanía Taco Sangoquiza

C.C. 1726534058

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación a mis amados padres Oswaldo y María, por su amor y apoyo incondicional durante toda mi vida y carrera universitaria. A mis hermanos Oscar e Israel por su confianza y por estar siempre pendientes de mí. A mi abuelita María, aunque físicamente no está presente, sé que me bendice y cuida todos los días.

Con cariño.

Jéssica

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres y hermanos quienes han sido mi apoyo y soporte durante todo este proceso, gracias por sus palabras, esfuerzos y amor brindado en el momento preciso.

Familiares quienes estuvieron al pendiente de mí, gracias por sus consejos.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, por todos estos años de aprendizaje, a sus profesores por compartir sus conocimientos y a mis amigos por todas las experiencias vividas.

Un agradecimiento especial al Ing. M.Sc. Norman Soria, quien con ayuda de sus conocimientos y respaldo se logró finalizar esta investigación.

Al Ing. Ricardo Félix y Santiago Serrano representantes de Jardines Piaveri Cia. Ltda.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### CARÁTULA

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| CERTIFICACIÓN.....              | i   |
| AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD..... | ii  |
| AUTORIZACIÓN.....               | iii |
| DEDICATORIA.....                | iv  |
| AGRADECIMIENTO.....             | v   |
| ÍNDICE DE CONTENIDO.....        | vi  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....           | x   |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....          | xii |
| RESUMEN.....                    | xiv |
| ABSTRACT.....                   | xv  |

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1.1 Justificación.....           | 2 |
| 1.2 Importancia.....             | 3 |
| 1.3 Objetivos.....               | 4 |
| 1.3.1 Objetivo general.....      | 4 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 4 |
| 1.4 Hipótesis.....               | 4 |

### CAPÍTULO II

#### REVISIÓN DE LITERATURA

|   |   |
|---|---|
| 2.1 Importancia de la floricultura en el Ecuador..... | 5 |
| 2.2 Grados Día Desarrollo.....                        | 5 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.2.1   | Definición .....  | 5  |
| 2.2.2   | Modelos para Grados Día Desarrollo .....                        | 6  |
| 2.2.3   | Cálculo de los Grados Día Desarrollo .....                      | 7  |
| 2.2.4   | Investigaciones aplicando Grados Día Desarrollo .....           | 8  |
| 2.3     | El cultivo de Rosas .....                                       | 9  |
| 2.3.1   | Origen de la Rosa .....   | 9  |
| 2.3.2   | Descripción de la Rosa .....                                    | 9  |
| 2.3.3   | Taxonomía .....   | 10 |
| 2.3.4   | Fenología de la rosa .....                                      | 11 |
| 2.3.4.1 | Fase vegetativa .....   | 12 |
| 2.3.4.2 | Fase productiva .....   | 12 |
| 2.4     | Variedad .....  | 13 |
| 2.4.1   | Variedades en estudio .....                                     | 13 |
| 2.5     | Temperatura .....   | 13 |
| 2.5.1   | Efectos de la temperatura sobre el desarrollo del cultivo ..... | 14 |
| 2.6     | Humedad relativa .....  | 15 |
| 2.7     | Luz .....   | 15 |
| 2.7.1   | Intensidad de luz .....   | 16 |
| 2.7.2   | Luz acumulada .....   | 16 |
| 2.8     | Índice plastocrónico .....                                      | 17 |

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA**

|       |                                     |    |
|-------|-------------------------------------|----|
| 3.1   | Ubicación del área de estudio ..... | 18 |
| 3.1.1 | Ubicación política .....            | 18 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 3.1.2   | Ubicación geográfica.....                           | 18 |
| 3.1.3   | Ubicación ecológica .....                           | 19 |
| 3.2     | Materiales .....                                    | 19 |
| 3.2.1   | De campo.....                                       | 19 |
| 3.2.2   | Biológicos.....                                     | 19 |
| 3.3     | Métodos .....                                       | 19 |
| 3.3.1   | Diseño experimental.....                            | 19 |
| 3.3.1.1 | Factores en estudio .....                           | 19 |
| 3.3.1.2 | Tratamientos a comparar o niveles del factor.....   | 20 |
| 3.3.1.3 | Tipo de diseño .....                                | 20 |
| 3.3.1.4 | Repeticiones .....                                  | 20 |
| 3.3.1.5 | Características de las unidades experimentales..... | 21 |
| 3.3.1.6 | Tamaño de la muestra.....                           | 21 |
| 3.3.2   | Análisis estadístico .....                          | 22 |
| 3.3.2.1 | Análisis de varianza.....                           | 22 |
| 3.3.2.2 | Coefficiente de variación .....                     | 22 |
| 3.3.2.3 | Regresiones y correlaciones .....                   | 22 |
| 3.3.3   | Variables Analizadas .....                          | 22 |
| 3.3.3.1 | Grados Día Desarrollo.....                          | 22 |
| 3.3.3.2 | Estado fenológico y días de cambio .....            | 23 |
| 3.3.3.3 | Luz acumulada.....                                  | 23 |
| 3.3.3.4 | Humedad relativa.....                               | 24 |
| 3.3.3.5 | Longitud del tallo .....                            | 24 |
| 3.3.3.6 | Índice plastocrónico.....                           | 24 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.3.4 | Métodos específicos del manejo del experimento ..... | 25 |
|-------|--|----|

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.1   | Resultados.....  | 27 |
| 4.1.1 | Grados Día Desarrollo.....   | 27 |
| 4.1.2 | Días de cambio de estado fenológico .....                          | 33 |
| 4.1.3 | Luz acumulada o DLI.....   | 43 |
| 4.1.4 | Humedad relativa.....  | 50 |
| 4.1.5 | Resultados variables longitud de tallo e índice plastocrónico..... | 53 |
| 4.1.6 | Calidad de la flor .....   | 55 |
| 4.1.7 | Correlación de variables.....                                      | 56 |
| 4.1.8 | Difusión.....  | 59 |
| 4.2   | Discusión.....   | 59 |

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

|     |                      |    |
|-----|----------------------|----|
| 5.1 | Conclusiones.....    | 63 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 64 |
| 5.3 | Bibliografía.....    | 65 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                 |  |    |
|-----------------|--|----|
| <b>Tabla 1</b>  | <i>Esquema para el análisis de varianza.....</i>   | 22 |
| <b>Tabla 2</b>  | <i>ANAVA para los Grados Día Desarrollo en seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp. ....</i>               | 27 |
| <b>Tabla 3</b>  | <i>Acumulación de Grados Día Desarrollo promedio para seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp. ....</i>    | 28 |
| <b>Tabla 4</b>  | <i>ANAVA para la duración en día de seis estados fenológicos en cinco variedades de Rosa sp. ....</i>                      | 33 |
| <b>Tabla 5</b>  | <i>Duración en días promedio para seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp. ....</i>                        | 34 |
| <b>Tabla 6</b>  | <i>Acumulación de Grados Desarrollo y duración en día de seis estados fenológicos en cinco variedades de Rosa sp. ....</i> | 39 |
| <b>Tabla 7</b>  | <i>ANAVA para la luz acumulada de seis estados fenológicos en cinco variedades de Rosa sp. ....</i>                        | 43 |
| <b>Tabla 8</b>  | <i>Luz acumulada promedio para seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp. ....</i>                           | 44 |
| <b>Tabla 9</b>  | <i>Promedio diario de DLI para seis estados fenológicos en cinco variedades de Rosa sp. ....</i>                           | 44 |
| <b>Tabla 10</b> | <i>Requerimiento de Grados Día Desarrollo, número de días y DLI a cosecha para cinco variedades de Rosa sp. ....</i>       | 49 |
| <b>Tabla 11</b> | <i>ANAVA para la humedad relativa de seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp. ....</i>                     | 50 |
| <b>Tabla 12</b> | <i>Promedio de humedad relativa para seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp. ....</i>                     | 51 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 13</b> <i>Promedio de cinco parámetros de calidad en cinco variedades de Rosa sp.</i> .....   | 56 |
| <b>Tabla 14</b> <i>Correlación de variables</i> .....  | 57 |
| <b>Tabla 15</b> <i>Grados Día Desarrollo necesarios para llegar al “n” % del proceso de ciclo de cultivo de cinco variedades de Rosa sp.</i> ..... | 58 |
| <b>Tabla 16</b> <i>Unidades de medida requeridas para llegar al 90% del ciclo de cultivo Cinco variedades de Rosa sp.</i> .....                    | 58 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> Ubicación geográfica Jardines Piaveri Cia. Ltda. ....  | 18 |
| <b>Figura 2</b> Seis estados fenológicos del cultivo de rosa, var. Akito.....  | 21 |
| <b>Figura 3</b> Datalogger Extech modelo RHT10 .....   | 23 |
| <b>Figura 4</b> Sensor Galcon Quantum SQ - 100.....  | 23 |
| <b>Figura 5</b> Esquema de medición del IP en un tallo de rosa .....   | 25 |
| <b>Figura 6</b> Acumulación de Grados Día Desarrollo, para cinco variedades de <i>Rosa sp</i><br>en seis estados fenológicos desde del pinch ha sta la cosecha ..... | 30 |
| <b>Figura 7</b> Promedio de la acumulación de Grados Día Desarrollo durante los seis estados<br>fenológicos de cinco variedades de <i>Rosa sp</i> .....              | 32 |
| <b>Figura 8</b> Duración en días de seis estados fenológicos desde el pinch hasta la cosecha de<br>cinco variedades de <i>Rosa sp</i> . ....                         | 35 |
| <b>Figura 9</b> Promedio días de cambio, para seis estado fenológico en cinco variedades<br>de <i>Rosa sp.</i> , desde el pinch. ....                                | 37 |
| <b>Figura 10</b> Cinco estados fenológicos productivos en campo, de las cinco variedades<br>de <i>Rosa sp</i> .....  | 42 |
| <b>Figura 11</b> Luz acumulada para seis estados fenológicos desde el pinch hasta la<br>cosecha de cinco variedades de <i>Rosa sp</i> . ....                         | 45 |
| <b>Figura 12</b> Promedio de la acumulación de DLI en seis estados fenológicos de cinco<br>variedades de <i>Rosa sp.</i> , a partir del pinch .....                  | 47 |
| <b>Figura 13</b> Porcentaje promedio de humedad relativa para seis estados fenológicos de<br>cinco variedades de <i>Rosa sp</i> , desde el pinch.....                | 52 |
| <b>Figura 14</b> Curva de crecimiento de la longitud del tallo para cinco variedades de <i>Rosa sp</i> ..  | 53 |

**Figura 15** Curva de crecimiento para el índice plastocrónico en cinco variedades

de *Rosa sp.*..... 55

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en Jardines Piaveri Cia. Ltda., finca productora de flores ubicada en la parroquia Joseguango Bajo, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, con el objetivo de determinar la cantidad de Grados Día Desarrollo que necesitan acumular cinco variedades de *Rosa sp.*, (Akito, Amsterdam, Explorer, Hot Merengue, Pink Floyd), en seis estados fenológicos (Brotación, botón arroz, botón arveja, botón garbanzo, mostrando color, cosecha), que van desde el pinch hasta la cosecha. La investigación tuvo la duración de un ciclo de cultivo, se aplicó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, utilizando un total de 200 tallos como muestra, dentro de camas que representaron a las unidades experimentales, las variables de estudio fueron: Grados Día Desarrollo, días de cambio de estado fenológico, luz acumulada, humedad relativa, longitud de tallo e índice plastocrónico. Al realizar el análisis estadístico se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0,0001$ ) entre las cinco variedades en los seis estados fenológicos analizados. Las variedades Explorer, Amsterdam, Pink Floyd, Akito y Hot Merengue culminaron su ciclo acumulando en promedio 1126.0375GDD, 1067.7875GDD, 950.9375GDD, 896.4375GDD y 733.5675GDD respectivamente, Explorer fue la variedad de ciclo más largo y de mayor acumulación de Grados Día Desarrollo mientras que Hot Merengue fue la variedad de ciclo corto con menos acumulación de Grados Día Desarrollo. Los resultados de la investigación sugieren que existe una alta correlación entre los GDD y luz acumulada ( $r=0,97$ ;  $p < 0,0001$ ), por lo que pueden ser consideradas variables predictivas.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **GRADOS DÍA DESARROLLO**
- **ESTADOS FENOLÓGICOS**
- **LUZ ACUMULADA**
- **HUMEDAD RELATIVA**

## ABSTRACT

The present study was carried out in Jardines Piaveri Cia. Ltda., a flower producing farm, located in the Joseguango Bajo parish, Latacunga, Cotopaxi province, with the objective of determining the number of development day degrees that five varieties of *Rosa sp.* (Akito, Amsterdam, Explorer, Hot Merengue, Pink Floyd), in six phenological stages (sprouting, rice button, pea button, chickpea button, showing color, harvest), ranging from pinch to harvest. The research lasted for one crop cycle, a completely random design was applied with four repetitions, using a total of 200 stems as a sample, within the units of representation that the experimental units, the study variables were: Degrees Day Development, days of phenological state change, DLI, relative humidity, stem length and plastochronic index. When performing the statistical analysis, significant differences were found ( $p < 0.0001$ ) among the five varieties in the six phenological stages analyzed. The varieties Explorer, Amsterdam, Pink Floyd, Akito and Hot Merengue culminated in their cycle accumulating on average 1126.0375GDD, 1067.7875GDD, 950.9375GDD, 896.4375GDD and 733.5675GDD respectively, Explorer was the longest cycle variety and highest heat requirement while Hot Merengue was the short cycle variety with the least accumulation of Degrees Day Development. The results of the investigation suggest that there is a high correlation between the GDD and the accumulated light ( $r = 0.97$ ,  $p < 0.0001$ ), so they can be considered as predictive variables.

### KEY WORDS:

- DAY DEGREES
- PHENOLOGICAL STAGES
- DLI
- RELATIVE HUMIDITY

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la floricultura ha tenido un crecimiento constante, debido a la diversidad de especies existentes y a la demanda de las mismas por parte de los consumidores, al ser un negocio rentable son algunos los países productores de flores, entre los más importantes Ecuador.

La floricultura en el Ecuador comienza en la década de los 70 y su auge ocurre desde 1983; gracias a la diversidad de clima el país es un lugar propicio para el desarrollo de esta actividad y por ende, se pueden cultivar un sin número de variedades por especie, la floricultura ha experimentado un rápido crecimiento, pasando de tener aproximadamente 1484 ha en 1993 a 6161 ha de cultivo en el 2015 (INEC, 2016).

Las áreas de producción de flores están asentadas principalmente en las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Azuay, los tipos de flores que se exportan son rosas, gypsophila, crisantemos y demás flores de verano. En el 2015 las exportaciones de rosas a Sudamérica representaron para el sector alrededor de USD 21 millones siendo el 67% del total de exportaciones por tipo de flor (EXPOFLORES, 2016).

“Las rosas ecuatorianas son consideradas las mejores del mundo por su calidad y belleza inigualable, de características únicas como tallos gruesos, botones grandes, colores vivos y prolongada vida en florero” (PRO ECUADOR, 2017), motivo por el cual son muy solicitadas en el mercado internacional, siendo EEUU, Rusia y la Unión Europea los principales clientes. Las flores se encuentran en el quinto lugar de las exportaciones no petroleras del Ecuador, siendo las rosas frescas cortadas el primer cultivo de exportación dentro del sector florícola (PRO ECUADOR, 2017).

## 1.1 Justificación

El estudio procura que a futuro la producción florícola pueda desarrollarse con base en una planificación sobre tiempos de cosecha del cultivo de rosas, basado en la acumulación de Grados Día Desarrollo; se plantea esta alternativa en razón que en la actualidad, producto de inferencias empíricas se obtienen altos errores de estimación que afectan la productividad y rentabilidad de las fincas florícolas.

El desarrollar una metodología que permita predecir rendimiento y tiempo de cosecha del cultivo de rosas, representa para el productor una herramienta que mejora la planificación de tiempos de pinch, optimización de recursos, posibilidades de pre venta, entre otros beneficios (Perez, Cure, & Monroy, 2001).

Según (Alvarado & Bernal, 2006), el éxito de cualquier planta productora de flores está en la existencia de un buen mercado y para lograr aquello se debe disponer de flores de calidad y de precios justos en el momento que el mercado lo necesite, el cumplir con los pedidos de manera oportuna brinda seguridad al cliente para desarrollar relaciones comerciales a largo plazo.

Establecer métodos predictivos de cosecha en floricultura puede generar mayor rentabilidad, porque al momento de aplicar una metodología que permita estimar que el tiempo de cosecha, sobretodo que los picos de producción coincidan con las épocas festivas y otras de mayor demanda como el Día de Madres, San Valentín, etc., permitirá captar más ventanas de mercado, mejores negociaciones con los clientes, mayor oferta en comparación con otros productores y por ende mayores ingresos económicos.

Como lo menciona (Mancera, 2011), generalmente las empresas acuerdan con los clientes compromisos de entrega de pedidos, dicho proceso se realiza en base a la cantidad de cultivo sembrado, su ciclo y su rendimiento esperado, pero desafortunadamente los errores de estimación son significativamente altos.

Además del aspecto económico, el sector florícola se vincula también con la parte social, por tratarse de una de las actividades que más mano de obra requiere generando gran cantidad de fuentes de empleo, sobre todo para las poblaciones rurales aledañas a las fincas florícolas; por tanto la ejecución de proyectos que aporten al desarrollo de la floricultura tiene un impacto positivo para el progreso social y económico del país.

## **1.2 Importancia**

Cada organismo debe acumular una cierta cantidad de Grados Día Desarrollo para poder pasar de una etapa a otra, esto explica por qué las fechas de floración de un cultivo no son iguales entre distintas temporadas, es decir que los GDD y su acumulación van a representar el reloj térmico o tiempo fisiológico que determina la manifestación de diferentes estados de desarrollo en las plantas WMO 1993 citado por (Rodríguez & Flórez, 2006); (SEPOR, s.f).

El conocimiento de los Grados Día Desarrollo acumulados es de gran importancia porque con esta información se puede planificar controles fitosanitarios, fechas de cosecha, incluso predecir rendimientos esperados (SEPOR, s.f).

Es importante relacionar la fenología con la suma de temperaturas, es decir con el cálculo de Grados Día, para predecir el comportamiento de una variedad en una región en específico y así poder anticipar la fecha de madurez o cosecha (Villaseca, Novoa, & Muñoz, 1986). “En las áreas de fenología y desarrollo de cultivos, el concepto de unidad calórica medida en Grados Día ha mejorado ampliamente la descripción y predicción de eventos fenológicos a comparación de otras aproximaciones como época del año o número de días” (Rodríguez & Flórez, 2006).

De acuerdo a lo indicado, el presente proyecto espera contribuir al desarrollo del sector florícola, a través de un método sencillo y adaptable como es la acumulación de Grados Día, el mismo que permitirá estimaciones más acertadas de tiempos de cosecha para diferentes variedades exportables y que de esta forma las fincas puedan desarrollar de mejor manera sus

producciones, dar a conocer su oferta y desempeñar sus estrategias de venta adecuadamente, con la posibilidad cierta de generar aumentos tanto en productividad como en rentabilidad.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Determinar la acumulación de Grados Día Desarrollo, en seis estados fenológicos de cinco variedades de *Rosa sp.*, con la finalidad de adaptar una tecnología fácil para la programación de tiempos de cosecha.

#### **1.3.2 Objetivos específicos.**

- Determinar la acumulación de Grados Día Desarrollo, para seis estados fenológicos desde el pinch hasta la cosecha de cinco variedades de *Rosa sp.*
- Determinar la duración en días de seis estados fenológicos, en cinco variedades de *Rosa sp.*
- Determinar la correlación entre Grados Día Desarrollo, con la humedad relativa y luz acumulada para cinco variedades de *Rosa sp.*
- Medir parámetros de crecimiento para cinco variedades de *Rosa sp.*
- Difundir los resultados en la finca de interés.

### **1.4 Hipótesis**

H0: “Las variedades investigadas tienen un mismo requerimiento de grados día de acuerdo a su fenología”

H1: “Las variedades investigadas tienen un requerimiento diferenciado de grados día de acuerdo a su fenología”

H0: “Los grados día desarrollo no se correlacionan con la humedad relativa y luz acumulada”

H1: “Los grados día desarrollo se correlacionan con la humedad relativa y luz acumulada”

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1 Importancia de la floricultura en el Ecuador**

A nivel mundial la floricultura, es una industria de suma importancia que ha permitido el desarrollo de algunos países, la rosa se puede ser considerara el cultivo más importante dentro de las plantas de ornamento, razón por la cual resulta ser un negocio rentable. Ecuador tiene su auge en la floricultura desde los 80, gracias a condiciones climáticas y edafológicas favorables para el cultivo, en el país se producen un sin número de variedades por especie, de belleza y características inigualables (INEC, 2016); (Tipán, 2015).

La producción de flores se encuentra establecida principalmente en la región Andina del país, en la provincias de Pichincha, Cotopaxi y Azuay (EXPOFLORES, 2016). Las flores se encuentran en el quinto lugar de las exportaciones no petroleras del Ecuador, siendo las rosas frescas cortadas, el primer cultivo de exportación dentro del sector florícola (PRO ECUADOR, 2017), en el 2016 las rosas abarcaron el 68% de la producción nacional de flores, con una participación en el PIB de 0,71% (CFN, 2017), contribuyendo así al desarrollo económico del país, ya que la mayor parte de la producción es para exportación. A más del aspecto económico, el sector florícola se involucra también con la parte social, por tratarse de una de las actividades que más mano de obra requiere y por ende crea gran cantidad de fuentes de empleo, sobre todo para las poblaciones rurales aledañas a las fincas. En el 2016 estuvieron registradas 204 empresas dedicadas al cultivo de flores que dieron empleo a 29867 personas (CFN, 2017).

#### **2.2 Grados Día Desarrollo**

##### **2.2.1 Definición**

Se puede definir a los Grados Día Desarrollo como “los requerimientos de calentamiento o enfriamiento necesarios para alcanzar una zona de confort; es la suma de la diferencia de una

temperatura fija o base, de una temperatura media del día”, para todos los días (ya sea en semanas, meses) (Rodríguez M. , 2013)

(Villaseca, Novoa, & Muñoz, 1986), coinciden con la definición anterior ya que mencionó que en vista que cada planta tiene su propia temperatura base, bajo la cual no crece, se ha desarrollado un método que consiste en restar la temperatura base a la temperatura media por día, a lo que se le denomina acumulación Grados Día de crecimiento o calor acumulado por día.

Según (Holen & Dexter, 1996) los Grados Día Desarrollo no son más que un índice de calor aprovechable que se lo determina con base en temperaturas bajas y altas diarias, de estas temperaturas depende la cantidad calor utilizable por la planta en un día y según como acumule este valor, el desarrollo se acelera o retarda.

La metodología de los GDD permite recopilar información acerca de la energía que las plantas acumulan en función de la temperatura y el tiempo (Pérez, Cure, & Monroy, 2001).

Los Grados Día Desarrollo son considerados indicadores de crecimiento del ciclo de vida de una planta, siendo una herramienta que ayuda al productor a prever eventos biológicos (Universidad de California, 1990).

### **2.2.2 Modelos para Grados Día Desarrollo**

(Rodríguez & Flórez, 2006), desarrollaron un modelo cuadrático que fue definido por el modelo de regresión de Poisson que ayudó a entender el comportamiento de tres variedades de rosa, ellos mencionan que un modelo fenológico permite anticipar la manifestación de un evento, es por eso que los Grados Día han sido investigados para comprender el desarrollo o crecimiento de un organismo vivo, sean plantas o animales.

Existen diversas metodologías obtenidas gracias a investigación en Grados Día, como son: los métodos del triángulo sencillo, triángulo doble, seno simple y seno doble. Según la

(Universidad de California, 1990), citado por (Cañizares & Leiva, 2014), la metodología del seno simple es un método trigonométrico que utiliza temperaturas máximas y mínimas, se usan estas variables climáticas por influir en la velocidad con la que se desarrollan plantas e insectos. Existen umbrales de desarrollo variables para ciertos organismos, es por eso que dentro de la metodología del seno simple existen seis caso en función de los umbrales (Universidad de California, 1990).

Además de ecuaciones existen también un software como el Degree Day Utility “DDU” que es un programa desarrollado por la misma Universidad de California para el calcular Grados Día Desarrollo (Cañizares & Leiva, 2014).

En el cultivo de maíz se ha desarrollado un programa específico, que es parte de un proyecto llamado U2U (The useful to usable), esta herramienta de GDD de maíz (Corn GDD) utiliza diariamente datos de temperatura máxima y mínima desde 1981 a la actualidad usando un sistema aplicado de información climática (Angel, Wildhalm, Todey, Massey, & Biehl, 2016).

Corn GDD también brinda ayuda a los productores agrícolas en la toma de decisiones antes y durante la etapa de crecimiento del cultivo, incluye un apoyo para comparar los requisitos para la madurez de maíz y la proyección de GDD para así seleccionar variedades de semillas y poder hacer planificaciones (Angel, Wildhalm, Todey, Massey, & Biehl, 2016).

### 2.2.3 Cálculo de los Grados Día Desarrollo

Según MacMaster, Wilhem (1997), citado por (Mancera, 2011), la fórmula más usada en los cultivos para el cálculo de Grados Día debido a su facilidad de aplicación es la siguiente:

$$\frac{T \text{ máx} + T \text{ mín}}{2} - T \text{ base}$$

Donde:

*T máx*: Es la máxima temperatura del aire durante el día.

*T mín*: Es la mínima temperatura del aire durante el día.

*T base*: Temperatura por debajo de la cual no se da un crecimiento activo de la planta, esta temperatura base depende del tipo de cultivo.

Para el cultivo de rosa se considera una temperatura base de 10°C ya que por debajo de la cual no hay actividad en las hojas de la planta (Rimache, 2011).

A los Grados Día acumulados por día se los suma, así se obtiene el total de GDD que requiere ya sea una etapa de desarrollo o todo el ciclo de cultivo, si los valores de GDD resultan ser un número negativo o cero, no debe agregarse al total (Stafne, 2011).

La metodología para calcular Grados Día Desarrollo puede resultar simple en condiciones controladas, sin embargo en ambientes externos, la temporada y la región climática influyen en la precisión con las que se reflejan los Grados Día, para que esta precisión mejore, es recomendable registrar las temperaturas máximas y mínimas por hora, en lugar de un solo registro diario (Universidad de California, 1990).

#### **2.2.4 Investigaciones aplicando Grados Día Desarrollo**

(Cañizares & Leiva, 2014), estudiaron la aplicación del método de Grados Día Desarrollo para ocho estadios en diferentes variedades de rosa, como resultado del estudio establecieron modelos matemáticos de predicción de cosecha a través de los Grados Día para dos ciclos de cultivo de tres variedades, a su vez determinaron los Grados Día promedio acumulados para cada variedad.

En mini clavel se realizó un estudio para analizar su desarrollo y su productividad, en esta investigación se obtuvieron curvas de crecimiento para cada variedad estudiada basada en Grados Día por estado fenológico, además se menciona que el uso de las curvas facilita la posibilidad de realizar seguimientos al crecimiento del botón principal, permitiendo saber los posibles tamaños del botón a medida que aumentan los Grados Día (Mancera, 2011).

Aplicaciones de GDD no solo se han hecho en flores sino también en otros cultivos como la vid, en la que usaron el concepto de Grados Día Desarrollo para determinar la duración, en días, de diferentes estados fenológicos en 24 variedades de uva y así poder crear gráficas que representen de mejor manera la diferencia entre variedades (Villaseca, Novoa, & Muñoz, 1986).

Una investigación en el cultivo de nopal, abordó el uso de Grados Día Desarrollo con la producción de biomasa en condiciones hidropónicas para generar modelos de producción, como resultado obtuvieron que los Grados Día y la producción de biomasa acumulada de nopal se ajustan significativamente a un modelo polinomial, lo que indica que es posible su uso para conocer la tendencia de producción de este cultivo (Almaguer, Rodríguez, Barrientos, Mora, & Vidales, 2014). Cabe mencionar que en la parte animal, existen estudios de GDD en insectos.

## **2.3 El cultivo de Rosas**

### **2.3.1 Origen de la Rosa**

El cultivo de rosa tiene su origen en China, de donde se conoce vinieron variedades definidas que se cruzaron con variedades nativas de Europa y han dado comienzo a la creación de una gran variedad de rosas (Fainstein, 1997).

Fue en Francia uno de los primeros países en cultivar el rosal en 1815, una década después ya se conocían más de 5000 variedades, el cultivo llega a América por sajones e hispanos y actualmente se cultiva varios países de América Latina (Francisco, 2010).

Según Aguilera (2009), citado por (Francisco, 2010), las rosas de té aparecen luego de varios trabajos de selección de especies como *Rosa gigantes* y *Rosa chinensis*, realizándose mejoras genéticas.

### **2.3.2 Descripción de la Rosa**

Hoog (2001), citado por (Rodríguez & Flórez, 2006), afirma que la rosa es una planta perenne que forma tallos florales de manera continua, con variaciones en cantidad y calidad,

presentando diversas etapas fenológicas que van desde una yema axilar hasta un tallo listo para la cosecha.

Según Aldana (1999), citado por (Yong, 2004), son arbustos de ornamento cultivados por sus hermosas flores, sus características y atractivo follaje. Las hojas del rosal pueden ser completas o verdaderas cuando tienen cinco o más folíolos y falsas o incompletas cuando tienen menos de tres folíolos (Fainstein, 1997).

La estructura de la rosa está comprendida por raíz, tallo, hojas y flores; el tipo de raíz que posee es pivotante y de gran profundidad, las plantas injertadas poseen bien desarrollado el sistema radicular, en cuanto al tallo su coloración puede ser verde o rojiza, según la variedad pueden tener más o menos espinas, la flor es completa, el número de sépalos puede variar, para formarse una flor el ápice del brote o tallo vegetativo desarrolla hojas, se da una elongación del mismo y empieza a desarrollar los miembros de la flor, dando paso a un botón floral (Tipán, 2015).

### **2.3.3 Taxonomía**

Como lo menciona (Yong, 2004), la clasificación botánica de la rosa es la siguiente:

|              |                |
|--------------|----------------|
| Reino:       | Vegetal        |
| División:    | Espermatofitos |
| Subdivisión: | Angiospermas   |
| Clase:       | Dicotiledóneas |
| Orden:       | Rosales        |
| Familia:     | Rosáceas       |
| Tribu:       | Roseas         |
| Género:      | Rosa           |
| Especie:     | sp.            |

Las rosas cultivadas hoy en día son el resultado de un sin número de procesos de selección y cruzamiento que han dado lugar a diferentes tipos de variedades de acuerdo al tamaño, número de flores y uso, pero los denominados híbridos son los más utilizados (Yong, 2004).

La característica más destacada de la rosa híbrida es ser una planta de coloración verde y floración continua. La planta tiene una renovación constante por medio de ramas (basales) que salen desde el punto de injerto o cerca de la raíz, las cuales determinan su vigor, en los cultivos tradicionales estos basales son la base de la producción (Fainstein, 1997).

#### **2.3.4 Fenología de la rosa**

Al ser una planta angiosperma se distinguen dos fases de crecimiento: una fase vegetativa y otra fase reproductiva, las cuales van desde un brote axilar hasta un tallo maduro o listo para ser cosechado (Hoog, 2001).

La planta presenta una dominación apical, Alvedaño & Prado (1992), citado por (Espinosa, 2015), mencionan que para desarrollar una yema y dar paso al origen de un nuevo brote, primero debe romperse el estado de latencia, para entender la latencia de las yemas axilares es necesario comprender el concepto de dominancia apical, la cual es una propiedad de todas las plantas y que se presenta en las partes terminales de las zonas de crecimiento, las mismas que son más activas biológicamente, es por esto que la mayoría de enzimas y nutrientes actúan en la zona apical de la planta.

De igual modo Zieslin & More (1985), citado por (Espinosa, 2015), mencionan que la yema superior acumula la mayor cantidad de carbohidratos producidos en la fotosíntesis y se ha determinado que cuando hay condiciones favorables para el cultivo brota el 100% de las yemas que quedan seguidamente debajo de un corte (yemas de la primera hoja) y en un 30% las que se ubican debajo de la segunda hoja.

#### **2.3.4.1 Fase vegetativa**

El periodo vegetativo de acuerdo a lo que menciona Cáceres *et al.*, (2003) citado por (Tipán, 2015), se subdivide en la inducción del brote y desarrollo del tallo floral, presentándose en la mayoría de los casos una tonalidad rojiza en particular.

Por lo tanto la brotación es considerada como una fase fenológica, en la cual se forma una yema axilar, la misma que brota siendo la base estructural para la formación de la planta (Hoog, 2001).

El brote axilar es la base de la estructura de la planta y la producción de rosas, en la propagación vegetativa este es el punto de partida para la parte aérea de la nueva planta. Un brote axilar es un brote no alargado, parcialmente desarrollado y que se sitúa en la axila de una hoja rosa (Hoog, 2001).

#### **2.3.4.2 Fase productiva**

Cáceres *et al.*, (2003) citados por (Rodríguez & Flórez, 2006), mencionan que el periodo productivo o reproductivo se inicia con la inducción del primordio floral que coincide con una variación de rojo a verde del tallo y las hojas, seguido de este evento se reconocen los siguientes estados fenológicos:

- Botón arroz: Botón floral con un diámetro menor a 0,5cm.
- Botón arveja: Botón floral con un diámetro que va de 0,5cm a 0,8cm.
- Botón garbanzo: El botón floral va de 0,8 cm a 1,2 cm de diámetro.
- Mostrando color: También conocido como “Rayar color”, indica el momento en el cual se separan ligeramente los sépalos del botón dejando visualizar el color de los pétalos.
- Cosecha: Conocido también como punto de corte, momento en el cual la flor llega al punto de apertura comercial más no fisiológica.

## **2.4 Variedad**

“Las variedades pueden distinguirse por el color, la forma y la posición de los sépalos, forma de los pétalos, forma del brote, forma de la flor abierta, etc., el capullo floral por ejemplo, puede ser redondo, ovalado, puntiagudo, delgado” (Hoog, 2001).

Ecuador es uno de los países que posee mayor diversidad de flores, si de rosas se habla, existe más de 400 variedades entre rojas y de colores, la rosa figura como la líder de todo el grupo de flores, exporta más de 60 variedades, hay de todas las tonalidades y constituye una gran parte de toda la exportación del sector florícola (PRO ECUADOR, 2013).

### **2.4.1 Variedades en estudio**

Las variedades utilizadas para la investigación y sus características más relevantes se detallan en la ficha A.

## **2.5 Temperatura**

La temperatura del aire es el factor que más se relaciona con el crecimiento y desarrollo vegetal (Almaguer, Rodríguez, Barrientos, Mora, & Vidales, 2014). Según Smith (1920) citado por (Mancera, 2011), las condiciones en las cuales las plantas tienen un mejor crecimiento y mayores rendimientos son en base a la óptima combinación de la temperatura, humedad y luz solar.

Las temperaturas en las que se desarrolla la flor antes de ser cortada, también tienen influencia en su vida posterior es decir en su duración. En el rosal la temperatura es un agente determinante para la producción y calidad, las ideales son 28°C en el día y 12°C en la noche, la temperatura adecuada para la hoja es de 24°C, temperaturas por debajo de 10°C no hay actividad en la hoja (Fainstein, 1997); (Rimache, 2011).

**Ficha A Ficha técnica de las variedades de *Rosa sp.* en estudio**

|                   |                                    |  |
|-------------------|------------------------------------|--|
| <b>Variedad 1</b> | <b>Akito</b>                       |    |
| Categoría         | Estándar                           |  |
| Color             | Blanco                             |  |
| Longitud de tallo | 60 a 90cm                          |  |
| Ø botón           | 4 a 5cm                            |  |
| Vida en florero   | 10 a 14 días                       |  |
| <b>Variedad 2</b> | <b>Amsterdam</b>                   |    |
| Categoría         | Estándar                           |  |
| Color             | Melocotón o rosa salmón            |  |
| Longitud de tallo | 40 a 50cm                          |  |
| Ø botón           | 4cm                                |  |
| Vida en florero   | 10 a 14 días                       |  |
| <b>Variedad 3</b> | <b>Explorer</b>                    |    |
| Categoría         | Estándar                           |  |
| Color             | Rojo                               |  |
| Longitud de tallo | 60 a 90cm                          |  |
| Ø botón           | 4cm                                |  |
| Vida en florero   | 12 a 16 días                       |  |
| <b>Variedad 4</b> | <b>Hot Merengue</b>                |   |
| Categoría         | Estándar                           |  |
| Color             | Bicolor, amarillo con bordes rojos |  |
| Longitud de tallo | 40 a 60cm                          |  |
| Ø botón           | 4 a 5cm                            |  |
| Vida en florero   | 10 a 14 días                       |  |
| <b>Variedad 5</b> | <b>Pink Floyd</b>                  |  |
| Categoría         | Estándar                           |  |
| Color             | Fucsia o rosado fuerte             |  |
| Longitud de tallo | 60 a 90cm                          |  |
| Ø botón           | 4 a 5cm                            |  |
| Vida en florero   | 10 a 16 días                       |  |

Fuente: (Piaveri, 2017)

**2.5.1 Efectos de la temperatura sobre el desarrollo del cultivo**

La temperatura incrementa la velocidad de crecimiento y reduce el tiempo entre dos floraciones, los efectos sobre este parámetro son más marcados cuando la duración del día es mayor con temperaturas de 18° y 21°C. En cuanto a la longitud del tallo, existe una temperatura óptima en la que se obtiene mayor longitud, pero esta temperatura depende de la luz, de su calidad y duración (Rimache, 2011).

En cuanto al desarrollo del botón, la velocidad de su crecimiento también está influenciada por la temperatura; el efecto de la temperatura con frecuencia se combina con otros factores como CO<sub>2</sub>, luz y humedad relativa para el desarrollo del cultivo de rosa (Hoog, 2001) citado por (Rodríguez & Flórez, 2006).

Se debe considerar que temperaturas extremadamente altas o bajas estresan a la planta, así como existen temperaturas demasiado variables a través del invernadero también se dan tiempos de floración variables (Pérez, Cure, & Monroy, 2001).

## **2.6 Humedad relativa**

Estévez (2004), citado por (Tipán, 2015), menciona que la humedad después de la poda debe ser alta para activar la formación de yemas y el crecimiento, es recomendable que la humedad relativa oscile entre 60% y 80% dentro del invernadero, porque si el ambiente es muy seco favorece la presencia de ácaros, mientras que humedades relativamente altas provocan enfermedades fúngicas como *botrytis*, *mildiu polvoso* y *velloso*.

La humedad interviene en la fase de enraizamiento del cultivo, una estabilidad hídrica dentro de la planta favorece la formación de raíces, pero la excesiva humedad tiene efectos negativos como plantas enfermas con *botrytis*, el efecto de la humedad relativa puede depender de algunos factores pero también de la variedad (Hoog, 2001).

Una buena humedad y fertilización alta promueven un rápido desarrollo foliar, pero si se da un estrés por humedad disminuye el crecimiento foliar perjudicando el proceso de fotosíntesis, ya que a mayor follaje mejor captación de luz (Rimache, 2011).

## **2.7 Luz**

El desarrollo de los cultivos se ve influenciado tanto por la calidad como por la cantidad de luz captada para la fotosíntesis, la luz son fotones que tienen pequeñas cantidades de energía,

es una forma de energía llamada radiación electromagnética que varía en duración e intensidad (Torres & López, s.f).

En el cultivo de rosa, las hojas son los órganos principales para la absorción de luz, es fundamental una abundante área foliar para la producción de altos rendimientos y calidad (Rimache, 2011).

### **2.7.1 Intensidad de luz**

La luz que impulsa la fotosíntesis de las plantas es la radiación fotosintéticamente activa o luz PAR, también es conocida como luz Quantum. La intensidad lumínica es un factor importante a considerar en la producción, la cantidad de luz recibida dentro del invernadero es casi del 70% pero esto depende de la limpieza del mismo o de la calidad del plástico utilizado (Vila, 2009).

A mayor intensidad de luz aumenta el número de brotes y el crecimiento del tallo es más rápido, en épocas de menor luminosidad el rosal tiende a producir más cantidad de tallos ciegos, a más de la intensidad de luz, el número de horas es de suma importancia, de 5 a 6 horas diarias de luminosidad son óptimas para una buena producción de rosas Gamboa, (1989) citado por (Tipán, 2015).

### **2.7.2 Luz acumulada**

La luz acumulada o integral de luz diaria (DLI), es la cantidad de PAR recibida cada día como función de la intensidad de luz (luz instantánea en  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) y duración de un día y se expresa en  $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ; este es un parámetro importante a medir porque influencia en el crecimiento, desarrollo y calidad de las plantas. Para convertir la luz PAR a DLI se utiliza la siguiente ecuación:  $PAR (\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}) \times 0.0864$  (Torres & López, s.f).

El promedio de luz acumulada en rosas para una alta calidad, es de 22 a 30 moles por día. A la luz acumulada se la conoce también por luz diaria integrada (DLI) y es la medición de la

cantidad de luz expuesta por m<sup>2</sup> por un día, la luz acumulada recibida durante el transcurso de un día determina el desarrollo de la planta (Torres & López, s.f).

## 2.8 Índice plastocrónico

Según (Solana, 2001), es un índice numérico de la edad de desarrollo de una planta, el lapso entre la iniciación de dos hojas contiguas de un vástago se lo denomina plastocrono y la cantidad de hojas acumuladas en cualquier época se denomina índice plastocrónico, el cual proporciona una escala de tiempo morfológica de la planta, es decir cómo va el desarrollo fisiológico de la parte aérea de una planta.

Hace ya varios años se definió al “índice plastocrónico” como un término que expresa de forma más exacta la edad cronológica del estado de desarrollo de un tallo en crecimiento, sin embargo este parámetro se ha determinado en muy pocas plantas (Fournier, 1964).

El índice plastocrónico proporciona una herramienta para calcular producciones en diferentes partes de plantas como: producción de flores por tallo, producción de hojas por tallo, producción de frutos por tallo, etc. Gallegos, (1995), citado por (Solana, 2001).

Según Erickson & Michelini (1957), citado por (Solana, 2001), este índice se calcula con la siguiente fórmula:

$$IP = n + \frac{\text{Log Ln} - \text{Log X}}{\text{Log Ln} - \text{Log Ln} + 1}$$

Donde

n = Número de serie de la hoja más cercana que excede una longitud crítica

Log X = Longitud de la hoja crítica (hoja que esta entre una hoja grande y una pequeña)

Log Ln = Longitud de la hoja n (hoja más grande)

Log Ln + 1 = Longitud de la hoja que es ligeramente menor a la hoja crítica.

## CAPÍTULO III

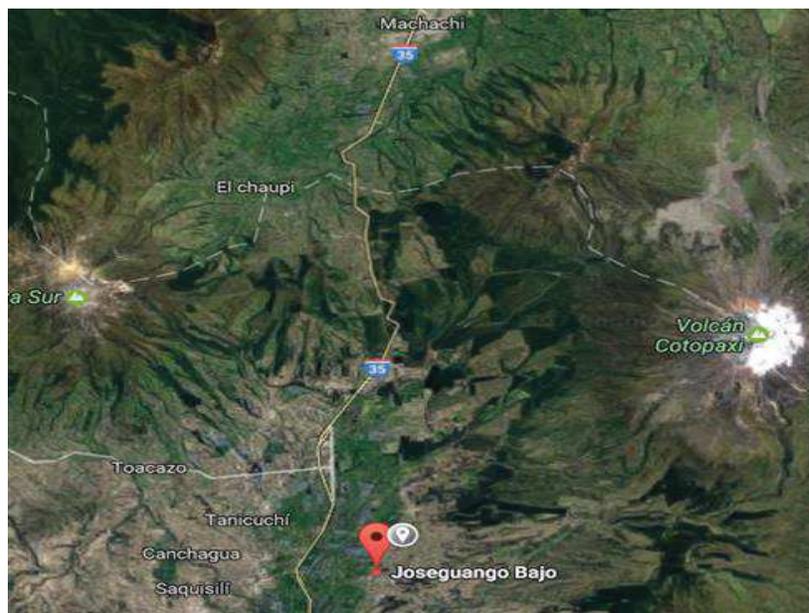
### METODOLOGÍA

#### 3.1 Ubicación del área de estudio

##### 3.1.1 Ubicación política

El Proyecto de investigación se realizó en las instalaciones de la finca florícola Jardines Piaveri Cia. Ltda., Parroquia José Guango Bajo, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

##### 3.1.2 Ubicación geográfica



**Figura 1** Ubicación geográfica Jardines Piaveri Cia. Ltda.

Fuente: (Google maps, 2017)

Latitud: 1°65'60" S

Longitud: 29°096'64" W

Altitud: 2500 m.s.n.m

Fuente: (Piaveri, 2017)

### 3.1.3 Ubicación ecológica

Piso bioclimático: 2000 a 3100m.s.n.m.

Bioclima: Pluviestacional

Zona de vida: Bosque siempre verde montano del norte de los Andes

Tipo de suelo: Aptos para cultivos permanentes

Precipitaciones: Precipitación mínima de 500mm (Sep-Nov) y precipitaciones máximas de 750mm (Ene-May) por año.

Temperatura: Oscila entre 12°C a 20°C

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2013); (GAD JoseGuango Bajo, 2011).

## 3.2 Materiales

### 3.2.1 De campo: Dataloggers

Sensor de luz

Tijera de podar

Calibrador digital

Flexómetro

Rótulos y etiquetas

### 3.2.2 Biológicos: Cultivo de *Rosa sp.*

Variedades: Akito, Amsterdam, Explorer, Hot Merengue, Pink Floyd

## 3.3 Métodos

### 3.3.1 Diseño experimental

#### 3.3.1.1 Factores en estudio

Los factores en estudio fueron variedades de rosa y estados fenológicos que se detallan a continuación en las ficha b y c.

**Ficha B***Variedades de Rosa sp., en estudio*

| <b>Variedad</b> | <b>Nombre</b> | <b>Característica</b>         |
|-----------------|---------------|-------------------------------|
| <b>V1</b>       | Akito         | Var. Estándar de color blanco |
| <b>V2</b>       | Amsterdam     | Var. Estándar de color salmón |
| <b>V3</b>       | Explorer      | Var. Estándar de color rojo   |
| <b>V4</b>       | Hot Merengue  | Var. Estándar Bicolor         |
| <b>V5</b>       | Pink Floyd    | Var. Estándar de color fucsia |

**Ficha C***Estados fenológicos en estudio*

| <b>Estado</b> | <b>Nombre del estado</b> |
|---------------|--------------------------|
| <b>E1</b>     | Brotación                |
| <b>E2</b>     | Botón arroz              |
| <b>E3</b>     | Botón arveja             |
| <b>E4</b>     | Botón garbanzo           |
| <b>E5</b>     | Mostrando color          |
| <b>E6</b>     | Cosecha                  |

La diferenciación de los estados se muestra en la Figura 2.

**3.3.1.2 Tratamientos a comparar o niveles del factor**

Se determinó la acumulación de Grados Día Desarrollo de cinco variedades de *Rosa sp.* (Ficha B), en cada uno de sus estados fenológicos (Ficha C) y se realizó una comparación de medias entre las mismas.

**3.3.1.3 Tipo de diseño**

Debido a la estructura de la investigación, se utilizó un diseño completo al azar con dos factores, variedad por estado fenológico, aplicable en razón que las seis variedades se encontraban bajo condiciones homogéneas dentro de un mismo invernadero.

**3.3.1.4 Repeticiones**

Se utilizaron cuatro repeticiones para cada una de las variedades de *Rosa sp.*, en las cuales se analizó el factor estado fenológico.



#### **Brotación de la yema**

Momento en el cual la yema axilar formada se hincha.



#### **Botón Arroz**

En este estado comienza la fase productiva de la rosa, el botón floral tiene un diámetro menor a 0,5cm.



#### **Botón Arveja**

El botón floral tiene un diámetro que va de 0,5cm a 0,8cm.



#### **Botón Garbanzo**

El botón va de 0,8cm a 1,2cm o más de diámetro. Cuando el pedúnculo se ha formado por completo también se puede considerar que esta en garbanzo.



#### **Mostrando Color**

También conocido como "Rayar color", indica el momento en el cual se separan ligeramente los sépalos del botón dejando visualizar el color de los pétalos.



#### **Cosecha**

Conocido también como punto de corte, momento en el cual la flor llega al punto de apertura comercial más no fisiológica.

**Figura 2** Seis estados fenológicos del cultivo de rosa, var. Akito

### **3.3.1.5 Características de las unidades experimentales**

Cada unidad experimental estuvo representada por camas de 32.2 m de largo y 0.60m de ancho, dentro de cada cama estuvieron 300 plantas en producción abierta.

### **3.3.1.6 Tamaño de la muestra**

Se seleccionaron cuatro unidades experimentales o camas al azar por variedades y dentro de ellas se eligieron también al azar 10 tallos, utilizando un total de 40 tallos por variedad.

### 3.3.2 Análisis estadístico

#### 3.3.2.1 Análisis de varianza

**Tabla 1**

*Esquema para el análisis de varianza*

| Fuentes de variación | Grados de libertad |
|----------------------|--------------------|
| Variedad             | 5-1 = 4            |
| Estado fenológico    | 6-1 = 5            |
| V*E                  | 20                 |
| Error                | 90                 |
| Total                | 120-1 = 119        |

#### 3.3.2.2 Coeficiente de variación

Se realizó una prueba de comparación de medias de LSD Fisher a un nivel de significancia del 5%.

#### 3.3.2.3 Regresiones y correlaciones

Se realizó un análisis de correlación de Pearson entre las siguientes variables: La primera correlación entre Grados Día Desarrollo y humedad relativa y la segunda correlación entre Grados Día Desarrollo y luz acumulada. Finalmente se probó un modelo no lineal logístico logarítmico que se ajustó a las variables Grados Día Desarrollo y luz acumulada.

### 3.3.3 Variables Analizadas

#### 3.3.3.1 Grados Día Desarrollo

Se colocaron dataloggers Extech RHT10 dentro del invernadero a una altura media respecto al cultivo, los cuales registraron información de temperaturas máximas y mínimas diarias, en base a la información de temperaturas se determinó los Grados Día para cada variedad en los seis estados fenológicos, mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{T \text{ máx} + T \text{ mín}}{2} - T \text{ base}$$



*Figura 3* Datalogger Extech modelo RHT10

### 3.3.3.2 Estado fenológico y días de cambio

Se observaron seis estados fenológicos a partir del pinch: brotación, botón arroz, botón arveja, botón garbanzo, mostrando color y cosecha (Figura 2). Para determinar los días de cambio de estado fenológico se realizaron de una a tres observaciones por semana, cuando más del 50% de la muestra por cama presentó el cambio, se consideró el paso de una etapa a otra y se sumaron los días correspondientes en cada fase.

### 3.3.3.3 Luz acumulada

Se registraron lecturas diarias de radiación PAR con un sensor Galcon modelo SQ-100 ubicado fuera del invernadero, las lecturas registradas se transformaron a DLI mediante la siguiente fórmula:

$$DLI = PAR (\mu\text{mol. m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}) \times 0.0864$$

La conversión de radiación PAR a DLI se hizo diariamente y al final del ciclo se sumó la luz acumulada diaria para cada variedad, la unidad de medida para esta variable fue:  $\text{mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ .



*Figura 4* Sensor Galcon Quantum SQ - 100

### 3.3.3.4 Humedad relativa

Se registraron lecturas diarias de humedad relativa con el uso de dataloggers, los mismos que registraron datos de temperatura para el cálculo de Grados Día Desarrollo (Figura 2), las lecturas se expresaron en porcentajes en intervalos de 30 minutos.

### 3.3.3.5 Longitud del tallo

La longitud fue uno de los parámetros de crecimiento a medir, se registraron datos de longitud a partir de la semana 4 cuando la mayoría de los brotes tenían longitudes medibles, semanalmente con la ayuda de un flexómetro se midió desde el punto de corte o base del tallo hasta el meristema apical en la fase vegetativa y desde la base del tallo hasta el final del botón en la fase productiva.

### 3.3.3.6 Índice plastocrónico

Semanalmente se determinó el índice plastocrónico en todos los tallos utilizados para el estudio, la medición empezó cuando los tallos presentaron al menos 3 hojas compuestas hasta la cosecha de los mismos, para calcular ese índice se utilizó la siguiente fórmula:

$$IP = n + \frac{\text{Log Ln} - \text{Log X}}{\text{Log Ln} - \text{Log Ln} + 1}$$

Donde

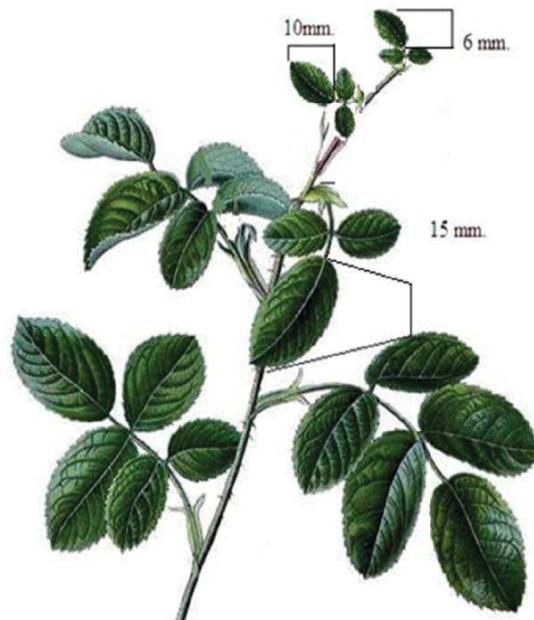
n = Número de serie de la hoja más cercana que excede una longitud crítica

Log X = Longitud de la hoja crítica (hoja que esta entre una hoja grande y una pequeña)

Log Ln = Longitud de la hoja n (hoja más grande)

Log Ln + 1 = Longitud de la hoja que es ligeramente menor a la hoja crítica.

Cada una de las longitudes requeridas se midió desde la base hasta la punta del primer foliolo de la hoja, como se ejemplifica en la figura 5.



**Figura 5** Esquema de medición del IP en un tallo de rosa

Fuente: (Soria, 2011)

### 3.3.4 Métodos específicos del manejo del experimento

De acuerdo al diseño experimental, para dar inicio a la investigación se rotularon las unidades experimentales (camas) y se seleccionaron 40 tallos por variedad de calibres que oscilaban entre 0.5 y 0.7 cm, cada uno de los tallos fue etiquetado para facilitar su seguimiento.

El día 30 de mayo de 2017 se realizó un pinch a los tallos seleccionados. Dentro de las unidades experimentales se colocaron 3 dataloggers a una altura media de la planta y a partir del día del pinch se registraron datos diarios de temperaturas máximas y mínimas para el cálculo de Grados Día Desarrollo, así como datos de humedad relativa.

De igual manera a partir del pinch, se calculó la luz acumulada con la conversión de las lecturas de radiación PAR dadas por el sensor ubicado fuera del invernadero. La temperatura, humedad relativa y luz PAR se registraban diariamente en los equipos de campo y semanalmente se descargaban los datos en los programas instalados en computadoras de la finca.

En cuanto a los parámetros de crecimiento: longitud de tallo e índice plastocrónico, fueron medidos semanalmente con un flexómetro, al mismo tiempo que se midió la longitud se midió el índice plastocrónico, con estas variables se realizaron curvas de crecimiento para las variedades de *Rosa sp.*, en estudio.

Como información adicional indicar que, durante el ciclo de estudio el manejo fitosanitario y la fertilización del cultivo fue la misma para las cinco variedades *Rosa sp.*; pasando un día se realizaron fumigaciones y diariamente se realizaron labores culturales como riego, poda, eliminación de chupones, deshierbe entre otros.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados

##### 4.1.1 Grados Día Desarrollo

El estudio se realizó bajo condiciones de invernadero en cinco variedades de *Rosa sp.*: Akito, Amsterdam, Explorer, Pink Floyd y Hot Merengue, en seis estados fenológicos correspondientes a: brotación, botón arroz, botón arveja, botón garbanzo, mostrando color y cosecha. Los Grados Día se calcularon con temperaturas máximas y mínimas registradas durante todo el ciclo de cultivo, las temperaturas promedio máximas y mínimas fueron de 32,59 °C y 7,02°C respectivamente, por día se acumuló en promedio 9,63 GDD, durante el ciclo de cultivo la temperatura media fue de 14,99°C.

De acuerdo al análisis de varianza, a un nivel de significancia del 1% las variedades estudiadas presentaron altas diferencias significativas ( $F= 7,76$ ;  $p < 0,0001$ ) en sus seis estados fenológicos para la variable Grados Día Desarrollo (Tabla 2).

**Tabla 2**

*ANAVA para los Grados Día Desarrollo en seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp.*

| F.V.                    | SC         | gL  | CM         | F      | p-valor    |
|-------------------------|------------|-----|------------|--------|------------|
| <b>Modelo</b>           | 8806593,64 | 29  | 303675,64  | 197,59 | <0,0001*** |
| <b>Variedad</b>         | 1216989,57 | 4   | 304247,39  | 197,96 | <0,0001*** |
| <b>Estados</b>          | 7351042,46 | 5   | 1470208,49 | 956,61 | <0,0001*** |
| <b>Variedad*Estados</b> | 238561,61  | 20  | 11928,08   | 7,76   | <0,0001*** |
| <b>Error</b>            | 138320,19  | 90  | 1536,89    |        |            |
| <b>Total</b>            | 8944913,83 | 119 |            |        |            |

Al realizar la prueba de comparación de medias, se determinaron las diferencias de acumulación de Grados Día Desarrollo para cada variedad en cada estado fenológico estudiado, en la tabla 5 se pueden observar estas diferencias estadísticas obtenidas al 5% según LSD Fisher, las categorías resultantes se representaron por letras.

**Tabla 3**

*Acumulación de Grados Día Desarrollo para seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp.*

| Variedad            | Estados fenológicos |             |              |                     |                 |          |
|---------------------|---------------------|-------------|--------------|---------------------|-----------------|----------|
|                     | Brotación           | Botón arroz | Botón Arveja | Botón Garbanzo      | Mostrando Color | Cosecha  |
| <b>Explorer</b>     | 169,13ab            | 749,86a     | 800,55a      | 862,36 <sup>a</sup> | 982,76a         | 1126,04a |
| <b>Amsterdam</b>    | 139,33bc            | 620,96b     | 699,01b      | 743,51b             | 870,35b         | 1067,79b |
| <b>Pink Floyd</b>   | 175,35a*            | 582,46b     | 654,42bc     | 717,21b             | 787,51c         | 950,94c  |
| <b>Akito</b>        | 136,84c             | 560,90b     | 609,84c      | 654,54c             | 736,79c         | 896,44c  |
| <b>Hot Merengue</b> | 141,80bc            | 402,28c     | 470,43d      | 522,19d             | 594,60d         | 733,57d  |
| <b>CV</b>           | 13,29               | 7,04        | 6,49         | 5,69                | 6,21            | 3,83     |
| <b>LSD</b>          | 30 56               | 61,88       | 63,29        | 60,12               | 74,35           | 55,09    |

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ), mientras que medidas con diferente letra son significativamente diferente al 5% según LSD Fisher.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que, en la fase vegetativa (desde el pinch hasta botón arroz) todas las variedades acumularon algo más del 50% de su requerimiento total de calor, Explorer fue la variedad que requirió mayor cantidad de calor (1126,04GDD) para llegar a la cosecha, mientras que Hot Merengue requirió menor cantidad de calor (733,57GDD) para llegar ser cosechada (Tabla 3, Figura 6).

En la figura 6, se presenta la relación entre la acumulación de Grados Día Desarrollo (eje X) y los seis estados fenológicos de estudio (eje Y) para cinco variedades de *Rosa sp.*, se observa que a mayor acumulación de calor, el paso de un estado a otro se acelera. El comportamiento de las variedades empiezan a definirse posterior a la brotación, siendo Explorer y Hot Merengue diferentes respecto al resto de variedades, Akito, Amsterdam y Pink Floyd tuvieron similitudes entre sí dependiendo del estado; Explorer fue la variedad que mayor acumulación de GDD tuvo hasta la cosecha, mientras que Hot Merengue tuvo la menor acumulación de GDD hasta la cosecha, no obstante, se puede mencionar que para el primer estado correspondiente a la brotación, el comportamiento de las variedades indica que, Pink Floyd resultó estadísticamente diferente de Amsterdam, Akito y Hot Merengue, pero similar a Explorer.

Los datos registrados para la variable Grados Día Desarrollo se ajustaron a un modelo logístico logarítmico, con el cual se graficaron curvas de tipo sigmoideal (Figura 6), que describieron el comportamiento de las variedades durante todo el ciclo de cultivo, la ecuación que representó al modelo fue  $f(x) = c + \frac{d-c}{1+\exp(b(\log x - \log e))}$ , con un error estándar de 0,1486.

Donde:

f(x): Estado fenológico

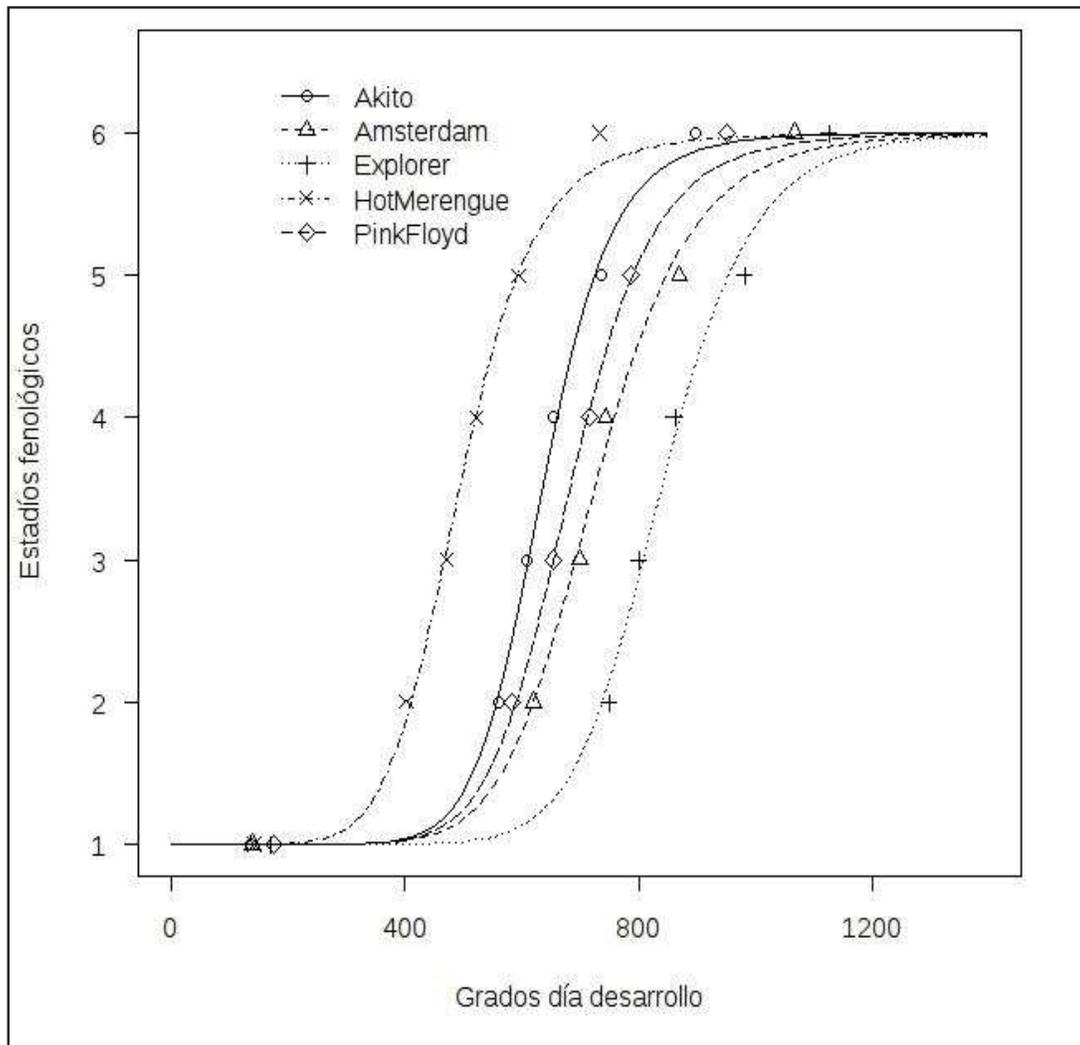
x: Cantidad de GDD o variable aleatoria

c: Es el mínimo estado evaluado, para este caso fue 1, que corresponde al estado brotación.

d: Es el máximo estado evaluado, para este caso fue 6, que representa el estado cosecha.

b: Es la pendiente o tasa de cambio, diferente en cada variedad.

e: Cantidad de GDD que sobrepasa el 50% del proceso, diferente en cada variedad.



**Figura 6** Acumulación de Grados Día Desarrollo, para cinco variedades de *Rosa sp* en seis estados fenológicos desde el pinch hasta la cosecha (1: Brotación, 2: Botón arroz, 3: Botón arveja, 4: Botón garbanzo, 5: Mostrando color, 6: Cosecha).

Si a la figura 6 la describimos como ecuación, las funciones logísticas logarítmicas para las variedades fueron:

$$EF(\text{Akito}) = 1 + \frac{6-1}{1+\exp(-10,56(\log X - \log 634,69))}$$

$$EF(\text{Amsterdam}) = 1 + \frac{6-1}{1+\exp(-8,87(\log X - \log 724,04))}$$

$$EF (\text{Explorer}) = 1 + \frac{6-1}{1+\exp(-10,81(\log X-\log 837,84))}$$

$$EF (\text{Hot Merengue}) = 1 + \frac{6-1}{1+\exp(-7,58(\log X-\log 493,00))}$$

$$EF (\text{Pink Floyd}) = 1 + \frac{6-1}{1+\exp(-9,51(\log X-\log 681,08))}$$

Los valores de los parámetros descritos con sus errores estándar, se muestran en el Anexo A1.

En la figura 7, se aprecia por separado la acumulación de Grados Día Desarrollo en cada estado fenológico para las cinco variedades de *Rosa sp.*

*Acumulación de GDD para la brotación;* Pink Floyd acumuló la mayor cantidad de Grados Día Desarrollo (175,35 GDD) y fue estadísticamente diferente de Amsterdam, Akito y Hot Merengue pero compartió categoría con Explorer.

*Acumulación de GDD para el botón arroz, arveja y garbanzo:* Explorer acumuló la mayor cantidad de GDD para el botón arroz (749,86 GDD), para el botón arveja (800,55GDD) y para botón garbanzo (862,36GDD), en los tres estados la variedad fue estadísticamente diferentes al resto de variedades

*Acumulación de GDD para mostrando color:* De igual modo Explorer acumuló la mayor cantidad de Grados Día para llegar a este estado (982,76 GDD) y fue estadísticamente diferente al resto de variedades.

*Acumulación de GDD para la cosecha:* Explorer acumuló la mayor cantidad de GDD, como en todas las fases productivas anteriores. Las acumulaciones de GDD desde el pinch hasta la cosecha para Hot Merengue, Akito, Pink Floyd, Amsterdam y Explorer fueron 733,57 GDD, 896,44 GDD, 950, 94 GDD, 1067,79 GDD y 1126,04 GDD respectivamente.

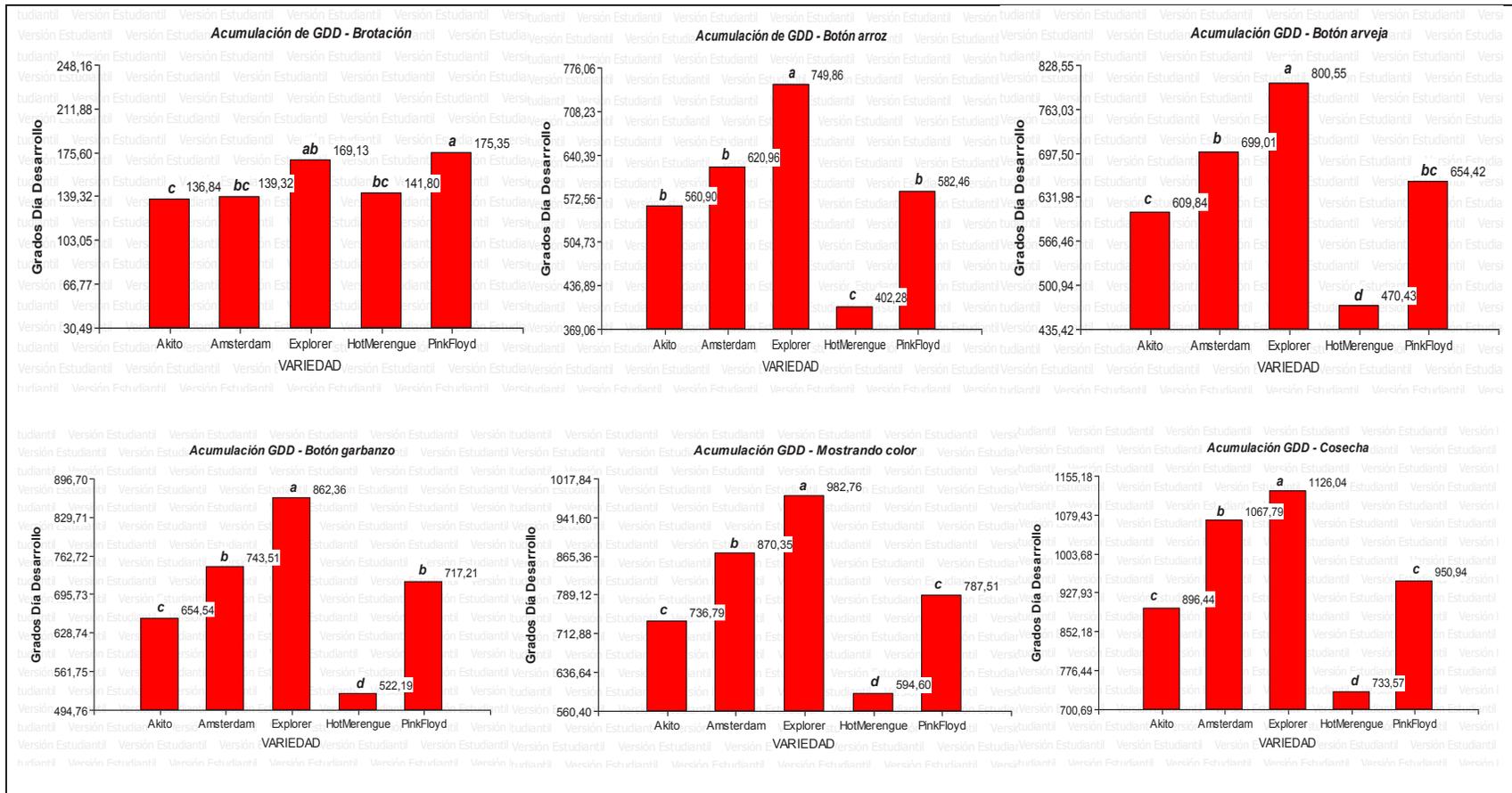


Figura 7 Promedio de la acumulación de Grados Día Desarrollo durante los seis estados fenológicos de cinco variedades de *Rosa sp*

#### 4.1.2 Días de cambio de estado fenológico

A un nivel de significancia del 1% las variedades de *Rosa sp.*, presentaron una alta diferencia significativas ( $F=9,37$ ;  $p<0,0001$ ), en la duración en días de los seis estados fenológicos en estudiados (Tabla 4).

**Tabla 4**

*ANAVA para la duración en días de seis estados fenológicos en cinco variedades de Rosa sp.*

| F.V.                    | SC         | gL  | CM       | F       | p-valor    |
|-------------------------|------------|-----|----------|---------|------------|
| <b>Modelo</b>           | 1034488,17 | 29  | 3568,56  | 273,80  | <0,0001*** |
| <b>Variedad</b>         | 11314,42   | 4   | 2828,60  | 217,03  | <0,0001*** |
| <b>Estados</b>          | 89731,27   | 5   | 17946,25 | 1376,95 | <0,0001*** |
| <b>Variedad*Estados</b> | 2442,48    | 20  | 122,12   | 9,37    | <0,0001*** |
| <b>Error</b>            | 1173,00    | 90  | 13,03    |         |            |
| <b>Total</b>            | 104661,17  | 119 |          |         |            |

La duración en días de los seis estados fenológicos desde el pinch hasta la cosecha de cinco variedades de *Rosa sp.*, se presentan en la tabla 5 dependiendo del estado se distinguen de dos a cuatro categorías representadas por letras.

Para llegar a la brotación de la yema, los días transcurrido desde el pinch, fueron estadísticamente similares entre las variedades Explorer, Pink Floyd, Akito y Hot Merengue, la única diferencia estadística se presentó entre Amsterdam y Pink Floyd.

El comportamiento de las variedades respecto a los días transcurridos para llegar a botón arroz y botón arveja fue similar, Explorer, Amsterdam, Akito y Hot Merengue fueron diferentes, sin embargo Akito compartió categoría o fue similar a Pink Floyd (Tabla 5, Figura9).

Para llegar a botón garbanzo, Explorer, Amsterdam y Hot Merengue fueron estadísticamente diferentes del resto, mientras que Pink Floyd y Akito fueron similares, para mostrando color Explorer y Hot Merengue fueron estadísticamente diferentes al resto de variedades mientras que Amsterdam, Pink Floyd y Akito fueron similares (Tabla 5).

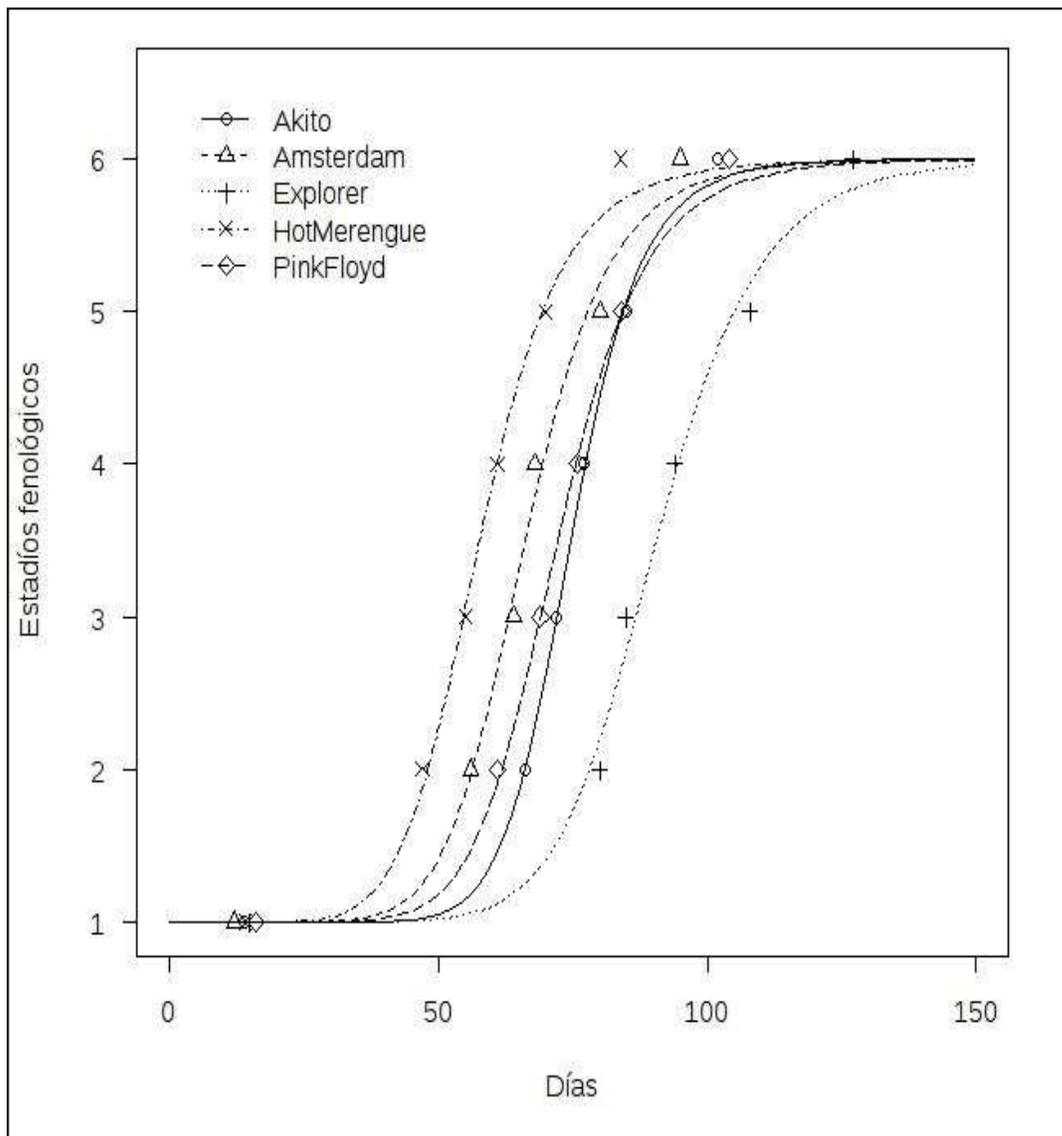
**Tabla 5***Duración en días promedio para seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp.*

| Variedad          | Estados fenológicos |                |                 |                   |                    |          |
|-------------------|---------------------|----------------|-----------------|-------------------|--------------------|----------|
|                   | Brotación           | Botón<br>arroz | Botón<br>Arveja | Botón<br>Garbanzo | Mostrando<br>Color | Cosecha  |
| <b>Explorer</b>   | 15,00 ab            | 80,00 a        | 85,00 a         | 94,00 a           | 108,00 a           | 127,00 a |
| <b>Amsterdam</b>  | 12,00 b             | 56,00 c        | 64,00 c         | 68,00 c           | 80,00 b            | 95,00 c  |
| <b>Pink Floyd</b> | 15,00 a*            | 61,00 bc       | 69,00 bc        | 76, 00 b          | 84, 00 b           | 104,00 b |
| <b>Akito</b>      | 14,00 ab            | 66,00 b        | 72,00 b         | 77, 00 b          | 85,00 b            | 102,00 b |
| <b>Hot</b>        | 14,00 ab            | 47,00 d        | 55,00 d         | 61,00 d           | 70,00 c            | 84,00 d  |
| <b>Merengue</b>   |                     |                |                 |                   |                    |          |
| <b>CV</b>         | 13,86               | 6,97           | 5,65            | 4,71              | 4,21               | 3,83     |
| <b>LSD</b>        | 2,93                | 6,49           | 5,86            | 5,33              | 5,42               | 5,90     |

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), mientras que medidas con diferente letra son significativamente diferente al 5% según LSD Fisher.

Finalmente los días transcurridos desde el pinch hasta la cosecha, es decir el ciclo del cultivo, para las variedades Explorer, Pink Floyd, Akito, Amsterdam y Hot Merengue fueron 127, 104, 102, 95 y 84 días respectivamente, Explorer, Amsterdam y Hot Merengue fueron estadísticamente diferente al resto de variedades (Tabla 5).

En la figura 8, se puede visualizar la relación entre los días transcurridos desde el pinch (eje X) con los seis estados fenológicos de estudio (eje Y) de las cinco variedades de *Rosa sp.*; es notorio que Amsterdam fue la variedad que menos días requirió para llegar a la floración y ser cosechada, mientras que Explorer fue la variedad demandando de más días para ser cosechada, Amsterdam tuvo un ciclo promedio de 84 días y Explorer fue la variedad de mayor ciclo con 127 días. En el gráfico se puede observar otra tendencia la cual indica que Akito y Pink Floyd tuvieron un comportamiento similar después de la brotación, sin embargo en el paso de estado fenológico de mostrando color a cosecha, Akito ligeramente se adelanta a Pink Floyd.

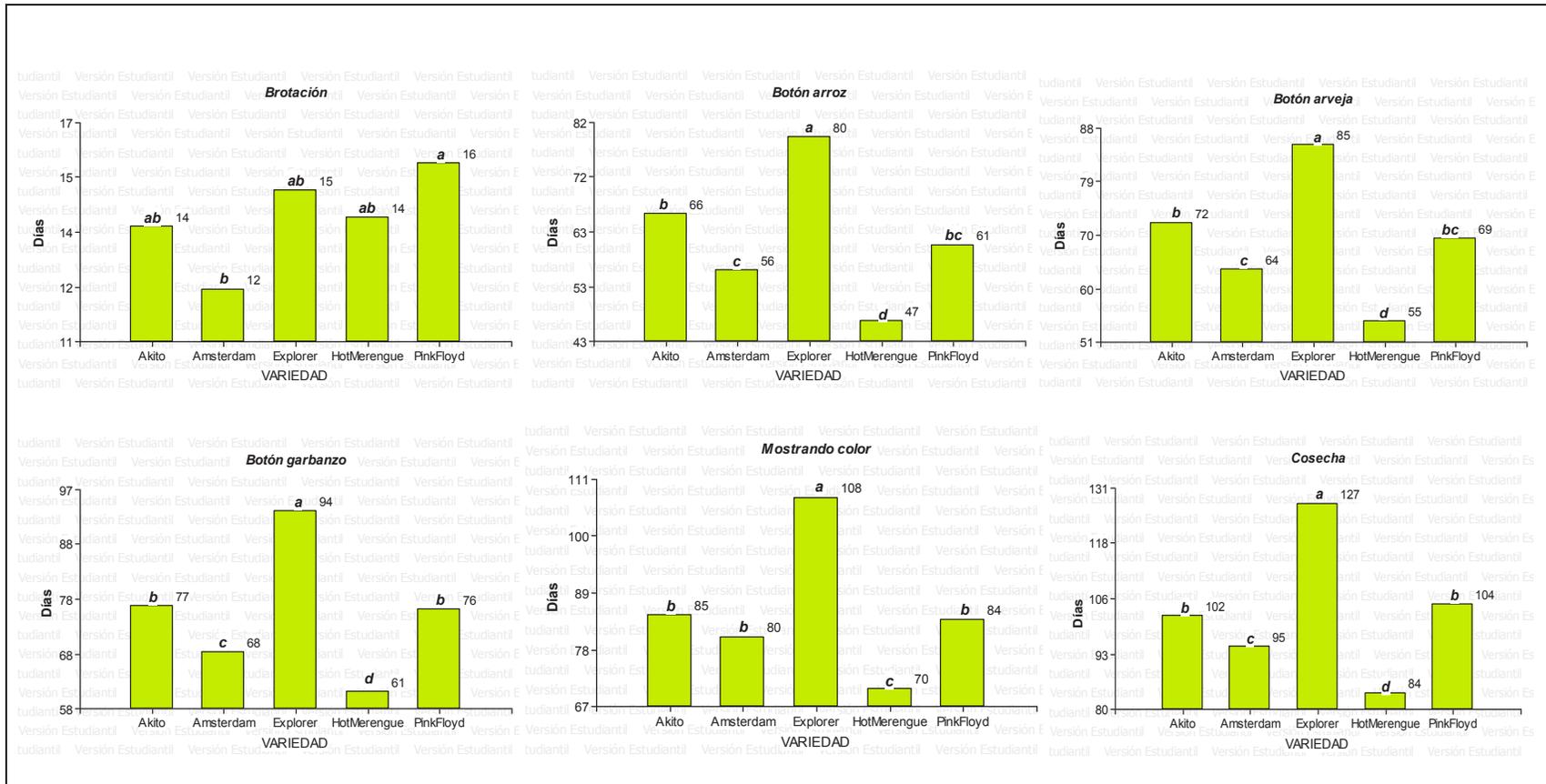


**Figura 8** Duración en días de seis estados fenológicos desde el pinch hasta la cosecha de cinco variedades de *Rosa sp.* (1: Brotación, 2: Botón arroz, 3: Botón arveja, 4: Botón garbanzo, 5: Mostrando color, 6: Cosecha).

Para graficar las curvas de la duración en días de cinco variedades *Rosa sp.*, en seis de estados fenológicos, los valores al igual que los valores de Grados Día Desarrollo se ajustaron al modelo logístico logarítmico descrito anteriormente.

En la figura 9, se puede observar cual fue la duración en días y su diferencia estadística de forma más clara, desglosando cada estado fenológico por variedad.

Por ejemplo, se puede observar claramente que la variedad de ciclo corto fue Hot Merengue, para llegar a la brotación la variedad necesitó de 14 días, para alcanzar el estado de arroz necesitó de 47 días, para llegar a botón arveja requirió de 55 días, para llegar a botón garbanzo necesitó de 61 días, para llegar a mostrando color necesitó 70 días y finalmente para que Hot Merengue pueda ser cosecha necesito un tiempo de 84 días. El mismo análisis se puede determinar para el resto de variedades con la figura en mención (Figura 9).



**Figura 9** Promedio días de cambio, para seis estado fenológico en cinco variedades de *Rosa sp.*, desde el pinch.

En la tabla 6, se presentan en resumen los Grados Día Desarrollo y número de días requeridos por variedad y estado fenológico.

Para mejor comprensión de esta tabla, se tomará a la variedad Explorer como ejemplo, por lo tanto se puede decir que a partiendo del pinch, Explorer llegó a la brotación a los 15 días con una acumulación de 169,13 GDD, a botón arroz a los 79 días acumulando 749,86 GDD, al estado arveja llegó a los 85 días acumulando 800,55 GDD, a botón garbanzo llegó a los 93 días acumulando 862,36 GDD, a mostrando color llegó a los 108 días con 982, 76 GDD y finalmente llegó a cosecha a los 127 días acumulando 1126,04 GDD.

Con los resultados obtenidos para las variables Grados Día Desarrollo y duración en días, se concluye que para el ciclo de estudio, Explorer acumuló 1126 GDD en 127 días, Pink Floyd acumuló 951 GDD en 104 días, Akito llegó a cosecha a los 102, Amsterdam se cosechó a los 95 días con 1067,79 GDD y Hot Merengue acumuló 733,57 GDD en 84 días (Tabla 6).

Otros resultados que se pueden obtener con el análisis de la tabla 6 es la duración en días y GDD de un estado a otro, es así que tomando como ejemplo Hot Merengue, se tiene que, para pasar de brotación a botón arroz tardó 33 días acumulando 260,48 GDD, para el paso de arroz a botón arveja necesitó de 8 días y 68,15 GDD, para continuar de arveja a botón garbanzo tuvieron que transcurrir 6 días y acumular 51,76 GDD, el paso de garbanzo a mostrando color duró 9 días con una acumulación de 72,41 GDD y finalmente la transición de mostrando color a cosecha fue de 14 días y un requerimiento de 138,97 GDD.

Más adelante en la Figura 10, se puede apreciar fotográficamente los estados fenológicos productivos de las cinco variedades de *Rosa sp.*, con su número de días requeridos por fase fenológica.

**Tabla 6**

*Acumulación de Grados Día Desarrollo y duración en días de seis estados fenológicos en cinco variedades de Rosa sp.*

|                        | VARIETADES |      |           |      |          |      |              |      |            |      |
|------------------------|------------|------|-----------|------|----------|------|--------------|------|------------|------|
|                        | AKITO      |      | AMSTERDAM |      | EXPLORER |      | HOT MERENGUE |      | PINK FLOYD |      |
| ESTADO FENOLOGICO      | GDD        | Días | GDD       | Días | GDD      | Días | GDD          | Días | GDD        | Días |
| <b>Brotación</b>       | 136,84     | 14   | 139,33    | 12   | 169,13   | 15   | 141,80       | 14   | 175,35     | 16   |
| <b>Botón Arroz</b>     | 560,90     | 66   | 620,96    | 56   | 749,86   | 79   | 402,28       | 47   | 582,46     | 61   |
| <b>Botón Arveja</b>    | 609,83     | 72   | 699,01    | 64   | 800,55   | 85   | 470,43       | 55   | 654,43     | 69   |
| <b>Botón Garbanzo</b>  | 654,54     | 76   | 743,51    | 68   | 862,36   | 93   | 522,19       | 61   | 717,21     | 76   |
| <b>Mostrando Color</b> | 736,79     | 85   | 870,35    | 80   | 982,76   | 108  | 594,60       | 70   | 787,51     | 84   |
| <b>Cosecha</b>         | 896,44     | 102  | 1067,79   | 95   | 1126,04  | 127  | 733,57       | 84   | 950,94     | 104  |

BOTÓN ARROZ

BOTÓN ARVEJA

BOTÓN GARBANZO

MOSTRANDO COLOR

COSECHA

VARIEDAD EXPLOER



79 días



85 días



93 días



108 días



127 días

VARIEDAD PINK FLOYD



61 días



69 días



76 días



84 días



104 días

CONTINÚA

BOTÓN ARROZ

BOTÓN ARVEJA

BOTÓN GARBANZO

MOSTANDO COLOR

COSECHA

VARIEDAD AKITO



66 días



72 días



76 días



85 días



102 días

VARIEDAD AMSTERDAM



56 días



64 días



68 días

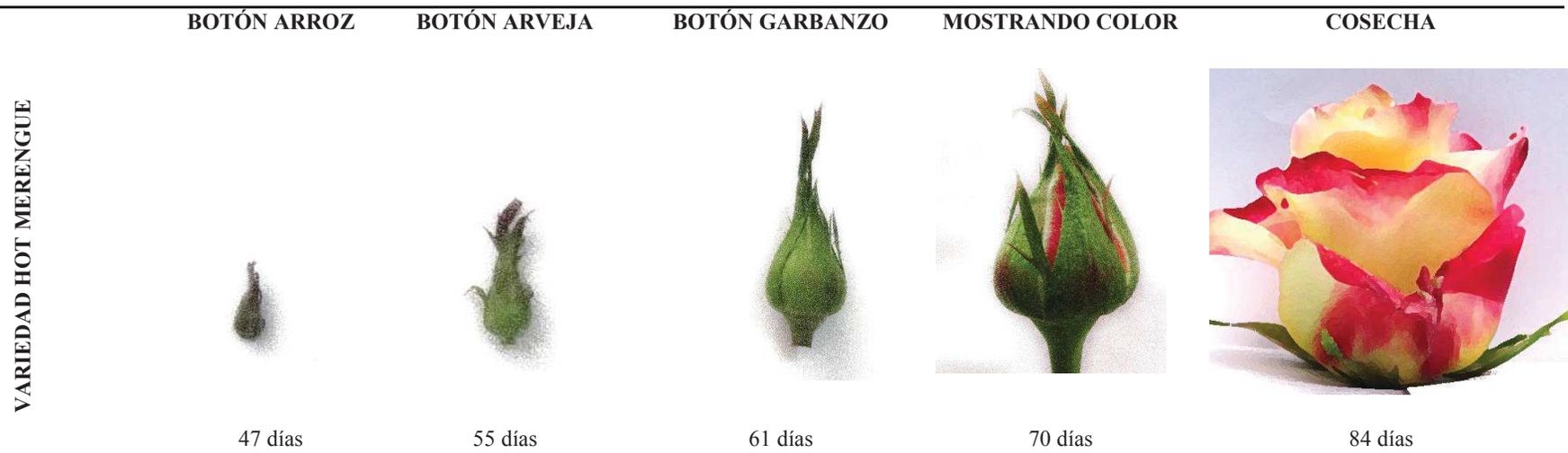


80 días



95 días

*CONTINÚA*



**Figura 10** Cinco estados fenológicos productivos en campo, de las cinco variedades de *Rosa sp.*

En la presente figura se muestran por variedad los días que necesitaron para cada estado desde el momento del pinch.

### 4.1.3 Luz acumulada o DLI

De acuerdo al análisis de varianza a un nivel de significancia del 1% las variedades estudiadas presentaron altas diferencias significativas ( $F=10,26$ ;  $p<0,0001$ ), en su fenología para la variable luz acumulada (Tabla 7).

**Tabla 7**

*ANAVA para la luz acumulada de seis estados fenológicos en cinco variedades de Rosa sp.*

| F.V.                    | SC           | gL  | CM          | F       | p-valor    |
|-------------------------|--------------|-----|-------------|---------|------------|
| <b>Modelo</b>           | 123544719,03 | 29  | 4260162,73  | 278,65  | <0,0001*** |
| <b>Variedad</b>         | 14357666,06  | 4   | 3589416,52  | 234,77  | <0,0001*** |
| <b>Estados</b>          | 106049801,82 | 5   | 21209960,36 | 1387,29 | <0,0001*** |
| <b>Variedad*Estados</b> | 3137251,15   | 20  | 156862,56   | 10,26   | <0,0001*** |
| <b>Error</b>            | 1375991,31   | 90  | 15288,79    |         |            |
| <b>Total</b>            | 124920710,34 | 119 |             |         |            |

En la Tabla 8, se observa la cantidad de luz que acumularon las variedades durante todo el ciclo de cultivo en cada estado fenológico, dependiendo del estado se distinguen de dos a cuatro categorías, representadas por letras. Las acumulaciones promedio de DLI hasta la cosecha en las variedades Explorer, Amsterdam, Pink Floyd, Akito y Hot Merengue fueron  $4416.11 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ,  $3223.81 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ,  $3568.18 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ,  $3481,39 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$  y  $2867,63 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$  respectivamente

El comportamiento de Explorer y Hot Merengue para la cantidad de luz requerida, fue semejante al comportamiento en las variables Grados Día Desarrollo y duración en días, es decir Explorer es la variedad de mayor requerimiento mientras que Hot Merengue la variedad de menor requerimiento para las tres variables (Tabla8, Figura11).

**Tabla 8**

*Luz acumulada o DLI, promedio para seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp.*

| Variedad     | Estados fenológicos |             |              |                      |                      |          |
|--------------|---------------------|-------------|--------------|----------------------|----------------------|----------|
|              | Brotación           | Botón arroz | Botón Arveja | Botón Garbanzo       | Mostrando Color      | Cosecha  |
| Explorer     | 487,38ab            | 2694,54a    | 2919,76a     | 3187,27 <sup>a</sup> | 3687,09 <sup>a</sup> | 4416,11a |
| Amsterdam    | 401,46b             | 1885,12c    | 2114,99c     | 2277,36c             | 2720,42b             | 3223,81c |
| Pink Floyd   | 507,35a*            | 2014,75bc   | 2297,88bc    | 2538,93b             | 2860,13b             | 3568,18b |
| Akito        | 454,40ab            | 2204,43b    | 2391,01b     | 2576,98b             | 2898,86b             | 3481,39b |
| Hot Merengue | 467,40ab            | 1564,78d    | 1843,18d     | 2034,89d             | 2337,70c             | 2867,63d |
| CV           | 12,66               | 6,63        | 5,72         | 4,76                 | 4,78                 | 3,84     |
| LSD          | 88,46               | 207,08      | 199,57       | 180,96               | 209,06               | 203,44   |

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), mientras que medidas con diferente letra son significativamente diferente al 5% según LSD Fisher.

Durante todo el ciclo de estudio para determinar la acumulación total de luz, primero se obtuvo un promedio diario de DLI por cada variedad de *Rosa sp.*, el promedio de luz osciló entre 32 y 34 moles.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>. Los promedios por cada estado fenológico y variedad se detallan en la Tabla 9.

**Tabla 9**

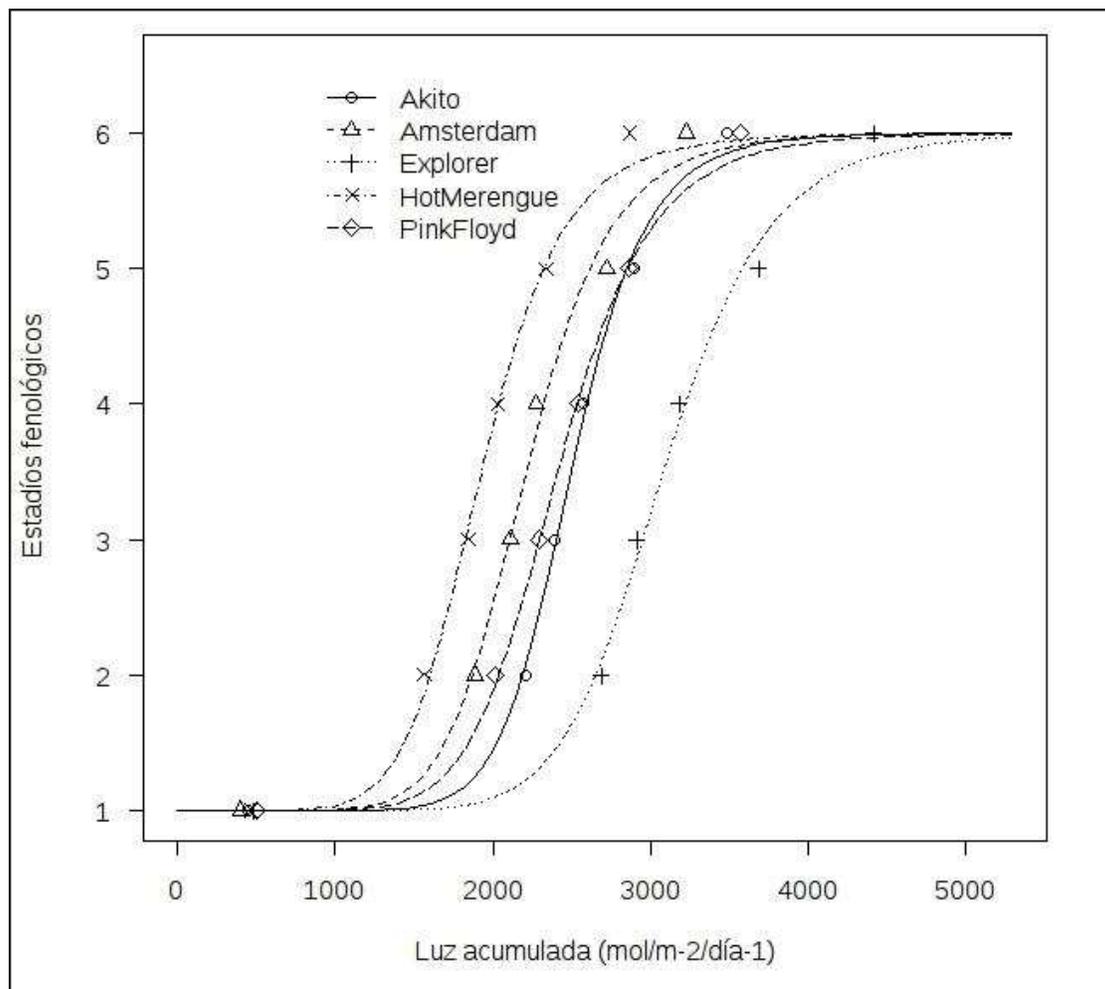
*Promedio diario de DLI para seis estados fenológicos en cinco variedades de Rosa sp.*

| Estados Fenológicos | PROMEDIO DE DLI (mol.m <sup>-2</sup> .d <sup>-1</sup> ) |           |          |              |            |
|---------------------|---|-----------|----------|--------------|------------|
|                     | Akito   | Amsterdam | Explorer | Hot Merengue | Pink Floyd |
| Brotación           | 32,91   | 32,91     | 32,85    | 33,39        | 32,44      |
| B. Arroz            | 33,52   | 33,97     | 34,06    | 33,54        | 33,42      |
| B. Arveja           | 33,31   | 33,24     | 34,13    | 34,06        | 33,29      |
| B. Garbanzo         | 33,48   | 33,33     | 33,98    | 33,18        | 33,24      |
| Mostrando Color     | 34,18   | 34,11     | 34,23    | 33,21        | 34         |
| Cosecha             | 34,32   | 33,88     | 34,76    | 34           | 34,21      |

En la figura 11 se relacionan los estados fenológicos con la luz acumulada para cada variedad de *Rosa sp.*, la variedad que mayor cantidad de luz acumuló hasta la cosecha fue Explorer, mientras que Hot Merengue fue la variedad que acumuló menos cantidad de luz hasta su floración. Específicamente para la brotación, se puede observar que las variedades que tienen una acumulación de luz diferente son Pink Floyd y Amsterdam, el resto de variedades tienen

una acumulación similar para este estado, en la fase productiva se define que Explorer y Hot Merengue son estadísticamente diferentes del resto de variedades hasta llegar a la cosecha.

En cuanto al comportamiento de Akito y Pink Floyd, estos tienen una tendencia similar durante la fase productiva, sin embargo en la transición de mostrando color a cosecha, Akito se adelanta a Pink Floyd cambiando ligeramente la tendencia de la curva.



**Figura 11** Luz acumulada para seis estados fenológicos desde el pinch hasta la cosecha de cinco variedades de *Rosa sp.* (1: Brotación, 2: Botón arroz, 3: Botón arveja, 4: Botón garbanzo, 5: Mostrando color, 6: Cosecha).

Los valores de luz acumulada también se ajustaron al modelo logístico logarítmico

$$f(x) = c + \frac{d-c}{1+\exp(b(\log x - \log e))}, \text{ con un error estándar de } 0,1478.$$

Las ecuaciones que permiten describir el comportamiento fenológico de las variedades para la luz acumulada (Figura 11), según el modelo logístico logarítmico fueron:

$$\text{EF (Akito)} = 1 + \frac{6-1}{1+\exp(-10,49(\log X - \log 2494,08))}$$

$$\text{EF (Amsterdam)} = 1 + \frac{6-1}{1+\exp(-8,30(\log X - \log 2209,03))}$$

$$\text{EF (Explorer)} = 1 + \frac{6-1}{1+\exp(-9,21(\log X - \log 3077,02))}$$

$$\text{EF (Hot Merengue)} = 1 + \frac{6-1}{1+\exp(-7,48(\log X - \log 1926,78))}$$

$$\text{EF (Pink Floyd)} = 1 + \frac{6-1}{1+\exp(-8,23(\log X - \log 2407,94))}$$

Los valores de los parámetros y sus errores se presentan en el Anexo A2.

En la figura 12, se pueden apreciar las diferencias estadísticas de requerimiento de luz acumulada desde el pinch hasta la cosecha, desglosadas por estado fenológico para las cinco variedades de *Rosa sp.* Por ejemplo en la brotación Pink Floyd tiene la mayor acumulación de luz con  $507,35 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ , para el botón arroz, botón arveja, botón garbanzo, mostrando color y cosecha, es la variedad Explorer la de mayor requerimiento de luz en estas fases con valores de  $2694,54 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ,  $2919,76 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ,  $3187,27 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ ,  $3687,09 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$  y  $4416,11 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ , respectivamente.

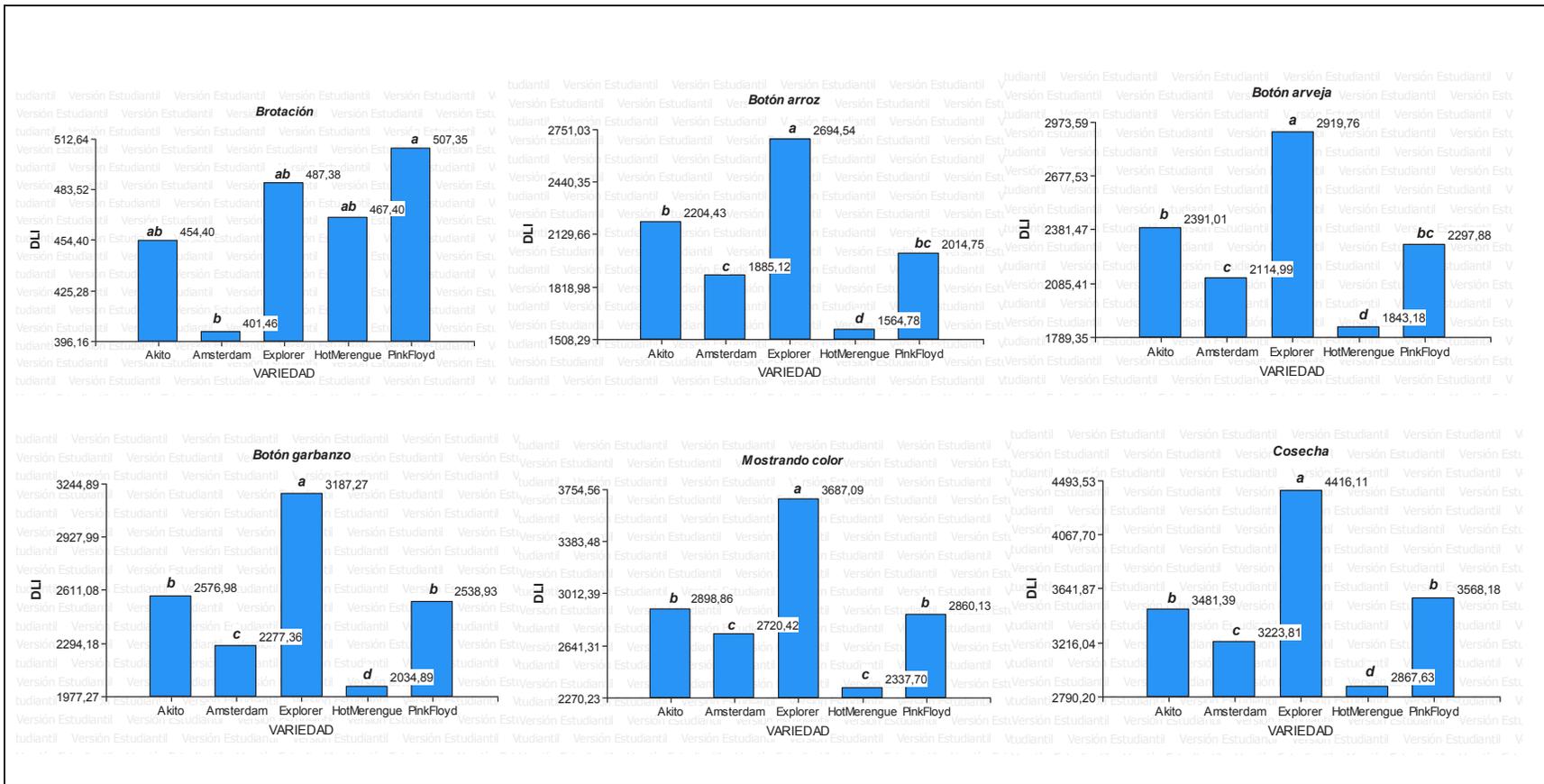


Figura 12 Promedio de la acumulación de DLI en seis estados fenológicos de cinco variedades de *Rosa sp.*, a partir del pinch

Una vez determinados los requerimientos totales promedio de Grados Día Desarrollo, duración en días y luz acumulada para llegar a cosecha en cada una de las cinco variedades de *Rosa sp.*, en la Tabla 10, se presenta en resumen los valores de Grados Día Desarrollo, número de días y luz acumulada a cosecha para cada variedad.

Por ejemplo en la variedad Hot Merengue, que fue la de menor acumulación de Grados Día Desarrollo con 733,57GDD , de ciclo corto con 84 días y de menor acumulación de DLI con 2867,63 mol.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>, se obtuvo que a partir de la brotación requiere de 591,76 GDD, 70 días y 2400,23 moles.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>, desde botón arroz necesita de 331,29 GDD, 37días y 1302,85 moles.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>, desde botón arveja su demanda es de 263,14 GDD, 29 días y 1024,45 moles.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>, desde botón garbanzo requiere de 211,38 GDD, 23 días y 823,74 moles.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>, para ser cosechada y, finalmente desde mostrando color Hot Merengue requiere de 138,96 GDD, 14 días y 529,93 moles.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup> para llegar a su apertura comercial o punto de corte. La misma interpretación se la da al resto de variedades utilizadas en la investigación (Tabla 10).

**Tabla 10**

*Requerimiento de Grados Día Desarrollo, número de días y DLI a cosecha, para cinco variedades de Rosa sp.*

| Requerimiento a cosecha a partir de: | VARIEDADES |      |         |           |      |         |          |      |         |              |      |         |            |      |         |
|--------------------------------------|------------|------|---------|-----------|------|---------|----------|------|---------|--------------|------|---------|------------|------|---------|
|                                      | Akito      |      |         | Amsterdam |      |         | Explorer |      |         | Hot Merengue |      |         | Pink Floyd |      |         |
|                                      | GDD        | Días | DLI     | GDD       | Días | DLI     | GDD      | Días | DLI     | GDD          | Días | DLI     | GDD        | Días | DLI     |
| <b>Pinch</b>                         | 896,44     | 102  | 3481,39 | 1067,79   | 95   | 3223,81 | 1126,04  | 127  | 4416,11 | 733,57       | 84   | 2867,63 | 950,94     | 104  | 3568,18 |
| <b>Brotación</b>                     | 759,6      | 88   | 3026,99 | 928,46    | 83   | 2822,35 | 956,9    | 112  | 3928,73 | 591,76       | 70   | 2400,23 | 775,58     | 89   | 3060,83 |
| <b>B. Arroz</b>                      | 335,53     | 36   | 1276,96 | 446,82    | 39   | 1338,69 | 376,17   | 48   | 1721,57 | 331,29       | 37   | 1302,85 | 368,47     | 44   | 1153,68 |
| <b>B. Arveja</b>                     | 286,6      | 30   | 1090,38 | 368,77    | 31   | 1108,82 | 325,48   | 42   | 1496,35 | 263,14       | 29   | 1024,45 | 296,51     | 35   | 1270,3  |
| <b>B. Garbanzo</b>                   | 241,9      | 25   | 904,41  | 324,27    | 27   | 946,45  | 263,67   | 34   | 1218,84 | 211,38       | 23   | 832,74  | 233,72     | 28   | 1029,25 |
| <b>Mostrando color</b>               | 159,65     | 17   | 582,53  | 197,43    | 15   | 503,39  | 143,27   | 19   | 729,02  | 138,96       | 14   | 529,93  | 163,42     | 21   | 708,05  |

#### 4.1.4 Humedad relativa

A un nivel de significancia del 1% las variedades de estudio presentaron altas diferencias significativas ( $F= 47,10$ ;  $p < 0,0001$ ), en su fenología para la variable humedad relativa (Tabla 11).

**Tabla 11**

*ANAVA para la humedad relativa de seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp.*

| <b>F.V.</b>             | <b>SC</b> | <b>Gl</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| <b>Modelo</b>           | 438,74    | 29        | 15,13     | 307,90   | <0,0001***     |
| <b>Variedad</b>         | 389,84    | 4         | 97,46     | 1983,46  | <0,0001***     |
| <b>Estados</b>          | 2,61      | 5         | 0,52      | 10,63    | <0,0001***     |
| <b>Variedad*Estados</b> | 46,29     | 20        | 2,31      | 47,10    | <0,0001***     |
| <b>Error</b>            | 4,42      | 90        | 0,05      |          |                |
| <b>Total</b>            | 443,16    | 119       |           |          |                |

Se realizó la comparación de medias para la variable humedad relativa, de acuerdo a promedios de registros diarios, la humedad relativa en el invernadero osciló entre el 75% al 82% durante todo el ciclo, se definen tres, cuatro y hasta cinco categorías dependiendo del estado fenológico. En la brotación por ejemplo se definen tres categorías, Akito y Hot Merengue tuvieron una humedad relativa alrededor de 81%, siendo estadísticamente similares, pero a su vez las dos variedades difirieron de Amsterdam que registró una humedad de 76,68%.

Para el botón arroz, arveja y mostrando color se determinaron cuatro categorías, existiendo diferencias y similitudes entre variedades, en el caso del estado botón garbanzo se presentaron tres categorías Amsterdam y Hot Merengue difirieron del resto de variedades con humedades de 75,61% y 80,83%, mientras que Explorer, Pink Floyd y Akito fueron estadísticamente parecidas con humedades relativas de 80,16 %, 79,91% y 79,92% respectivamente (Tabla 12).

Para el último estado correspondiente a la cosecha, se obtuvieron cinco categorías, es decir todas las variedades fueron estadísticamente diferentes, los porcentajes de humedad relativa fueron: 75,76%, 79,23%, 79,51%, 80,27% y 80,92% para las variedades Amsterdam, Akito, Hot Merengue, Pink Floyd y Explorer, respectivamente (Tabla 12).

**Tabla 12**

*Promedio de humedad relativa para seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp.*

| Variedad            | Estados fenológicos |                |                 |                   |                    |         |
|---------------------|---------------------|----------------|-----------------|-------------------|--------------------|---------|
|                     | Brotación           | Botón<br>arroz | Botón<br>Arveja | Botón<br>Garbanzo | Mostrando<br>Color | Cosecha |
| <b>Explorer</b>     | 78,75 b             | 79,78 c        | 79,87 c         | 80,16 b           | 80,33 a            | 80,92 a |
| <b>Amsterdam</b>    | 76,68 c             | 75,50 d        | 75,63 d         | 75,61 c           | 75,53 d            | 75,76 e |
| <b>Pink Floyd</b>   | 78,84 b*            | 80,09 c        | 80,03 bc        | 79,91 b           | 79,84 b            | 80,27 b |
| <b>Akito</b>        | 81,65 a             | 80,57 b        | 80,27 b         | 79,92 b           | 79,57 c            | 79,23 d |
| <b>Hot Merengue</b> | 81,59 a             | 81,61 a        | 81,13 a         | 80,83 a           | 80,38 a            | 79,51 c |
| <b>CV</b>           | 0,49                | 0,26           | 0,20            | 0,24              | 4,21               | 0,16    |
| <b>LSD</b>          | 0,58                | 0,32           | 0,24            | 0,29              | 0,22               | 0,19    |

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), mientras que medidas con diferente letra son significativamente diferente al 5% según LSD Fisher.

En la figura 13, se puede apreciar de forma más clara, los porcentajes de humedad por cada estado fenológico, para las cinco variedades de *Rosa sp.*

Con el gráfico también se puede concluir que durante todo el ciclo de cultivo, la variedad Amsterdam fue la que menos cantidad de humedad relativa registró en las seis etapas fenológicas analizadas, esto pudo deberse a la ubicación de la variedad en el invernadero, la cual estuvo en la parte central del invernadero donde las temperaturas fueron algo más altas.

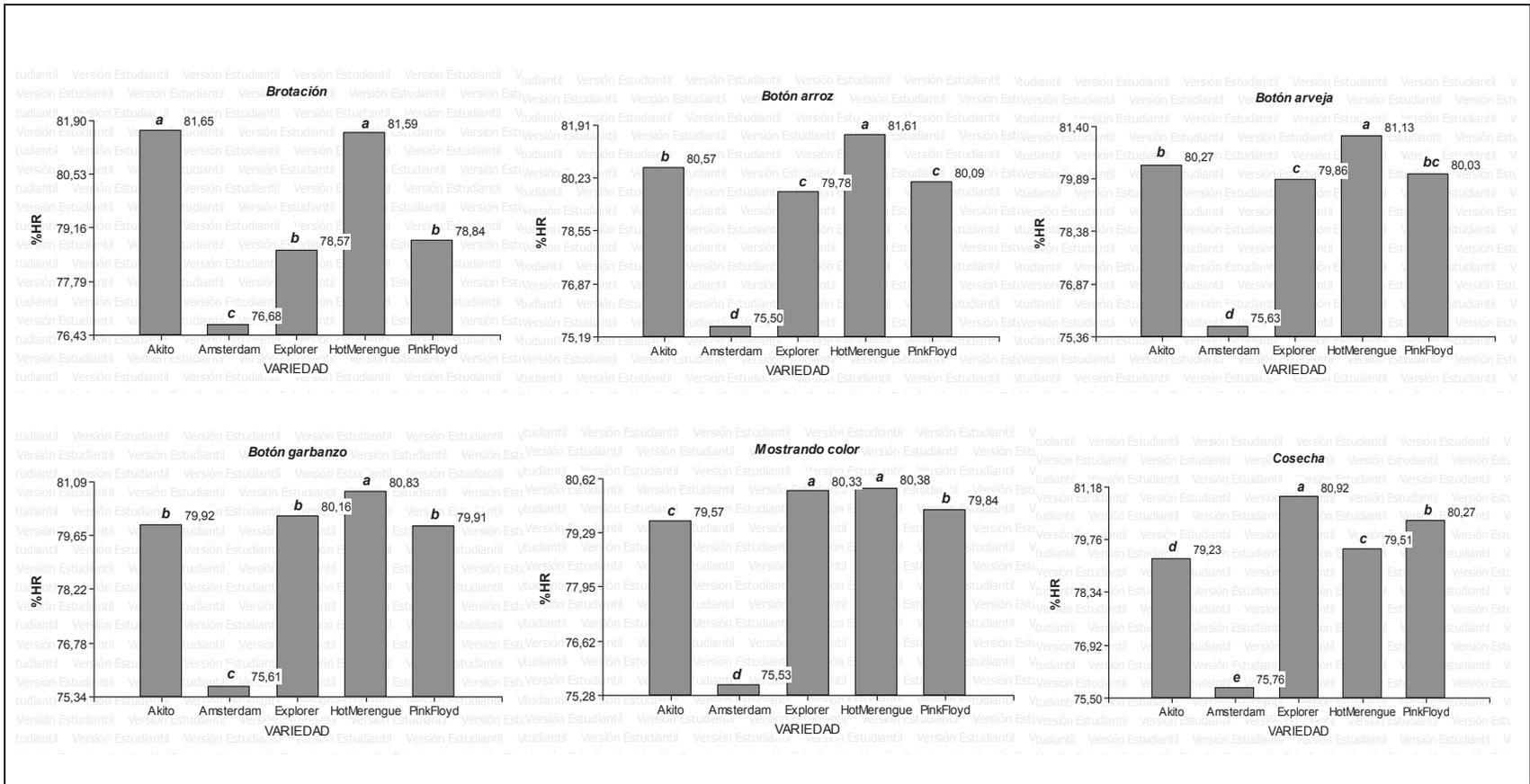
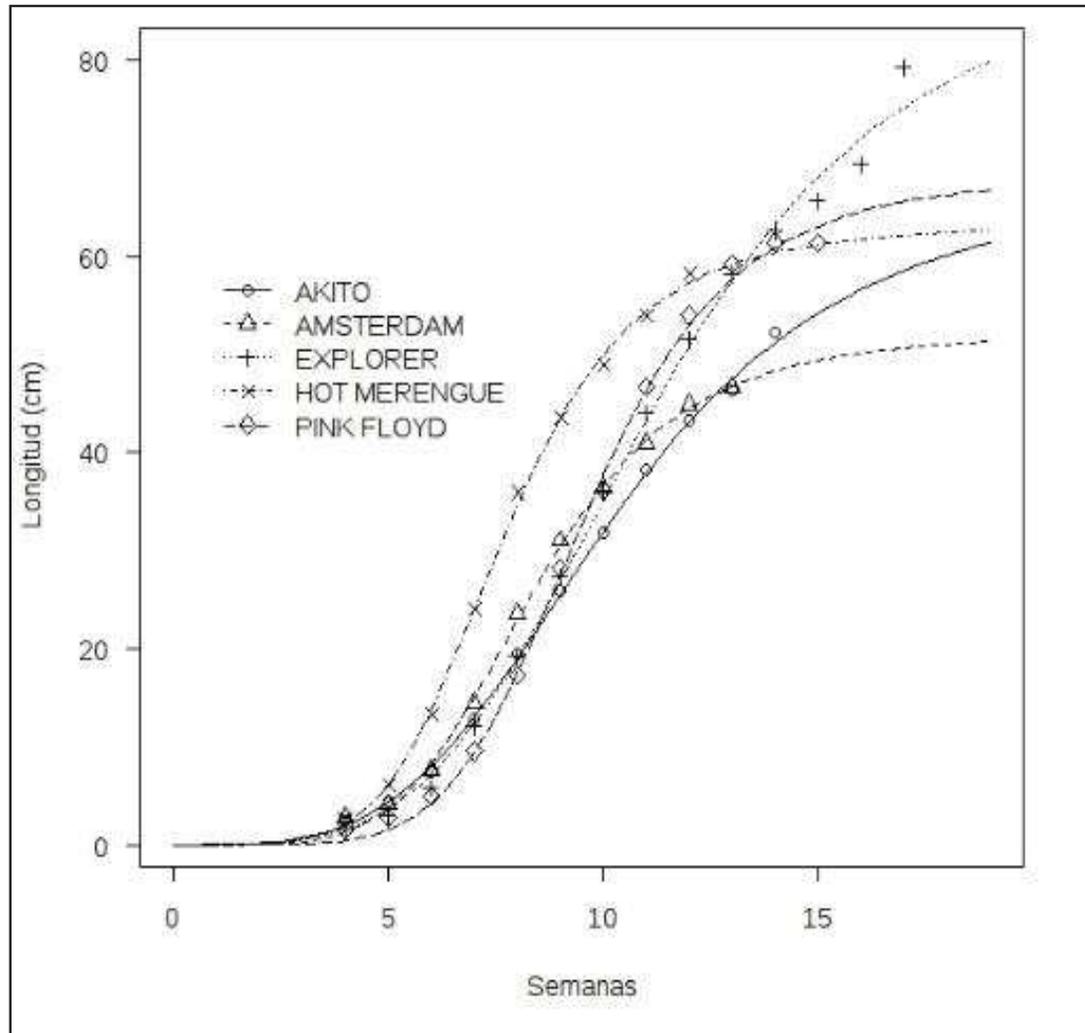


Figura 13 Porcentaje promedio de humedad relativa para seis estados fenológicos de cinco variedades de *Rosa sp*, desde el pinch

#### 4.1.5 Resultados variables longitud de tallo e índice plastocrónico

Hasta el comienzo de la cosecha semanalmente se registraron datos de longitud de tallo e índice plastocrónico, los valores obtenidos se ajustaron al modelo logístico logarítmico mencionado anteriormente con el cual se obtuvieron curvas de crecimiento de tipo sigmoideal.



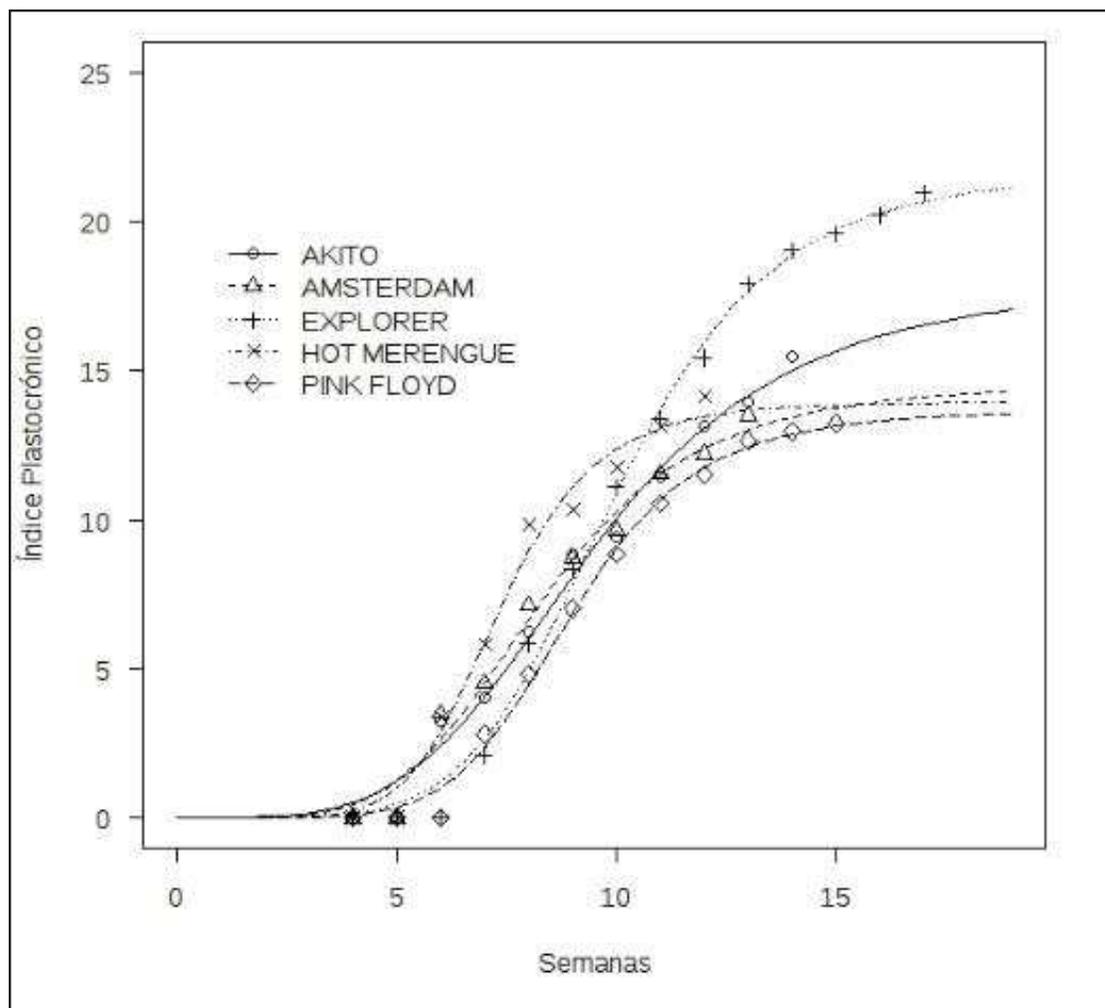
**Figura 14** Curva de crecimiento de la longitud del tallo para cinco variedades de *Rosa sp.*

Las curvas sigmoideales para el crecimiento longitudinal del tallo reflejan que en las primeras semanas en las cuales se da el paso de pincha a brotación el crecimiento del tallo fue lento, incluso el crecimiento es similar entre variedades en las primeras semanas, en la fase productiva de arroz hasta mostrando color el crecimiento del tallo fue más rápido alcanzando longitudes

óptimas para exportación y, en las últimas semanas para llegar a cosecha hubo un equilibrio en el desarrollo del tallo, es decir que de mostrando color a cosecha no hubo mayor aumento en la longitud de los tallos, dependiendo de la variedad las longitudes a cosecha fueron diferentes, Explorer fue la variedad de tallo largos con valores superiores a 70cm, incluso se registró un tallo de 1,10m de largo, mientras que Amsterdam fue la variedad de tallos cortos con longitudes entre 40 y 50cm (Figura 14).

En la figura 15 se observan las curvas de crecimiento para el índice plastocrónico, de igual manera los datos se ajustaron a un modelo logístico logarítmico, se observa que se presentan curvas de tipo sigmoidales para cada una de las variedades, los valores de IP fueron ascendentes durante el transcurso de las semanas hasta llegar al punto de corte, Akito tuvo un IP de 15.47, Amsterdam de 13.49, Explorer de 20.96, Pink Floyd de 13.23 y Hot Merengue de 14.12. Explorer fue la variedad de mayor índice plastocrónico seguido de Akito, mientras que Pink Floyd, Hot Merengue y Amsterdam tuvieron similar valor de IP, numéricamente Pink Floyd fue la variedad de menor índice o número de hojas es decir cantidad de follaje durante el ciclo de cultivo.

De igual manera el valor de IP de las variedades durante las primeras cuatro semanas, fue similar entre todas las variedades de estudio.



**Figura 15** Curva de crecimiento para el índice plastocrónico en cinco variedades de *Rosa sp.*

Los valores promedio de longitud e índice plastocrónico se muestran en el Anexo C1

#### 4.1.6 Calidad de la flor

Referente a la calidad de la flor, se registraron parámetros calidad como: longitud de tallo, calibre de tallo, diámetro de botón, longitud de botón y longitud de pedúnculo, de todos los tallos cosechados al término del ciclo, con los cuales se determinó un promedio por variable y por variedad.

De acuerdo a las mediciones en campo la longitud promedio de tallos cosechados varió entre 49,9 cm hasta 79,9 cm con calibres entre 0,51 cm a 0,63 cm dependiendo de la variedad, estas longitudes y calibres son consideradas aptas para exportación, Explorer fue la variedad que obtuvo los tallos más largos. En cuanto a las características de botón, los diámetros oscilaron entre 3,6 cm y 4,0 cm con longitudes 5,7 cm a 6,5 cm, Hot Merengue obtuvo botones con mejor diámetro y Akito botones de mejor longitud, para el largo del pedúnculo los valores estuvieron entre 5,5cm y 7 cm, siendo Hot Merengue la de mayor medida para esta última característica (Tabla 13).

**Tabla 13**

*Promedio de cinco parámetros de calidad en cinco variedades de Rosa sp.*

| Variedades          | Parámetro de calidad   |                       |                        |                        |                             |
|---------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
|                     | Longitud de tallo (cm) | Calibre de tallo (cm) | Diámetro de botón (cm) | Longitud de botón (cm) | Longitud del pedúnculo (cm) |
| <b>Akito</b>        | 51,58                  | 0,56                  | 3,9                    | 6,5                    | 6,9                         |
| <b>Amsterdam</b>    | 49,9                   | 0,51                  | 3,6                    | 5,8                    | 5,5                         |
| <b>Explorer</b>     | 79,9                   | 0,62                  | 3,7                    | 5,7                    | 5,6                         |
| <b>Hot Merengue</b> | 63                     | 0,58                  | 4,0                    | 5,8                    | 7                           |
| <b>Pink Floyd</b>   | 65,66                  | 0,63                  | 3,9                    | 5,7                    | 5,5                         |

#### 4.1.7 Correlación de variables

Como uno de los objetivos de investigación, se estableció realizar dos correlaciones, la primera fue entre los Grados Día Desarrollo con la luz acumulada y la segunda entre Grados Día Desarrollo y humedad relativa, de acuerdo al análisis de correlación de Pearson se obtuvo como resultado una alta correlación entre las variables GDD y luz acumulada ( $r=0,97$ ;  $p < 0,0001$ ), mientras que los GDD y humedad relativa se correlacionó negativamente (Tabla 14).

**Tabla 14**  
***Correlación de variables***

|            | <b>GDD</b> | <b>DLI</b> | <b>HR</b> |
|------------|------------|------------|-----------|
| <b>GDD</b> | 1,00       | 0,97       | -0,17     |
| <b>DLI</b> | 0,97       | 1,00       | 0,02      |
| <b>HR</b>  | -0,17      | 0,02       | 1,00      |

Con la información obtenida en campo y una vez determinadas las variables que se correlacionaron, se obtuvo que las variables GDD y luz acumulada se ajustaron a un modelo logístico logarítmico con errores 0,148 y 0,147 respectivamente, modelo con el cual se presentaron las curvas para estas dos variables (figura 7 y figura 12), al resultar una alta correlación y con errores bajos, tanto Grados Día Desarrollo como luz acumulada pueden ser consideradas buenas variables de predicción.

La siguiente ecuación representó el modelo al que se ajustaron las variables (GDD, días, luz acumulada), se obtuvieron tablas que reflejan la cantidad de unidades de medida necesarias y de GDD para cualquier momento del ciclo de cultivo (Tabla 15, Tabla 16).

$$c + \frac{d - c}{1 + \exp(b(\log(x) - \log(e)))}$$

Los coeficientes para las variables que se ajustaron al modelo logístico logarítmico se presentan en el Anexo A1, A2 y A3.

**Tabla 15**

*Grados Día Desarrollo necesarios para llegar al “n”% del proceso del ciclo de cultivo de cinco variedades de Rosa sp.*

| GRADOS DÍA DESARROLLO |            |           |          |              |            |
|-----------------------|------------|-----------|----------|--------------|------------|
| %Proceso              | Variedades |           |          |              |            |
|                       | Akito      | Amsterdam | Explorer | Hot Merengue | Pink Floyd |
| 10%                   | 515,47     | 565,21    | 683,78   | 369,7        | 541,45     |
| 20%                   | 556,61     | 619,30    | 737,03   | 410,65       | 589,61     |
| 30%                   | 585,76     | 658,09    | 774,70   | 440,89       | 623,97     |
| 40%                   | 610,78     | 691,70    | 807,01   | 467,34       | 653,63     |
| 50%                   | 634,69     | 724,04    | 837,84   | 493,00       | 682,08     |
| 60%                   | 659,53     | 757,90    | 869,86   | 520,07       | 711,77     |
| 70%                   | 687,71     | 796,59    | 906,13   | 551,27       | 745,60     |
| 80%                   | 723,72     | 846,49    | 952,44   | 591,99       | 789,06     |
| 90%                   | 781,48     | 927,68    | 1026,62  | 658,65       | 859,25     |

De acuerdo a la tabla 15, se puede observar, por ejemplo, que para llegar al 70% del ciclo de cultivo, las cinco variedades de *Rosa sp.*, tiene diferente requerimiento de calor, según los resultados de la investigación Akito necesita de 687, 71 GDD, Amsterdam de 796,59 GDD, Explorer de 906,13 GDD, Hot Merengue de 551,27 GDD y Pink Floyd de 745,60 GDD, con esto se corroboran todos los resultados anteriores y se concluye que a pesar de estar bajo condiciones similares, en este caso bajo un mismo invernadero, las necesidades de GDD no son iguales para las variedades.

**Tabla 16**

*Unidades de medida requeridas para llegar al 90% del ciclo de cultivo de cinco variedades de Rosa sp.*

| VARIABLES    |          |         |  |      |
|--------------|----------|---------|--|------|
| VARIEDAD     | %PROCESO | GDD     | DLI(mol.m <sup>-2</sup> .d <sup>-1</sup> ) | DÍAS |
| Akito        | 90%      | 781,48  | 3074,9                                     | 90   |
| Amsterdam    | 90%      | 927,68  | 2878,1                                     | 85   |
| Explorer     | 90%      | 1026,62 | 3905,6                                     | 114  |
| Hot Merengue | 90%      | 658,65  | 2583,8                                     | 77   |
| Pink Floyd   | 90%      | 859,25  | 3144,5                                     | 92   |

En la tabla 16 se visualizan los requerimientos de GDD, DLI y días que necesitan las variedades para llegar al 90% del proceso, por ejemplo Hot Merengue necesitó acumular 658,65 GDD, un requerimiento de luz de  $2583,8 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$  en aproximadamente 77 días para llegar a casi el final de su ciclo.

#### 4.1.8 Difusión

Se socializaron los resultados de la investigación a los gerentes de la finca Jardines Piaveri. Cia. Ltda., de acuerdo a la información obtenida, se hizo una primera validación de resultados para estimar las fechas de mayor producción en la época de San Valentín 2018 en las variedades analizadas para el invernadero de estudio Anexo B1, Anexo D2.

#### 4.2 Discusión

La presente investigación tuvo como propósito determinar la cantidad de Grados Día Desarrollo que necesitan acumular cinco variedades de *Rosa sp.*, en seis estados fenológicos desde el pinch hasta la cosecha, se pretendió establecer diferencias de requerimiento de calor es decir acumulación de Grados Día Desarrollo entre variedades. Además con la información obtenida se pudo determinar que tanto los Grados Día Desarrollo como la luz acumulada pueden ser consideradas variables predictivas.

Los Grados Día Desarrollo acumulados para las cinco variedades fueron distintos en cada una de ellas, esto se debe a que el número de días hasta la cosecha difiere por la variedad y por la temperatura sobre todo por este último factor que como mencionan (Perez, Cure, & Monroy, 2001) al igual que (Vila, 2009), la variabilidad de temperatura determina el tiempo de la floración, las temperaturas varían dentro del invernadero a lo largo y ancho y generalmente en los puntos centrales del invernadero se concentra más el calor. La variedad Amsterdam refleja lo mencionado, puesto que acumuló 1067.78 GDD, siendo una de las variedades con mayor

cantidad de calor adquirido, esto por ende puede ser el resultado de su ubicación puesto que estuvo en la parte central del invernadero.

El total de Grados Día Desarrollo acumulados para las variedades Akito, Amsterdam, Explorer, Hot Merengue y Pink Floyd en el sitio de investigación fueron 896,437GDD, 1067,787GDD, 1126,037GDD, 733,567GDD y 950,937GDD, estos resultados concuerdan con los mencionados por (Villaseca, Novoa, & Muñoz, 1986), quienes indican que la región o sitio de desarrollo del cultivo de rosas determina el comportamiento de las variedades, incluso dentro de una misma finca el comportamiento de una variedad puede ser diferente entre naves dentro del invernadero.

Si comparamos los resultados del presente estudio con los obtenidos en una investigación similar de Grados Día Desarrollo en rosas de (Cañizares & Leiva, 2014), en las variedades Freedom, Mondial y O'hara, se corrobora lo mencionado en el párrafo anterior, que cada variedad tiene un comportamiento diferente a pesar de pertenecer al mismo género y especie.

Como factores dentro de cada variedad se analizaron seis estados fenológicos: brotación, botón arroz, botón arveja, botón garbanzo, mostrando color y cosecha, durante todo el ciclo que como mencionan (Villaseca, Novoa, & Muñoz, 1986), relacionar las temperaturas con la fenología es de suma importancia para conocer el comportamiento de una variedad; tal como se muestra en los resultados, el comportamiento de cada estado fenológico difirió para cada variedad.

Del análisis estadístico de los resultados, los coeficientes de variación obtenidos estuvieron entre 0,16 - 13,8 si lo comparamos con el estudio de (Cañizares & Leiva, 2014), podemos determinar que los coeficientes son aún más aceptables que 4,8 – 16,2 obtenidos en su estudio, a lo cual ellos mencionan que son valores que resultan aceptables para este tipo de investigaciones bajo ambientes semicontrolados.

Según (Torres & López, s.f), si el promedio de Luz Diaria Integrada o DLI para el cultivo de rosas esta sobre los 24 moles por día se lo considera de alta calidad, así mismo catálogos de espectrómetros sugieren que un DLI de 30 a 60 mol.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>, provoca en la planta una respuesta de crecimiento de excelente calidad, en el presente estudio el DLI osciló entre 32 a 34 mol.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>, esto quiere decir que las condiciones fotométricas de la finca de estudio son favorables para el desarrollo de variedades de *Rosa sp.*

En cuanto a la humedad relativa, en el periodo de estudio osciló entre 75% a 82%, según menciona (Yong, 2004), mantener altas humedades relativas (70% a 80%) favorecen el crecimiento, calidad, superficie foliar, etc., del cultivo de rosas.

En su estudio sobre brasinoesteroides en Freedom (Soria, 2011) obtuvo valores de IP de 12.08, 18.17, 13.71, 19.11. 17.46, en la presente investigación de GDD los valores de IP fueron 15.47, 13.49, 20.96, 13.23 y 14.12 dependiendo de la variedad; se puede concluir entonces que en ambos estudios los valores fueron algo parecidos y que las edades cronológicas en los estados de desarrollo son similares en el cultivo de rosa, sin embargo el índice plastocrónico es un parámetro que aún requiere de investigación a profundidad, para darle un mejor uso a este tipo de información.

Generalmente para que el cultivo sea exportable, el cliente exige características de calidad excelentes, como buen grosor y longitud de tallo y botón entre otros, los tallos exportables van a partir de los 40 cm de largo y como menciona (Soria, 2011), mayores longitudes generan mejor rentabilidad, en la presente investigación las cinco variedades fueron de buena calidad para exportación, si se menciona dos de las cinco variedades, Amsterdam fue de tallo cortos pero entra en el grupo de tallos de exportación de 40cm a 50cm, mientras que Explorer obtuvo las mejores longitudes de tallo perteneciendo al grupo de 70cm a 80cm, siendo esto favorable debido a que es una variedad roja que está teniendo auge en el mercado internacional. (Tipán,

2015), coincide en que Explorer es una variedad de tallos largos, en su estudio obtuvo un promedio de 74,52cm para esta variedad.

(Perez, Cure, & Monroy, 2001), mencionan que las labores de cultivo en la etapa de pinch a brotación influyen mucho en el desarrollo de la producción y calidad de flor, en el estudio se obtuvo una cantidad considerable de ciegos, el manejo del cultivo tal vez pudo influir en este resultado, a pesar de que los parámetros de calidad medidos fueron buenos, el mejorar las labores de cultivo pueden incrementar los valores obtenidos.

En el estudio se obtuvieron curvas de crecimiento de tipo sigmoideal en razón que los datos se ajustaron a un modelo logarítmico, como mencionan (Barrera, Suárez, & Melgarejo, s.f), el patrón de crecimiento de un organismo se describe mejor por medio de este tipo de curvas ya que se observan tres fases: de retardación, logarítmica y de envejecimiento. De acuerdo a Radford (1967), citado por (Barrera, Suárez, & Melgarejo, s.f), en esta investigación se realizó un análisis funcional porque involucró toma de datos en intervalos de tiempos frecuentes en un cierto número de plantas.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se determinó que la acumulación promedio de Grados Día Desarrollo desde el pinch hasta la cosecha presentaron diferencias significativas para las cinco variedades de *Rosa sp.*, Explorer acumuló 1126,03 GDD en 127 días, Pink Floyd acumuló 950,93 GDD en 104 días, Akito acumuló 896,43 GDD en 102 días, Amsterdam acumuló 1067, 78 GDD en 95 días y Hot Merengue acumuló 733, 56 GDD en 84 días.
- La variedad que acumuló mayor cantidad de Grados Día Desarrollo para llegar a su floración fue Explorer, a su vez esta variedad tuvo mayor duración en días del ciclo de cultivo, mientras que la variedad que menos cantidad de Grados Día Desarrollo requirió para llegar a su floración fue Hot Merengue, siendo la de ciclo en días, más corto.
- El promedio de luz acumulada por día osciló entre 32 y 34 mol. m<sup>-2</sup>. d<sup>-1</sup>, considerado de alta calidad para el cultivo de rosa.
- La variedad que recibió mayor cantidad de luz acumulada fue Explorer con 4416,11 mol. m<sup>-2</sup>. d<sup>-1</sup>, mientras que Hot Merengue fue la variedad que recibió una menor cantidad de luz, 2867,63 mol. m<sup>-2</sup>. d<sup>-1</sup>
- Los porcentajes de humedad relativa estuvieron entre 75% y 82% durante todo el ciclo de cultivo
- Los parámetros de crecimiento, Grados Día Desarrollo y luz acumulada se ajustaron a un modelo logarítmico  $f(x) = c + \frac{d-c}{1+\exp(b(\log x - \log e))}$ , que a través de curvas sigmoidales describen el crecimiento de la planta de rosa.
- Existió una alta correlación entre los variables GDD y luz acumulada (r=0,97).

- En base a la información de acumulación de Grados Día Desarrollo se puede predecir fechas de cosecha del cultivo de *Rosa sp.*, de igual forma con la misma información es posible realizar modelos matemáticos de predicción.
- Mediante una presentación se dio a conocer los resultados obtenidos en esta investigación a los gerentes de Jardines Piaveri Cia. Ltda., los resultados tuvieron su primera aplicación de predicción para fechas de San Valentín de 2018.

## **5.2 Recomendaciones**

- Se recomienda replicar el estudio en más ciclos de cultivo, con la finalidad de tener una base de datos amplia, que permitan elaborar modelos matemáticos de proyección de cosecha.
- Se recomienda aplicar la metodología utilizada en la presente investigación, para determinar los Grados Día Desarrollo de todas las variedades existentes en la finca de estudio.
- Desarrollar herramientas que permitan un control de clima tanto en épocas de frío como en épocas de calor.

### 5.3 Bibliografía

- Almaguer, P., Rodríguez, H., Barrientos, L., Mora, S., & Vidales, J. (2014). Relationship between degree-days and the production of *Opuntia ficus-indica* for human consumption in Marin, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(6), 1055-1065. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5n6/v5n6a12.pdf>
- Alvarado, L., & Bernal, L. (2006). *Producción y comercialización de rosas bajo invernadero*. Trabajo de grado, Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://cdjvb.ucuenca.edu.ec/ebooks/TAD751.pdf>
- Angel, J., Wildhalm, M., Todey, D., Massey, R., & Biehl, L. (2016). The U2U Corn Growing Degree Day tool: Tracking corn growth across the US Corn Belt. *Climate Risk Management*, 15, 73-81. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212096316300791>
- Barrera, J., Suárez, D., & Melgarejo, L. (s.f). *Análisis de crecimiento en plantas*. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de [http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/5/04\\_Cap02.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/5/04_Cap02.pdf)
- Cañizares, M., & Leiva, D. (2014). *Determinación y aplicación del método de grados día desarrollo (GDD) en ocho estados fenológicos de tres variedades de Rosa sp. en tres localidades*. Trabajo de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí.
- CFN. (2017). *Ficha Sectorial: Cultivo de Flores*. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/10/FS-Cultivo-de-Flores-octubre-2017.pdf>
- Espinosa, F. E. (2015). *Evaluación de cuatro labores de cultivo agronómicas, para la inducción temprana de brotación de yemas en producción, en dos variedades de rosa*. Trabajo de grado, Universidad Politecnica Salesiana, Quito. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9831/1/YT00242.pdf>

- EXPOFLORES. (2016). *Boletín Diciembre 2016*. Obtenido de <https://sway.com/EhanpzZx7DNNAPvk>
- Fainstein, R. (1997). *Manual para el cultivo de rosas en latinoamérica*. Ecuador: Ecuaooffset Cia. Ltda.
- Fournier, L. (1964). Desarrollo del vástago en *Coffea arabica* L. cv. Bourbon choussy. *Revista Biol. Trop*, 12(2), 257-273. Obtenido de <http://www.ots.ac.cr/rbt/attachments/volumes/vol12-2/11-Fournier-Coffea2.pdf>
- Francisco, M. R. (2010). *Producción de rosas (Rosa spp.) y su importancia económica*. Trabajo de grado, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2429/MAR%C3%8DA%20RITA%20FRANCISCO%20TELLEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- GAD JoseGuango Bajo. (2011). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia de JoseGuango Bajo*. Obtenido de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0560016700001\\_PDOT%20JOSEGUANGO%20BAJO%203\\_30-10-2015\\_23-21-58.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0560016700001_PDOT%20JOSEGUANGO%20BAJO%203_30-10-2015_23-21-58.pdf)
- Holen, C., & Dexter, A. (1996). A growing degree day equation for early sugarbeet leaf stages. *Sugarbeet Research and Extension Reports*, 27, 152-157. Obtenido de <http://www.sbreb.org/research/prod/prod96/96p152.htm>
- Hoog, J. (2001). *Handbook for modern greenhouse rose cultivation*. Naaldwijk, Holanda. Obtenido de Recuperado de <http://edepot.wur.nl/408821>
- INEC. (2016). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2015*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec//estadisticas-agropecuarias-2/>
- Mancera, L. H. (2011). *Análisis del desarrollo de miniclavel y de su productividad con base en el método de grados día y el descabece en diferentes estados fenológicos*. Universidad

- de la Sabana. Obtenido de [http://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/3488/Luz%20Helena%20Mancera%20M%C3%A9ndez\\_152802.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/3488/Luz%20Helena%20Mancera%20M%C3%A9ndez_152802.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador*. Obtenido de <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>
- Pérez, I., Cure, J., & Monroy, N. (2001). Estudio de la variabilidad en el clima y la producción de rosa en la sabana de Bogotá. *Revista de Ingeniería, 14*. Obtenido de <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/issue/view/26>
- Perez, I., Cure, J., & Monroy, N. (2001). *Modelo de predicción y manejo de cultivo de rosas*. Universidad de los Andes. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/267849996>
- Piaveri, J. (2017). Características de las variedades de rosa. (J. Taco, Entrevistador)
- PRO ECUADOR. (2013). *Análisis sectorial de flores*. Obtenido de [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/07/PROEC\\_AS2013\\_FLORES.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/07/PROEC_AS2013_FLORES.pdf)
- PRO ECUADOR. (2017). *Estadísticas de evoluciones de exportaciones por sector*. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/exportadores/publicaciones/estadisticas-por-sector/>
- PRO ECUADOR. (2017). *Flores*. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/flores/>
- PRO ECUADOR. (2017). *Flores - Información del sector*. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/exportadores/sectores/flores>

- Rimache, M. (2011). *Floricultura cultivo y comercialización*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Rodríguez, M. (2013). *Aprendamos el concepto, uso y cálculo de los grados día*. Obtenido de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/uso-concepto-grados-dia-degree-days/>
- Rodríguez, W., & Flórez, V. (2006). Comportamiento fenológico de tres variedades de rosas rojas en función de la acumulación de temperatura. *Agronomía Colombiana*, 24(2), 247,257. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-99652006000200006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652006000200006)
- SEPOR. (s.f). *Importancia del uso de registro agroclimáticos, grados día*. Obtenido de [http://www.sepor.cl/informacion\\_cartillas/S203\\_Cartilla\\_Registros\\_agroclimaticos\\_grad\\_dia.pdf](http://www.sepor.cl/informacion_cartillas/S203_Cartilla_Registros_agroclimaticos_grad_dia.pdf)
- Solana, E. (2001). About the use of quantitative methods for the study of the dynamics of seagrasses: A critical review. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 36(2). Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-19572001000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572001000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Soria, N. G. (2011). *Evaluación de brasinoesteroides en el cultivo del rosal (Rosa spp.) var. Freedom en el cantón Patate Provincia de Tungurahua*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Stafne, E. (2011). *Degree Days and Insects Management*. Universidad Estatal de Misisipi. Obtenido de <http://articles.extension.org/pages/32286/grados-da-y-el-manejo-de-insectos-degree-days-and-insect-management>

- Tipán, J. M. (2015). *Estudio fenológico y productivo de diez variedades de rosa (Rosa sp.) en dos ciclos de producción en Cayambe*. Trabajo de grado, Universidad Central del Ecuador.
- Torres, A., & López, R. (s.f). *Producción comercial de cultivos bajo invernadero y viveros: Medición de luz diaria integrada en invernaderos*. Obtenido de <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ho/ho-238-sw.pdf>
- Universidad de California. (1990). *How to Manage Pests: Degree Days*. Obtenido de <http://ipm.ucanr.edu/WEATHER/ddconcepts.html>
- Vila, J. (2009). *Modelo de proyección de la producción de rosas basados en curvas de crecimiento de las plantas*. Tesis de grado, Universidad de la Salle, Bogotá. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5165/T12.09%20V71m.pdf?sequence=1>
- Villaseca, S., Novoa, R., & Muñoz, I. (1986). Fenología y suma de temperatura en 24 variedades de vid. *Agricultura técnica de Chile*, 46(1), 63-67.
- Yong, A. (2004). El cultivo del rosal y su propagación. *Cultivos Tropicales*, 25(2), 53-67. Obtenido de Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193217832008.pdf>