



**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**

**DETERMINACIÓN DE GRADOS DÍA DESARROLLO POR
ESTADO FENOLÓGICO PARA TRES VARIEDADES DE ROSAS
EN LA FINCA BELLARO S.A., PEDRO MONCAYO-ECUADOR**

AUTOR: MACAS DAZA, NADYA CAROLINA

DIRECTOR: URBANO SALAZAR, RUTH ELIZABETH, Ph. D.

SANGOLQUÍ

2019

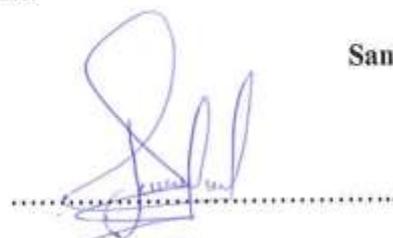


DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, *“DETERMINACIÓN DE GRADOS DÍA DESARROLLO POR ESTADO FENOLÓGICO PARA TRES VARIEDADES DE ROSAS EN LA FINCA BELLARO S.A., PEDRO MONCAYO ECUADOR”* fue realizado por la señorita *Macas Daza, Nadya Carolina* el mismo que 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 Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 10 de julio del 2019.



.....

Dra. Elizabeth Urbano Salazar

CC: 170978793-9



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

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Macas Daza, Nadya Carolina* declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: *Determinación de grados día desarrollo por estado fenológico para tres variedades de rosas en la finca Bellaro S.A., Pedro Moncayo Ecuador* es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 10 de julio del 2019.

Nadya Carolina Macas Daza

CC: 1723135818



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

AUTORIZACIÓN

Yo, Macas Daza, Nadya Carolina autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: Determinación de grados día desarrollo por estado fenológico para tres variedades de rosas en la finca Bellaro S.A., Pedro Moncayo Ecuador en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 10 de julio del 2019.

Nadya Carolina Macas Daza

CC: 1723135818

DEDICATORIA

A la memoria de mi madre, Cecilia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida y sabiduría que me ha dado en todo momento.

A mi familia, especialmente a mis primas Valeria López y Silvia Narváez por brindarme su apoyo y paciencia durante toda mi vida.

A mi querida tía Gladys Díaz por cuidarme siempre y preocuparse de mí.

Al Arq. Gonzalo Luzuriaga por abrirme las puertas de su empresa y permitirme realizar este trabajo de titulación y permitirme mi crecimiento estudiantil y profesional

A la Dra. Elizabeth Urbano quien estuvo pendiente de los avances de esta investigación y me prestó su apoyo incondicional en todo momento.

Al Ing. César Guzmán y a su equipo de técnicos de la finca, quienes me prestaron tiempo, conocimientos y fue una guía para este proyecto.

A mi amigo Carlos Quiloango por brindarme su apoyo y paciencia incondicional

A la Dra. Gabriela Chicaiza por ayudarme en el proceso de datos de mi tesis.

A todos mis amigos de la universidad con quienes compartí momentos únicos.

ÍNDICE DE CONTENIDO**CARÁTULA****CERTIFICACIÓN** ¡Error! Marcador no definido.**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD** ¡Error! Marcador no definido.**AUTORIZACIÓN** ¡Error! Marcador no definido.**DEDICATORIA** **iv****AGRADECIMIENTOS** **v****ÍNDICE DE CONTENIDO** **vi****ÍNDICE DE TABLAS** **viii****ÍNDICE DE FIGURAS** **ix****RESUMEN** **xi****ABSTRACT** **xii****CAPÍTULO I****INTRODUCCIÓN**

1.1 Planteamiento y justificación del problema 1

1.2 Objetivos 2

1.2.1 Objetivo general 2

1.2.2 Objetivos específicos 2

1.3 Hipótesis 2

CAPÍTULO II**MARCO REFERENCIAL**

2.1 Condiciones de temperatura para las rosas 3

2.2 Condiciones de humedad relativa para las rosas 4

2.3 Estados fenológicos de las rosas 4

2.4 Grados día desarrollo (GDD) 6

2.4.1 Método residual 7

2.4.2 Método de seno simple 8

2.5 Modelos fenológicos 11

CAPÍTULO III**METODOLOGÍA**

3.1 Área de estudio 12

3.1.1 Ubicación política 12

3.1.2 Ubicación geográfica 12

3.1.3 Ubicación geográfica 12

3.2 Materiales 13

| | | |
|-------|-------------------------------|----|
| 3.3 | Cálculo de grados día..... | 13 |
| 3.3.1 | Método residual | 13 |
| 3.3.2 | Método del Seno simple | 13 |
| 3.4 | Especificidad del ensayo..... | 14 |
| 3.5 | Diseño experimental | 15 |
| 3.6 | Análisis de datos | 16 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Análisis exploratorio de datos..... | 17 |
| 4.1.1 | Variedad Freedom..... | 17 |
| 4.1.2 | Variedad Pink Floyd | 20 |
| 4.1.3 | Variedad Vendela | 23 |
| 4.2 | Relación crecimiento y métodos de cálculo | 26 |
| 4.3 | Relación longitud de tallo y estado fenológico..... | 31 |
| 4.4 | Relación estados fenológicos y acumulación de grados día desarrollo | 35 |
| 4.5 | Tablas de resumen | 40 |
| 4.6 | Difusión de los resultados..... | 46 |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|-----|-----------------------|----|
| 5.1 | Conclusiones..... | 47 |
| 5.2 | Recomendaciones | 49 |
| 5.3 | Bibliografía | 50 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabla 1 | <i>Estados fenológicos de la rosa</i> | 15 |
| Tabla 2 | <i>Métodos de cálculo de GDD</i> | 15 |
| Tabla 3 | <i>Varietades de rosa empleadas</i> | 15 |
| Tabla 4 | <i>Tratamientos aplicados en el experimento</i> | 15 |
| Tabla 5 | <i>Medias para métodos de cálculo de grados día variedad Freedom</i> | 17 |
| Tabla 6 | <i>Medias de temperatura en dos ciclos variedad Freedom</i> | 18 |
| Tabla 7 | <i>Medias de crecimiento variedad Freedom</i> | 19 |
| Tabla 8 | <i>Medias para método de cálculo de grados día variedad Pink Floyd</i> | 20 |
| Tabla 9 | <i>Medias de temperatura en dos ciclos variedad Pink Floyd</i> | 21 |
| Tabla 10 | <i>Medias de crecimiento variedad Pink Floyd</i> | 22 |
| Tabla 11 | <i>Medias para métodos de cálculo de grados día variedad Vendela</i> | 23 |
| Tabla 12 | <i>Medias de temperatura en dos ciclos variedad Vendela</i> | 24 |
| Tabla 13 | <i>Promedio de grados día desarrollo bajo dos métodos de cálculo de tres variedades</i> | 30 |
| Tabla 14 | <i>Acumulación de grados día desarrollo variedad freedom en el período marzo-junio</i> | 35 |
| Tabla 15 | <i>Acumulación de grados día desarrollo variedad Pink Floyd en el período marzo-junio</i> | 35 |
| Tabla 16 | <i>Acumulación de grados día desarrollo variedad Vendela en el período marzo-junio</i> | 36 |
| Tabla 17 | <i>Acumulación de grados día desarrollo variedad Freedom en el período octubre-enero</i> | 36 |
| Tabla 18 | <i>Acumulación de grados día desarrollo variedad Pink Floyd en el período octubre-enero</i> | 37 |
| Tabla 19 | <i>Acumulación de grados día desarrollo variedad Vendela en el período octubre-enero</i> | 38 |
| Tabla 20 | <i>Acumulación de grados día desarrollo por estado fenológico de la variedad Freedom en dos periodos</i> | 39 |
| Tabla 21 | <i>Acumulación de grados día desarrollo por estado fenológico de la variedad Pink Floyd en dos periodos</i> | 39 |
| Tabla 22 | <i>Acumulación de grados día desarrollo por estado fenológico de la variedad Vendela en dos periodos</i> | 39 |
| Tabla 23 | <i>Días a la cosecha de tres variedades en los dos ciclos</i> | 45 |
| Tabla 24 | <i>Acumulación de Grados Día Desarrollo a la cosecha por variedad</i> | 46 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1 | Estados fenológicos de la rosa..... | 5 |
| Figura 2 | Características varietales | 6 |
| Figura 3 | Método del seno simple temperaturas máximas y mínimas sobre los límites..... | 8 |
| Figura4 | Método del seno simple temperaturas máximas y mínimas debajo de los límites de la especie..... | 9 |
| Figura 5 | Método del seno simple temperaturas máximas y mínimas entre los límites..... | 9 |
| Figura 6 | Método del seno simple, límites de temperatura interceptan la temperatura máxima y mínima | 10 |
| Figura 7 | Temperatura mínima intercepta por debajo del límite inferior..... | 10 |
| Figura 8 | Temperatura máxima intercepta por arriba del límite superior | 11 |
| Figura 9 | Ubicación política de la finca BellaRosa..... | 12 |
| Figura 10 | Pantalla del programa DDU- Software de la Universidad de California..... | 14 |
| Figura 11 | Media para métodos de cálculo de grados día variedad Freedom | 18 |
| Figura 12 | Medias de temperatura en dos ciclos variedad Freedom | 19 |
| Figura 13 | Medias de crecimiento variedad Freedom | 20 |
| Figura 14 | Medias para métodos de cálculo de grados día | 21 |
| Figura 15 | Medias de temperatura en dos ciclos variedad Pink Floyd..... | 22 |
| Figura 16 | Medias de crecimiento variedad Pink Floyd | 23 |
| Figura 17 | Medias para cálculo de grados día variedad Vendela..... | 24 |
| Figura 18 | Medias de temperatura en dos ciclos variedad Vendela..... | 25 |
| Figura 19 | Medias de crecimiento variedad Vendela..... | 25 |
| Figura 20 | Crecimiento en función de las variedades y los periodos..... | 26 |
| Figura 21 | Método residual en función de las variedades y los periodos | 27 |
| Figura 22 | Crecimiento del tallo de las tres variedades en estudio mediante el método residual para el cálculo de grados día..... | 28 |
| Figura 23 | Crecimiento del tallo de tres variedades en dos ciclos | 29 |
| Figura 24 | Prueba de Tukey para comparación entre ciclos | 31 |
| Figura 25 | Prueba de Tukey para comparación entre variedades..... | 31 |
| Figura26 | Relación longitud de tallo y estados fenológicos de la variedad Freedom ciclo Marzo-Julio..... | 32 |
| Figura27 | Relación longitud de tallo y estados fenológicos de la variedad Freedom ciclo Octubre-Enero..... | 32 |
| Figura28 | Relación longitud de tallo y estados fenológicos de la variedad Pink Floyd ciclo Marzo-Junio..... | 33 |
| Figura 29 | Relación longitud de tallo y estados fenológicos de la variedad Pink Floyd ciclo Octubre-Enero..... | 33 |
| Figura 30 | Relación longitud de tallo y estados fenológicos de la variedad Vendela ciclo Marzo-Junio..... | 34 |
| Figura 31 | Relación longitud de tallo y estados fenológicos de la variedad Vendela ciclo Octubre-Enero..... | 34 |
| Figura 32 | Estados fenológicos variedad Freedom | 38 |

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 33 | Estados fenológicos variedad Pink Floyd..... | 38 |
| Figura 34 | Estados fenológicos variedad Vendela | 38 |
| Figura 35 | Porcentaje de cosecha de tres variedades | 40 |
| Figura 36 | Porcentaje de cosecha de la variedad Freedom Ciclo Marzo- Junio | 41 |
| Figura 37 | Porcentaje de cosecha de variedad Freedom ciclo | 41 |
| Figura 38 | Porcentaje de cosecha de variedad Pink Floyd ciclo | 42 |
| Figura 39 | Porcentaje de cosecha de variedad Pink Floyd ciclo Octubre-Enero | 43 |
| Figura 40 | Porcentaje de cosecha de variedad Vendela ciclo | 44 |
| Figura 41 | Porcentaje de cosecha de variedad Vendela ciclo | 44 |

RESUMEN

El sector floricultor no posee herramientas para estimar con exactitud los volúmenes de rosas, los errores se dan especialmente por factores climáticos como la temperatura y humedad. El objetivo de la presente investigación fue determinar la acumulación de grados día desarrollo por estado fenológico en las variedades Freedom, Pink Floyd y Vendela, en la Finca Bellaro S.A. ubicada en el cantón Pedro Moncayo. Los estados fenológicos a evaluarse fueron: yema brotada, botón arroz, botón arveja, botón garbanzo, línea color, sépalos desprendidos y cosecha. Los grados día desarrollo fueron calculados con dos métodos: método residual y el método del seno simple utilizando el software desarrollado por la Universidad de California. Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 repeticiones, utilizando un total de 480 tallos, evaluados en dos ciclos productivos. Los resultados indican que los métodos de cálculo de grados día desarrollo no tuvieron diferencia significativa, por lo tanto, se puede utilizar cualquier método. En cuanto a los ciclos evaluados, existen diferencias significativas, por lo tanto, el período correspondiente a marzo-junio, presentó mayor acumulación de grados día desarrollo, siendo meses de mayor temperatura. La variedad Freedom fue la variedad de ciclo más corto, llegando a acumular 993,62GDD en promedio, mientras que Pink Floyd se cosechó con 1 105,15 GDD y Vendela con 1 040,65 GDD.

PALABRAS CLAVE

- **GRADOS DÍA**
- **FENOLÓGIA**
- **PREDICCIÓN DE COSECHA**

ABSTRACT

The floriculture sector doesn't have tools to accurately estimate volumes of roses, errors especially in climatic factors such as temperature and humidity. The aim of this investigation was to determine the accumulation of growing degrees day by phenological stage in the varieties Freedom, Pink Floyd and Vendela in Bella Ro S.A. farm located in Pedro Moncayo. The phenological stages that were evaluated were: sprouting, rice, vetch, chickpea, line color, detached sepals during two productive cycles. Growing degree days were calculated with two methods: residual method and the simple breast method using the software developed by the University of California. A completely randomized design with 4 replications was used, using a total of 480 stems, evaluated in two productive cycles. The results indicate that the calculation methods of growing degree day didn't differ, therefore any method can be used. Regarding the cycles evaluated, there are significant differences therefore, the period corresponding to March-June, had greater accumulation of degrees day development, being months of higher temperature. The Freedom variety was the shortest cycle, accumulating 993,625 GDD on average, while Pink Floyd was harvested with 1105, 15 GDD and Vendela with 1040,65 GDD.

KEY WORDS

- **DAY DEGREES**
- **PHENOLOGY**
- **HARVEST PREDICTION**

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento y justificación del problema

Uno de los principales problemas que presenta el sector floricultor, es la falta de herramientas que permitan predecir con exactitud los volúmenes de flores, especialmente en fechas de mayor venta y mejores precios como son: San Valentín, día de las madres, difuntos, navidad, entre otros; causando pérdidas económicas importantes para los productores de rosas.

Mancera (2011), menciona que los errores en la estimación de producción se deben especialmente a factores como temperatura y humedad, que afectan al ciclo del cultivo y no se asegura la cantidad de flor necesaria para cubrir pedidos de los clientes.

Al tener condiciones ambientales versátiles, calcular la producción en días, desde el pinch hasta la cosecha, no significa una fuente confiable de datos que predigan el desarrollo y crecimiento del cultivo (Rodríguez & Flórez, 2006).

Por estas razones la planificación de producción juega un papel importante, la implementación de nuevas técnicas y métodos para la predicción de la cosecha del cultivo de rosas puede generar mayor éxito económico, confiabilidad con los clientes y disminuir errores de estimación. El método de grados día desarrollo (GDD), es utilizado para estimar con mayor exactitud el desarrollo de un organismo y por lo tanto el momento del corte. La cantidad de calor requerido para que un organismo se desarrolle durante su ciclo de vida se calcula mediante grados día desarrollo (Universidad de California, 2017).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Determinar grados días desarrollo por estado fenológico para tres variedades de rosas en la finca BELLARO S.A.

1.2.2 Objetivos específicos

- Establecer los grados días desarrollo, en tres variedades de rosas, con cuatro repeticiones la florícola bajo dos métodos de cálculo (Método residual y Software de la Universidad de California).
- Establecer la relación longitud tallo (crecimiento) y acumulación grados días en los tratamientos planteados.
- Difundir los resultados en la finca.

1.3 Hipótesis

H_0 : Los grados día desarrollo de las tres variedades no tienen relación con el crecimiento del tallo en las tres variedades de rosas.

H_1 : Los grados día desarrollo de las tres variedades si tienen relación con el crecimiento del tallo en las tres variedades de rosas.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Condiciones de temperatura para las rosas

Según Monroy, Pérez & Cure (2014), la temperatura dentro del invernadero determina el desarrollo de las plantas, es así que, cambios en el clima transforman la floración y cosecha.

El crecimiento y desarrollo de una planta depende de la temperatura ambiental a la que está expuesta. Cada especie presenta un rango mínimo, máximo y óptimo para su correcto crecimiento y desarrollo. El desarrollo vegetativo aumenta a medida que las temperaturas están en el óptimo de la especie (Hatfield & Prueger, 2015).

La mayoría de variedades de rosas presentan un rango de temperatura óptima entre 15° a 28°C para su crecimiento normal, fuera de este la planta entra en estrés y reduce su crecimiento. Es así que, al tener temperaturas superiores o inferiores a este rango, por corto tiempo, no conduce a que se produzcan daños; pero una temperatura nocturna debajo de 15°C, en un tiempo prolongado, retrasa el crecimiento de la planta, las flores desarrollan un gran número de pétalos que con el tiempo se deforman y aplanan, generando flores conocidas como “cabezas de toro” (Yong, 2004). De igual manera, temperaturas demasiado altas provocan ciegos, flores con botón pequeño, color pálido y con pocos pétalos, además que la apertura floral se acelera y permite el rápido desarrollo de nuevos brotes (PRODUCE, 2002).

La fase crítica de crecimiento del rosal es el inicio de la brotación y el crecimiento de los brotes, al salir del rango de temperatura normal se producen ciegos y brotes deformes (Yong, 2004).

2.2 Condiciones de humedad relativa para las rosas

Humedad relativa (HR) es la relación entre la presión actual de vapor de agua y la presión del vapor saturado (Martines, 2007).

Durante el periodo de brotación de yemas y crecimiento de los brotes, la humedad relativa debe estar entre 80-90%, para estimular el crecimiento. En etapas de elongación del tallo es aconsejable valores entre 70-75%. Valores de humedad relativa menores de 60% pueden ocasionar desórdenes fisiológicos, provocando botones pequeños, deformes, hojas pequeñas; por el contrario si la humedad relativa es alta, el desarrollo de enfermedades es mayor (Bañón, Cifuentes, Fernández, & González, 1993).

Los medios utilizados para controlar la humedad relativa son ventiladores o calefactores. La ventilación hace descender la temperatura y humedad relativa, al igual que la apertura de cortinas; por otro lado, el riego baja la temperatura, pero sube la humedad relativa.

2.3 Estados fenológicos de las rosas

De la Rosa (2013) menciona que, las etapas fenológicas son fases que atraviesa el rosal a largo de su ciclo productivo; por otro lado, Rodríguez y Flórez (2006) reportaron que las diferentes etapas de desarrollo comprenden desde el brote de la yema axilar siendo base estructural de la planta, hasta el tallo listo para cosechar. Las yemas de donde salen hojas que presentan entre 5 a 7 foliolos son más germinativas y se ubican en la parte media del tallo, mientras que las yemas que se ubican en la parte inferior son vegetativas (Hooh, 2001). Los estados fenológicos del rosal se describen en los siguientes acápite.

Yema brotada. Inicio del proceso de división para la formación de un nuevo brote, generalmente se presenta de color rojo.

Botón arroz. En el botón no se evidencia el crecimiento del pedúnculo, el diámetro va entre 0.5-1 cm y longitud menor a 1 cm, semejante a un arroz.

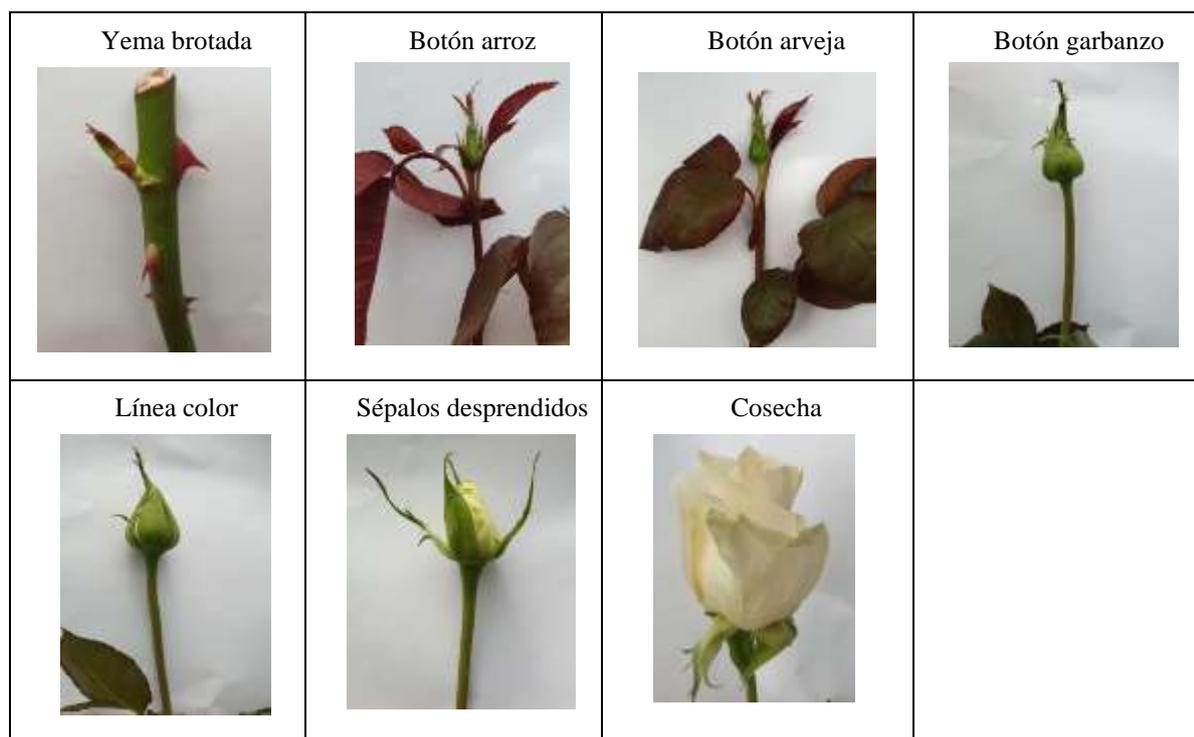


Figura 1 Estados fenológicos de la rosa

Botón arveja. El botón se encuentra claramente formado y se distingue el pedúnculo, en esta etapa existen extensiones de los sépalos que recubren todo el botón floral. El diámetro está entre cm1.1 a 1.6 cm.

Botón garbanzo. El botón se caracteriza por un color verde intenso a simple vista, el diámetro entre 0.8-1.2 cm y longitud de 0.8-1.4 cm, pedúnculo floral totalmente formado y en el tallo las hojas son de color rojizo.

Botón doble garbanzo. Es un botón antes de empezar a mostrar su color. Su diámetro está entre 2.5-3.5 cm.

Línea color. Representado por una abertura de los sépalos y se puede apreciar el color de la variedad.

Sépalos desprendidos. En esta etapa los sépalos empiezan a separarse y los pétalos a diferenciarse mostrando pequeñas líneas de color.

Cosecha. Depende de la variedad y el punto de corte, pero esta actividad se realiza en la mayoría de los casos con las dos primeras líneas de pétalos abiertas. Esta apertura es comercial mas no fisiológica (Rodríguez & Flórez, 2006).

| Variedad : Freedom | | |
|-----------------------------|-------------------|--|
| Color | Rojo |  |
| Tamaño de botón | Grande | |
| Número de pétalos | 36 | |
| Vida en florero | 20 días | |
| Longitud del tallo | 60-120 cm | |
| Productividad | 1,2 tallos/m2/mes | |
| Variedad: Pink Floyd | | |
| Color | Fucsia |  |
| Tamaño de botón | Grande | |
| Número de pétalos | 30 | |
| Vida en florero | 18 días | |
| Longitud del tallo | 50-70 cm | |
| Productividad | 0,8 tallos/m2/mes | |
| Variedad: Vendela | | |
| Color | Blanco |  |
| Tamaño de botón | Mediano | |
| Número de pétalos | 37 | |
| Vida en florero | 20 días | |
| Longitud del tallo | 40-80cm | |
| Productividad | 1,4 tallos/m2/mes | |

Figura2 Características varietales
Fuente: (Rosen Tantau, 2019)

2.4 Grados día desarrollo (GDD)

Grados día desarrollo (GDD) se define como el número de grados de temperatura por encima de un cierto umbral base, quepermite el desarrollo normal de las plantas. La temperatura base se refiere a la temperatura por debajo de la cual el desarrollo y metabolismo decrece o se detiene y varía entre especies de cultivo (Vélez, 2016). Urra y Apablaza (2005)

definen como la cantidad de calor que cada especie requiere para completar su ciclo, independientemente de la temperatura a la que la especie este expuesta. Grados día desarrollo es una forma de asignar un valor de calor a un día (Miller, Lanier, & Brandt, 2001).

Para completar el crecimiento y desarrollo en perfectas condiciones, las plantas de rosal tienen un umbral de temperatura entre 5,3 y 30°C (Arboleda, 2009).

Existen varios métodos para el cálculo de GDD, entre los más comunes se encuentran: método residual y método de seno simple.

2.4.1 Método residual

Este método se basa de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$GDC = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_{\text{base}}$$

Dónde:

T_{\max} = temperatura máxima diaria

T_{\min} = temperatura mínima diaria

T_{base} = Temperatura base, el proceso no progresa.

T_{base} varía entre especies y posiblemente entre variedades, puede variar entre estadios de desarrollo o al proceso que se considere (Universidad de California, 2017).

Según Monroy *et al.* (2014), para ajustar los datos por medio del modelo de grados-día, se toman los datos originales de temperatura durante 24 horas, se establece un rango que va entre 5,3 y 30° centígrados (los umbrales inferior y superior respectivamente). En este rango las plantas de rosa tendrán un buen funcionamiento fisiológico, y fuera de estos umbrales, las plantas no tendrán un desarrollo significativo. Se calcula el promedio para obtener la lectura diaria, que, sumada a través del tiempo, representa el acumulado de temperatura.

2.4.2 Método de seno simple

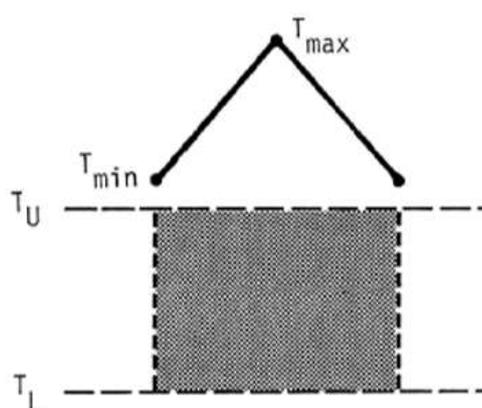
Según la Universidad de California (2016), este método trigonométrico ajusta las temperaturas máximas y mínimas a la función seno, utilizando umbrales máximos y mínimos. Estos umbrales han sido investigados en el laboratorio para ciertos organismos, en el caso de las plantas de rosa se refieren a los niveles de temperatura en los que su metabolismo no se detiene.

Este método usa las temperaturas superiores e inferiores del día para producir una curva durante el período de 24 horas y estima los grados día calculando el área por encima del umbral y debajo de la curva (Wilson & Barnett, 1983).

La Universidad de California (2017) menciona seis casos para la determinación de la fórmula.

2.4.2.1 Caso 1: Totalmente sobre ambos umbrales

Esta fórmula se aplica cuando las temperaturas máximas y mínimas están por encima de los umbrales y se aplica para un periodo de 24 horas. El cálculo de grados/día/ desarrollo representa el área sombreada.



$$^{\circ}\text{D} = T_U - T_L$$

Figura 3 Método del seno simple
temperaturas máximas y mínimas
sobre los límites

Fuente: (Universidad de California,
2017)

2.4.2.2 Caso 2: Totalmente debajo de ambos umbrales

Las temperaturas máximas y mínimas se encuentran por debajo de los dos umbrales aplicables para 24 horas. No existe área sombreada por lo tanto no existe acumulación de grados día (Universidad de California, 2017).

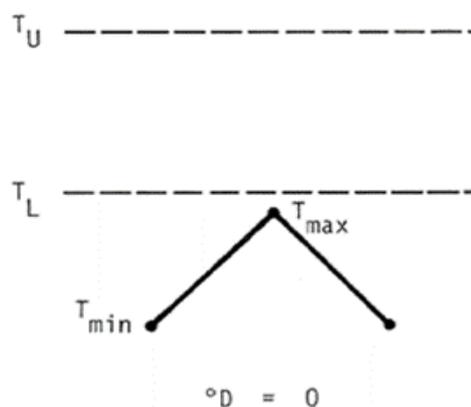


Figura 4 Método del seno simple temperaturas máximas y mínimas debajo de los límites de la especie

Fuente:(Universidad de California, 2017)

2.4.2.3 Caso 3: Enteramente entre ambos umbrales

Temperaturas máximas y mínimas se encuentran dentro de los umbrales y se aplica a un periodo de 24 horas. Los grados día representan el área sombreada.

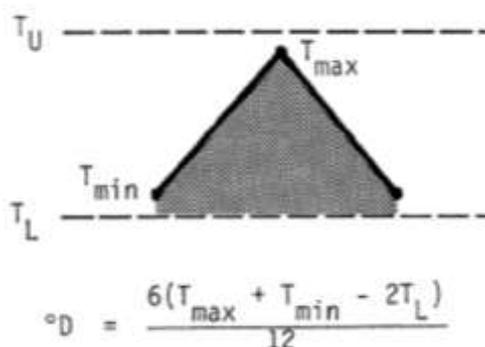


Figura 5 Método del seno simple temperaturas máximas y mínimas entre los límites

Fuente: (Universidad de California, 2017)

2.4.2.4 Caso 4: Intercepto por ambos umbrales

Temperatura mínima es menor al umbral inferior y la temperatura máxima es mayor al umbral superior

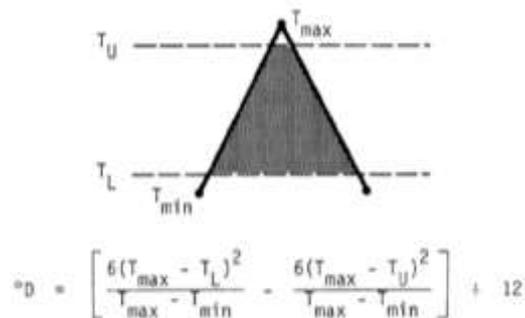


Figura 6 Método del seno simple, límites de temperatura interceptan la temperatura máxima y mínima
Fuente: (Universidad de California, 2017)

2.4.2.5 Caso 5: Intercepto por el umbral más bajo

Se aplica cuando hay temperaturas mínimas por debajo del umbral inferior y la temperatura máxima es superior al umbral inferior pero menor al superior. Se aplica a un periodo de 24 horas.

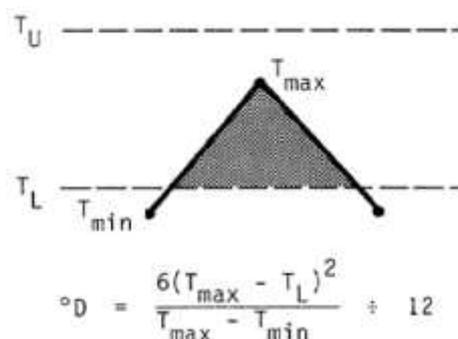


Figura 7 Temperatura mínima intercepta por debajo del límite inferior
Fuente: (Universidad de California, 2017)

2.4.2.6 Caso 6: Intercepto por el umbral superior

Se desarrolla cuando la temperatura mínima es superior al umbral inferior y la temperatura máxima es superior al umbral máximo. La acumulación de grados-días corresponde a las áreas sombreadas.

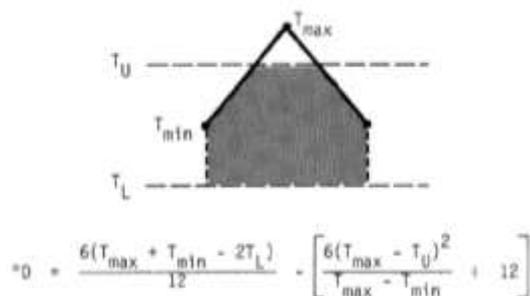


Figura 8 Temperatura máxima intercepta por arriba del límite superior
Fuente: (Universidad de California, 2017)

2.5 Modelos fenológicos

Son herramientas que permiten entender sistemas complejos y comparar diferentes eventos a lo largo del tiempo, con el fin de tener un estimado a la realidad. Según Rodríguez y Flórez (2006) existen dos tipos de modelos de predicción de crecimiento que son: empíricos y mecanísticos y para el análisis de curvas de crecimiento son estadísticos y biológicos.

En cultivos el término grados día desarrollo como unidad calórica ha mejorado la predicción de eventos fenológicos a diferencia de los días o épocas del año.

Según la Universidad de California (2017), el desarrollo de muchos organismos, que no pueden regular internamente su propia temperatura, dependen de las temperaturas a las que están expuestos. Todos los organismos incluidos plantas e invertebrados necesitan de cierta temperatura para desarrollarse de un ciclo a otro, el calor acumulado medido genera una escala biológicamente más precisa.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

3.1.1 Ubicación política

Provincia: Pichincha

Cantón: Pedro Moncayo

Parroquia: Tabacundo

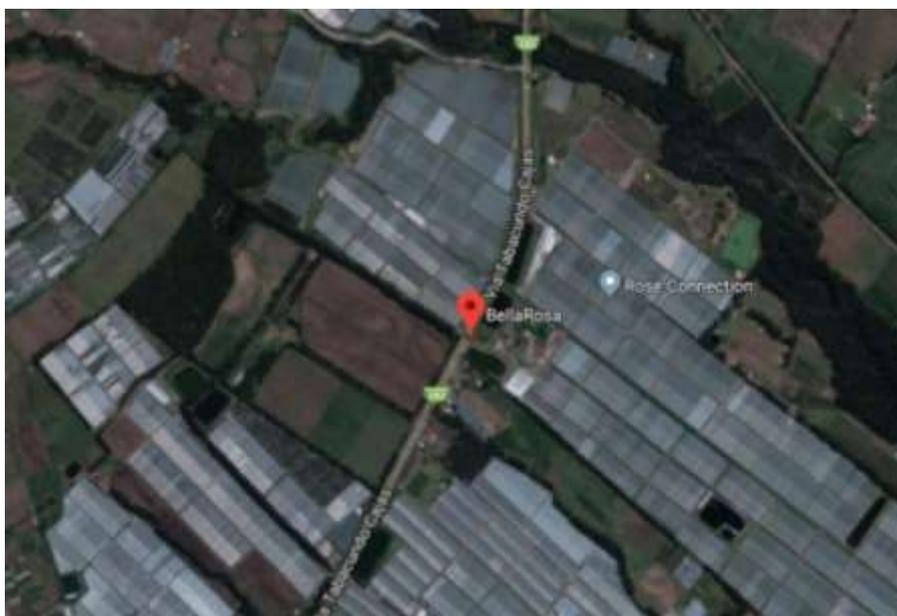


Figura 9 Ubicación política de la finca Bella Rosa

3.1.2 Ubicación geográfica

Latitud: N 00°04' 26.7''

Longitud: W 78°11' 36.8''

Altitud: 2852 m s.n.m.

3.1.3 Ubicación geográfica

Zona de vida: Bosque seco Montano Bajo

Precipitación media anual:20-300mm/mes

Temperatura media anual: 14.6°C en promedio

Humedad relativa: 76.5% en promedio

3.2 Materiales

Para la investigación se utilizó plantas de rosa de las variedades: Freedom, Vendela y Pink Floyd. Además de sensores de temperatura de marca Sensorpush, etiquetas de identificación, tijera de podar, flexómetro y libreta de campo.

3.3 Cálculo de grados día

3.3.1 Método residual

En este método se utilizó la temperatura base de 5,3. Y se empleó la formula descrita anteriormente. Por ejemplo

Temperatura máxima: 35,20

Temperatura mínima: 5,20

$GDD = (35,20 + 5,20) / 2 - 5,3$

$GDD = 14,90$

3.3.2 Método del Seno simple

Para este método se utilizó el programa desarrollado por la Universidad de California, que se encuentra en la página de la Universidad, para el funcionamiento del software se necesitó una computadora con sistema operativo Windows XP. En las opciones del programa se eligió el método del seno simple, se insertaron las temperaturas máximas y mínimas diarias, y se eligió un umbral inferior de 5,3 (Figura8).

```

DEGREE-DAYS: USING TEMPERATURES YOU ENTER
* Method is Single Sine
* Lower Threshold is 5.3 C
* Calculate and Accumulate Degree-Days
      Minimum   Maximum   Degree-Days
Day 62: 5.4      24.6      9.78
Accumulated Degree-Days:      743.49
Average Degree-Days:          11.99

SPECIFY TEMPERATURES FOR DAY 63
ENTER TEMPERATURES (Min,Max): 6.6,26.5
(2J) H - HELP      B - BACK UP      M - PREVIOUS MENU      Q - QUIT

DEGREE-DAYS: USING TEMPERATURES YOU ENTER
* Method is Single Sine
* Lower Threshold is 5.3 C
* Calculate and Accumulate Degree-Days
      Minimum   Maximum   Degree-Days
Day 63: 6.6      26.5      11.25
Accumulated Degree-Days:      754.74
Average Degree-Days:          11.98

SPECIFY TEMPERATURES FOR DAY 64
ENTER TEMPERATURES (Min,Max): 6.8,
(2J) H - HELP      B - BACK UP      M - PREVIOUS MENU      Q - QUIT

DEGREE-DAYS: USING TEMPERATURES YOU ENTER
* Method is Single Sine
* Lower Threshold is 5.3 C
* Calculate and Accumulate Degree-Days
      Minimum   Maximum   Degree-Days
Day 64: 6.8      26.8      15.78
Accumulated Degree-Days:      770.44
Average Degree-Days:          12.04

```

Figura 10 Pantalla del programa DDU- Software de la Universidad de California

3.4 Especificidad del ensayo

La presente investigación se llevó a cabo en dos cosechas, las camas fueron manejadas de la misma manera según protocolos de la finca tanto en manejo fitosanitario y fertilización.

Para el pinch se seleccionaron tallos con diámetro mayor a un lápiz y se realizó una poda subiendo, estos tallos se identificaron con cinta plástica con su respectivo número.

Se registró diariamente la temperatura máxima y mínima de cada zona. Los GDD se determinaron con los datos de temperatura obtenidos con Sensorpush® de acuerdo a los métodos: residual y de la Universidad de Florida.

Desde el pinch se realizaron observaciones semanales identificando los días que transcurren desde un estado a otro definido como cambio de estado fenológico de acuerdo a la tabla 1.

La altura de tallo se midió con un pie de rey al inicio de la brotación, posteriormente se usó un flexómetro para medir tallos largos.

Tabla 1
Estados fenológicos de la rosa

| Etapa | Codificación |
|----------------------|---------------------|
| Yema brotada | Yb |
| Botón arroz | A |
| Botón arveja | Av |
| Botón garbanzo | G |
| Línea color | Lc |
| Sépalos desprendidos | Sd |
| Cosecha | Fecha del evento |

3.5 Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. En las tablas 2, 3 y 4 se detallan los factores empleados.

Tabla 2
Métodos de cálculo de GDD

| Símbolo | Descripción |
|----------------|--|
| M1 | Método residual |
| M2 | Software de la Universidad de California |

Tabla 3
Variedades de rosa empleadas

| Símbolo | Descripción |
|----------------|--------------------|
| V1 | Freedom |
| V2 | Vendela |
| V3 | Pink Floyd |

De la combinación de los factores, se obtuvieron un total de 6 tratamientos a evaluar mostrados en la tabla 4.

Tabla 4
Tratamientos aplicados en el experimento

| Símbolo | Descripción |
|----------------|--------------------------------------|
| M1V1 | Método residual+ variedad Freedom |
| M1V2 | Método residual+ variedad Pink Floyd |
| M1V3 | Método residual+ variedad Vendela |
| M2V1 | Software+ variedad Freedom |
| M2V2 | Software + variedad Pink Floyd |
| M2V3 | Software+ variedad Vendela |

La unidad experimental estuvo conformada por una cama de aproximadamente 30 x 0.70 m con un estimado de 400 plantas en producción abierta. Se utilizaron un total de 72 unidades experimentales. La unidad muestral correspondió a 20 tallos por cama escogidos aleatoriamente.

3.6 Análisis de datos

Para realizar el análisis de datos exploratorios se utilizó el software libre “R”, (Anexo. 1), adicionalmente se utilizó las herramientas proporcionadas por Excel 2010, en donde se obtuvo los resultados de la diferencia entre los dos métodos de cálculo grados día desarrollo (GDD). Se analizó la relación de longitud tallo y acumulación de grados día desarrollo. Se estudió los grados día desarrollo a la cosecha y se obtuvieron los resultados presentados en esta investigación con la finalidad de realizar la difusión de los resultados, los mismos que serán presentados en el capítulo V.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis exploratorio de datos

Para el análisis de los resultados se realizó un análisis exploratorio que permita establecer el comportamiento de los datos. El análisis exploratorio de datos contempla la descripción de las variables método residual acumulado, método del seno simple, días a la cosecha y el crecimiento de la planta

El diseño del experimento fue completamente al azar con cuatro repeticiones, en el cual se estudió los grados día desarrollo de 3 variedades de rosas de exportación: Freedom, Pink Floyd y Vendela en dos ciclos productivos, de marzo-junio y octubre-enero.

A continuación, se muestran las estadísticas descriptivas de cada una de las variedades para los dos ciclos analizados.

4.1.1 Variedad Freedom

Para la variedad Freedom se obtuvo que las medias de los datos obtenidos y considerando que las mismas son un promedio de un conjunto de datos se encuentra al sumar todos los números en el conjunto de datos y luego al dividir entre el número de valores en el conjunto.

Tabla 5

Medias para métodos de cálculo de grados día variedad Freedom

| | M. residual | M. seno simple |
|---------------|--------------------|-----------------------|
| En dos épocas | 629,90 | 630,00 |
| marzo-junio | 687,60 | 687,80 |
| octubre-enero | 629,90 | 630,00 |

Los valores de medias de grados días de desarrollo con los dos métodos son similares, en el cuadro se observa los valores de las dos épocas y por separado, encontrándose que las medias son menores en la época de octubre enero.

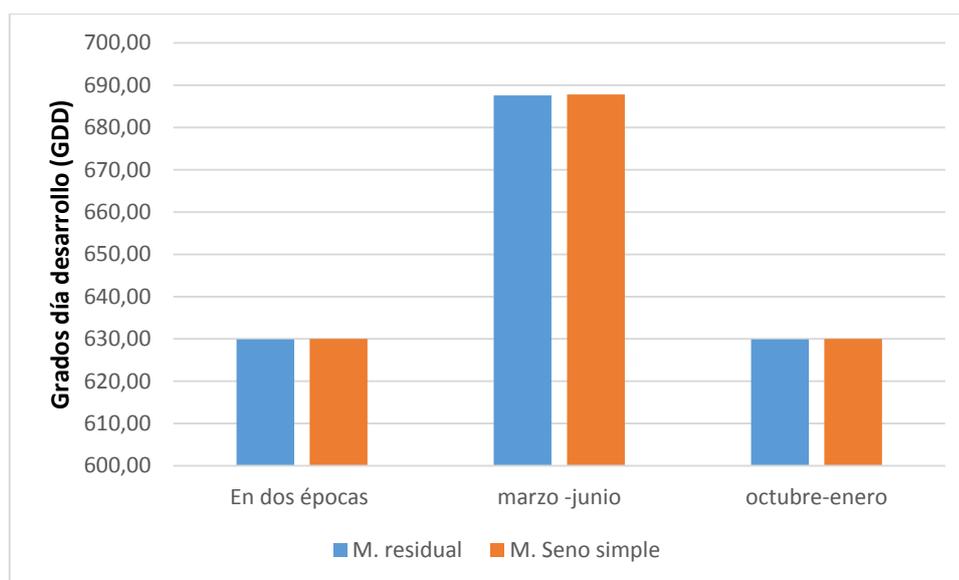


Figura 11 Media para métodos de cálculo de grados día variedad Freedom

En cuanto a las medias de temperaturas máximas y mínimas se observan valores más altos de temperaturas máximas en la época marzo junio respecto de octubre enero, sin embargo, las temperaturas mínimas tienen un comportamiento similar.

Tabla 6
Medias de temperatura en dos ciclos variedad Freedom

| | T° máxima | T° mínima |
|---------------|-----------|-----------|
| En dos épocas | 16,60 | 3,30 |
| marzo-junio | 21,10 | 3,80 |
| octubre-enero | 16,60 | 3,40 |

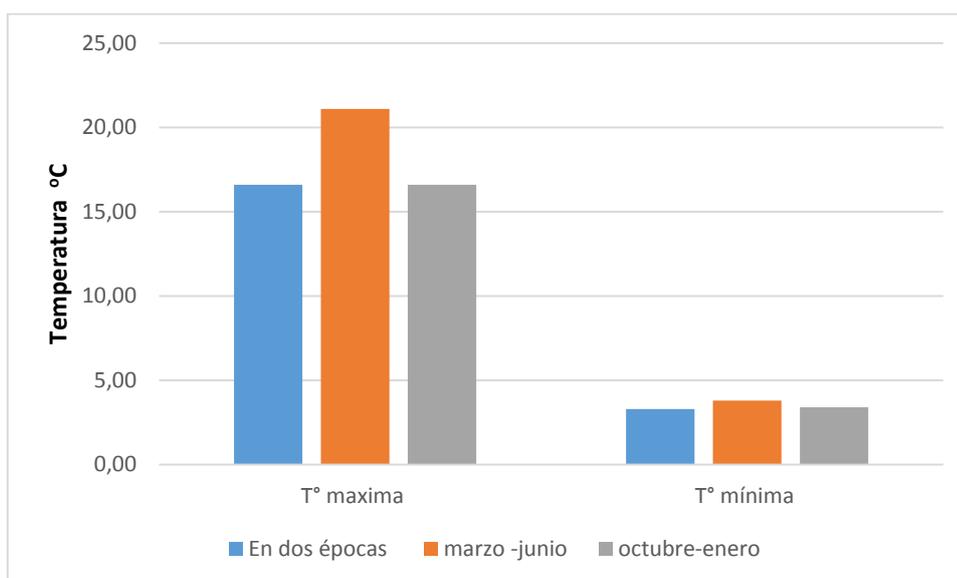


Figura 12 Medias de temperatura en dos ciclos variedad Freedom

Respecto de las medias de crecimiento en las dos épocas están en el rango de 57 centímetros, teniendo un valor medio menor en la época de octubre-enero (Tabla 7).

Tabla 7
Medias de crecimiento variedad Freedom

| | Crecimiento |
|---------------|--------------------|
| En dos épocas | 57,80 |
| marzo-junio | 57,50 |
| octubre-enero | 57,20 |

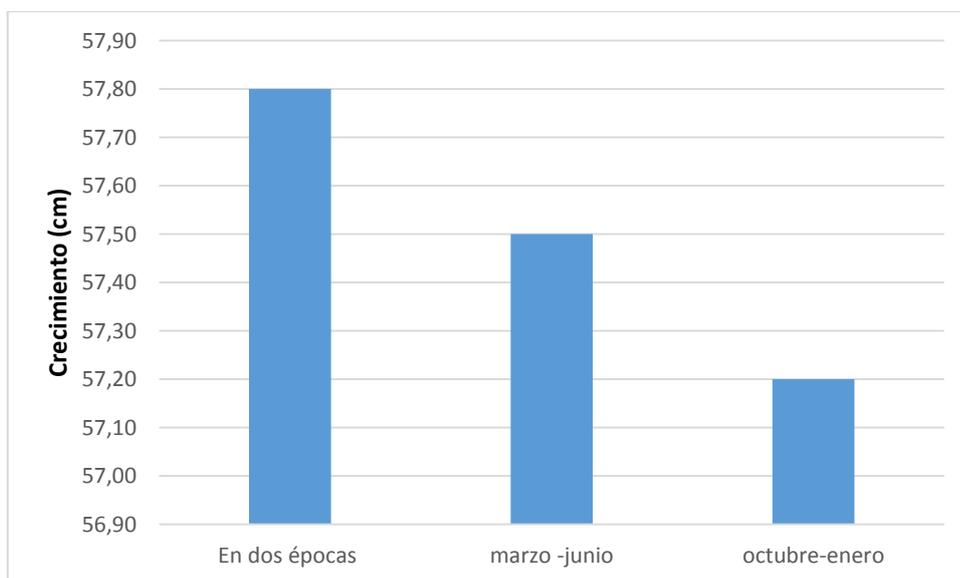


Figura 13 Medias de crecimiento variedad Freedom

4.1.2 Variedad Pink Floyd

En lo que se refiere al análisis exploratorio de la variedad Pink Floyd se observan los datos reportados en la tabla 8 y figura 14.

En cuanto al método de cálculo de grados día desarrollo no existió diferencias en ninguna época.

Tabla 8

Medias para método de cálculo de grados día variedad Pink Floyd

| | M. residual | M. seno simple |
|---------------|--------------------|-----------------------|
| En dos épocas | 687,60 | 687,80 |
| marzo-junio | 687,60 | 687,60 |
| octubre-enero | 670,00 | 670,10 |

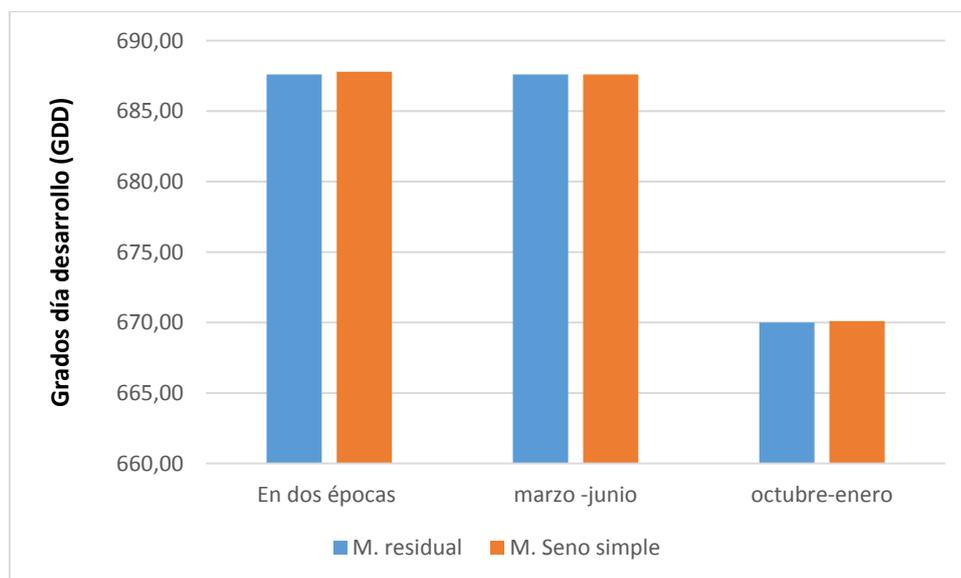


Figura 14 Medias para métodos de cálculo de grados día variedad Pink Floyd

En la tabla 9 y Figura 15 se observa las temperaturas máximas y mínimas de cada periodo, siendo mayor en marzo-julio.

Tabla 9

Medias de temperatura en dos ciclos variedad Pink Floyd

| | T° máxima | T° mínima |
|---------------|-----------|-----------|
| En dos épocas | 18,10 | 3,30 |
| marzo-junio | 20,80 | 3,80 |
| octubre-enero | 18,10 | 3,30 |

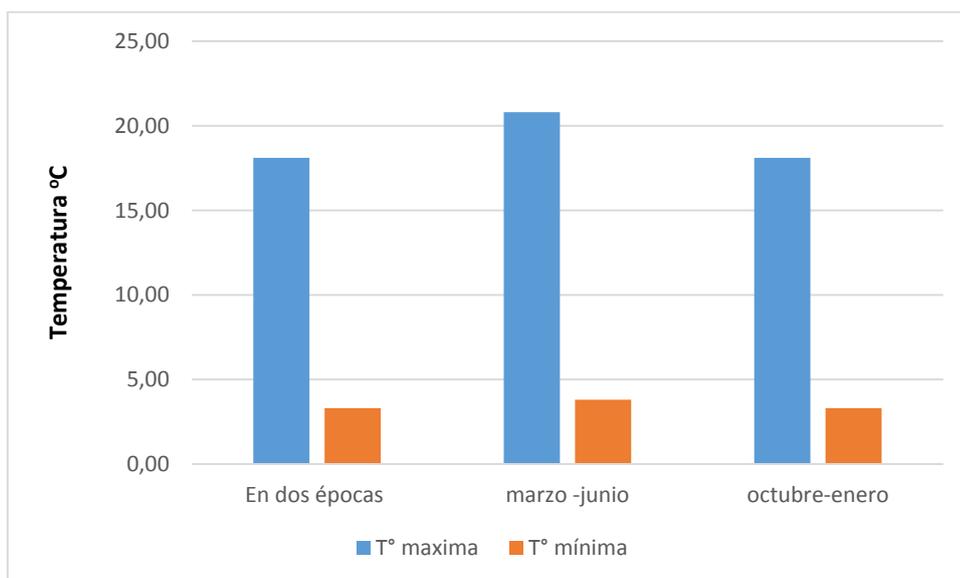


Figura 15 Medias de temperatura en dos ciclos variedad Pink Floyd

Tabla 10

Medias de crecimiento variedad Pink Floyd

| | Crecimiento (cm) |
|---------------|-------------------------|
| En dos épocas | 62,00 |
| marzo-junio | 62,75 |
| octubre-enero | 60,00 |

El mayor crecimiento del tallo se observa en el periodo marzo- junio con 62,75cm a diferencia de 60 cm en el periodo octubre-enero (Tabla 10).

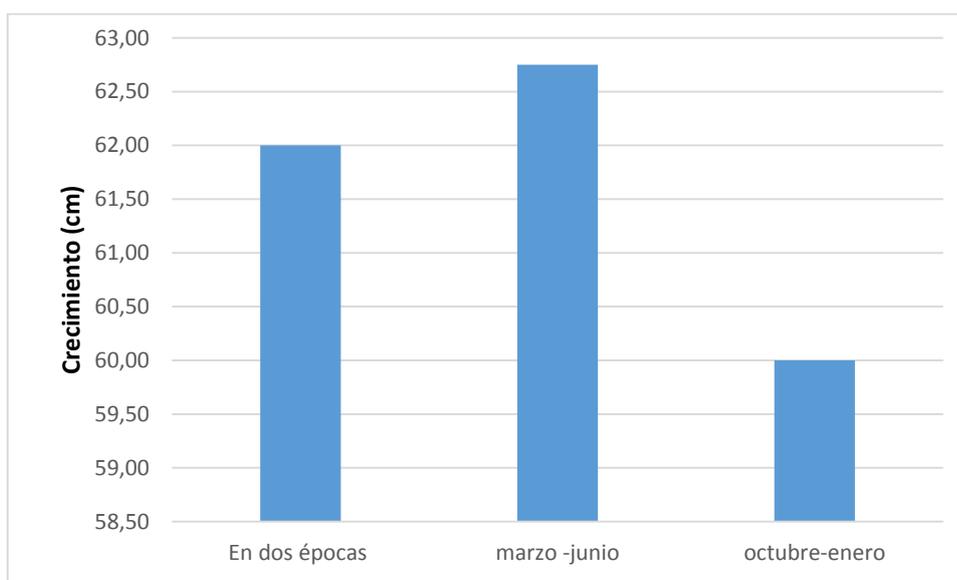


Figura 16 Medias de crecimiento variedad Pink Floyd

4.1.3 Variedad Vendela

Tabla 11

Medias para métodos de cálculo de grados día variedad Vendela

| | M. residual | M. seno simple |
|---------------|-------------|----------------|
| En dos épocas | 687,60 | 687,90 |
| marzo-junio | 687,60 | 687,80 |
| octubre-enero | 656,40 | 656,50 |

Las medias para el método de cálculo de grados día desarrollo no tuvo diferencias entre las diferentes épocas evaluadas.

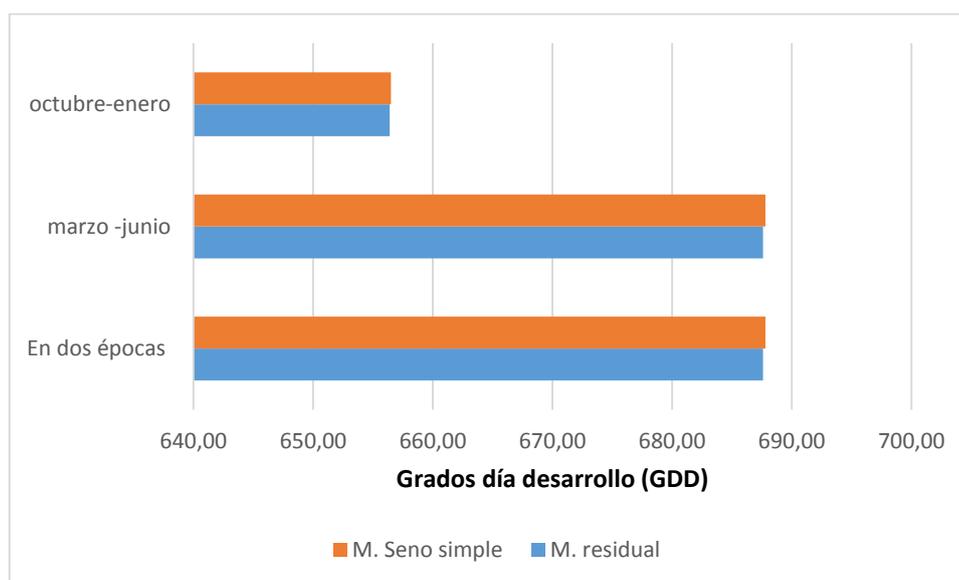


Figura 17 Medias para cálculo de grados día variedad Vendela

Las medias de temperatura fueron mayores en el período marzo-junio tanto en máxima como mínima.

De acuerdo a Monroy *et al* (2014), las temperaturas dentro y fuera del invernadero difieren tanto en la fase diurna como nocturna. En la noche se observa diferencias hasta de un grado, mientras que en la media tarde puede existir diferencias de 12 °.

Tabla 12
Medias de temperatura en dos ciclos variedad Vendela

| | T° máxima | T° mínima |
|---------------|-----------|-----------|
| En dos épocas | 18,10 | 3,30 |
| marzo-junio | 20,80 | 3,80 |
| octubre-enero | 18,10 | 3,30 |

De igual manera las medias de temperatura máximas y mínimas fueron mayor en el período marzo-junio (Tabla 12).

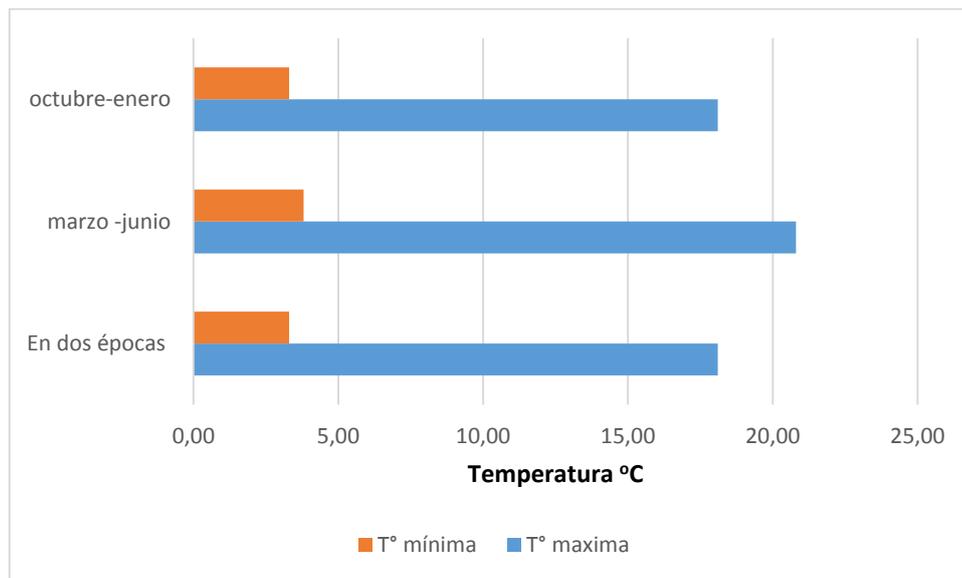


Figura 18 Medias de temperatura en dos ciclos variedad Vendela

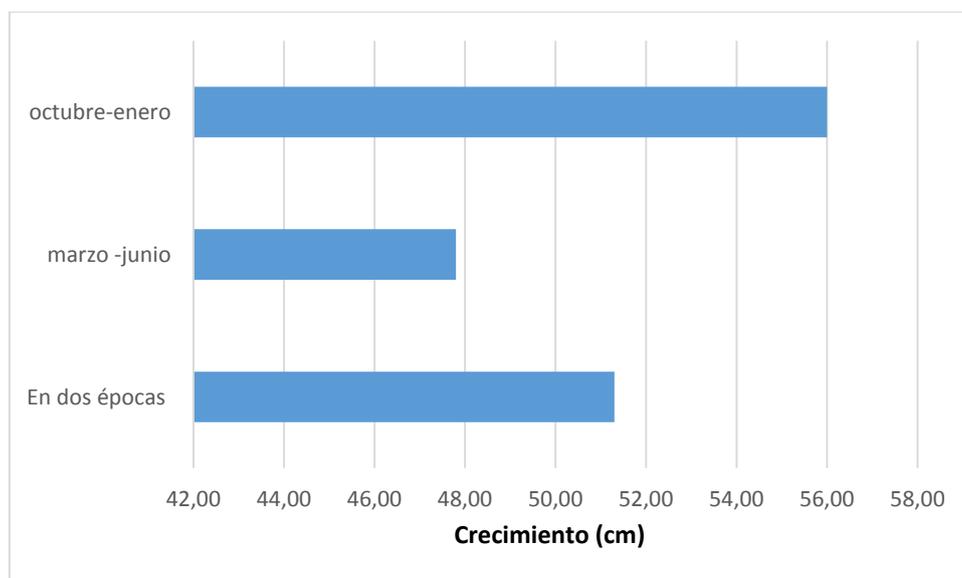


Figura 19 Medias de crecimiento variedad Vendela

Esta variedad tuvo un crecimiento marcado en las dos épocas, en octubre-enero el crecimiento fue de 56cm, mientras que para marzo-julio en promedio creció hasta 51cm.

4.2 Relación crecimiento y métodos de cálculo

En el análisis se consideraron las variables crecimiento y métodos de cálculo de grados día de desarrollo acumulados de la planta con respecto a variedad y ciclo con el propósito de detectar posibles diferencias en el comportamiento de las plantas.

En la Figura 20, se observa un diagrama en el que se presenta el crecimiento en función de las variedades y el ciclo. En variedad Vendela de acuerdo al ciclo, podrían existir diferencias, ya que en el periodo marzo-junio tuvo un crecimiento menor, llegando a un promedio de largo del tallo de 60cm, comparado con el periodo octubre- enero que se obtuvieron tallos de 70 cm. Por otro lado, la variedad Freedom tuvo un crecimiento mayor en el periodo octubre-enero con 75cm, mientras que en marzo-enero fue de 73cm; y la Pink Floyd tuvo un comportamiento similar en el largo de tallos en los dos ciclos analizados.

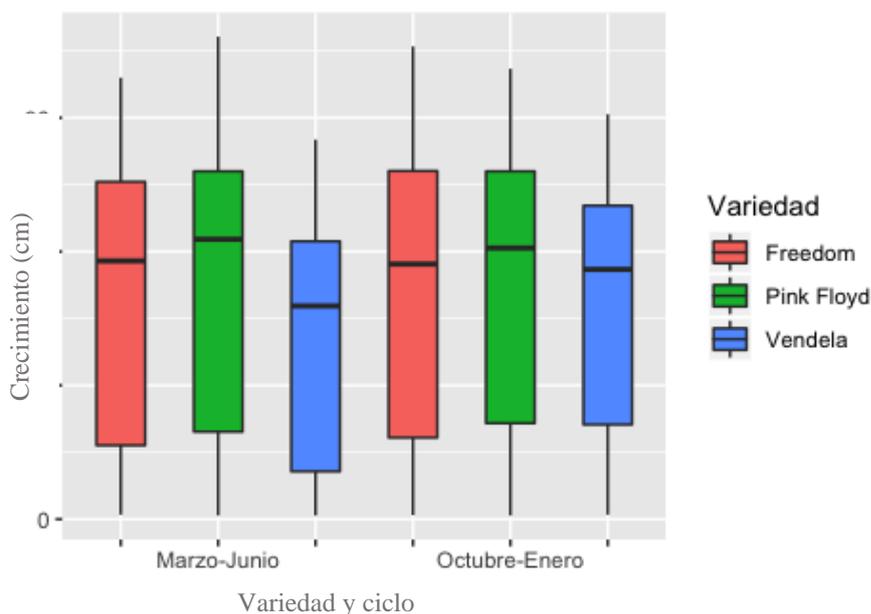


Figura 20 Crecimiento en función de las variedades y los periodos

En la Figura 21, se presenta el método residual acumulado en función de las variedades y el ciclo. En este caso se presentan posibles diferencias en la variedad Freedom de acuerdo al ciclo, ya que se observa que en el periodo marzo-junio acumuló más grados día desarrollo que

en el periodo octubre-enero, mientras que las variedades Pink Floyd y Vendela en la acumulación de grados día desarrollo calculado con el método residual se comportaron de manera similar en los dos ciclos.

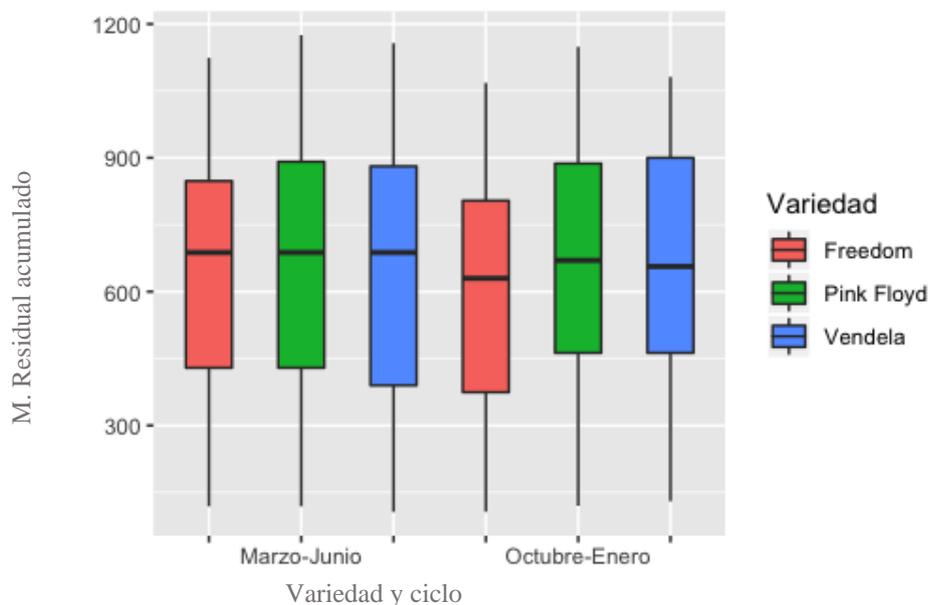


Figura 21 Método residual en función de las variedades y los periodos

Como reporta Cañizares y Leiva (2014), existe relación directa entre longitud del tallo y acumulación de grados día desarrollo. En la variedad Freedom en promedio alcanzó 100,4 cm, siendo la de mayor longitud en su investigación, requiriendo 1399GDD, mientras que la variedad Mondial, fue la de menor longitud de tallo, en promedio creció 87,2cm cuando acumuló 1366GDD.

En la Figura 22, se muestra la dispersión de los datos en función de las variables crecimiento y método de cálculo de grados día de desarrollo, respecto a la variedad y ciclo. Se observa que las variedades Freedom necesita menor cantidad de grados día para alcanzar longitudes similares a las de Pink Floyd en los dos ciclos, mientras que la variedad Vendela presenta menor crecimiento, pero igual requerimiento de grados día comparado con la

variedad Pink Floyd, pero en marzo- junio, esta variedad requirió mayor grados día desarrollo, pero llegó al mismo largo de tallo.

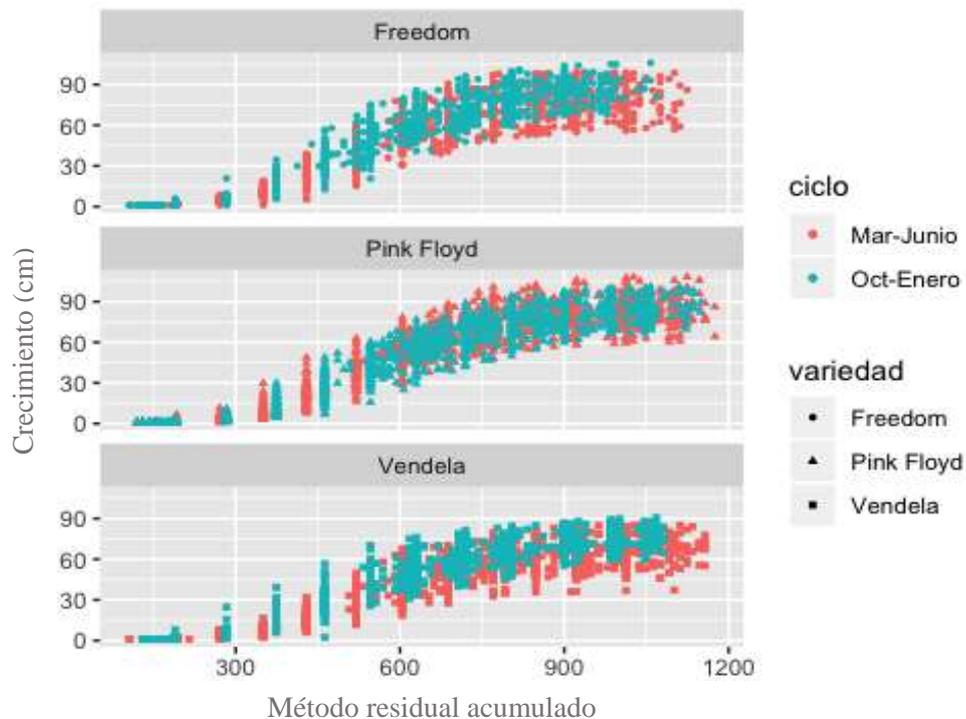


Figura 22 Crecimiento del tallo de las tres variedades en estudio mediante el método residual para el cálculo de grados día

En un estudio realizado en Crisantemos por Villares (2018), menciona que el crecimiento del tallo y la acumulación de grados día no tienen relación, ya que una variedad puede llegar a medir 90,46cm y acumular la mayor cantidad de grados día desarrollo a comparación de variedades que están en promedio de 83,78cm y tuvieron un requerimiento de grados día mayor.

A continuación, en la Figura 23, se muestran los gráficos de dispersión de acuerdo a estado fenológico con el fin de identificar el crecimiento en centímetros, así como la variedad y ciclo. Para el periodo marzo-junio, Pink Floyd presentó tallos más largos comparados con las otras variedades mientras que en el período octubre- enero Freedom fue de mayor longitud.

Cabe mencionar que Freedom es la variedad más precoz en los dos períodos. Vendela presenta igual comportamiento, siendo la variedad con crecimiento menor.

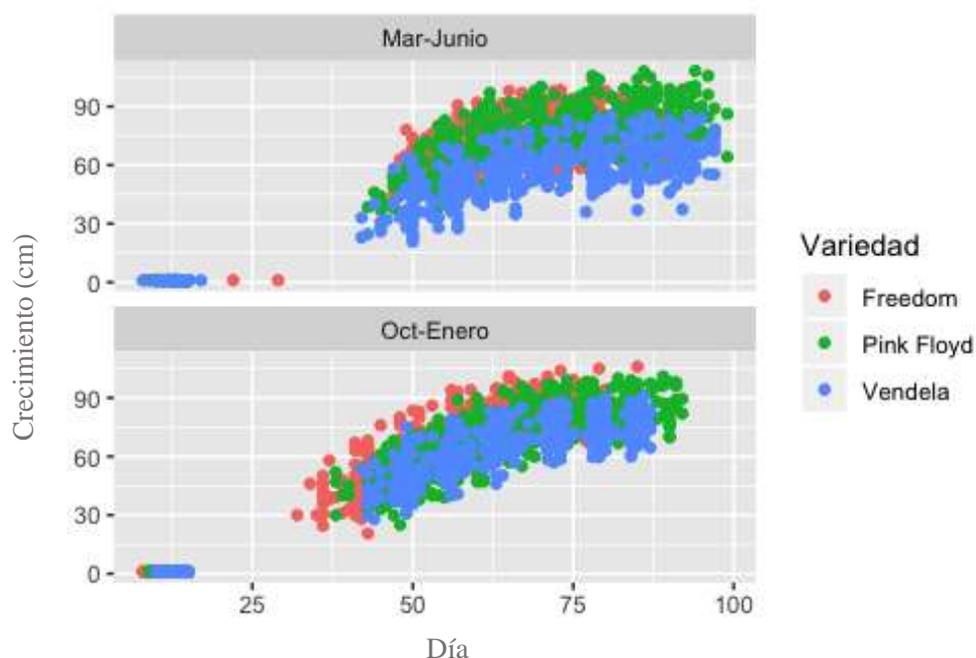


Figura 23 Crecimiento del tallo de tres variedades en dos ciclos

Al Establecer los grados días desarrollo, en tres variedades de rosas, con cuatro repeticiones la florícola bajo dos métodos de cálculo (Método residual y Software de la Universidad de California).

Para la variedad Freedom, Pink Floyd y Vendela el promedio de grados día de desarrollo son los reportados en la Tabla 13. Como se puede observar no existen diferencias entre los promedios obtenidos lo cual nos permite determinar que se puede usar cualquiera de los dos métodos y obtener los mismos resultados, sin embargo, al observar los grados acumulados en las dos épocas evaluadas se observa que durante el periodo marzo – junio existe una mayor cantidad de grados día de desarrollo (GDD) lo que coincide con lo reportados en estos meses en la zona en estudio como una época con mayor cantidad de insolación.

Tabla 13
Promedio de grados día desarrollo bajo dos métodos de cálculo de tres variedades

| | Época | M. residual | M. seno simple |
|----------------|---------------|-------------|----------------|
| Freedom | | | |
| Promedio | marzo-junio | 502,39 | 502,55 |
| | octubre-enero | 502,39 | 502,55 |
| GDD acumulados | marzo-junio | 1062,05 | 1075,31 |
| | octubre-enero | 925,2 | 925,43 |
| Pink Floyd | | | |
| Promedio | marzo-junio | 534,99 | 535,16 |
| | octubre-enero | 534,99 | 535,16 |
| GDD acumulados | marzo-junio | 1074,9 | 1075,31 |
| | octubre-enero | 1135,4 | 1135,63 |
| Vendela | | | |
| Promedio | marzo-junio | 534,99 | 535,16 |
| | octubre-enero | 534,99 | 535,16 |
| GDD acumulados | marzo-junio | 1111,35 | 1111,98 |
| | octubre-enero | 1067,95 | 1068,18 |

En la tabla 13, se puede observar que la variedad que menor grados días de desarrollo requiere es Freedom medidos con los dos métodos seguido por la variedad Vendela y finalmente por la variedad Pink Floyd.

Además, se demuestra que independientemente de las variedades se obtuvo valores de GDD calculados casi exactamente iguales por lo cual se puede usar cualquier método para obtener este dato y relacionarlo con los días a la cosecha que más adelante será objeto de estudio.

Según Nunes *et al*, (2016), menciona que los ciclos más cortos están relacionados con mayor cantidad de temperatura, por lo tanto mayor cantidad de luz necesaria para realizar la fotosíntesis y así completar un ciclo productivo más rápido.

4.3 Relación longitud de tallo y estado fenológico

Como resultado se obtuvo que para el caso de la variedad el p-valor es menor a 0,05 por lo que se determina que si existen diferencias significativas.

Por su parte, en el caso de la variable ciclo, al realizar un contraste de hipótesis se obtuvo que hay diferencias significativas pues el p-valor es de 0,0022 por lo tanto se acepta a hipótesis alternativa.

Sin embargo, es importante verificar en cuál de las variables existen más diferencias intra grupo para lo cual, se utiliza el test de Tukey.

El mismo que nos indica si las diferencias se dan entre los pares de variedades Vendela - Pink Floyd y Vendela y Freedom.

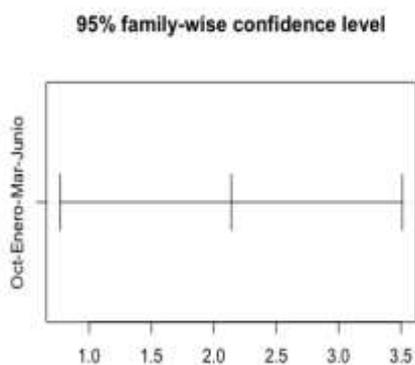


Figura 25 Prueba de Tukey para comparación entre ciclos

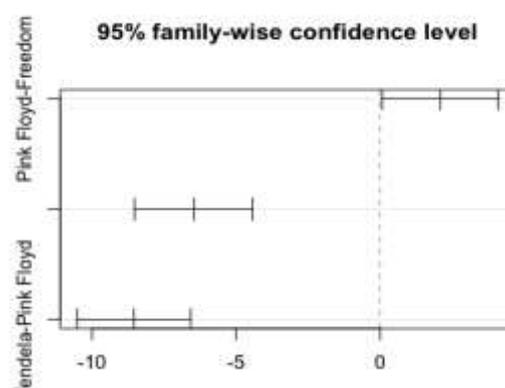


Figura 24 Prueba de Tukey para comparación entre variedades

En las figuras 26 a la 31, se puede observar los diferentes estados fenológicos a través del tiempo de cada variedad y su comportamiento en los ciclos.

La variedad Freedom tuvo diferente comportamiento entre ciclos, en marzo-junio, el inicio de los estados fenológicos fue a partir del día 50 y en el periodo octubre-enero a partir del día 30. Las demás variedades presentan comportamiento similar en los dos ciclos.

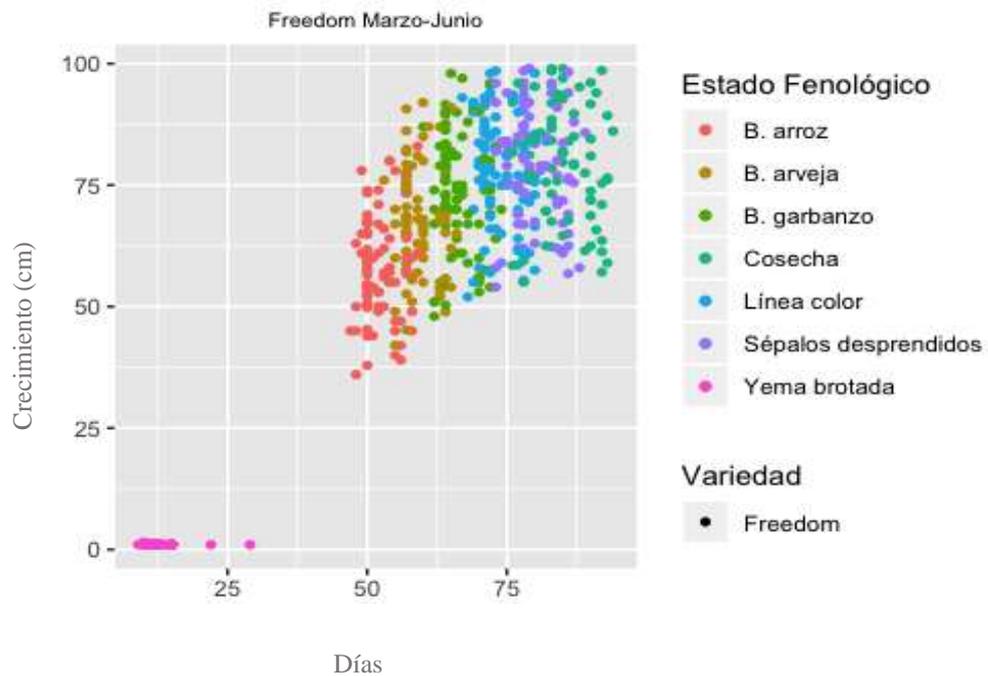


Figura 26 Relación longitud de tallo y estados fenológicos de la variedad Freedom ciclo Marzo-Julio

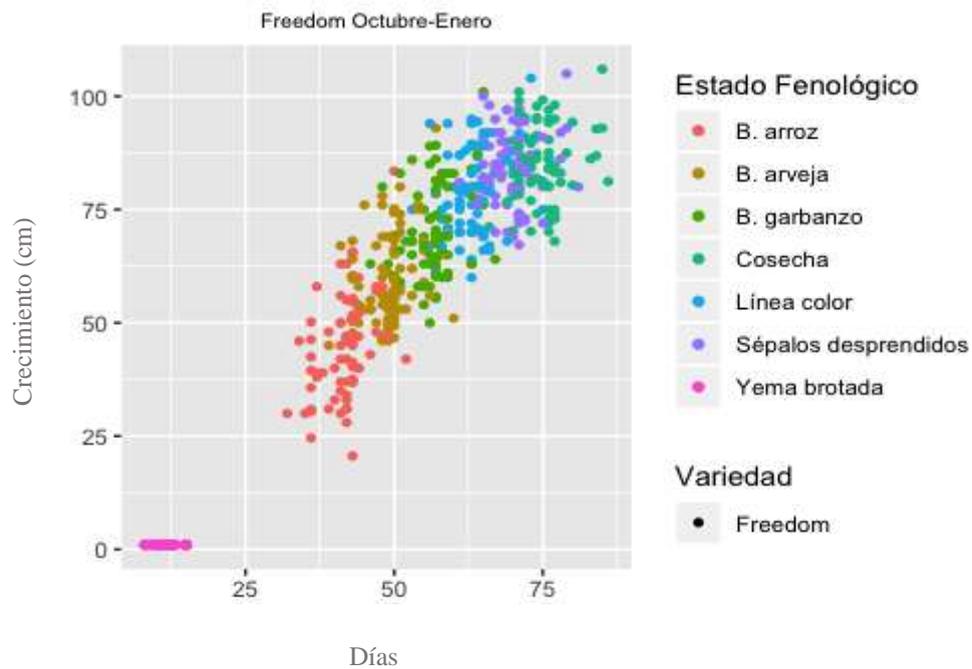


Figura 27 Relación longitud de tallo y estados fenológicos de la variedad Freedom ciclo Octubre-Enero

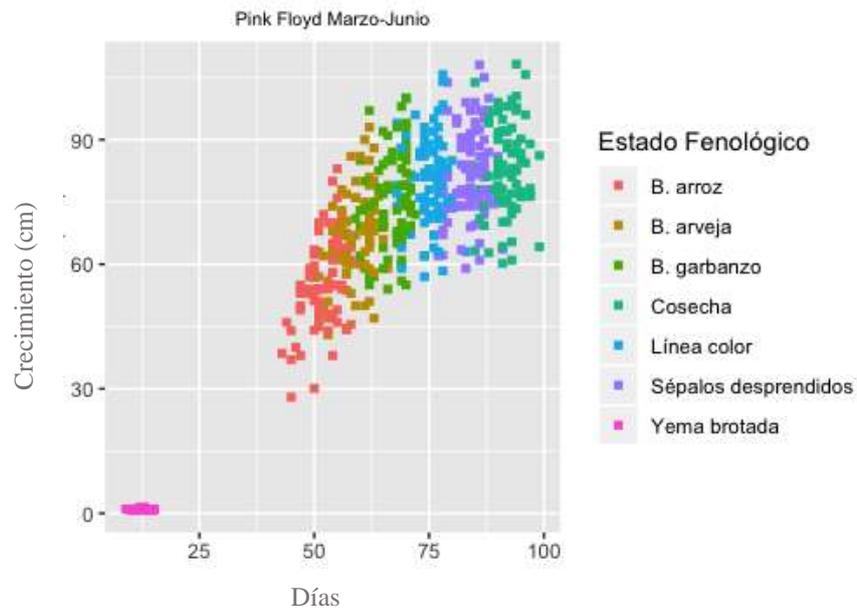


Figura 28 Relación longitud de tallo y estados fenológicos de la variedad Pink Floyd ciclo Marzo-Junio

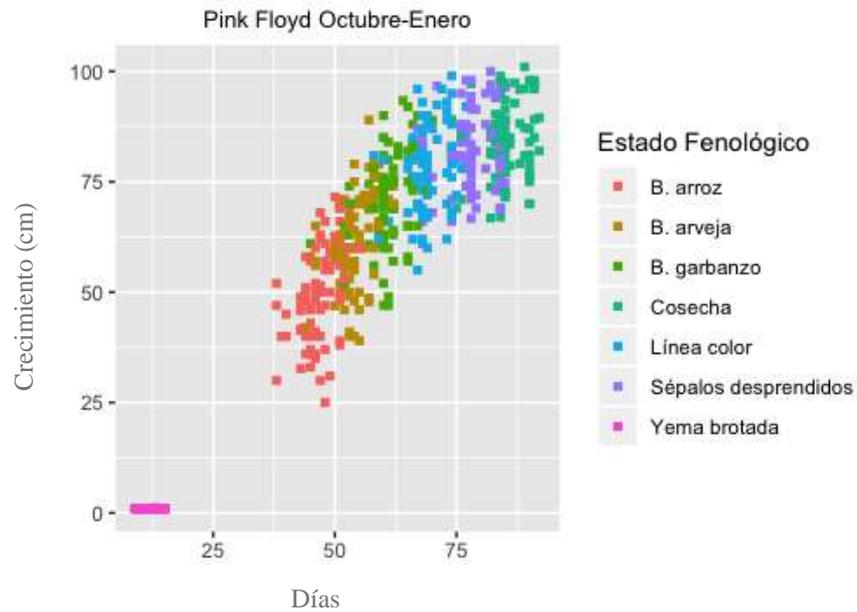


Figura 29 Relación longitud de tallo y estados fenológicos de la variedad Pink Floyd ciclo Octubre-Enero

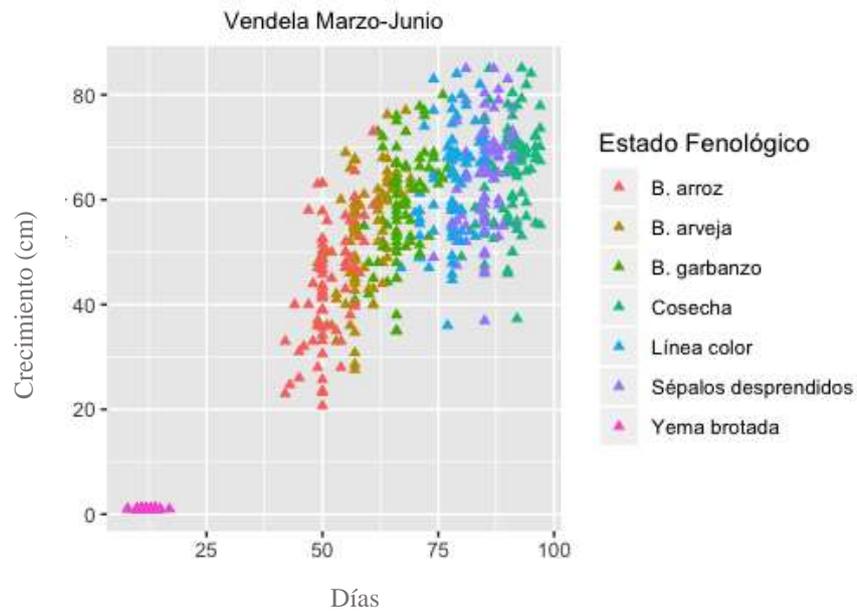


Figura 30 Relación longitud de tallo y estados fenológicos de la variedad Vendela ciclo Marzo-Junio

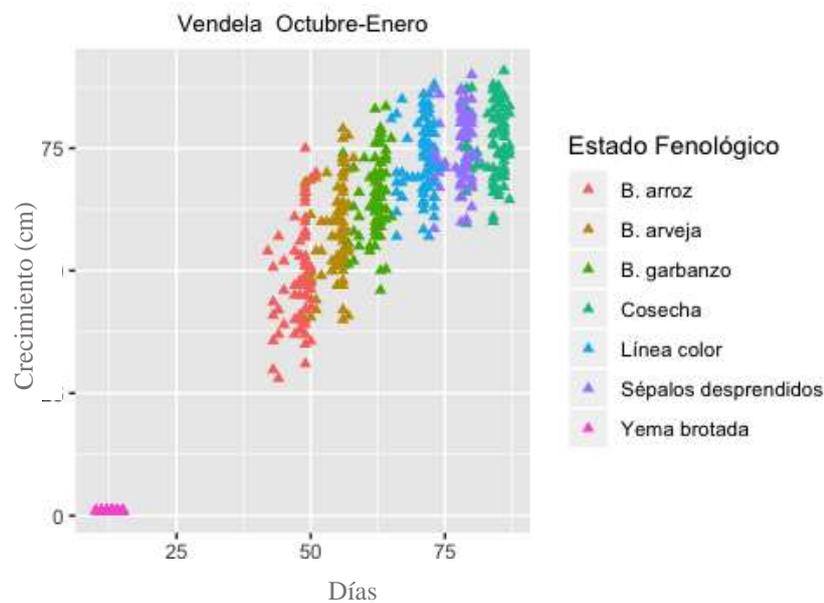


Figura 31 Relación longitud de tallo y estados fenológicos de la variedad Vendela ciclo Octubre-Enero

El Crecimiento obedece a una curva sigmoïdal como los observa en las figuras de la 25 a la 30, lo que quiere decir que al inicio es lento pero a medida que va alcanzando su madurez,

desde estado arroz, crece con mayor rapidez hasta llegar a una fase donde el crecimiento se detiene (González, 2011).

4.4 Relación estados fenológicos y acumulación de grados día desarrollo

La variedad Freedom desde el pinch hasta la cosecha acumuló 1009,62 GDD, en 85 días con un promedio de largo de tallo de 79,94 cm para el período marzo-junio, esta variedad representa la más precoz en esta investigación. La fase vegetativa representa mayor acumulación de grados día; ya que la fase productiva empieza con botón arroz con 631,63GDD en 52 días (Tabla 14).

Tabla 14

Acumulación de grados día desarrollo variedad freedom en el período marzo-junio

| | Yema brotada | B. arroz | B. arveja | B. garbanzo | Línea color | Sépalos desprendidos | Cosecha |
|---------------------|-------------------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------|
| GDD | 168,16 | 631,63 | 713,12 | 795,85 | 874,59 | 945,72 | 1009,62 |
| Días | 13 | 52 | 59 | 66 | 73 | 79 | 85 |
| Crecimiento (cm) | 1,00 | 57,70 | 67,41 | 73,60 | 77,18 | 79,17 | 79,94 |

La variedad Pink Floyd necesito 1096, 01 GDD desde el pinch hasta la cosecha en 92 días, parecido al requerimiento de la variedad vendela. Línea color fue el estado que mayor cantidad de grados días necesitó 109,19 GDD para llegar a sépalos desprendidos (Tabla 15).

Tabla 15

Acumulación de grados día desarrollo variedad Pink Floyd en el período marzo-junio

| | Yema brotada | B. arroz | B. arveja | B. garbanzo | Línea color | Sépalos desprendidos | Cosecha |
|---------------------|-------------------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------|
| GDD | 158,90 | 630,79 | 712,30 | 798,98 | 889,33 | 998,52 | 1096,01 |
| Días | 12 | 52 | 59 | 67 | 75 | 83 | 92 |
| Crecimiento (cm) | 1,00 | 55,86 | 66,87 | 74,87 | 79,21 | 81,91 | 83,01 |

La variedad vendela para su cosecha necesitó de 1084,36 GDD en 91 días, con promedio de largo de tallo de 65,47 cm; esta variedad es la más corta aun así necesito similar cantidad

de grados días que la variedad Pink Floyd. La etapa con mayor duración es botón garbanzo, necesitando 123,02 GDD para pasar a la siguiente etapa (Tabla 16).

Tabla 16

Acumulación de grados día desarrollo variedad Vendela en el período marzo-junio

| | Yema brotada | B. arroz | B. arveja | B. garbanzo | Línea color | Sépalos desprendidos | Cosecha |
|---------------------|-------------------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------|
| GDD | 158,87 | 626,30 | 708,56 | 803,10 | 926,12 | 1014,65 | 1084,36 |
| Días | 12 | 52 | 59 | 67 | 78 | 85 | 91 |
| Crecimiento (cm) | 1,00 | 44,45 | 52,79 | 58,94 | 62,85 | 64,14 | 65,47 |

De acuerdo a los resultados obtenidos en los dos periodos estudiados, la Variedad Freedom es la más precoz, llegando a la cosecha a los 85 y 75 en los periodos marzo- junio y octubre enero, respectivamente; lo que significa acumulación de grados día desarrollo entre 100,62 y 947,74GDD; seguida de la variedad Pink Floyd que necesitó 1096, 01 y 1062,73 GDD para cosecharse en 92 y 85 días, en los dos periodos evaluados y por último, Vendela que requirió para la cosecha 1084,36 y 1047,50 GDD en 91 y 84 días en cada periodo respectivamente, por lo tanto se puede decir que las dos variedades, Pink Floyd y Vendela para llegar al estado cosecha necesitan parecido número de días y requerimiento de grados días.

Tabla 17

Acumulación de grados día desarrollo variedad Freedom en el período octubre-enero

| | Yema brotada | B. arroz | B. arveja | B. garbanzo | Línea color | Sépalos desprendidos | Cosecha |
|---------------------|-------------------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------|
| GDD | 153,30 | 533,13 | 619,30 | 711,76 | 797,21 | 880,89 | 947,74 |
| Días | 12 | 42 | 49 | 56 | 63 | 70 | 75 |
| Crecimiento (cm) | 1,00 | 45,25 | 59,97 | 70,16 | 78,96 | 83,74 | 85,08 |

En cuanto a brotación las variedades presentaron resultados parecidos en los dos periodos evaluados, acumulando en promedio 160 GDD en 12 días y al cumplir con 1 cm de largo del brote. Como menciona Taco (2018), en las variedades evaluadas en su investigación también

presentaron el mismo patrón para brotación, y las diferencias se obtuvieron a partir de este estado.

Para llegar a botón arroz, botón arveja y botón garbanzo la variedad Freedom, en el periodo octubre- enero, en los mismos estados necesitó 533,13; 619,30 y 711,76 GDD (Tabla 17).

Para alcanzar línea color la variedad Freedom necesito 874,59 GDD en el primer periodo y 836,60 GDD en el segundo periodo. En el estado sépalos desprendidos se observa 998,52 en el primer periodo y 880,89 GDD en el segundo.

La variedad Pink Floyd para el periodo octubre enero requirió de 1 062,73 GDD, desde el pinch hasta la cosecha en 85 días.

Tabla 18

Acumulación de grados día desarrollo variedad Pink Floyd en el período octubre-enero

| | Yema brotada | B. arroz | B. arveja | B. garbanzo | Línea color | Sépalos desprendidos | Cosecha |
|---------------------|-------------------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------|
| GDD | 160,34 | 593,22 | 680,11 | 769,87 | 872,74 | 987,16 | 1062,73 |
| Días | 12 | 43 | 53 | 61 | 69 | 78 | 85 |
| Crecimiento (cm) | 1,00 | 49,51 | 61,41 | 70,99 | 77,91 | 82,69 | 84,16 |

Vila (2019), en su investigación reporta que las condiciones de temperatura son importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas, de igual forma los cambios de temperatura están ligados con los días para el paso de un estado a otro.

La variedad vendela necesito 1047, 50 GDD en un total de 84 días (Tabla 19). El estado que demando de mayor cantidad de grados días desarrollo fue garbanzo al igual que en el anterior periodo.

Tabla 19

Acumulación de grados día desarrollo variedad Vendela en el período octubre-enero

| | Yema brotada | B. arroz | B. arveja | B. garbanzo | Línea color | Sépalos desprendidos | Cosecha |
|---------------------|-------------------------|-----------------|------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------|
| GDD | 162,98 | 605,22 | 692,76 | 778,66 | 897,71 | 981,56 | 1047,50 |
| Días | 13 | 48 | 55 | 62 | 71 | 78 | 84 |
| Crecimiento (cm) | 1,00 | 49,20 | 57,87 | 65,79 | 75,30 | 75,30 | 76,20 |

En las figuras 32,33 y 34 se puede observar fotográficamente los estados fenológicos de las tres variedades.



Figura 32 Estados fenológicos variedad Freedom



Figura 33 Estados fenológicos variedad Pink Floyd



Figura 34 Estados fenológicos variedad Vendela

Tabla 20

Acumulación de grados día desarrollo por estado fenológico de la variedad Freedom en dos periodos

| Freedom | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|----------|-----------|----------------|----------------|-------------------------|---------|
| | Yema brotada | B. arroz | B. arveja | B. garbanzo | Línea color | Sépalos desprendidos | Cosecha |
| GDD | 160,59 | 582,66 | 666,43 | 754,10 | 836,60 | 913,84 | 993,20 |
| Días | 12 | 47 | 54 | 61 | 68 | 75 | 85 |
| Crecimiento (cm) | 1,00 | 51,62 | 63,84 | 71,97 | 78,14 | 81,51 | 82,56 |

Tabla 21

Acumulación de grados día desarrollo por estado fenológico de la variedad Pink Floyd en dos periodos

| Pink Floyd | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|----------|-----------|----------------|----------------|-------------------------|---------|
| | Yema brotada | B. arroz | B. arveja | B. garbanzo | Línea color | Sépalos desprendidos | Cosecha |
| GDD | 159,48 | 611,47 | 695,86 | 784,73 | 880,88 | 933,16 | 1105,15 |
| Días | 12 | 50 | 58 | 64 | 72 | 81 | 89 |
| Crecimiento (cm) | 1,01 | 55,72 | 66,82 | 75,00 | 79,39 | 82,10 | 83,01 |

Tabla 22

Acumulación de grados día desarrollo por estado fenológico de la variedad Vendela en dos periodos

| Vendela | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|----------|-----------|----------------|----------------|-------------------------|---------|
| | Yema brotada | B. arroz | B. arveja | B. garbanzo | Línea color | Sépalos desprendidos | Cosecha |
| GDD | 160,83 | 615,60 | 700,70 | 790,70 | 911,75 | 998,75 | 1040,65 |
| Días | 12 | 51 | 58 | 65 | 76 | 76 | 90 |
| Crecimiento (cm) | 1,00 | 44,49 | 52,89 | 59,03 | 62,93 | 62,93 | 64,54 |

Según la investigación realizada por Taco (2018), la variedad Pink Floyd se cosecha a los 95 días acumulando 950,94 GDD en su ciclo. Además, detalla que después de la brotación, las variedades tienen a llevar su ciclo de diferente manera, como por ejemplo Explorer necesito de 862,36 GDD para llegar al estado de botón garbanzo mientras que la variedad Hot Merengue necesito de 522,19GDD para llegar a la misma etapa.

Respecto a la cosecha, se ha realizado un análisis del crecimiento por tiempo, variedad y estado fenológico a fin de identificar los días en los que las variedades han alcanzado el mayor porcentaje de cosecha. En la Figura 35, se muestran los días en los que se han cosechado con mayor porcentaje las diferentes variedades.

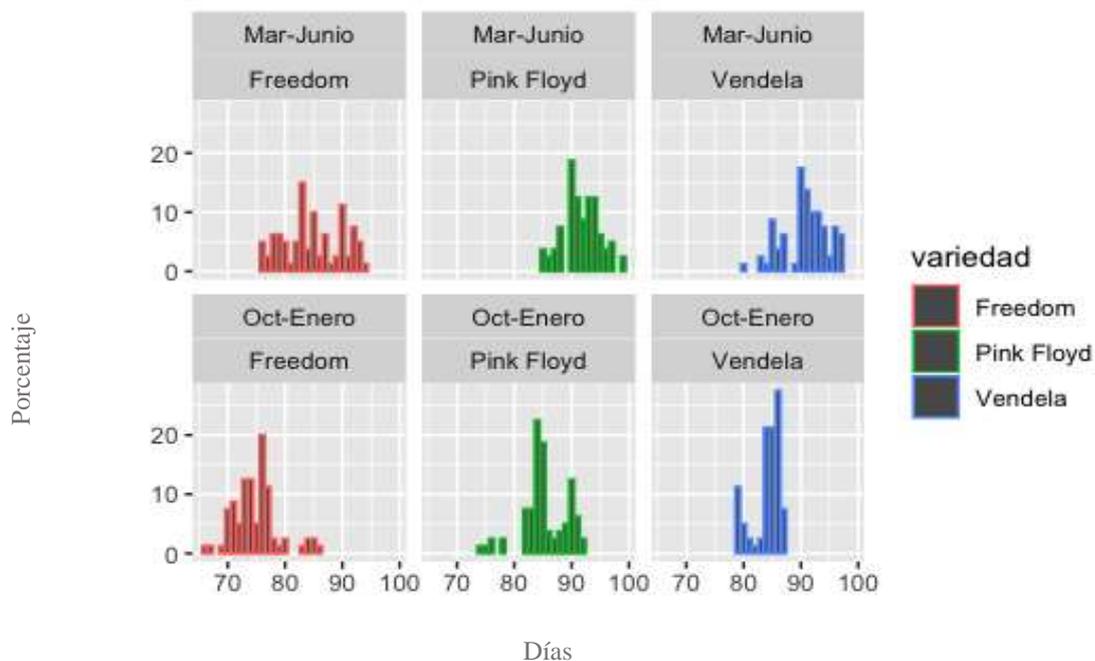


Figura 35 Porcentaje de cosecha de tres variedades

4.5 Tablas de resumen

A continuación, se presentan las tablas resumen por cada variedad y ciclo, dónde se identifican los días que alcanzaron un mayor porcentaje de cosecha.

4.5.1 Freedom

Ciclo Marzo – Junio

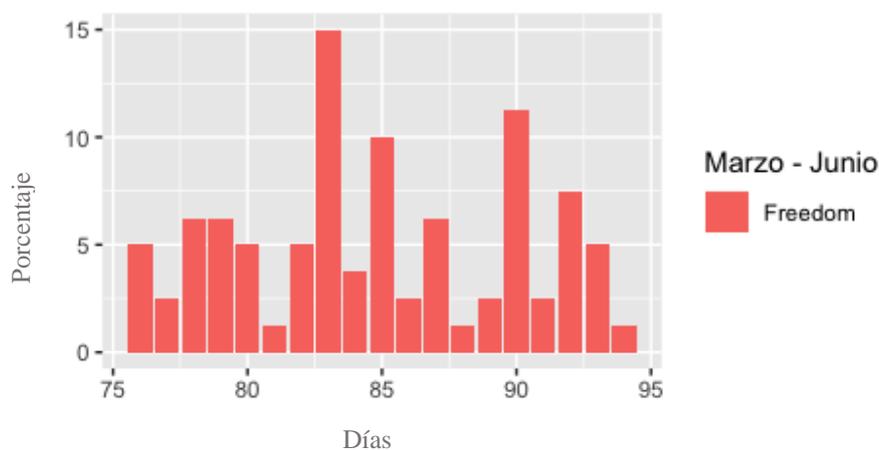


Figura 36 Porcentaje de cosecha de la variedad Freedom Ciclo Marzo- Junio

Los valores con porcentajes más altos de la cosecha de la variedad Freedom en el ciclo Marzo-Junio, se presentan en los días 83 y 90 con valores de porcentaje de cosecha de 15 y 11,25 respectivamente.

Ciclo Enero – Octubre

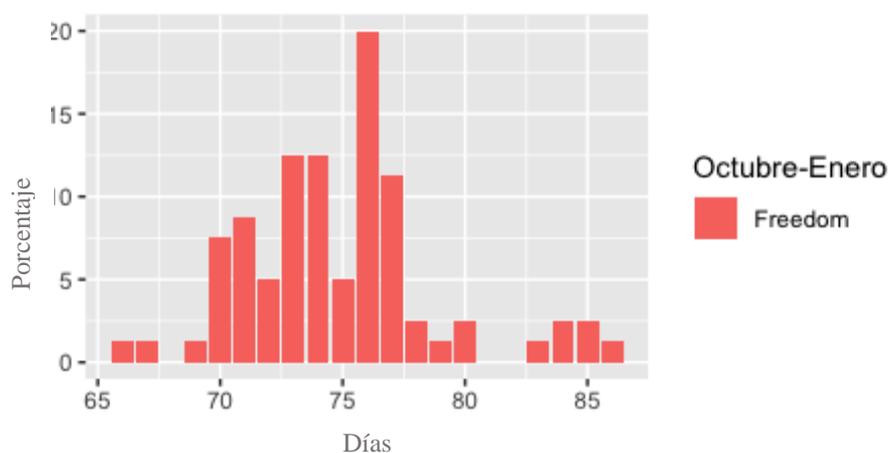


Figura 37 Porcentaje de cosecha de variedad Freedom ciclo Octubre-Enero

Como resultado se observa que los valores del porcentaje más altos de la cosecha de la variedad Freedom en el ciclo Octubre-Enero se presenta en los días 73, 75, 76 y 77, siendo el día 77 donde se tiene el valor máximo.

Es importante destacar que en la variedad Freedom para el ciclo marzo junio los días a la cosecha son más dispersos y se distribuyen de una forma no acumulativa en 19 días de cosecha debiéndose, sin embargo notar que entre los días 83 al día 90, es decir en una semana se llega a obtener el 52, 5% de la producción mientras que la diferencia se distribuye, en los otros días, esto es importante para los técnicos floricultores en vista de que deben proveer el pinch en función de esta distribución, En esta variedad para el mes de enero octubre la distribución es más estable y el ciclo del pico es más corto ya que entre los días 71 al 78 se llega a obtener el 77,5 % de la producción.

4.5.2 Pink Floyd

Ciclo Marzo – Junio

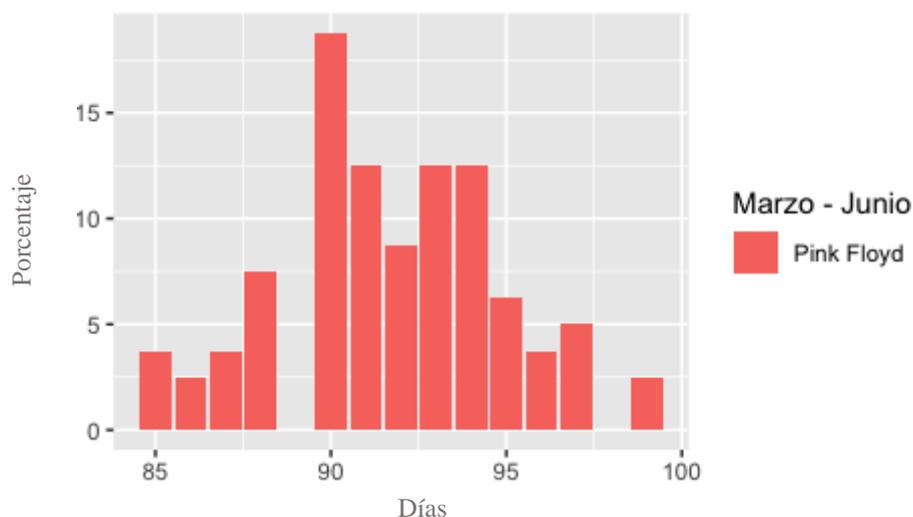


Figura 38 Porcentaje de cosecha de variedad Pink Floyd ciclo Marzo-Junio

Como resultado se observa que los valores de porcentajes más altos de la cosecha de la variedad Pink Floyd en el ciclo Marzo-Junio se presentan en los días 90, 91, 92 y 94, donde se concentra el 56.25% de la cosecha, siendo el día 90 donde se tiene un 18,75% de cosecha respecto a los demás días.

Ciclo Octubre – Enero

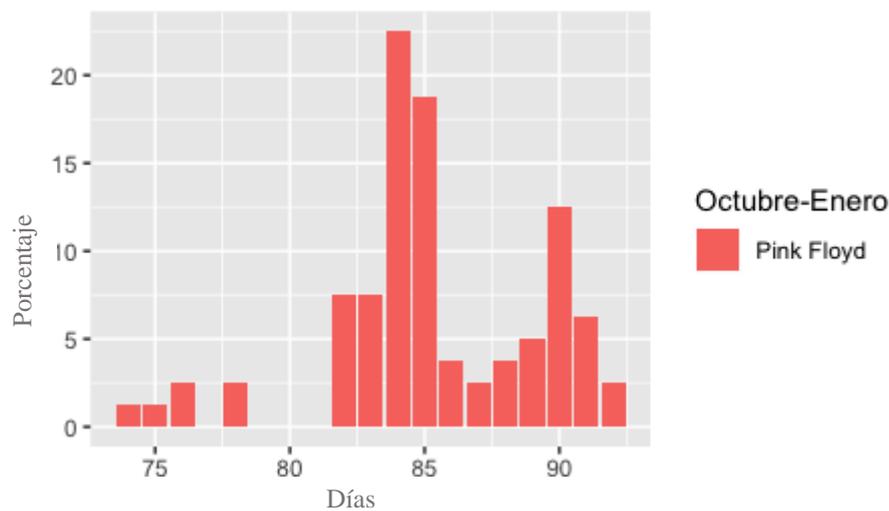


Figura 39 Porcentaje de cosecha de variedad Pink Floyd ciclo Octubre-Enero

En el caso de la variedad Pink Floyd en el ciclo Octubre - Enero los días 84, 85, y 90 tienen un porcentaje de 22.5, 18.75 y 12.5 respectivamente. En este sentido el día 84 es cuando se cosecha el mayor porcentaje de la variedad.

En la variedad Pink Floyd se encuentra que la cosecha del 75% se da entre los días 90 y 97 para el periodo marzo junio, en tanto que en el periodo octubre enero el ciclo es menor ya que la mayor acumulación de la cosecha se da entre los días 84 al 90 llegándose a cosechar el 68,75% de la producción (Figura 34)

4.5.3 Vendela

Ciclo marzo – Junio

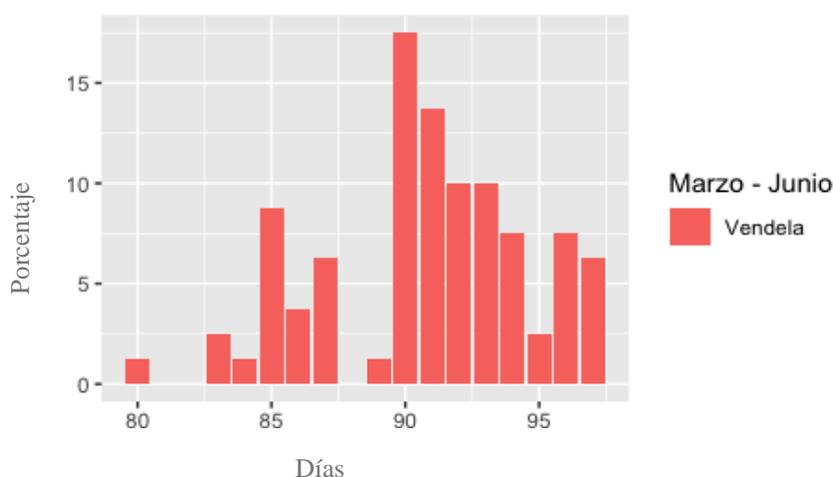


Figura 40 Porcentaje de cosecha de variedad Vendela ciclo Marzo-Junio

En la figura 35 se muestra que los días 90 y 91 presentan porcentajes de cosecha del 17,5 y 13,7; en los dos días se recoge un porcentaje del 31.21% de la cosecha siendo el día 90 el de mayor porcentaje.

Ciclo Octubre-Enero

Finalmente, la variedad Vendela en el ciclo Octubre-Enero, presenta mayores porcentajes de cosecha en los días 84,85,86. El porcentaje de cosecha en los tres días es del 70%, donde en el día 86 se cosecha un 27,5%.

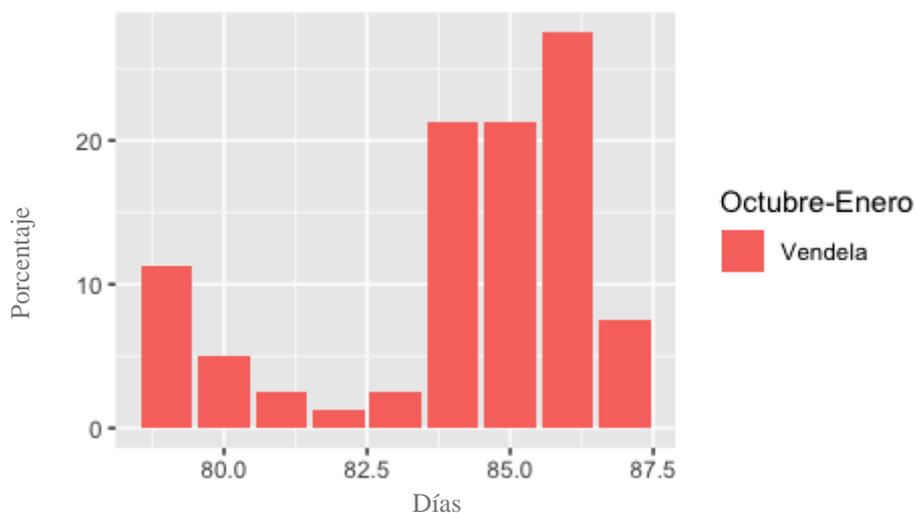


Figura 41 Porcentaje de cosecha de variedad Vendela ciclo Octubre-Enero

En la variedad Vendela se determina a que la cosecha del 68,75% se da entre los días 90 y 96 para el periodo marzo junio, en tanto que en el periodo octubre enero la mayor acumulación de la cosecha se da entre los días 81 al 87 llegándose a cosechar el 83,75% de la producción.

Rodríguez y Flórez (2006), en su investigación detalla sobre los picos de producción, y la importancia del desarrollo de un modelo predictivo en base al número tallos en cada fase fenológica .

Vale la pena realizar un resume de estos datos por la información importante que conllevan de acuerdo a la siguiente tabla 19.

Tabla 23
Días a la cosecha de tres variedades en los dos ciclos

| Variedad | Marzo-Junio | Porcentaje | Octubre -Enero | Porcentaje |
|------------|-------------|------------|----------------|------------|
| | Días | | Días | |
| Freedom | 83-89 | 52,50 | 71-77 | 75,00 |
| Pink Floyd | 90-96 | 75,00 | 84-90 | 68,80 |
| Vendela | 90-96 | 68,80 | 81-87 | 83,80 |

Entre enero a octubre es el periodo que se obtiene menores días a la cosecha en las tres variedades y mayores porcentajes de cosecha acumulados en una semana, esto concuerda con que se obtiene en este mismo periodo mayores GDD como se muestra en la tabla 19, lo que demuestra la alta correlación que existe entre las temperaturas obtenidas en las diferentes épocas y los días a la cosecha.

Tener sistemas de enfriamiento o calentamiento en los invernaderos podría resultar útil para controlar las condiciones ambientales y así poder estimar mejor la producción(Perez, Cure, & Monroy, 2001).

Tabla 24
Acumulación de Grados Día Desarrollo a la cosecha por variedad

| Variedad | Época | GDD min | GDD máx |
|-----------------|---------------|----------------|----------------|
| Freedom | marzo-junio | 901,25 | 1124,15 |
| | octubre-enero | 832,90 | 1067,95 |
| Pink Floyd | marzo-junio | 1212,80 | 1174,95 |
| | octubre-enero | 939,00 | 1148,70 |
| Vendela | marzo-junio | 948,00 | 1157,00 |
| | octubre-enero | 994,00 | 1067,95 |

4.6 Difusión de los resultados

La primera difusión se realizó el 10 de septiembre a los jefes de cultivo de la finca para realizar la proyección de San Valentín 2019 y tener la primera validación de los resultados obtenidos. Conjuntamente se realizó un seguimiento de los grados días hasta la cosecha con la primera repetición.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Para las variedades estudiadas en la presente investigación el promedio de grados día desarrollo fue similar con los dos métodos evaluados, manteniéndose en un rango promedio comprendido entre 629,90 a 687,80.
- Para las tres variedades los valores mínimos de grados día desarrollo son de 832,90 y los valores máximos de grados día desarrollo 1174,95, valores que se dieron independientemente de los ciclos evaluados; en tanto para el ciclo marzo-junio el valor mínimo y máximo es de 901,25 a 1212,8 y para el periodo octubre-enero el valor mínimo y máximo respectivamente es de 167,95 a 1157,00.
- Los días en que mayor porcentaje de cosecha se obtiene son: los correspondientes a la época de octubre-enero, lo cual coincide con el mayor grados día de desarrollo que acumularon las tres variedades; de igual forma en la época marzo-junio se observa que los porcentajes de cosecha son menores al acumular menor grado día desarrollo.
- En relación a las temperaturas máximas y mínimas se obtuvo que en el periodo marzo-junio se obtiene 20,80° y 3,80° respectivamente, mientras que en el periodo octubre-enero se obtienen máximas de 18,10 y mínimas de 3,30.
- En cuanto a la relación de grados día desarrollo y estado fenológico del cultivo podemos observar en las tres variedades que coincide con yema brotada cuando se han acumulado aproximadamente 160GD.
- El estado fenológico botón arroz se da entre los 582,66 a 615,60 GDD, lo que corresponde a un rango de días entre 47 y 51.

- El botón arveja se obtiene con un rango de 666,43 a 700,7 GDD y entre los 54 y 58 días.
- El botón garbanzo comprende entre 754,10 a 790,7 GDD entre 61 y 65 días
- El estado fenológico línea color se obtiene en un rango de 836,6 y los 911,75GDD entre los 61 y 65 días.
- Sépalos desprendidos se obtiene entre los 913,94 a 998GDD que corresponden a 75-87 días.
- Finalmente, uno de los estados fenológicos más importantes para los cultivos de exportación que corresponde a la cosecha entran comprendidos entre 993,62^a 1105,15 GDD que corresponden a los 85 a 80 días.
- Es importante mencionar que la variedad Freedom en la época marzo-junio y Octubre-Enero llega a obtener la mayor cantidad de cosecha entre los 83 a 89 días con el 52,50% y entre 71 y 77 días con el 75%, respectivamente.
- Para Pink Floyd en las épocas marzo-junio y octubre enero los mayores porcentajes de cosecha se obtienen entre los 90 y 96 días con el 75% y los 84 y 90 días con el 68,80%.
- Para la variedad Vendela en las épocas marzo-junio y octubre-enero se obtienen los mayores porcentajes de cosecha entre los días 90 y 96 con el 68,80% y entre los días 81 y 87 con el 83,80%, respectivamente.
- Finalmente se concluye que los datos obtenidos son útiles para la aplicación en los procesos de proyección del cultivo de rosas de exportación, toda vez que los datos obtenidos en el periodo marzo-junio fueron utilizados para las proyecciones de Octubre-enero que corresponden a las más importantes desde el punto de vista de las

empresas florícolas, pues corresponden a la época de Valentín que es la de mayor demanda.

- La difusión de los resultados obtenidos a repercutido en forma positiva para las proyecciones de producción de la finca Bella Ro S.A.

5.2 Recomendaciones

- El cultivo de rosas debe estar implementado en zonas que acumulen como mínimo 830 a 1200 grados día desarrollo.
- Se pueden utilizar el método residual o el método de seno simple de manera independiente, pues sus resultados no se diferencian estadísticamente.
- En el caso de que los grados días desarrollo no sean similares a los obtenidos en este estudio por etapa fenológica se recomienda utilizar medios externos que propicien la acumulación de mayor temperatura, como calefacción y manejo de cortinas en el caso de invernaderos pasivos.
- Los técnicos deben revisar periódicamente y bajo una muestra aleatoria que los grados día desarrollo coincidan con los datos reportados en esta investigación a fin de obtener las cosechas en las fechas previstas.
- Se recomienda que la variedad Freedom sea pinchada en días anteriores puesto que es la que menor porcentaje acumula en el periodo de 83y 88 días.
- Debido a que el comportamiento de los ciclos es de carácter varietal se debe realizar este estudio y su respectivo análisis para todas las variedades de la finca.
- Continuar con la difusión y capacitación a los técnicos en relación al comportamiento de las variedades para las proyecciones de producción.

5.3 Bibliografía

- Arboleda, J. (2009). Modelo de proyección de la producción de rosas, basado en las curvas de crecimiento de las plantas. Tesis de pregrado. Universidad de La Salle-Bogotá.
- Bañón, S., Cifuentes, D., Fernández, J., & González, A. (1993). *Gerbera, Liliun, Tulipan y Rosa*. Madrid- España: Editorial Mundi-Prensa.
- 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. Tesis de pregrado. Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.
- De la Rosa, M. (2013). Identificación de estados fenológicos y determinación de unidades calor en el cultivo de rosa (Rosa x híbrida) en la región florícola del estado de México. Tesis de Pregrado. Universidad Autónoma de Estado de México.
- González, E. A. (2011). Estudio del desarrollo, calidad de flor y dosis de fertilización en gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* Hort.). *Revista Fitotécnica Mexicana* , 277-283.
- Hatfield, J., & Prueger, J. (2015). Temperature extremes: Effect on plant growth and development. . *Weather and Climate Extremes*, 10, 4-10.
- Hooch, J. (2001). Handbook for modern greenhouse rose cultivation. *AppliedPlantResearch*, 200-103.
- Mancera. (2011). Análisis del desarrollo dle mini clavel y de su productividad con base en el método de grados día y el descabece en diferentes estados fenológicos. Tesis de maestría. Universidad de La Sabana, Colombia.
- Martines, E. (2007). *Definiciones de humedad y su equivalencia*. El Marquez- México : Centro Nacional de Metrología, División de Termometría.
- Miller, P., Lanier, W., & Brandt, S. (2001). *Using Growing Degree Days to Predict Plant Stages*. Montana StateUniversity-UnitedStates of America.

- Monroy, N., Pérez, I., & Cure, J. (2014). Estudio de la variabilidad en el clima y la producción de rosas en la sabana de Bogotá. *Revista Universidad de los Andes*, 14, 42-46.
- Nunes, N., Leite, A., & Castro, C. (2016). Phenology, reproductive biology and growing degree days of the grapevine "isabel" (*Vitis labrusca*, Vitaceae) cultivated in northeastern Brazil. *Brazil Journal*, 76(4), 975-982.
- Perez, M., Cure, J., & Monroy, N. (2001). *Módulo de predicción y manejo de cultivo de rosas*. Universidad de Los Andes. 18-22.
- PRODUCE. (2002). *Manual de producción de la rosa*. Chiapas- México: Soluciones estratégicas.
- Rodríguez, W., & Flórez, V. (2006). Comportamiento fenológico de tres variedades de rosas rojas en función de la acumulación de la temperatura. *Agronomía Colombiana*, 24(2), 247-257.
- Rosen Tantau. (2019). Recuperado el 6 de julio de 2019, de <http://www.rosentantau.com/rosa-spray/>
- Taco, J. (2018). Determinación de la acumulación de grados día desarrollo en seis estados fenológicos de cinco variedades de Rosa sp. Tesis de pregrado. Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.
- Universidad de California. (2016). *Models: About Phenology Models*. Recuperado el 13 de mayo de 2018, de <http://ipm.ucanr.edu/WEATHER/ddphenology.html>
- Universidad de California. (2017). *Metodología para el cálculo de Unidades Calor diseñada por la University of California, empleada en el SIMARBC*. Recuperado el 13 de mayo de 2018, de <http://www.ipm.ucdavis.edu/index.html>

- Urra, F., & Apablaza, J. (2005). Temperatura Base y Constante térmica de desarrollo de *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciencia e investigación Agraria*, 32(1), 16-26.
- Vélez, D. (2016). Grados día crecimiento GDC en el sector floricultor. *Ecuador y sus flores*(50), 12-14.
- Vila, J. (2019). Modelo de proyección de la producción de rosas basados en curvas de crecimiento de las plantas. Tesis de grado, Universidad de la Salle, Bogotá. .
- Villares, D. (2018). Determinación de Grados Día Desarrollo en la fenología de siete variedades de *Chrysanthemum* sp. en la florícola Florisol. Tesis de pregrado. . Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.
- Wilson, L., & Barnett, W. (1983). Degree-days: an aid in crop and pest management. *California Agriculture*, 4-7.
- Yong, A. (2004). El cultivo de rosas y su propagación . *Cultivos tropicales* , 25(2), 53-67.