



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL
DIRECCION DE INVESTIGACION Y POSTGRADO
MAGISTER EN FISIOLÓGIA Y PRODUCCIÓN VEGETAL

CARACTERIZACIÓN FENOLÓGICA, REPRODUCTIVA Y DE CALIDAD DE
FRUTA DE DISTINTAS VARIEDADES DE CEREZO (*PRUNUS AVIUM L.*) EN
LA ZONA CENTRAL DE CHILE

Tesis presentada como requisito para optar al grado de

Magister en Fisiología y Producción Vegetal

por:

Ignacio Arriagada Bastias

Comité de Tesis
Profesora Guía: Marlene Ayala
Profesora Informante:
Marlene Gebauer

Noviembre 2020
Santiago-Chile

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos a las personas que me ayudaron a realizar este Proyecto de Magister, en forma especial a las profesoras Marlene Ayala y Marlene Gebauer por su importante aporte a mi formación profesional y su constante preocupación durante la realización de este trabajo.

Agradezco profundamente a mi jefe Juan Enrique Ortúzar por darme la oportunidad de realizar este magister, entregarme la confianza de seguir trabajando a su lado y por compartir sus conocimientos y empatía.

A mi familia

A mis compañeros y profesores de magister

A mis amigos y colegas que me apoyaron en el transcurso de esta etapa

INDICE

1. ABSTRACT	3
2. INTRODUCCIÓN	4
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Contexto productivo mundial	5
3.2 Contexto productivo en Chile	6
3.3 Descripción del Cerezo dulce (<i>Prunus avium L.</i>).....	9
3.3.1 Biología reproductiva y hábitos de fructificación	9
3.3.2 Fenología	9
3.3.4 Curvas de crecimiento.....	11
3.3.5 Parámetros de calidad y de condición.....	11
3.3.6 Características edafológicas	11
3.3.7 Horas frío	12
3.3.8 Temperatura.....	13
3.3.9 Heladas.....	14
3.3.10 Lluvias.....	14
3.3.11 Polinización	15
3.3.11.1 Periodo de polinización efectiva	15
3.3.11.2 Viabilidad del polen	16
3.3.11.3 Viabilidad del óvulo	16
3.3.11.4 Incompatibilidad gametofítica	16
3.4 Mejoramiento genético	16
3.4.1 Mejoramiento genético del cerezo.....	17
3.4.2 Programas de mejoramiento genético del cerezo en el mundo	19
3.4.3 Programas de mejoramiento genético del cerezo en Chile.....	20
4. MATERIALES Y MÉTODOS	24
4.1 Material vegetal.....	24

4.2 Caracterización del huerto evaluado	26
4.3 Fenología	28
4.4 Crecimiento de fruto	29
4.5 Madurez de cosecha	29
4.6 Caracterización de hojas	30
4.7 Análisis estadístico.....	30
5. RESULTADOS.....	31
5.1 Fenología	31
5.2 Crecimiento de fruto	46
5.3 Madurez de cosecha	58
5.4 Caracterización de hojas	62
5.5 Ficha resumen de la variedad	64
6. DISCUSIÓN	89
6.1 Fenología	89
6.2 Curva de crecimiento de frutos.....	90
6.3 Madurez de cosecha	90
6.4 Caracterización de hojas	91
7. CONCLUSIÓN	92
8. RESUMEN	93
9. LITERATURA CITADA.....	94

Phenological, reproductive and fruit quality characterization of different varieties of cherry (*Prunus avium* L.) in the central zone of Chile

Ignacio Patricio Arriagada Bastias

1. ABSTRACT

Ignacio Arriagada. Phenological, reproductive and fruit quality characterization of different varieties of cherry (*Prunus avium* L.) in the central zone of Chile. Tesis, Magister en Fruticultura, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile 105 pp. The correct characterization of varieties in a germplasm bank for a project of genetic improvement of cherry trees, manages to increase the efficiency in the selection of parents, allowing to obtain progenies with desired qualities in a shorter time. This is verified through the use of morphological and productive descriptors to discriminate the different between each one of them.

In this context, the program belonging to the Asociación de Exportadores de Frutas de Chile S.A. in conjunction with the Pontificia Universidad Católica de Chile, varieties are available that constitute a contribution to the genetic pool of parents for the search to generate new varieties.

In this way, a phenological follow-up, evaluation of the development and quality of fruit was carried out on 24 varieties found in the experimental station of the Pontificia Universidad Católica de Chile, located in the commune of Pirque, Metropolitan region. The varieties correspond to: “Aida®”, “Alex®”, “Bing”, “Brooks”, “Carmen®”, “Garnet”, “Germersdorfi”, “Katalin”, “Kordia”, “Lapins”, “Paulus®”, “Peter”, “Rainier”, “Regina”, “Royal Dawn®”, “Royal Lee®”, “Ruby”, “Santina”, “Stella”, “Sweetheart”, “Techlovan”, “Tulare”, “Vanda” y “Vera®”.

With the data obtained, it was possible to determine for each variety, the cold requirements and degree days in its different phenological stages, fruit maturity curves and its quality at the optimal time of harvest for the year 2019.

Key words: characterization, germplasm bank, parents, phenological stages

2. INTRODUCCIÓN

El Cerezo dulce (*Prunus avium L.*) es una especie de gran importancia productiva en la fruticultura de Chile como en el mundo. Ya existen más de 300.000 hectáreas plantadas a nivel mundial, con Turquía como el principal exponente, teniendo una superficie de 84.087 hectáreas (ha) (FAO, 2018). A nivel productivo, Chile se encuentra en el 4 puesto a nivel, exportando para la temporada 2019-2020 más de 210.000 toneladas de cerezas al mundo, estimándose un crecimiento de 16,7%, para una superficie de 38.392 hectáreas (ODEPA, 2019). Además, esto se suma a una gran rentabilidad con precios que no bajan de los 4 USD por kilogramo (ODEPA, 2019).

Con estos datos, el cerezo se transforma en una especie de gran interés para el desarrollo de nuevas variedades que puedan explorar nuevas ventanas de cosecha, diferentes mercados y oportunidades de comercio. De este modo, la Asociación de Exportadores de Frutas de Chile S.A. en conjunto con la Pontificia Universidad Católica de Chile está llevando a cabo un programa de mejoramiento genético del cerezo financiado por la CORFO que tiene como finalidad la obtención de nuevas variedades que cumplan las necesidades de calidad, condición y adaptación para la industria chilena.

Dentro de las etapas de este proyecto, se encuentra la caracterización de las variedades en el banco de germoplasma de la Pontificia Universidad Católica de Chile, que busca lograr aumentar la eficiencia en la selección de parentales, permitiendo obtener progenies con cualidades deseadas en un menor tiempo.

Bajo estas premisas, se realizó la evaluación de 24 variedades que componen el banco de germoplasma, con el objetivo de generar información de la Fenotipificación de las variedades desde floración a cosecha, evaluar la madurez y curvas de crecimiento de frutos desde cuaja y correlacionar las características climáticas de la zona, con el desarrollo fenológico y calidad de la fruta.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos a lo largo del seguimiento de las variedades para la temporada 2019-2020 y se discuten sus implicancias, así como también se sientan las bases para la selección eficiente y en menor tiempo de los parentales.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Contexto productivo mundial

La producción mundial de cerezos ha aumentado de manera sostenida durante la última década de desarrollo. Este aumento en producción se ve relacionado con el aumento de la superficie plantada a nivel mundial.

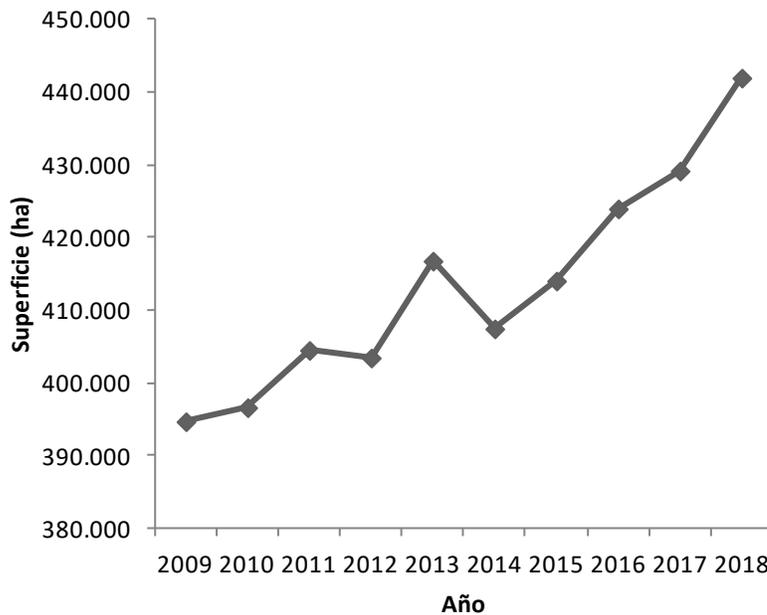


Figura 1: Evolución de la superficie cultivada de cerezo dulce a nivel mundial.

Fuente: FAO, 2018.

A nivel productivo, Turquía lidera con más de 600.000 toneladas (ton) y le sigue Estados Unidos con 312.430 ton. En cuarto lugar se encuentra Chile con una producción reportada de 155.935 toneladas (FAO, 2018).

FAO el 2018 entregó la última actualización a nivel mundial de la superficie de cerezas cosechadas. Bajo este contexto, al igual que en el ámbito productivo, Turquía y Estados Unidos se encuentran en los primeros lugares, mientras que Chile continúa en el cuarto puesto.

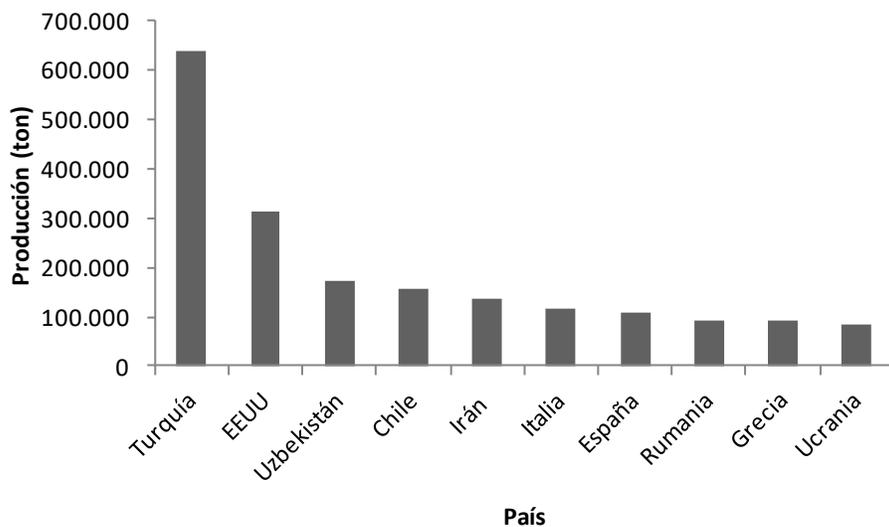


Figura 2: Producción estimada de los 10 países más productores de cereza.

Fuente: FAO, 2018.

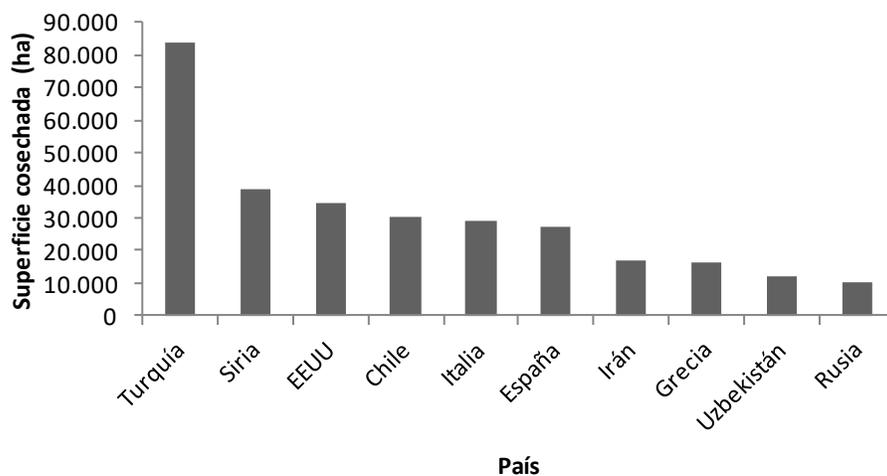


Figura 3: Superficie cosechada para los principales países productores de cereza.

Fuente: FAO, 2018.

3.2 Contexto productivo en Chile

Chile posee un clima privilegiado para el cultivo de especies frutales debido a su conformación geográfica. Al ser un extenso país, tenemos una diversidad climática permitiendo tener distintas zonas de cultivo para el cerezo dulce. Además, la presencia Cordillera de los Andes y el Océano Pacífico impide la entrada de plagas y enfermedades (Razeto, 1992).

Según la ASOEX, para la temporada 2019-2020, nuestros principales destinos siguen siendo el lejano Oriente, seguido por Estados Unidos, Latinoamérica, Canadá y en menor porcentaje Medio Oriente.

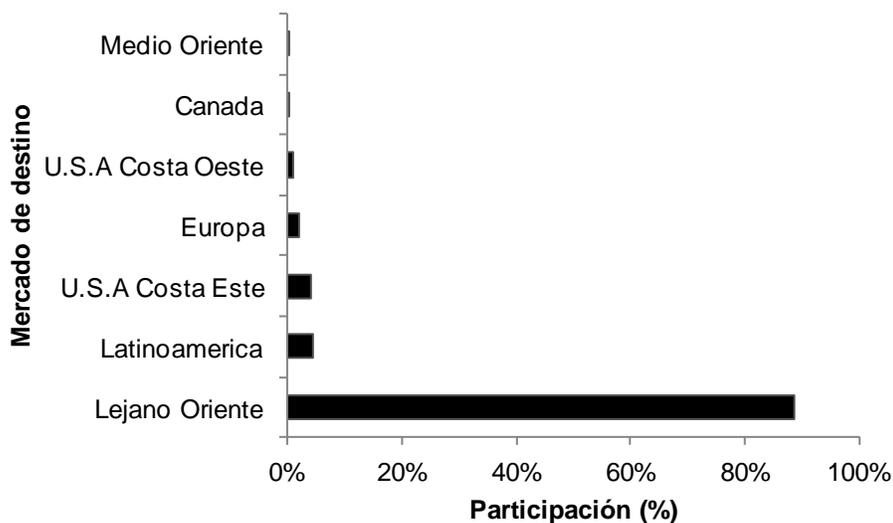


Figura 4: Participación de los mercados en las exportaciones de cereza chilena.

Fuente: ASOEX, 2020.

En cuanto a las variedades más exportadas, siguen destacando para la temporada 2019-2020 “Lapins” y “Santina”.

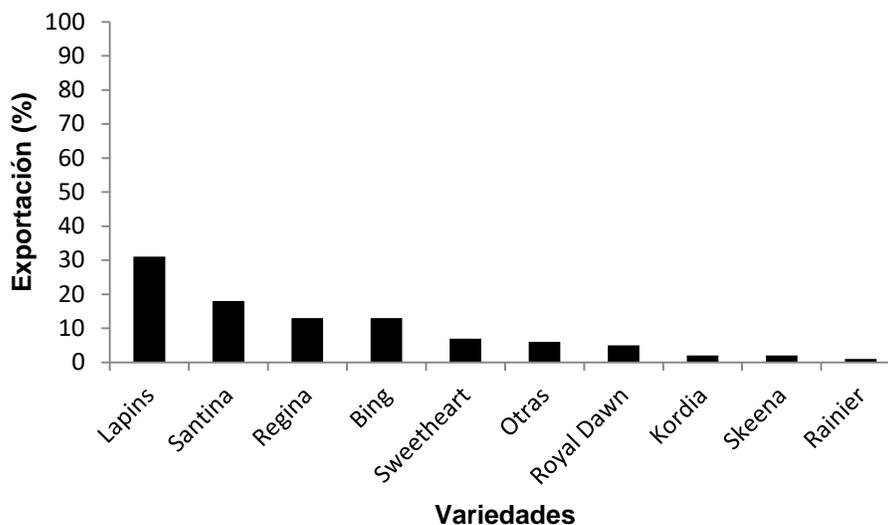


Figura 5: Participación de las variedades en las exportaciones de cereza chilena.

Fuente: ASOEX, 2020.

Según fue informado por la ASOEX (2020), Chile tuvo una exportación esta temporada con más de 210.000 ton de cerezas al mundo, estimándose un crecimiento de 16,7% durante la presente temporada respecto de la anterior. Cabe destacar que el año pasado se enviaron 180.000 toneladas.

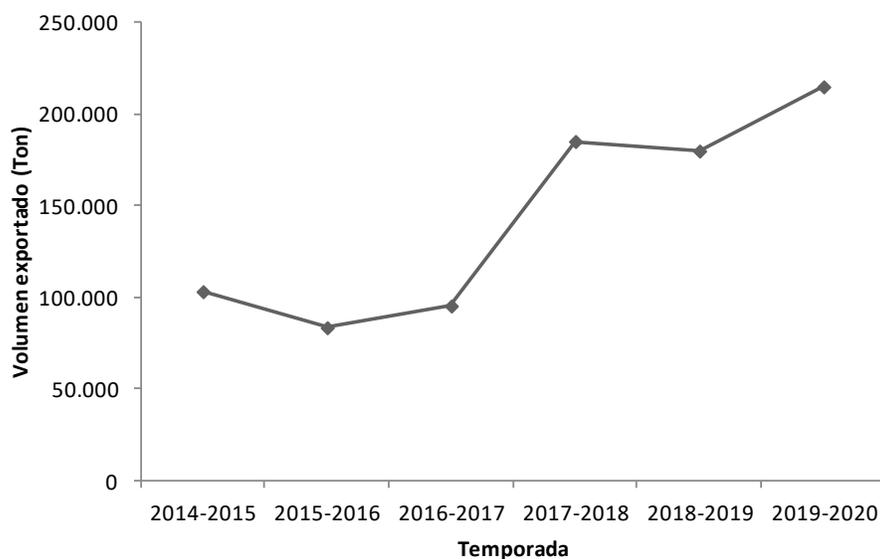


Figura 6: Volumen de exportación de cereza fresca chilena en diferentes temporadas.

Fuente: ODEPA, 2020.

La zona productiva en Chile corresponde principalmente a la zona centro sur del país, dominando las zonas de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins y la Región del Maule (ODEPA, 2019).

Cuadro 1: Superficie de cerezo dulce plantado en Chile junto con su año de catastro.

Región	Año de catastro	Superficie (ha)
Coquimbo	2018	70
Valparaíso	2017	212
Metropolitana	2017	2.456
O'Higgins	2018	13.699
Maule	2019	17.656
Ñuble	2019	1.600
Biobío	2019	539
La Araucanía	2019	1.170
Los Ríos	2019	232
Los Lagos	2019	523
Aysén	2019	235
Total		38.392

Fuente: ODEPA, 2019.

3.3 Descripción del Cerezo dulce

El cerezo dulce es una especie de hoja caduca originaria de la región de los mares Negro y Caspio en Europa (Gil, 1999). Se encuentran naturalmente en los bosques y todos los países de Europa central (Bravo, 2014). Esta especie crece naturalmente en zonas de clima templado (Cazanga y Leiva, 2011) con inviernos fríos.

3.3.1 Biología reproductiva y hábitos de fructificación

El cerezo dulce pertenece a la familia Rosaceae y se agrupa dentro del género *Prunus*, junto con otros frutales de cuesco o carozos (Hummer y Janick, 2009). Se caracteriza por tener inflorescencias denominadas fascículos, con ovario supero y provenientes de yemas simples ubicadas lateralmente en los dardos y en la base de la ramilla de 1 año (Gil, 2012). El fruto que produce es conocido como drupa (Combe, 1976).

3.3.2 Fenología

Los cerezos en general presentan una maduración bastante rápida, demorando alrededor de 2 a 3 meses desde plena floración a cosecha (Rieger, 2006). En Chile, es

difícil proponer un modelo aproximado para todas las variedades debido a que existe una alta variabilidad de requisitos climáticos entre variedades y las condiciones climáticas a nivel nacional en diferentes localidades.

Los cambios que marcan la iniciación floral, comienzan con el achatamiento del ápice meristemático de la yema. Ya en ese momento se diferencian los distintos órganos de la flor (Lemus, 2005).

Debido a que es común encontrar en una planta diversos estados fenológicos, coexistiendo al mismo tiempo, se utilizó un criterio de clasificación en todas las especies estudiadas, considerando la transición del estado fenológico cuando éste se presentaba en la planta en un 50 % o más. A continuación se presenta un cuadro de los principales estados fenológicos presentados por el INIA.

Cuadro 2: Detalle de los principales estados fenológicos de la yema floral.

Estado	Código BBCH	Definición
Yema receso	00	Caracteriza el estado de reposo de la yema, la que está cubierta por brácteas protectoras.
Botón verde	53	En el extremo de las yemas se observan las puntas verdes de los primordios foliares.
Botón blanco	59	En el extremo de las yemas florales se observan los pétalos blancos de las flores.
Inicio de floración	61	Existe al menos un 10 % de las flores abiertas.
Plena floración	65	El 90 % de las flores se presentan abiertas.
Caída de restos florales	67	El ovario fecundado se agranda y se observan el pistilo, los estambres, los sépalos y los pétalos senescentes.
Fruto cuajado	71	El ovario presenta un acelerado crecimiento.
Pinta	81	Comienzo del viraje de color.
Cosecha	87	Fruto listo para cosecha.

Cuadro adaptado rescatado de Wenden, B., 2016

3.3.4 Curvas de crecimiento

El crecimiento del fruto sigue una curva de tipo doble sigmoidea dividida en tres fases. La fase I corresponde al periodo de una elevada tasa de división de las células del mesocarpio que comienza inmediatamente después de la cuaja (Balbontín, 2013). La fase II se caracteriza por ser una etapa estacionaria en donde se desarrolla el embrión y se lignifica el endocarpio. Por último, la fase III se destaca por la expansión celular, acompañada de la maduración del fruto que engloba la pigmentación del exocarpio y acumulación de sólidos solubles (Balbontín, 2014).

3.3.5 Parámetros de calidad y de condición.

Los factores evaluados al momento de la cosecha están determinados por la integración de varios factores, destacando el tamaño, el color, la acidez, el dulzor. Se considera una cereza de buena de buena calidad cuando esta presenta un color parejo e intenso, con azúcares superiores a 17 °Brix, algo de de acidez, considerando un pH de 3,8, pedicelo verde y presentar una firmeza que este sobre las 70 unidades Durofel (Bound, 2013).

Además, siempre se debe considerar la condición de la fruta, que es el resultado de los manejos agronómicos y de las características edafoclimáticas del sector (Gil, 2012). Para ello se considera la presencia de machucones, heridas abiertas, deformidades y presencia de hongos entre otras.

3.3 Factores que afectan la producción

Existen diversos factores edafoclimáticos y fisiológicos que condicionan la producción de cerezo dulce, esto condiciona tanto la elección de la zona productiva como los manejos a realizar durante la temporada (Goncalves, 2003). Dentro de estos factores se destacan las características edafológicas, la acumulación de frío invernal, la acumulación térmica durante la temporada productiva, el daño por heladas tardías y por lluvias en primavera, la polinización y la incompatibilidad gametofítica.

3.3.6 Características edafológicas

El cerezo se considera una especie de gran plasticidad para adaptarse a diferentes tipos de suelo. Para Albuquerque (2008), este frutal requiere en general un

pH de 6,2 a 6,8, con un buen drenaje debido a la susceptibilidad que presenta a la pudrición del cuello provocada por *Phytophthora spp.*

3.3.7 Horas frío

Primero hay que definir como letargo a la incapacidad endógena de una yema para crecer y abrirse dando un brote y una flor, el cual desaparece por exposición a temperaturas bajas por un tiempo determinado” (Gil, 1999). Este estado consta de 3 etapas que corresponden a: Letargo preliminar, en donde el frío contribuye a profundizar este estado hasta llegar a una etapa de letargo más profundo en donde la planta no es capaz de responder. Luego el letargo profundo, en donde el frío contribuye a la disipación del letargo conduciendo hacia la etapa final. Por último, el letargo final, en donde el letargo se va haciendo cada vez menos intenso después de una mayor exposición al frío y una mayor capacidad de responder en crecimiento a condiciones estimulantes (Gil, 1999).

Según Ryugo (1993), el enfriamiento aparentemente incrementa la habilidad de las partes florales para movilizar elementos orgánicos, lo que se propicia por la síntesis aumentada de citoquininas que permite aumentar la división celular en las yemas. La exposición prolongada de las yemas al frío induce un aumento de la permeabilidad de la membrana celular por efectos del aumento del etileno, lo que está implicado en el proceso de rompimiento del letargo.

Asimismo, Wang (2016) demostró que el frío invernal está en directa relación con el desarrollo de los órganos florales femeninos durante el receso invernal, retrasándose el desarrollo de óvulos y saco embrionario cuando hay carencia de este. Cuando la acumulación de frío es insuficiente la floración y brotación son pobres, reduciendo el crecimiento vegetativo y los rendimientos obtenidos (Albuquerque *et al.*, 2008).

El cerezo dulce posee un alto requisito de frío para salir del letargo, se ha reportado en la literatura que el rango generalmente se encuentra entre las 1100 a 1300 horas bajo 7°C (Gil, 1999). Sin embargo, nuevas variedades han sido reportadas con requisitos que van desde los 400 a 1500 horas bajo 7°C (Joublan Millán y Claverie, 2014).

Diversos estudios han determinado diferentes requerimientos para cada una de las variedades de cerezo dulce. La mayoría de ellas determinan los requerimientos

mediante el sistema de horas frío bajo 7°C (HF), unidades de frío Richardson (UF) y el modelo de porciones de frío (Wang *et al.*, 2016).

El modelo de horas frío determina que cada hora con temperatura promedio bajo 7°C corresponde a la acumulación de 1 hora frío. El modelo de unidades de frío consiste en tomar los valores horarios de las temperaturas medias y transformarlos en unidades en función de rangos de temperaturas (Hochmaier, 2014). Por último, el modelo de porciones de frío que considera el efecto de las temperaturas entre 0 y 13°C, suponiendo que tienen un efecto positivo en la acumulación de frío y sobre 18°C el efecto es nulo. El modelo se basa en dos etapas, la primera, en que el proceso es reversible y que dependerá de la intensidad y duración de la exposición a la baja temperatura, mientras que la segunda etapa es un proceso irreversible y considera que una vez alcanzada una concentración crítica de un intermediario el frío se acumulará en forma de porción de frío (Erez *et al.*, 1990)

Para suplir la falta de acumulación de frío en zonas donde este es insuficiente se utilizan diferentes métodos artificiales como el uso de aceites minerales, thidiazuron, nitrato de potasio y cianamida hidrogenada (Wang *et al.*, 2016). También, se está promoviendo el uso de bioestimulantes como el Erger® en los cuales se sigue trabajando para determinar los componentes moleculares y los momentos óptimos de aplicación (Hoeberichts, 2017). Así mismo, un estudio realizado por Tarantino (2018), muestra la efectividad del porcentaje de cuajado, la productividad y los atributos cualitativos mejoran con el uso de estos productos orgánicos como el Hendophyt®, Ergostim® y Radicon®.

3.3.8 Temperatura

Las temperaturas durante la temporada de crecimiento repercuten en la dinámica fenológica de la especie durante la temporada de activo crecimiento (Fadón *et al.*, 2015). Existen diversos estudios para determinar la acumulación térmica durante la temporada. Sin embargo, los estudios difieren tanto en etapas fenológicas de medición como en los métodos de cálculo utilizados (Hochmaier, 2014). Esto dificulta realizar una comparación entre variedades y entre modelos. Los resultados sugieren que la acumulación térmica difiere entre variedades (Cittadini *et al.*, 2010).

Altas temperaturas en época primaveral se han relacionado con la reducción de la cuaja frutal en conjunto con el acortamiento de la receptividad estigmática. Además,

de la reducción del periodo efectivo de polinización. También se pueden comprometer diferentes fases del desarrollo floral desde estadios tempranos como la inducción y el desarrollo de yemas cercano a la apertura floral, provocando falta de sincronía en el desarrollo de los diferentes órganos florales. Para esto se hace indispensable el estudio de los modelos de fenología en cerezo dulce por variedad (Fadón *et al.*, 2015).

3.3.9 Heladas

Las heladas de primavera conllevan las mayores pérdidas de fruta en comparación a los otros factores ambientales (Matzneller *et al.*, 2016). El fenómeno de helada ocurre cuando la temperatura ambiental desciende por debajo de los 0°C. En cambio, para el área agrícola el concepto de helada ocurre cuando el descenso térmico es capaz de causar algún daño a los tejidos vegetales (Vallejo, 2007).

En las heladas primaverales el frío afecta a los órganos en actividad y estados de gran sensibilidad, causan daños con temperaturas levemente bajo los 0°C. Estas son las más importantes en zonas frutícolas (Vallejo, 2007). De este modo, los órganos de las plantas se ven afectados porque no están lo suficientemente adaptados para resistir bajas temperaturas. La temperatura en que la planta es dañada depende de su estado fenológico y las variedades tratadas.

Las yemas fructíferas son mucho más tolerantes en invierno cuando están en pleno receso (Soria y Pisano, 2007). Sin embargo, a medida que avanza cada estado fenológico, este se vuelve más sensible. El orden creciente de mayor sensibilidad para cada estado es yema hincada, botones visibles, botones separados, estambres descubiertos y fruto recién cuajado (Miranda, 2005).

3.3.10 Lluvias

Las lluvias tardías durante la temporada de crecimiento provocan la pérdida de casi la totalidad de la producción. Esto es debido a que pueden provocar el rompimiento del polen por un fenómeno de osmosis o caída de este (Millán y Claverie, 2004). Además, promueven enfermedades fungosas que afectan las flores como *Monilia spp* y *Botrytis cinérea* (Rieger, 2006).

Eventos de lluvia en frutos puede generar la partidura cuando ocurren cerca del periodo de cosecha (Bastías *et al.*, 2010), donde más de mitad de la producción puede perderse cerca de la cosecha (Khan *et al.*, 2014). Diferentes estudios muestran que

cultivares como “Bing”, “Van” y “Napoleón” son altamente susceptibles al daño, mientras que “Lapins”, “Sweetheart”, “Kordia” y “Regina” presentarían una mayor resistencia (Bastías *et al.*, 2010).

Para prevenir los efectos de las lluvias tardías se utilizan diversos métodos en la temporada de crecimiento como techos y túneles de diversos materiales generalmente constituidos por arcos o soportes metálicos recubiertos con plástico. La utilización de estos sistemas de cubiertas ha demostrado reducir significativamente la partidura en el cerezo (Joublan Millán y Claverie, 2004).

En Chile, debido a la demanda creciente de incorporar nuevos territorios en donde las condiciones son subóptimas para los requerimientos fisiológicos del cerezo, ha implicado el uso de nuevas tecnologías como es el uso de los cobertores plásticos y macrotúneles (Blanco, 2019) con el fin de garantizar la protección a partidura. Sin embargo, los productores han podido atribuir otros beneficios como lo son el adelanto a la cosecha, controlar heladas suaves y reducir el estrés radioactivo, con un costo que ronda desde los 25.000 a 120.000 dólares por hectárea (Blanco, 2019).

3.3.11 Polinización

Para poder lograr una buena cuaja, es necesario asegurar la presencia de un polen compatible con la variedad comercial. Esto debe ir acompañado de agentes polinizadores, en cerezas normalmente se utilizan abejas (Roversi, 1998). Bajo este contexto, existen dos tipos de polinización, la primera es la autopolinización y la segunda es la polinización cruzada que es entre diferentes especies (Gil, 2000).

Para una correcta polinización se deben considerar 4 factores que son el periodo de polinización efectiva, viabilidad de polen, viabilidad del óvulo e incompatibilidad gametofítica

3.3.11.1 Periodo de polinización efectiva

Se define como el periodo de tiempo mientras este viable el óvulo menos el tiempo que se requiere para que el tubo polínico llegue al ovulo. Es en esta etapa donde ocurre la fertilización y unión entre gametos (Whiting, 2014).

La receptividad del estigma va disminuyendo conforme pasan los días desde plena floración. La duración varía entre variedad y condiciones climáticas pero se estima entre 5 a 10 días (Roversi, 1998).

3.3.11.2 Viabilidad del polen

Por lo general, la viabilidad del polen es corta y disminuye con condiciones climáticas adversas tales como lluvias, heladas y altas temperaturas (Albuquerque, 2010). De esta manera, si el polen no está viable, se producirá la degeneración del óvulo afectando la producción potencial de la variedad (Li, 2020).

3.3.11.3 Viabilidad del óvulo

Hay diversos factores que afectan la viabilidad del óvulo, principalmente referidos a la temperatura. Bajas temperaturas afectan su viabilidad, pero temperaturas más altas aumentan su senescencia (Hedhly, 2009).

3.3.11.4 Incompatibilidad gametofítica

Se define incompatibilidad cuando el polen no puede fecundar sus propios óvulos y se debe buscar otra variedad compatible para lograr la fecundación (Li, 2020)

En el cerezo dulce existen genes de incompatibilidad asociados al alelo S (Sonneveld, 2006), variedades con alelos S diferentes permiten que el tubo polínico crezca más rápido que las que tienen los mismos alelos y de esta manera evitan su degeneración, con ello se espera que la cuaja del cerezo sea del 40 % del total de flores (Tao y lezzoni, 2010).

3.4 Mejoramiento genético

El mejoramiento genético en la forma general como lo conocemos en la actualidad sólo se inició en la década del 50 (Namkoong, et al., 1988), con los trabajos Syrach Larsen (1956). Actualmente el mejoramiento genético constituye una parte operacional de todos los programas de manejo intensivo en el mundo y es una extensión, con algunos ajustes, de las técnicas de mejora genética de los cultivos agrícolas.

Existen varios métodos de mejora genética, los cuales se pueden clasificar en: cruzamientos controlados entre organismos de una misma especie que permite la transferencia de genes, introducción de DNA foráneo a una planta mediante técnicas de transformación específicas y la transferencia natural de genes entre organismos diferentes como virus y bacterias (Dirlewanger, 2017).

En la actualidad, la información sobre identidad genética y su relación es necesaria para seleccionar a diversos individuos con los rasgos deseados de calidad de la fruta para usarlos como progenitores reproductores. La identificación molecular utilizando marcadores de ADN se ha convertido en la herramienta principal para examinar las relaciones genéticas dentro y entre poblaciones o individuos, mapeo de genes útiles, construcción de mapas de enlace genético, selección asistida por marcadores y estudios filogenéticos en especies de cultivos (Quero-García, 2019).

En la última década, con el advenimiento de las tecnologías de secuenciación de próxima generación, numerosos marcadores moleculares han estado disponibles para estudios genéticos en cerezas agrias. Gracias a estas herramientas, se ha permitido detección de numerosos locus de rasgos cuantitativos (QTL). Por lo tanto la selección asistida por marcadores (MAS) se ha convertido en una realidad para los cultivos agrícolas (Quero-García, 2019).

3.4.1 Mejoramiento genético del cerezo

El cerezo dulce es una especie diploide ($2n = 16$) con un genoma pequeño (338 Mb) (Arumuganathan y Earle, 1991). Las dos principales especies cultivadas son el cerezo ácido (*Prunus cerasus* L.) tetraploide $2n=32$ y el cerezo dulce diploide $2n=16$. Se cree que el cerezo empieza a ser cultivado aproximadamente hace 2000 años, sin embargo, la mejora del cultivo es relativamente reciente. Debido a la mala conservación del fruto y las dificultades para el transporte, la cereza solo se cultivaba para uso local y su mejora no empieza hasta finales del siglo XIX (Nettancourt, 2001).

Su centro de domesticación fue también Asia central, más tarde pasó de Asia menor al Mediterráneo a través de la civilización griega (Lichou *et al.*, 1990). Su llegada a Europa se produjo desde China atravesando Rusia y Oriente próximo.

Su mejora se inicia con mejoradores del sector privado de EEUU que realizan los primeros cruzamientos. Posteriormente instituciones públicas en Norteamérica y Europa inician los principales programas de mejora genética del cultivo durante la primera mitad del siglo XX. Debido al largo periodo de juvenilidad de la especie, la introducción de caracteres de interés a partir de germoplasma en cerezo es un proceso muy largo, por lo que en mejora, se ha utilizado un número muy reducido de parentales. Como ejemplo la variedad “Bing”, que sigue siendo una variedad muy cultivada en EEUU, fue obtenida en el año 1875. Como consecuencia, el uso reiterado

de los mismos parentales en la mejora, ha resultado en una base genética muy reducida (Dirlewanger, 2002)

La mayoría de los estudios genéticos publicados en cereza se han basado típicamente en marcadores de microsatélites o de repetición de secuencia simple (SSR) (Hardner, 2019). Los SSR han sido reconocidos como marcadores genéticos útiles en plantas y animales debido a su alto grado de polimorfismo, abundancia en genomas, co-dominancia e idoneidad para la automatización (Hardner, 2019). Sin embargo, una limitación importante de los marcadores SSR es el alto costo de los marcadores fluorescentes que hace que el ensayo sea costoso e inaccesible para estudios a pequeña escala (Agarwal et al., 2008). Por otro lado, los marcadores de polimorfismo de un solo nucleótido (SNP) están ganando popularidad como marcadores moleculares valiosos y eficientes debido a su abundancia en genomas de plantas (Quero-García, 2019). Se pueden usar como marcadores genéticos en muchas aplicaciones, como la identificación de cultivares, la construcción de mapas genéticos, la evaluación de la diversidad genética o la reproducción asistida por marcadores (Wu, 2008).

Continuamente se desarrollan y utilizan nuevos métodos y tecnologías con el objetivo de mejorar la identificación y caracterización genética de especies de plantas. Por ejemplo, la fusión de alta resolución (HRM) es un avance reciente para la detección de SNP. Esta técnica mide la separación de cadenas inducida por la temperatura de ampliaciones de PCR cortos y también es capaz de detectar variaciones tan pequeñas como una diferencia de un par de bases entre las muestras (Dirlewanger *et al.*, 2017). La plataforma HRM también es susceptible de análisis visual de los perfiles de curva para determinar la variabilidad en caso de posibles cambios en la Tm absoluta en función de las condiciones de reacción (Koepke *et al.*, 2012). Además, HRM ha demostrado ser un enfoque preciso, que ahorra tiempo y es rentable para la detección de SNP (Wu *et al.*, 2008).

Dado que cereza dulce es una especie con un largo período de juvenilidad y que las grandes áreas son para evaluar miles de nuevos híbridos, la selección asistida por marcadores (MAS) permitirá a los genetistas tomar decisiones eficientemente basadas en la información de ADN, como qué padres elegir, qué cruces hacer y que híbridos plantar con favorables combinaciones alélicas para los rasgos agronómicos más críticos (Quero-García, 2019).

3.4.2 Programas de mejoramiento genético del cerezo en el mundo

El cuadro varietal moderno de la especie nace a partir de la selección de plantas de la variedad “Bing”, “Lambert” y “Republican”, desarrolladas por un colono de Oregón en 1847. Durante la segunda mitad del siglo 20, diversos programas de mejoramiento en EE.UU., Canadá, Inglaterra, Francia, Hungría e Italia han desarrollado nuevas variedades, destacando en la actualidad variedades como: “Bing”, “Rainier”, “Stella”, “Lapins”, “Sweetheart”, entre otras (Gil, 1999).

La mejora genética de cerezo busca variedades con buen rendimiento, que este sea regular, y al mismo tiempo reduciendo en lo posible los costos de producción. Para ello son prioritarios caracteres como la autocompatibilidad, que puedan adaptarse a un cultivo intensivo y a un proceso de recolección mecánica. Otro objetivo es la búsqueda de variedades que puedan adaptarse a nuevas zonas de cultivo, a regiones más cálidas, y a las consecuencias del cambio climático. Con respecto a la cosecha se busca ampliar la época de maduración, tanto con variedades tempranas como con variedades tardías (Dirlewanger, 2017).

En cuanto al fruto, es esencial el tamaño y color, y caracteres organolépticos como la firmeza, el contenido en azúcar, o la acidez. El rajado de fruto durante la maduración, causado por la lluvia y por la humedad es un problema grave para la producción, por lo que se necesitan variedades poco sensibles al rajado. La postcosecha de cereza requiere de variedades que resistan el transporte y que no pierdan calidad durante la conservación, como firmeza y color (Dirlewanger, 2017). A nivel, de planta, se espera que esta tenga bajos requerimientos de frío, sea precoz, adaptada a nuevos climas, tolerante a enfermedades y muy productiva (Donoso, 2018).

A continuación, se presenta un cuadro con los principales programas de mejora genética de cerezo dulce en el mundo.

Cuadro 3: Programas de mejoramiento genético a nivel mundial.

País	Programas	Clasificación	Objetivo
Canadá	Summerland, British Columbia	Público	Extensión periodo de cosecha, calibre y resistencia a partidura
Canadá	Vineland, Ontario	Público	Extensión periodo de cosecha y calidad
Estados Unidos	USDA, Utah University	Público	Extensión periodo de cosecha, calidad y resistencia a enfermedades
Estados Unidos	Estación Geneva, Cornell University	Público	Productividad, extensión periodo de cosecha y calidad
Estados Unidos	Estación Prosser, Washington University	Público	Productividad, precocidad, calidad y resistencia a enfermedades
Estados Unidos	Estación Davis, Davis University	Público	Productividad, precocidad, calidad y resistencia a enfermedades
Estados Unidos	Zaiger Genetics	Privado	Bajo requerimiento de frío, calibre, sabor y tolerante al calor
Estados Unidos	N.G y L.G Bradford	Privado	Calidad y bajo requerimiento de frío y tolerancia al calor
Estados Unidos	M.L. Nies, California	Privado	Calidad y bajo requerimiento de frío
Estados Unidos	IFG	Privado	Variedades tempranas y tolerantes a altas temperaturas
Francia	INRA	Privado	Calidad, productividad y precocidad
Francia	P. Argot Lorette	Privado	Calidad, productividad y precocidad
Alemania	J.K.I	Privado	Calidad de fruta
Italia	Inst. Speri. Frutt., Verona	Privado	Extensión periodo cosecha y calidad de fruta
Italia	CMFV, Universidad de Bolonia	Privado	Extensión periodo cosecha, resistencia al cracking, árboles compactos y calidad
España	IMIDA, Murcia	Privado	Calidad, alta productividad, extensión periodos de cosecha
República Checa	Res. Inst. of Holovously	Privado	Extensión periodo de cosecha y calidad de fruta
Rumania	Res. Inst. of Hort., Iasi.	Privado	Extensión periodo de cosecha y calidad de fruta
Hungría	Res. Inst. for Fruit grow, Budapest	Privado	Extensión periodo de cosecha, resistencia enfermedades, calidad y autocompatibilidad
Australia	Cherry Growers od SA, SAFF inc	Público	Calidad de fruta, precocidad y alta productividad

Fuente: Adaptado de García, 2016.

3.4.3 Programas de mejoramiento genético del cerezo en Chile

En Chile en los últimos años se ha intensificado la búsqueda de nuevas variedades mediante el mejoramiento genético tradicional. Según Aguilera (2016) y Donoso (2018), los programas de mejoramiento genético en Chile deben concentrarse en buscar variedades precoces, productivas, autofértiles, gran calibre, adaptada a

zonas extremas, tardías y tempranas para ampliar periodo de oferta, buen sabor y buena postcosecha.

El método tradicional del mejoramiento genético del cerezo se basa en la cruce entre variedades con características deseables. El fitomejorador no controla las combinaciones genéticas que se producen en los cromosomas, pero si selecciona las plantas que servirán como parentales y su descendencia. Una vez escogidos los progenitores femenino y masculino, se usan sus flores para realizar el cruzamiento. El progenitor masculino proporciona el polen de las anteras que se deposita en el pistilo de la flor femenina, formando la semilla. De esta forma se combinan sus características en la descendencia, a las cuales se practica la selección poblacional en distintos ambientes y con el uso de la estadística se escogen los mejores individuos o grupos de individuos (Donoso, 2018).

Las semillas obtenidas se siembran en invernadero o campo para iniciar la selección o realizar otros cruzamientos según los objetivos y métodos. Luego de varios años de evaluaciones y selección, se identifican a las mejores variedades para ser multiplicada comercialmente (Donoso, 2018).

Un ejemplo claro, es el proyecto de la Asociación Chilena de Exportación, un grupo de empresas y la Pontificia Universidad Católica de Chile que iniciaron en 2010 un programa tradicional de mejoramiento de cerezas dulces para obtener nuevos cultivares adaptados a las condiciones de cultivo chilenas como lo son las bajas temperaturas y primaveras lluviosas, junto con los requisitos del mercado de larga distancia como lo es China (Ayala, *et al.*, 2019). El programa de mejoramiento se ha enfocado en expandir la ventana comercial generando cultivares tempranos y tardíos. Cada temporada se establecen en el campo alrededor de 3.500 y 4.500 híbridos con una eficiencia de propagación de plantas general que ha oscilado entre 42,7 y 83,4%. Hasta la fecha, el programa de mejoramiento ha establecido más de 21.000 híbridos en sus propias raíces.

Las cruces se hacen a mano o usando jaulas para encerrar árboles enteros. Los híbridos se propagan mediante el rescate de embriones (40 a 45% de híbridos) o la estratificación de semillas. Las plántulas se mantienen en invernadero durante aproximadamente 6 meses hasta su establecimiento en el campo. En 2014, los primeros híbridos comenzaron a dar frutos y desde entonces se han evaluado más de 600 individuos en cuanto a rendimiento, calidad de fruto (tamaño, firmeza, peso, color y

SSC) y fecha de cosecha, entre otras características. En 2017, un total de 14 híbridos interesantes fueron injertados en un patrón de enanismo precoz para evaluaciones pre comerciales (Ayala, *et al.*, 2019).

Cuadro 4: Principales características buscadas en la mejora genética del cerezo en Chile.

Característica	Medida
Tamaño fruto	> 28 mm
Peso fruto	> 10 g
Firmeza	> 75 Durofel
Forma fruto	Cordiforme
Forma cuesco	Redonda
Tamaño cuesco	Pequeño
Pedicelo	Verde y largo
Retención pedicelo	Alta

Fuente: Adaptado de Donoso, 2018.

Los proyectos con fondos públicos adjudicados en Chile se demuestran en el cuadro 5.

Cuadro 5: Proyectos de mejoramiento genético de cerezos adjudicados con fondos públicos de fomento.

Institución principal	Año adjudicación del proyecto	Programa
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	2004	Mejoramiento genético del cerezo
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)	2007	Potenciando la competitividad de la industria de la cereza de exportación
Consortio Tecnológico de la Industria Hortofrutícola S.A.	2010	Programa de mejoramiento genético en cerezos
Biofrutales S.A.	2010	Programa chileno para el mejoramiento genético del cerezo

Fuente: Adaptado de Biosca, 2014.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Material vegetal

Para el estudio se utilizaron variedades de cerezo dulce de distinto origen, ubicadas en el banco de germoplasma de la estación experimental de la Pontificia Universidad Católica de Chile, ubicada en la comuna de Pirque, región Metropolitana, de coordenadas 33°40'26''S 70°35'13''O. Se seleccionaron variedades evaluadas la temporada 2019-2020 que fueron plantadas el año 2011 con patrón MaxMa 60, con un marco de plantación de 4 x 4 metros y presentaban un riego presurizado por goteo. Se incluyeron: "Aida®", "Alex®", "Bing", "Brooks", "Carmen®", "Garnet", "Germersdorfi", "Katalin", "Kordia", "Lapins", "Paulus®", "Peter", "Rainier", "Regina", "Royal Dawn®", "Royal Lee®", "Ruby", "Santina", "Stella", "Sweetheart", "Techlovan", "Tulare", "Vanda" y "Vera®".

Se seleccionaron 3 árboles por variedad y se realizó un seguimiento de su fenología desde floración hasta la cosecha comercial cada 7 días (d). Además, se incluyó las mediciones de crecimiento de fruto hasta la madurez comercial.

Al momento de la cosecha, se seleccionaron 20 frutos por árbol que fueron envueltos en bolsas de papel kraft para evitar su deshidratación y transportadas en cajas hasta el laboratorio experimental de Pirque, en un tiempo de 30 minutos (min) para ser caracterizados.

En el cuadro 6 se presentan las variedades evaluadas para este proyecto con algunas características de origen y propias de cada una.

Cuadro 6: Información general sobre las variedades evaluadas en el presente estudio.

Variedad	Color	Cosecha	Desarrollador	País origen	Cruzamiento	Año inscripción	Autofertilidad	Grupo polen
"Regina"	Rojo oscuro	Tardía	Jork institute	Alemania	Schneiders Spate K. x Ruby	1981	No	II-S1S3
"Lapins"	Rojo oscuro	Media	PARC*	Canadá	Van x Stella	1984	Si	IX-S1S4
"Santina"	Rojo oscuro	Media	PARC*	Canadá	Stella x Summit	1996	Si	IX-S1S4
"Stella"	Rojo	Media	PARC*	Canadá	Lambert x Jhon innes 2420	1968	SI	III-S3S4
"Sweetheart"	Rojo	Tardía	PARC*	Canadá	Van x Newstar	1994	Si	III-S3S4
"Royal Dawn®"	Rojo oscuro	Temprana	Zaiger genetics	E.E.U.U	32G500 x Desconocido	1984	No	III-S3S4
"Royal Lee®"	Rojo	Temprana	Zaiger genetics	E.E.U.U	Desconocido x Desconocido	1988	No	II-S1S3
"Ruby"	Rojo	Temprana	M.L. Nies	E.E.U.U	Hardy giant x Bush tartarian	2001	No	II-SIS3
"Tulare"	Rojo oscuro	Temprana	N. G. y L. G. Bradford	E.E.U.U	Bing x Desconocido	1988	No	III-S3S4
"Bing"	Rojo oscuro	Media	S. Lewelling	E.E.U.U.	Black republican x Napoleon bigarreau	1875	No	III-S3S4
Brooks	Rojo oscuro	Temprana	University of California	E.E.U.U.	Rainier x Early burlat	1988	No	XXI-S1S9
"Garnet"	Rojo	Media	UC Davis	E.E.U.U.	Starking hardy giant x Bing	1990	No	IX-S1S4
"Rainier"	Bicolor	Media	WES**	E.E.U.U.	Bing x Van	1960	No	IX-S1S4
"Aida®"	Rojo	Media	NARIC***	Hungría	Moldvai feketé x H-236	2006	No	XXIV-S6S12
"Alex®"	Rojo	Media	NARIC***	Hungría	Van x Cherry self fertile 46	1997	Si	SC-S3S3
"Carmen®"	Rojo	Tardía	NARIC***	Hungría	Sárga dragán x H203	2006	No	V-S4S5
"Germersdorfi"	Rojo	Tardía	NARIC***	Hungría	Schneider by Brozik x Desconocido	1970	No	XXII-S3S12
"Katalin"	Rojo oscuro	Tardía	NARIC***	Hungría	Germersdorfi x Podjebrád	1996	No	XXVII-S4S12
"Paulus®"	Rojo	Media	NARIC***	Hungría	Early burlat x Stella	2008	Si	XXI-S4S9
"Peter"	Rojo	Media	NARIC***	Hungría	Early burlat x Stella	2002	Si	III-S3S4
"Vera®"	Rojo oscuro	Media	NARIC***	Hungría	Ljana (Trusenszkaja 6) x Van	2002	No	II-S1S3
"Kordia"	Rojo oscuro	Media	RBIP****	República checa	Techlovan x Desconocido	1991	No	VI-S3S6
"Techlovan"	Rojo oscuro	Media	RBIP****	República checa	Van x Kordia	1997	No	VI-S3S6
"Vanda"	Rojo oscuro	Tardía	RBIP****	República checa	Van x Kordia	1997	No	XX-S1S6

*PARC: Pacific Agri-Food Research Centre.

**WES: Washington Experimental Station.

***NARIC: National Agricultural Research and Innovation Centre.

**** RBIP: Research and Breeding Institute of Pomology.

4.2 Caracterización del huerto evaluado

El banco de germoplasma evaluado, forma parte del centro experimental de la Pontificia Universidad Católica de Chile, fundación AgroUC.

En cuanto a las características edafológicas del sector, presenta suelos con texturas francas, profundas, con buen drenaje, poca salinidad y bien estructurados. La pedregosidad es baja y no se encuentra en pendiente (Gac, 2017).

El clima de la zona es clasificado como templado cálido, caracterizado por inviernos fríos y veranos secos (Kottek, 2006). Según los datos obtenidos de la estación meteorológica del huerto, el año 2019 se puede resumir como lo muestra el cuadro 7.

Cuadro 7: Caracterización climática para el huerto de Pirque el año 2019.

Mes	Precipitación (mm)	T° mínima (°C)	T° máxima (°C)	T° promedio (°C)	GDA*	HFA**	Heladas (H)
Enero	0,0	6,0	37,1	20,3			
Febrero	0,0	4,8	34,7	20,4			
Marzo	0,2	1,3	31,5	17,0			
Abril	0,2	-0,4	33,4	13,0			
Mayo	0,6	-4,7	29,5	9,3		280	63
Junio	22,8	-4,6	24,1	6,9		653	80
Julio	19,2	-4,8	25,7	6,6	12,3	1.066	128
Agosto	0,0	-5,7	31,5	9,8	80,8	1.364	80
Septiembre	4,8	-3,3	29,8	11,0	132,3		18
Octubre	5,8	-1,9	33,5	14,2	274,2		
Noviembre	0,0	1,3	35,4	18,8	523,9		
Diciembre	0,0	5,6	36,2	20,7	830,2		

*GDA: Grados día acumulados en base 10°C.

**HFA: Horas frío acumuladas en base 7°C.

Para el cálculo de la acumulación de frío requerida para salir del estado de letargo de yemas, se estimó su acumulación para el periodo del 1 de mayo de cada año, en donde los árboles deberían tener 100% de abscisión en sus hojas (Mancilla,

2003). Se desarrolló una fórmula condicional con el fin de determinar que cada hora con temperatura promedio bajo 7°C corresponde a la acumulación de 1 Hora Frío (Meashman et al., 2014). Se utilizó este método en la zona de Pirque dado que Barraza (2017) realizó una correlación con el coeficiente de Pearson en demostró que el modelo utilizar para la zona son las Horas Frío.

Se obtuvo la acumulación térmica diaria utilizando el método del promedio de la temperatura máxima y mínima diaria, considerando una temperatura base para cerezo de 10°C (Álvares, 2003).

Los árboles están orientados con plantaciones Norte-Sur y conducidas en un sistema Steep Leader con práctica Solaxe, es decir, arqueado de ramas para promover la fructificación.

Todos los árboles fueron regados acorde a la evapotranspiración de bandeja (Eto) que otorgada por la estación meteorológica del centro experimental, entregando valores de 4,1 mm por día y un riego de 6 horas cada 3 días en los tiempos de máxima demanda.

El programa de fertilización incluye un manejo básico sin aplicación de reguladores de crecimiento ni rompedores de frío, se detalla a continuación en el siguiente cuadro 8.

Cuadro 8: Resumen programa de fertilización para el banco de germoplasma temporada 2019-2020.

Fecha aplicación	Producto	Ingrediente activo	Dosis en 100L	Observaciones
Octubre	Basfoliar CA	Ca		3 a 5 aplicaciones
Octubre	Stoller	Mn	200 ml	3 a 5 aplicaciones
Octubre	Stoller	Mg	200 ml	3 a 5 aplicaciones
Octubre	Defender Zinc	Zn	50 ml	3 a 5 aplicaciones
Octubre	Solubor	B	125 ml	3 a 5 aplicaciones
Octubre	Defender Fierro	Fe	250 ml	3 a 5 aplicaciones
Octubre	Urea	N		En base a requerimiento
Octubre	Cloruro de potasio	K ₂ O		
Octubre	Súper Fosfato Triple	P ₂ O ₅		
Diciembre	Protecsol	Caolinita	5 Kg	
Diciembre	Surround ®	Caolinita	5 Kg	
Enero	Urea	N		En base a requerimiento
Enero	Cloruro de potasio	K ₂ O		
Enero	Súper Fosfato Triple	P ₂ O ₅		
Marzo	Urea	N		En base a requerimiento
Marzo	Cloruro de potasio	K ₂ O		
Marzo	Súper Fosfato Triple	P ₂ O ₅		
Marzo	Sulfato de Zinc	Zn	1,5	2 a 3 aplicaciones cada semana
Marzo	Urea	N	1	2 a 3 aplicaciones cada semana

4.3 Fenología

La fenología de cada variedad se determinó mediante un registro fotográfico cada 7 días desde inicio de floración a hasta cosecha comercial con una cámara Nikon CoolPix L340, Estados Unidos. Para ello, se marcaron 20 dardos por árbol y con una cinta amarilla y se realizó el registro a cada uno de ellos.

Adicionalmente, se determinó el requerimiento de frío necesario para llegar a floración para cada variedad con base 7 °C. Además, se midieron los grados días acumulados (base 10 °C) que se necesitaron para alcanzar cada estado fenológico considerando inicio de floración, plena floración, caída de pétalos, caída de cáliz, cuaja,

fase I, fase II, fase III y cosecha. Estos datos fueron obtenidos de la estación meteorológica del huerto.

4.4 Crecimiento de fruto

El crecimiento de fruto se midió desde cuaja a cosecha comercial con un pie de metro digital (Mitutoyo CD-6, Brasil). Las mediciones que se realizaron fueron del diámetro polar, diámetro ecuatorial y diámetro a sutura para 20 frutos por árbol marcados con una cinta amarilla. Con ello, se construyeron las curvas de crecimiento determinado fase I, fase II y fase III del desarrollo de los frutos.

4.5 Madurez de cosecha

La fruta fue cosechada después de alcanzar un mínimo de 18 °Brix y un color igual o superior al 3 según la Tabla de Color y Calibre de la Pontificia Universidad Católica de Chile. El color 3 corresponde a un rojo caoba como lo muestra la figura 7.



Figura 7: Tabla de color y calibre para cosecha de las cerezas.

La muestra fue de 20 frutos por árbol para cada variedad. Los parámetros evaluados en la cosecha fueron: Masa del fruto con una balanza digital (GRAM Precisión S.L., España). El diámetro polar, ecuatorial y a sutura se midió con un pie de metro digital (Mitutoyo CD-6, Brasil). El largo de pedicelo se midió con el mismo pie de

metro mencionado anteriormente. El color de piel fue medido con la tabla de color y calibre de Pontificia Universidad Católica de Chile. El color de pulpa fue catalogado de manera observacional como amarilla, rosada y roja. El arraigamiento de pedicelo se midió con una escala de 1 a 3 donde se pasa el dedo índice tres veces en la base del pedicelo, si se pasa una vez y el pedicelo se cae es nota 1, si la pasas dos veces y se cae es nota 2 y si la pasas tres veces es nota sin caerse es nota 3. La firmeza se obtuvo con el instrumento Durofel DFT 100 (Agro-Technologie, Francia) en ambas mejillas para los 20 frutos. Los sólidos solubles (SS) se determinaron con un refractómetro digital (Atago, Japón) y la acidez titulable por titulación cuantificando la cantidad de NaOH 0,1 N gastado hasta neutralización pH 8,2.

4.6 Caracterización de hojas

Se seleccionaron 20 hojas de cada variedad provenientes del brote del año y se realizaron las mediciones de longitud de peciolo, longitud de limbo, anchura del limbo con el pie de metro anteriormente mencionado. Luego, se realizaron correlaciones de longitud del limbo con anchura del limbo y longitud del peciolo con longitud del limbo (Cordeiro, 2013).

4.7 Análisis estadístico

El ensayo consistió en un diseño completamente al azar con 3 repeticiones para cada variedad, tomando en cuenta como unidad experimental 1 árbol con 20 frutos marcados. Para cada variedad y dato evaluado se calculó el error estándar con el programa estadístico InfoStat. Para aquellos datos que no eran continuos se realizó una transformación de datos para que aprobaran el Test de normalidad con la siguiente fórmula:

$$\text{Arcseno} \left(\sqrt{\frac{P}{100}} \times \frac{180}{\pi} \right)$$

Donde P es el valor numérico del dato.

5. RESULTADOS

5.1 Fenología

La fenología de cada variedad desde floración a cosecha se puede resumir en el siguiente cuadro:

Cuadro 9: Resumen de los principales estados fenológicos en variedades de cerezo para el año 2019.

Variedad	Inicio floración	Plena floración	Caída pétalos	Caída cáliz	Cuajado	Pinta	Cosecha
“Peter”	13-sep	30-sep	03-oct	11-oct	18-oct	08-nov	18-nov
“Royal Dawn®”	12-sep	16-sep	30-sep	07-oct	10-oct	01-nov	18-nov
“Ruby”	03-sep	23-sep	28-sep	03-oct	10-oct	08-nov	18-nov
“Aida®”	23-sep	03-oct	11-oct	18-oct	25-oct	08-nov	22-nov
“Garnet”	03-sep	20-sep	28-sep	03-oct	10-oct	08-nov	22-nov
“Tulare”	04-sep	23-sep	30-sep	07-oct	10-oct	08-nov	22-nov
“Bing”	03-sep	26-sep	03-oct	11-oct	18-oct	08-nov	29-nov
Brooks	03-sep	20-sep	28-sep	03-oct	10-oct	08-nov	29-nov
“Paulus®”	13-sep	02-oct	11-oct	18-oct	25-oct	08-nov	29-nov
“Royal Lee®”	02-sep	16-sep	23-sep	28-sep	05-oct	08-nov	29-nov
“Techlovan”	16-sep	02-oct	11-oct	18-oct	25-oct	15-nov	29-nov
“Vera®”	16-sep	26-sep	03-oct	11-oct	18-oct	08-nov	29-nov
“Carmen®”	25-sep	02-oct	11-oct	18-oct	25-oct	08-nov	03-dic
“Germersdorfi”	03-sep	20-sep	18-oct	25-oct	01-nov	15-nov	03-dic
“Katalin”	03-sep	30-sep	11-oct	25-oct	01-nov	15-nov	03-dic
“Kordia”	16-sep	23-sep	28-sep	03-oct	10-oct	15-nov	03-dic
“Santina”	13-sep	30-sep	11-oct	18-oct	25-oct	22-nov	03-dic
“Alex®”	16-sep	26-sep	03-oct	11-oct	18-oct	15-nov	06-dic
“Lapins”	02-sep	27-sep	03-oct	11-oct	18-oct	15-nov	06-dic
“Rainier”	03-sep	25-sep	03-oct	11-oct	18-oct	15-nov	06-dic
Sweetheart	03-sep	27-sep	03-oct	11-oct	18-oct	15-nov	06-dic
Vanda	20-sep	27-sep	03-oct	11-oct	18-oct	08-nov	06-dic
“Regina”	25-sep	02-oct	11-oct	18-oct	25-oct	15-nov	13-dic
“Stella”	25-sep	02-oct	11-oct	18-oct	25-oct	15-nov	13-dic

Del cuadro 9 se destaca que las variedades más tempranas en florecer fueron “Royal Lee®”, “Lapins”, mientras que las variedades más tardías fueron “Techlovan”,

“Vera®” y “Alex®”. Además, las primeras variedades cosechadas fueron “Peter”, “Royal Dawn®” y “Ruby”, mientras que las últimas fueron “Regina” y “Stella”.

También se obtuvo el requerimiento de horas frío y los grados día acumulados desde floración a cosecha. Las variedades con menos requerimiento de horas frío fueron “Lapins”, “Royal Lee®” y “Stella”. Además, las variedades que requirieron menos GDA de floración a cosecha fueron “Peter” y “Royal Dawn®”, mientras que las con mayor acumulación fueron “Regina” y “Stella”.

Cuadro 10: Resumen de las fechas de floración y cosecha, junto con sus horas frío acumuladas y grados día acumulados de floración a cosecha para el año 2019.

Variedad	Fecha inicio floración	Fecha cosecha	HFA*	GDA de floración a cosecha**
“Lapins”	02-sep	06-dic	1.388	497,2
“Royal Lee®”	02-sep	29-nov	1.388	432,0
“Bing”	03-sep	29-nov	1.398	430,8
Brooks	03-sep	29-nov	1.398	430,8
“Garnet”	03-sep	22-nov	1.398	385,3
“Germersdorfi”	03-sep	03-dic	1.398	468,1
“Katalin”	03-sep	03-dic	1.398	468,1
“Rainier”	03-sep	06-dic	1.398	496,0
“Ruby”	03-sep	18-nov	1.398	344,0
Sweetheart	03-sep	06-dic	1.398	496,0
“Vanda”	03-sep	06-dic	1.398	496,0
“Tulare”	04-sep	22-nov	1.407	380,7
“Aida®”	09-sep	22-nov	1.429	377,2
“Royal Dawn®”	12-sep	18-nov	1.453	332,0
“Paulus®”	13-sep	29-nov	1.462	416,2
“Peter”	13-sep	18-nov	1.462	329,5
“Regina”	13-sep	13-dic	1.462	545,4
“Santina”	13-sep	03-dic	1.462	453,5
“Alex®”	16-sep	06-dic	1.482	477,9
“Techlovan”	16-sep	29-nov	1.482	412,7
“Vera®”	16-sep	29-nov	1.482	412,7
“Kordia”	23-sep	03-dic	1.528	443,3
“Stella”	25-sep	13-dic	1.542	561,1
“Carmen®”	25-sep	03-dic	1.542	432,7

*HFA: Horas frío acumuladas base 7 °C.

**GDA: Grados día acumulados desde floración a cosecha.

Se realizó una correlación entre los grados día acumulados (base 10 °C) y los días necesarios para los estados fenológicos de floración, caída de pétalos, caída de

cáliz, fase I, fase II y fase III para cada variedad como se muestra en los gráficos a continuación.

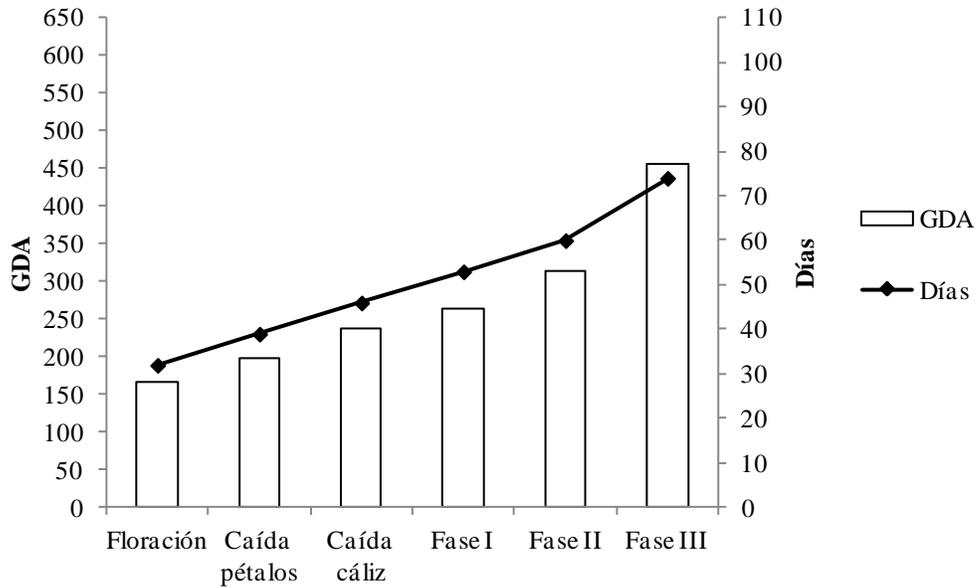


Figura 8: Fenología de la variedad “Aida®” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

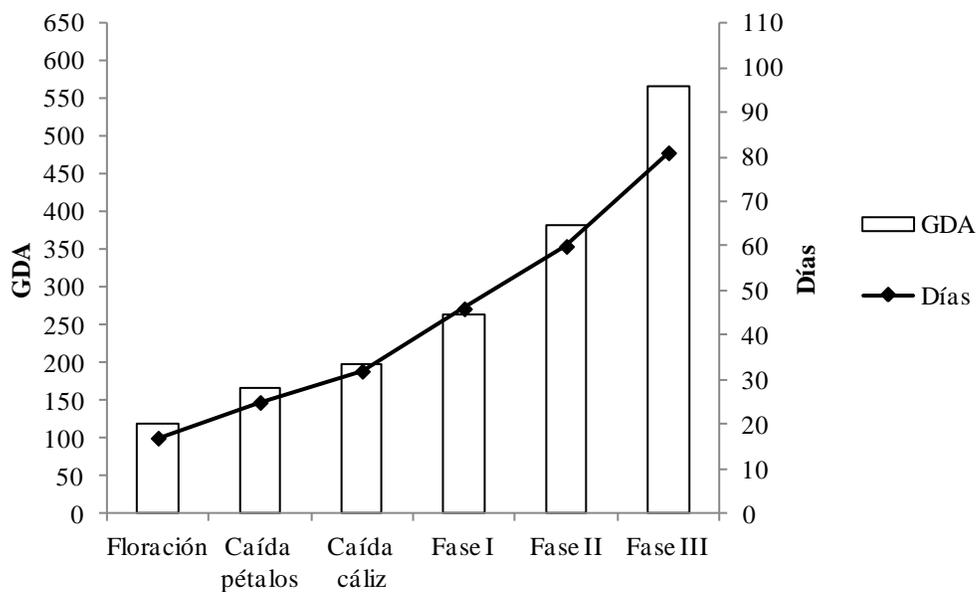


Figura 9: Fenología de la variedad “Alex®” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

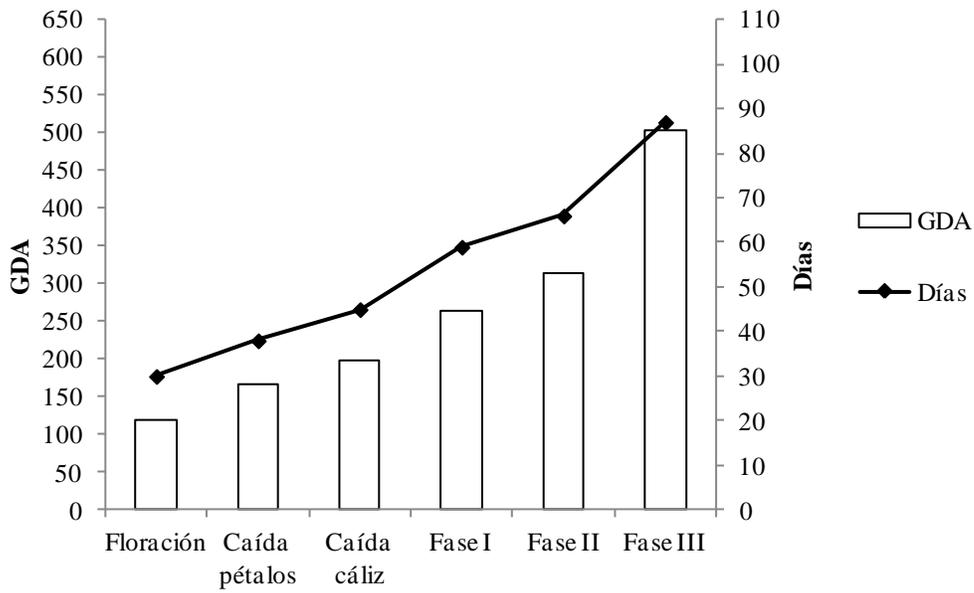


Figura 10: Fenología de la variedad “Bing” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

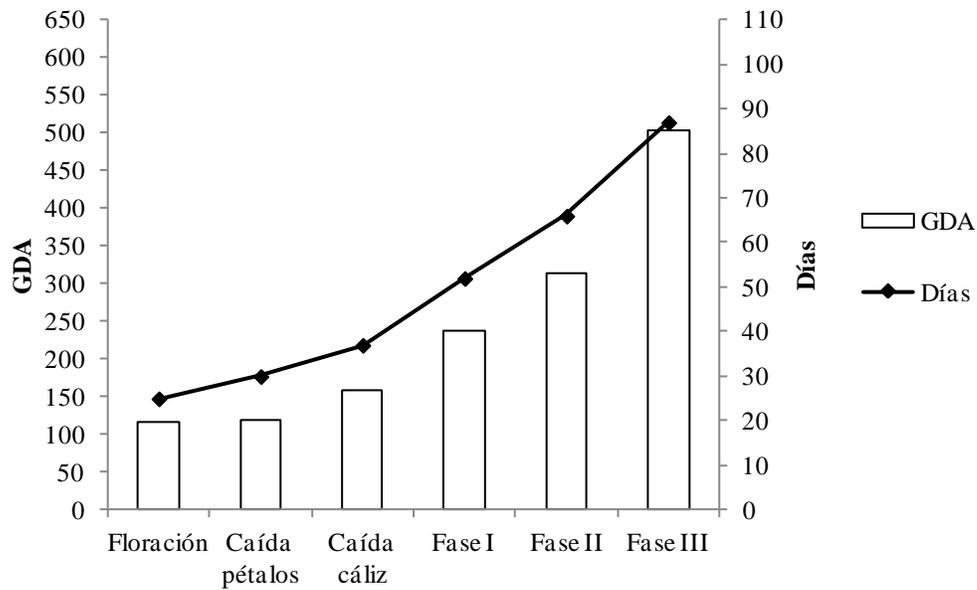


Figura 11: Fenología de la variedad “Brooks” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

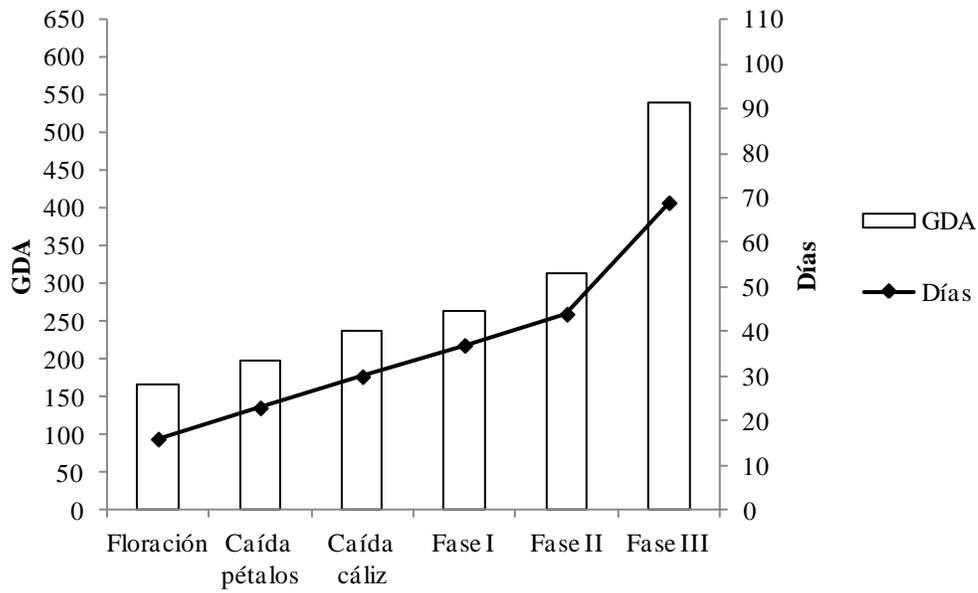


Figura 12: Fenología de la variedad “Carmen®” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

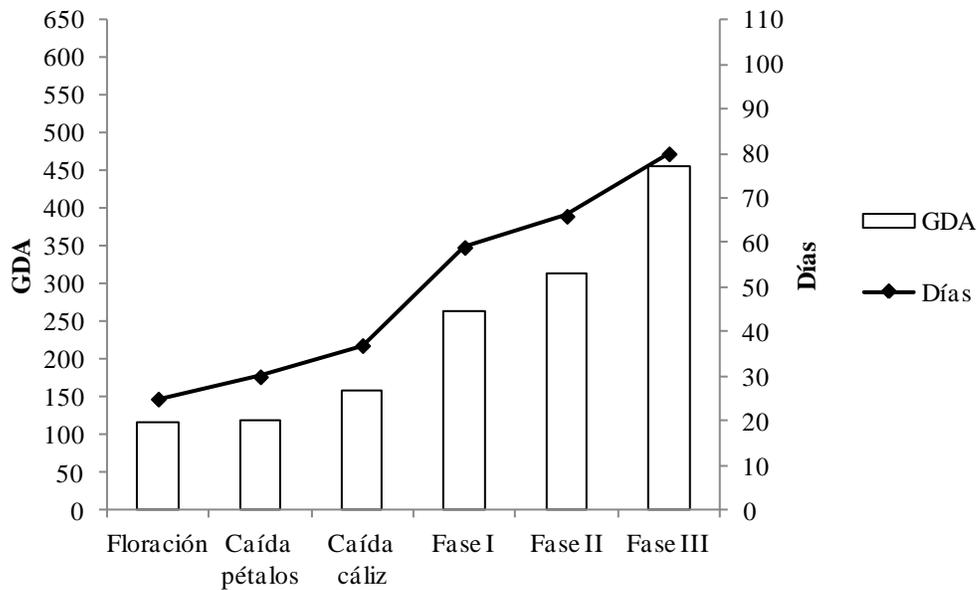


Figura 13: Fenología de la variedad “Garnet” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

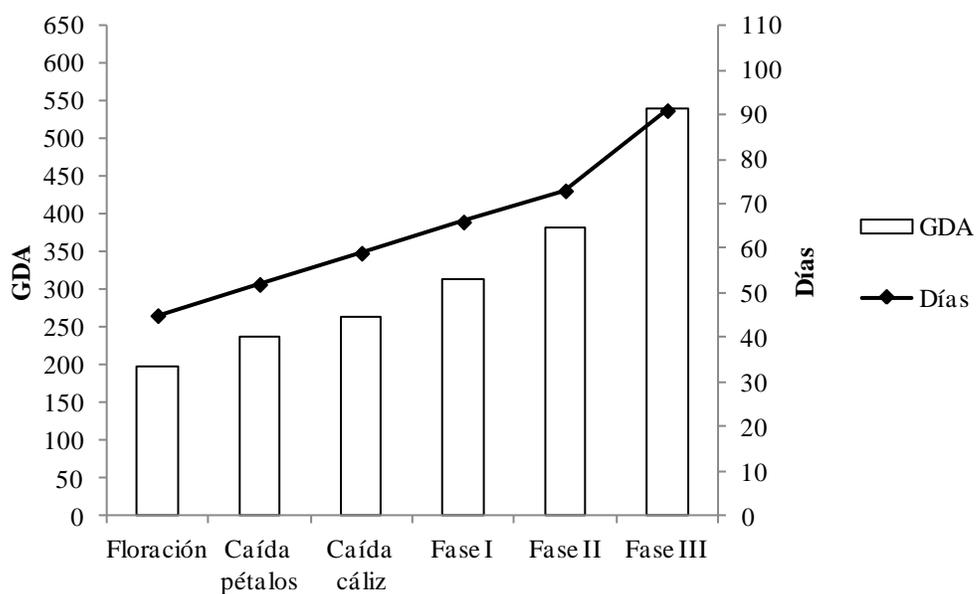


Figura 14: Fenología de la variedad “Germersdorfi” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

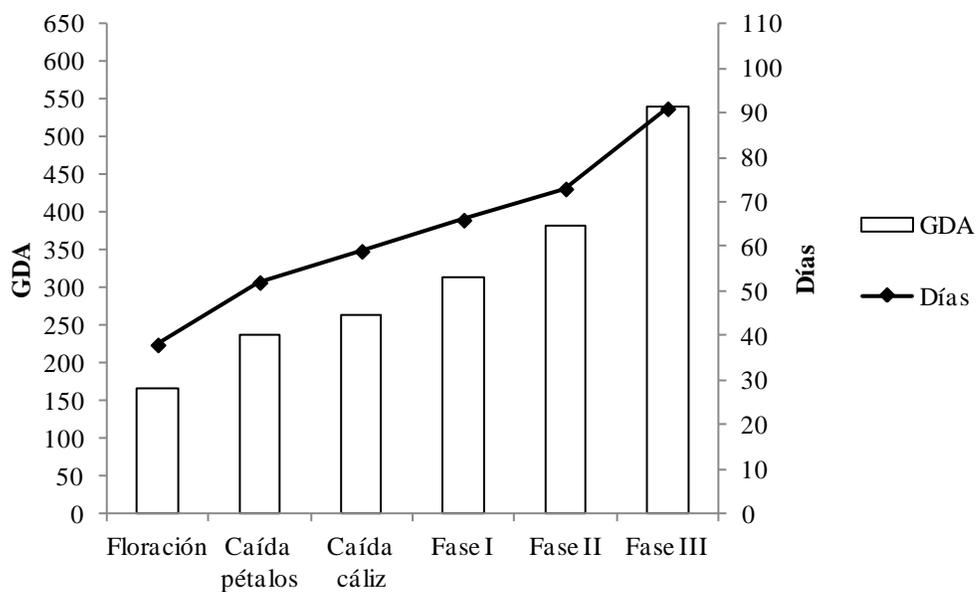


Figura 15: Fenología de la variedad “Katalin” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

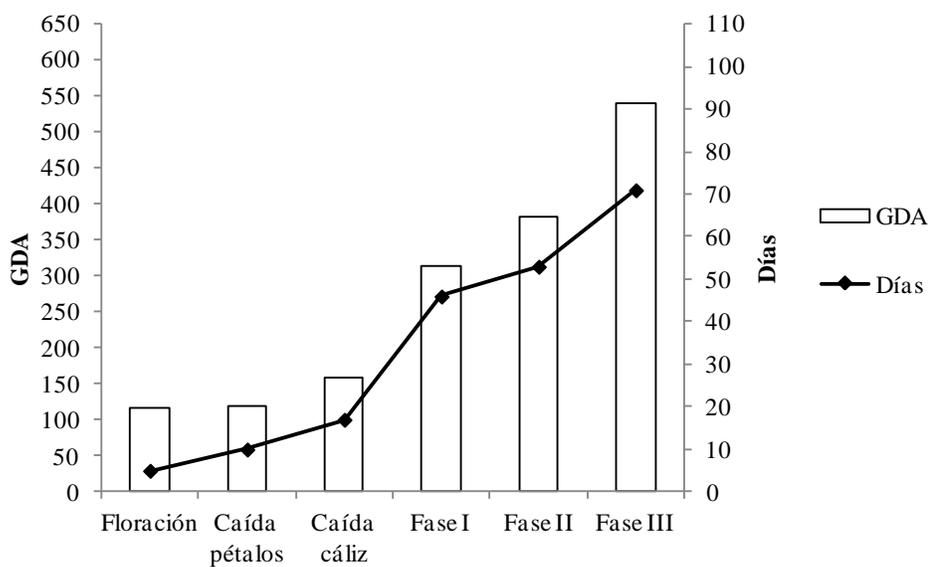


Figura 16: Fenología de la variedad “Kordia” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

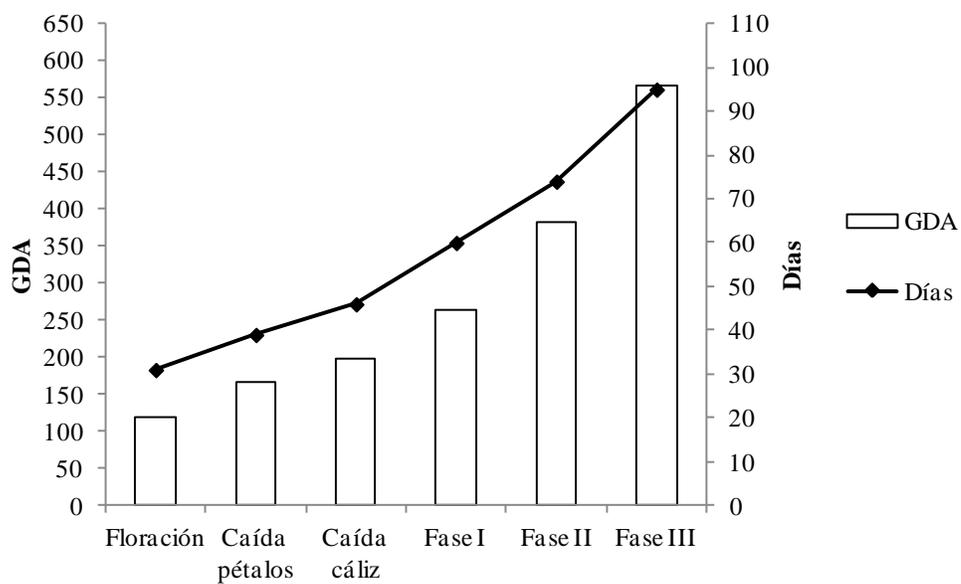


Figura 17: Fenología de la variedad “Lapins” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

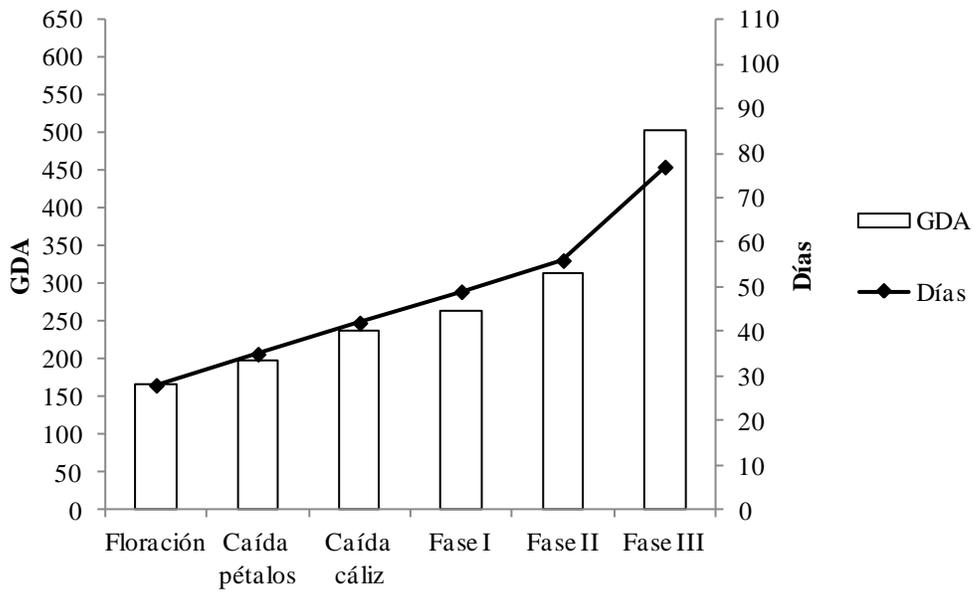


Figura 18: Fenología de la variedad “Paulus®” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

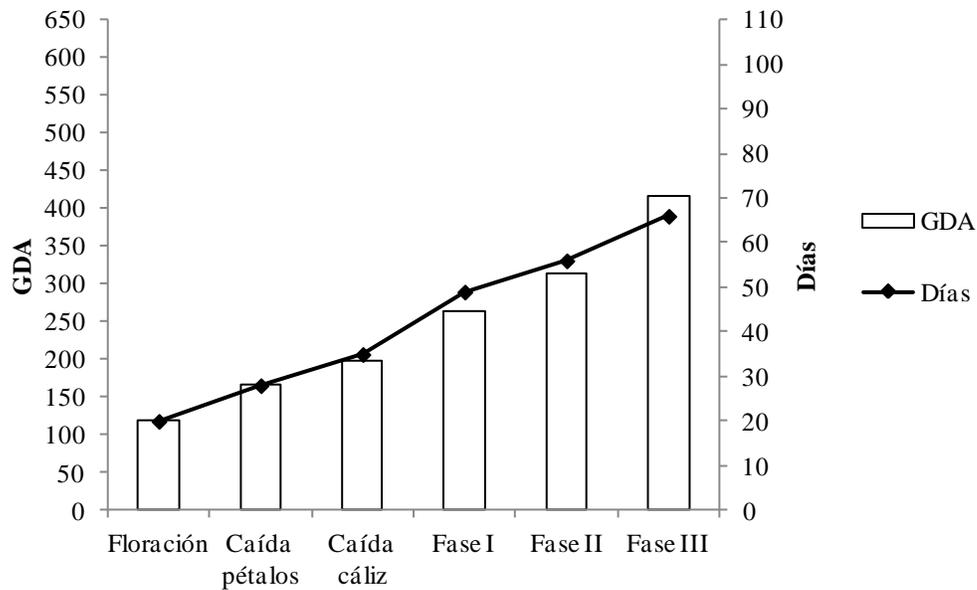


Figura 19: Fenología de la variedad “Peter” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

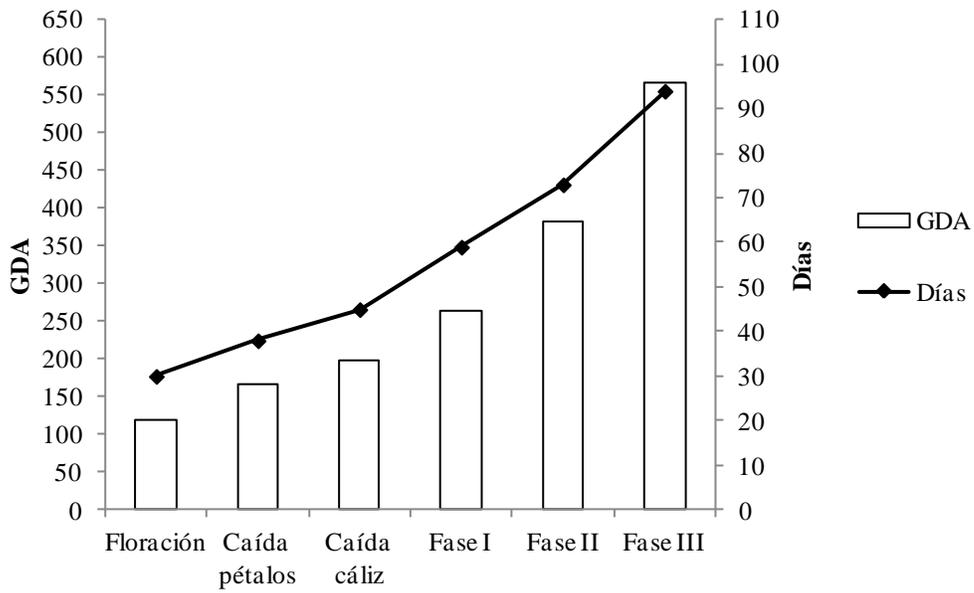


Figura 20: Fenología de la variedad “Rainier” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

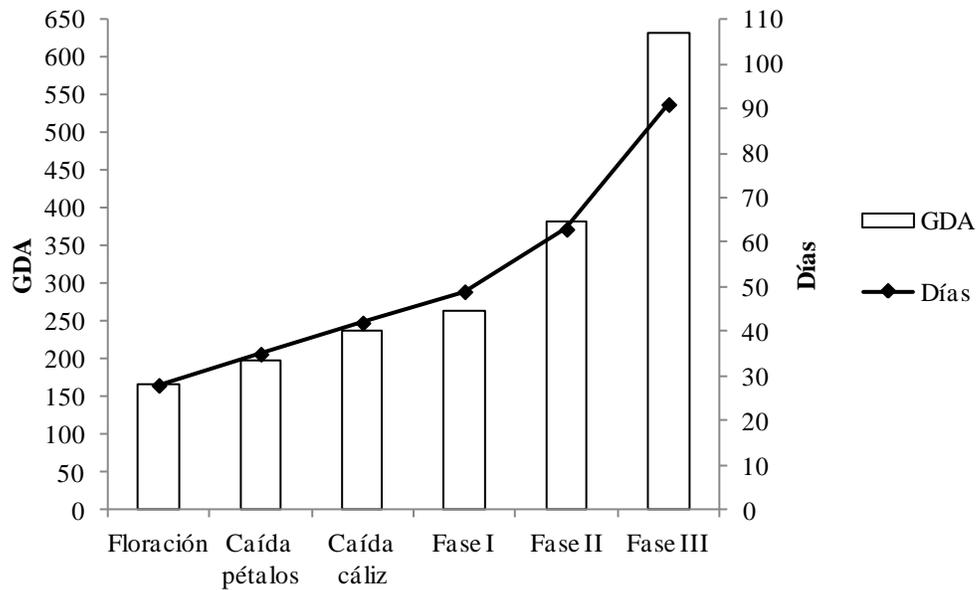


Figura 21: Fenología de la variedad “Regina” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

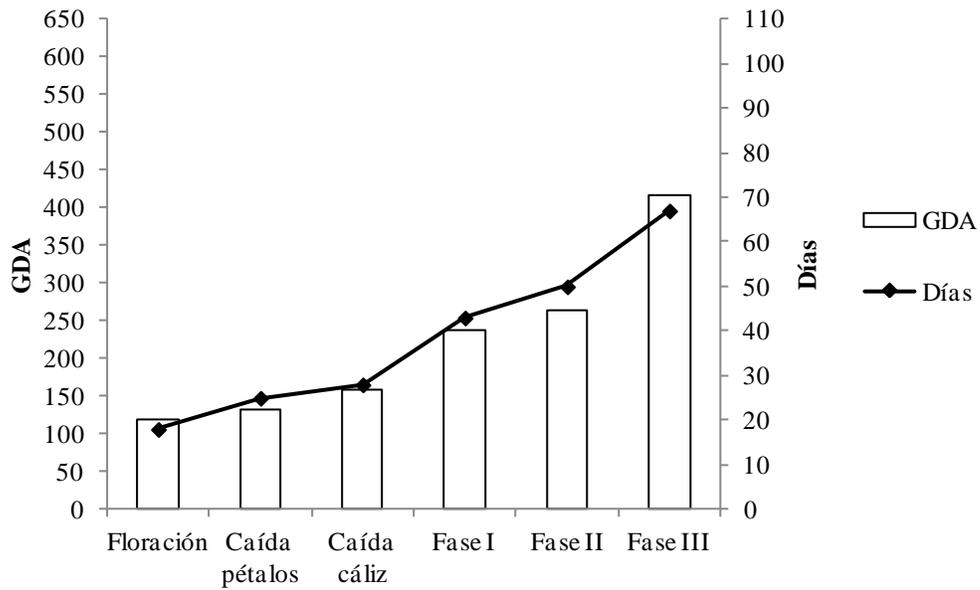


Figura 22: Fenología de la variedad “Royal Dawn®” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

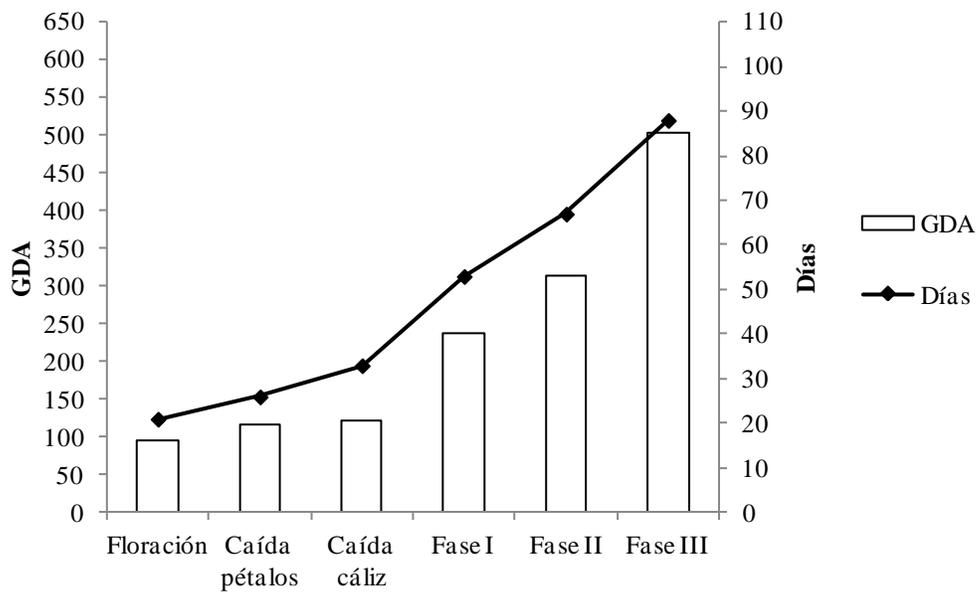


Figura 23: Fenología de la variedad “Royal Lee®” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

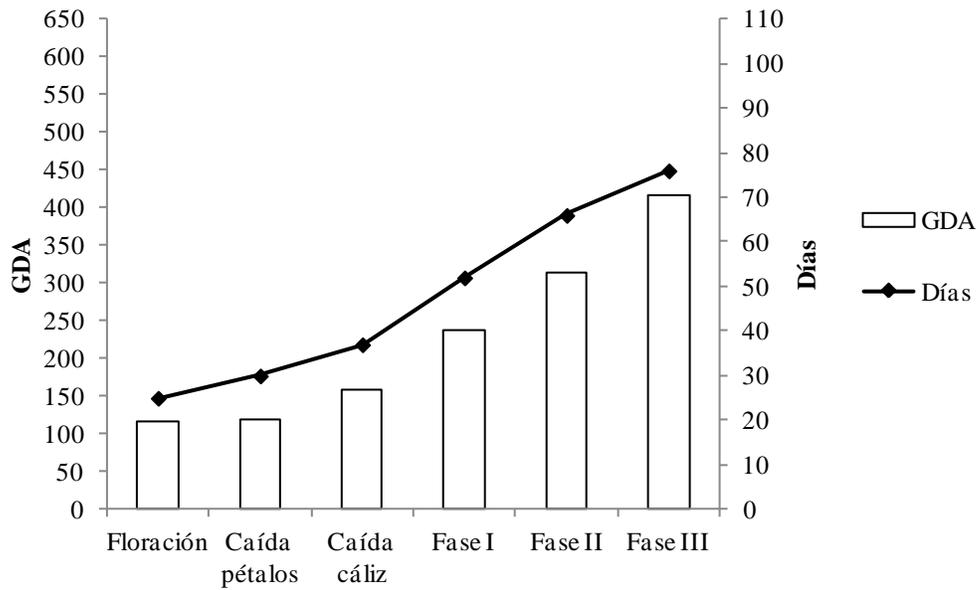


Figura 24: Fenología de la variedad “Ruby” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

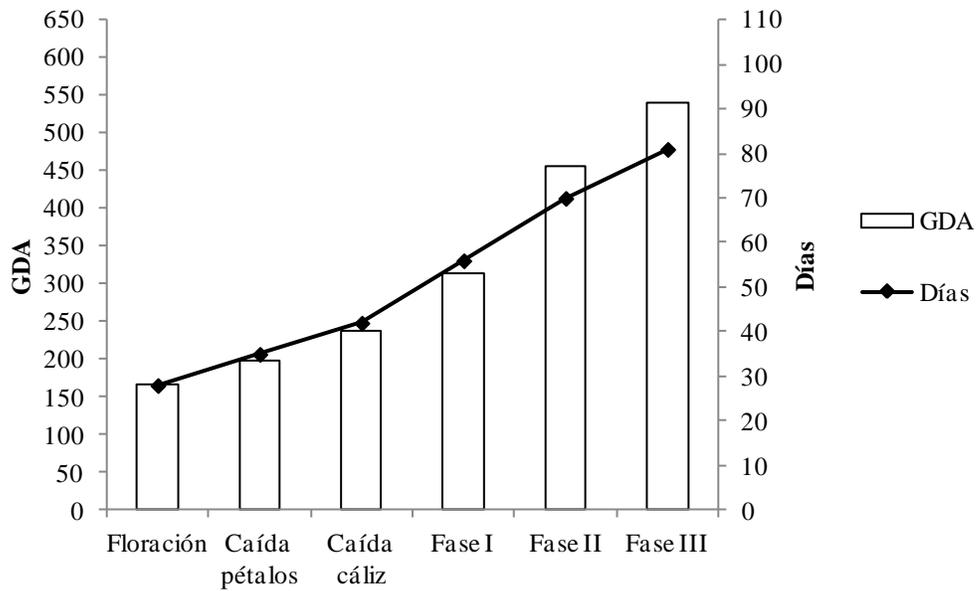


Figura 25: Fenología de la variedad “Santina” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

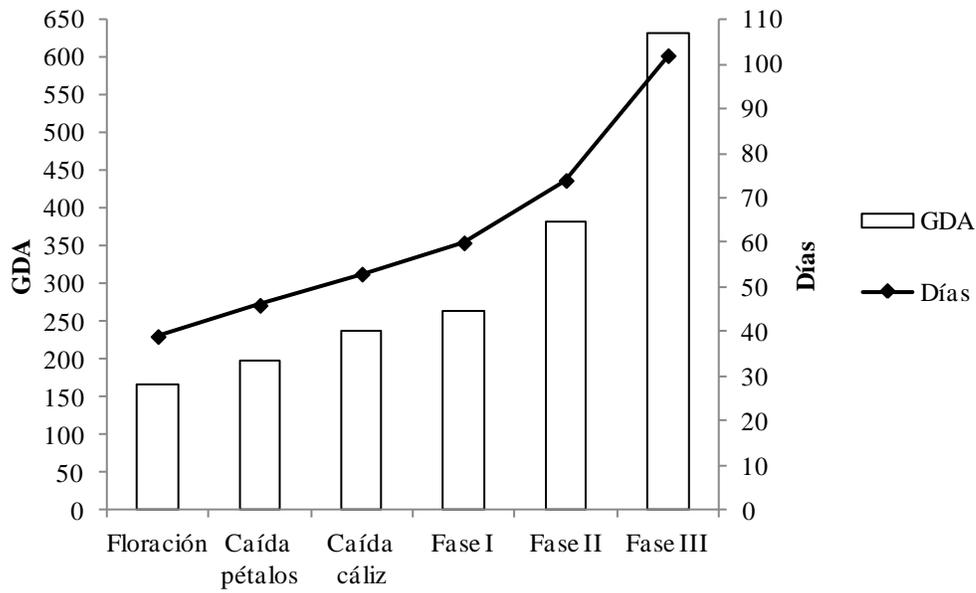


Figura 26: Fenología de la variedad “Stella” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

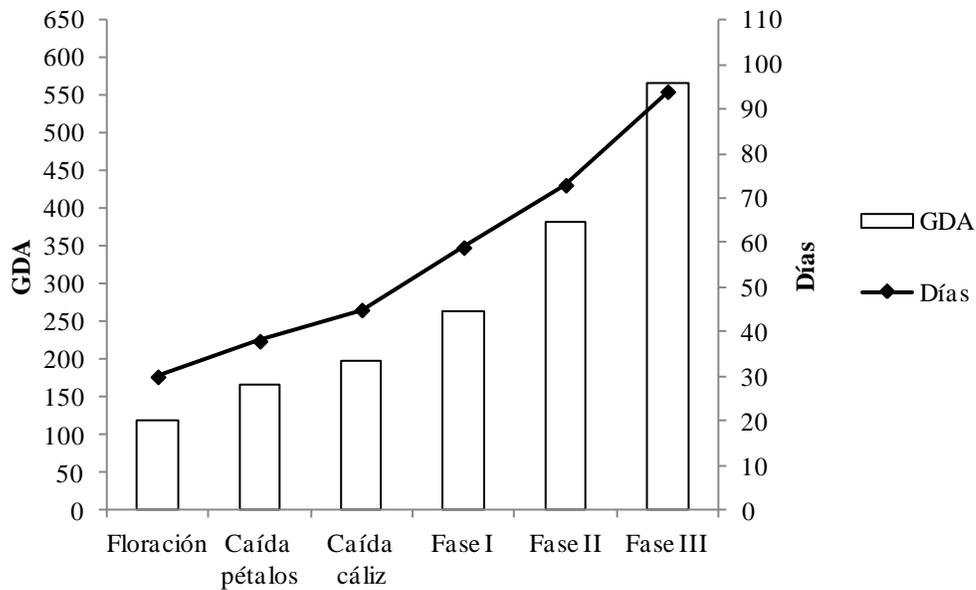


Figura 27: Fenología de la variedad “Sweetheart” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

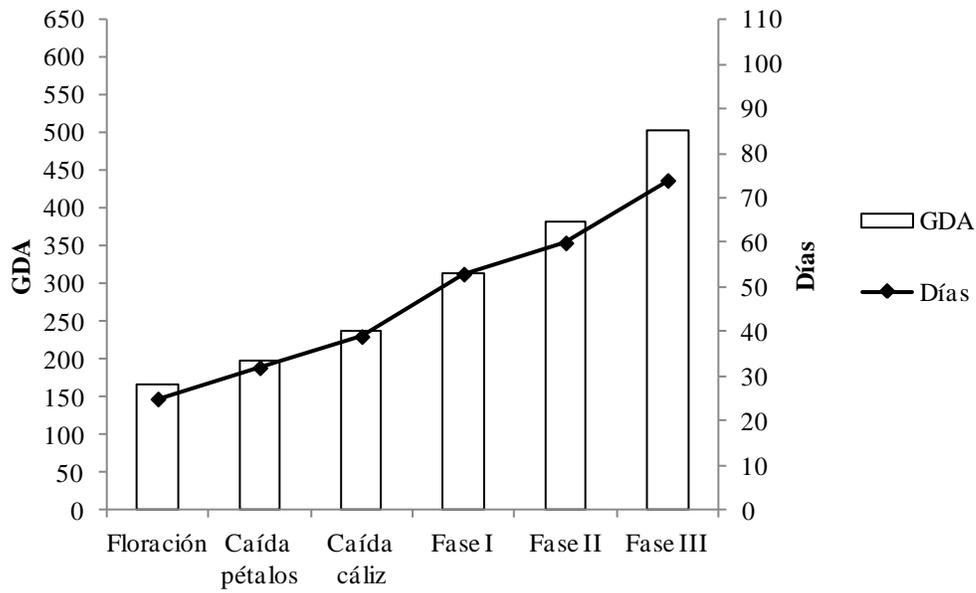


Figura 28: Fenología de la variedad “Techlovan” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

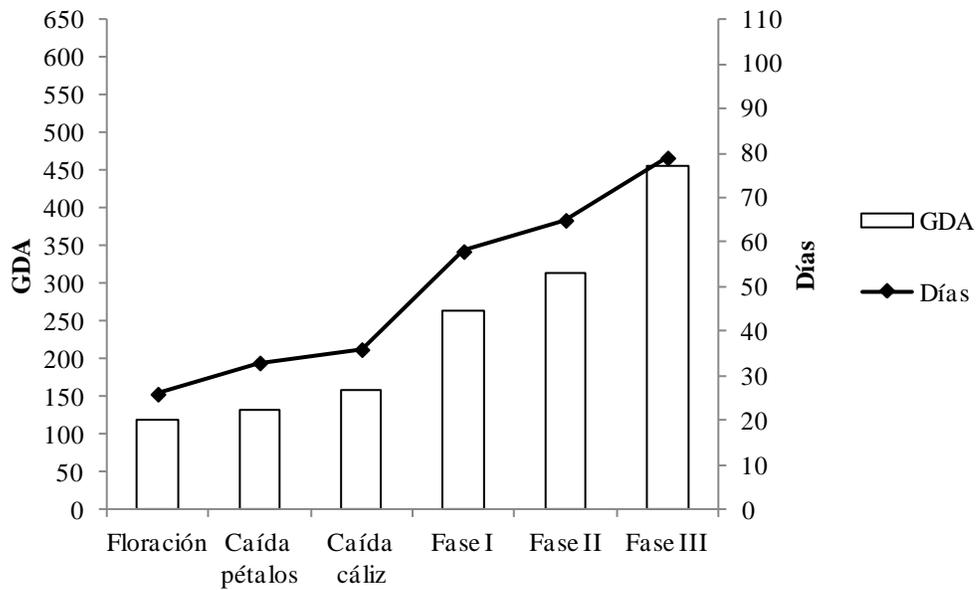


Figura 29: Fenología de la variedad “Tulare” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

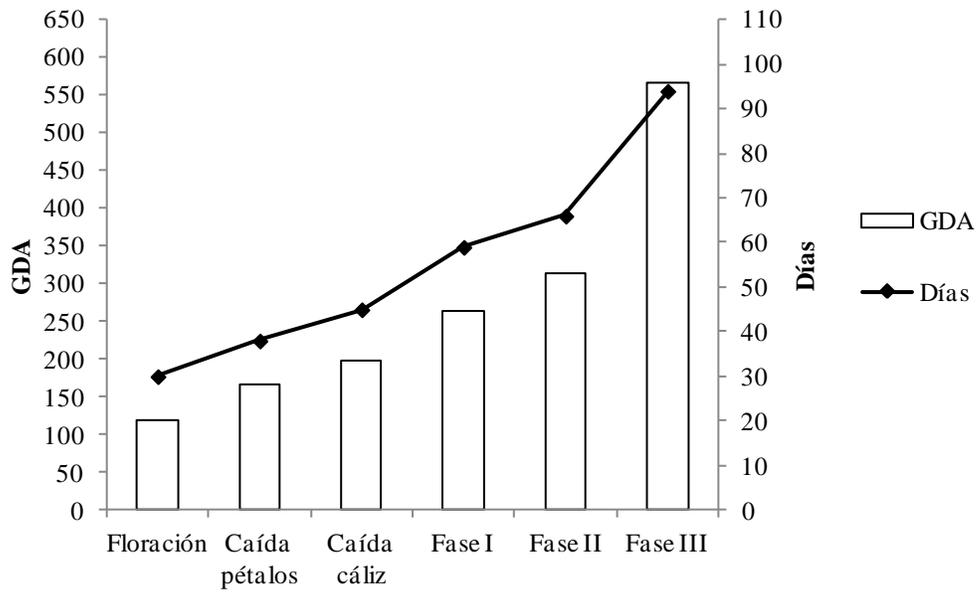


Figura 30: Fenología de la variedad “Vanda” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

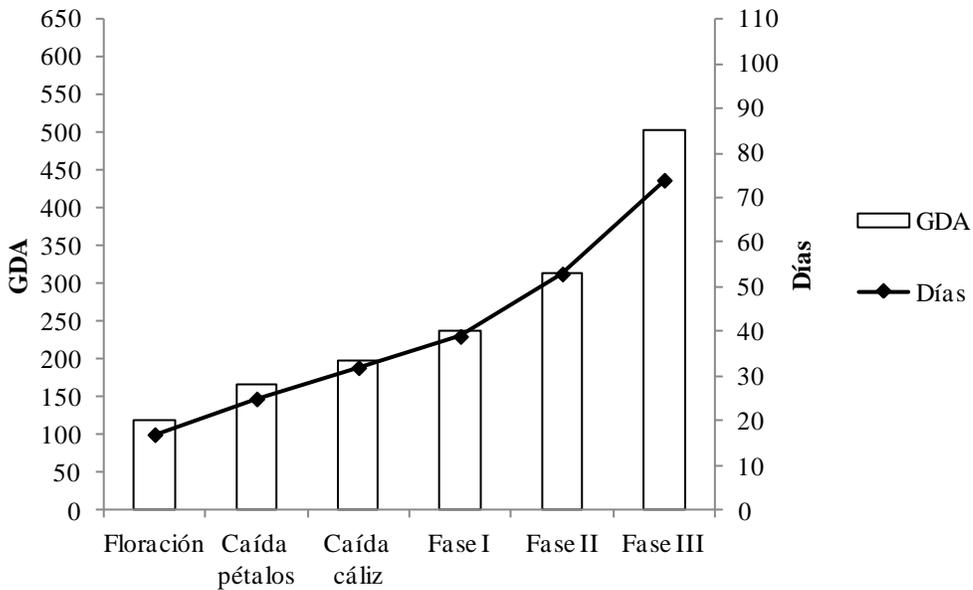


Figura 31: Fenología de la variedad “Vera®” acorde a los días de cada etapa y los grados días acumulados (base 10°C).

5.2 Crecimiento de fruto

El desarrollo de fruto que se presenta a continuación es el promedio obtenido semanalmente acorde al diámetro ecuatorial.

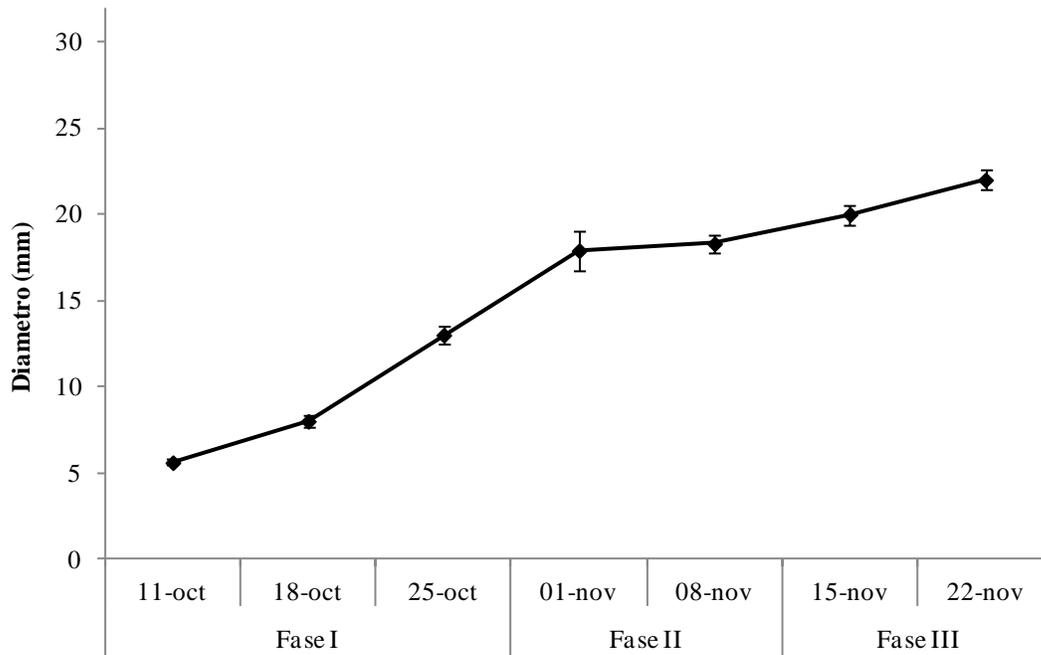


Figura 32: Curva de crecimiento variedad "Aida®" cosechada el 22-11-2019.

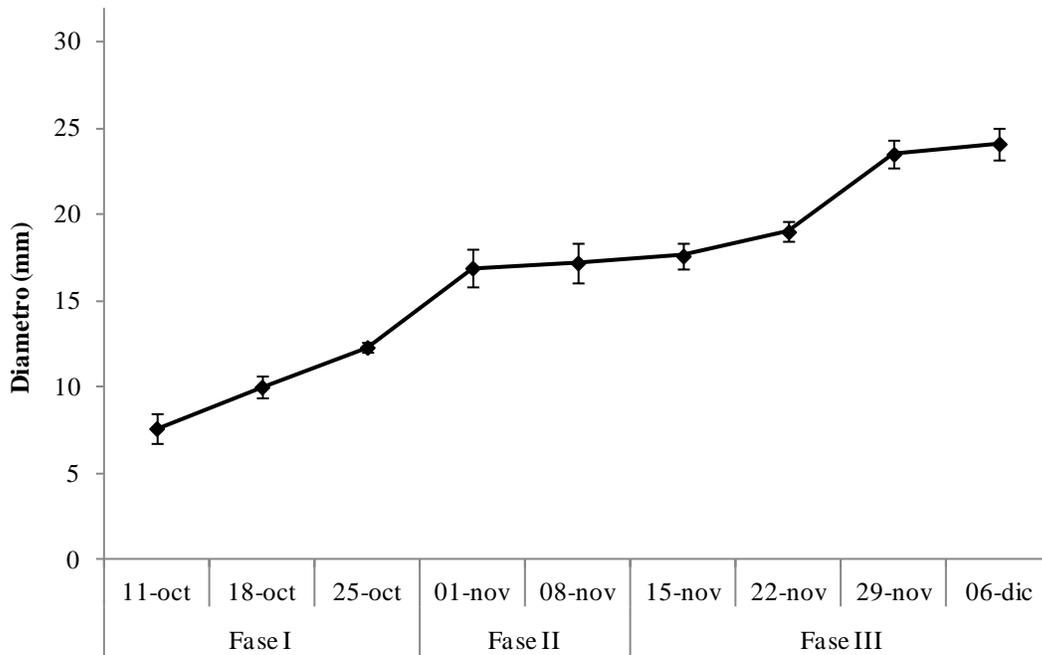


Figura 33: Curva de crecimiento variedad “Alex®” cosechada el 6-12-2019.

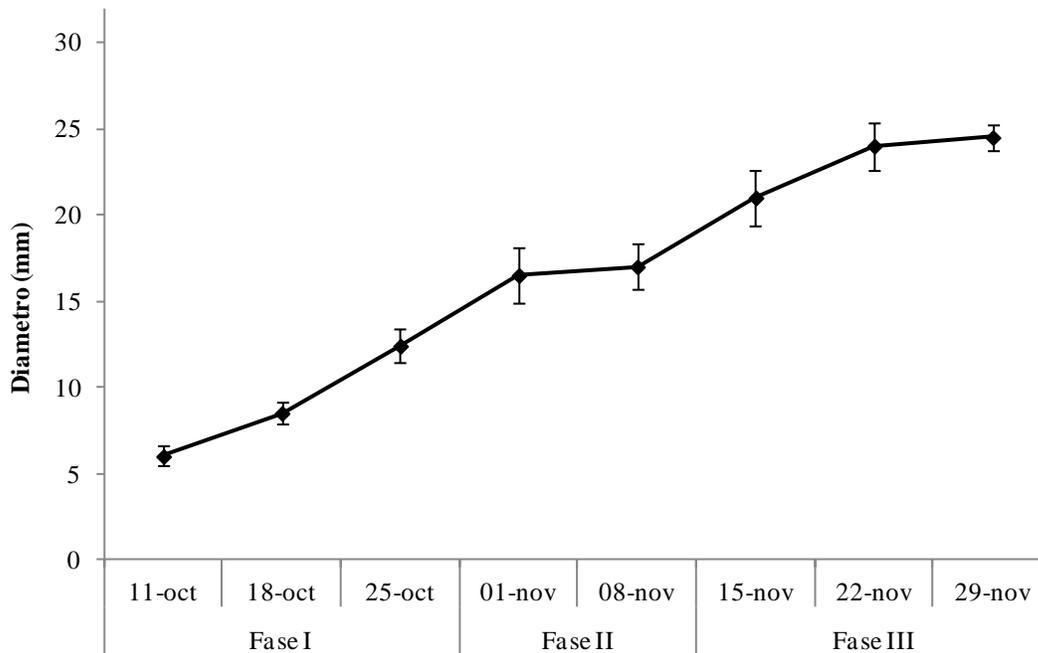


Figura 34: Curva de crecimiento variedad “Bing” cosechada el 29-11-2019.

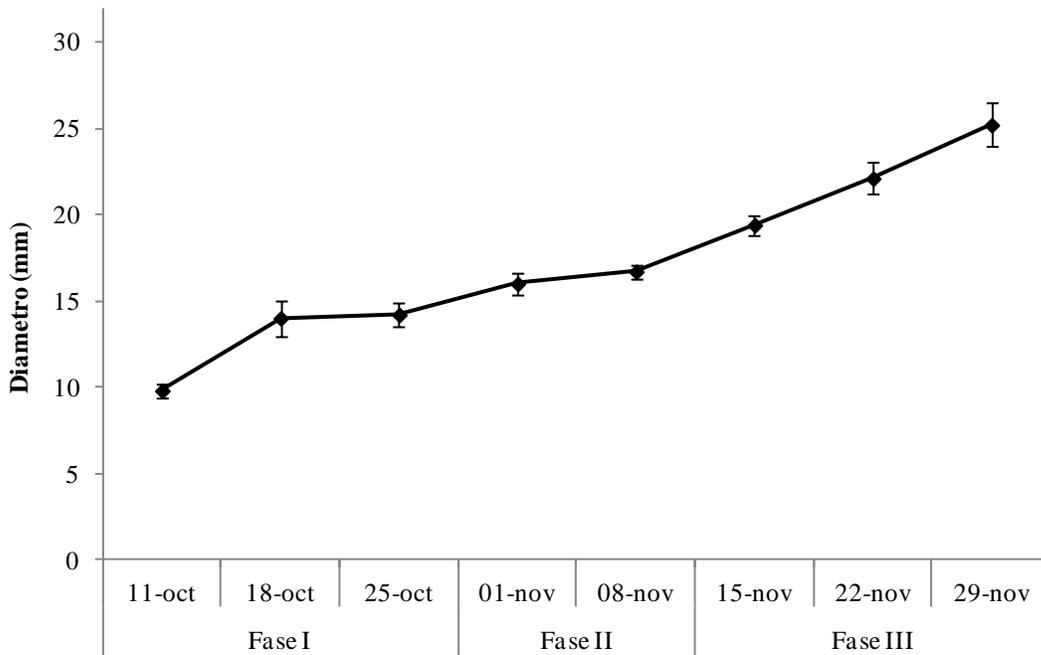


Figura 35: Curva de crecimiento variedad “Brooks” cosechada el 29-11-2019.

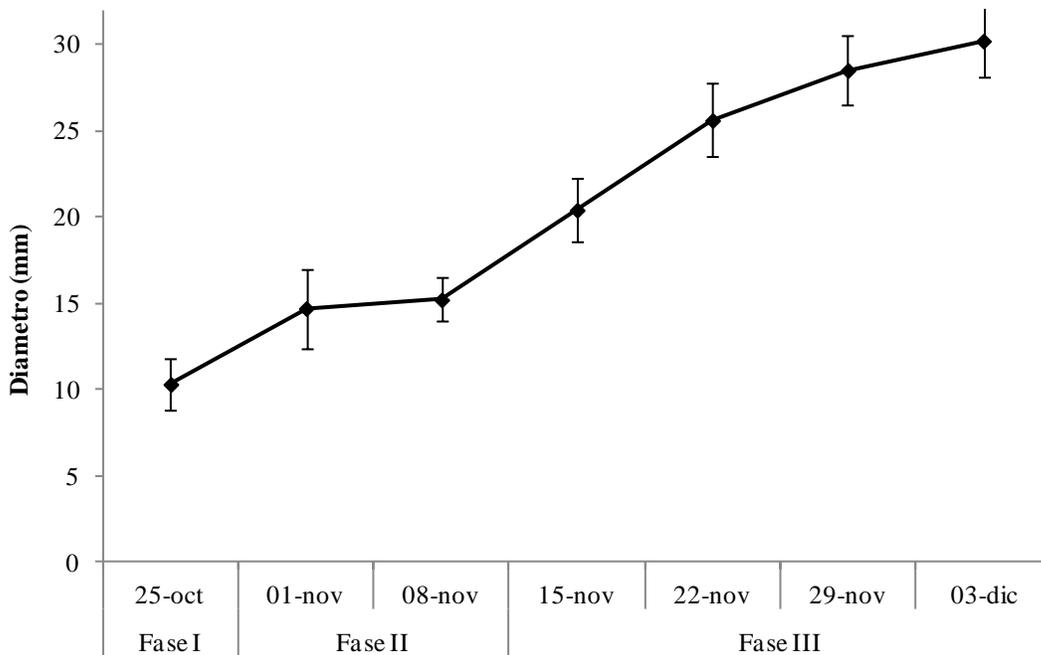


Figura 36: Curva de crecimiento variedad “Carmen®” cosechada el 03-12-2019.

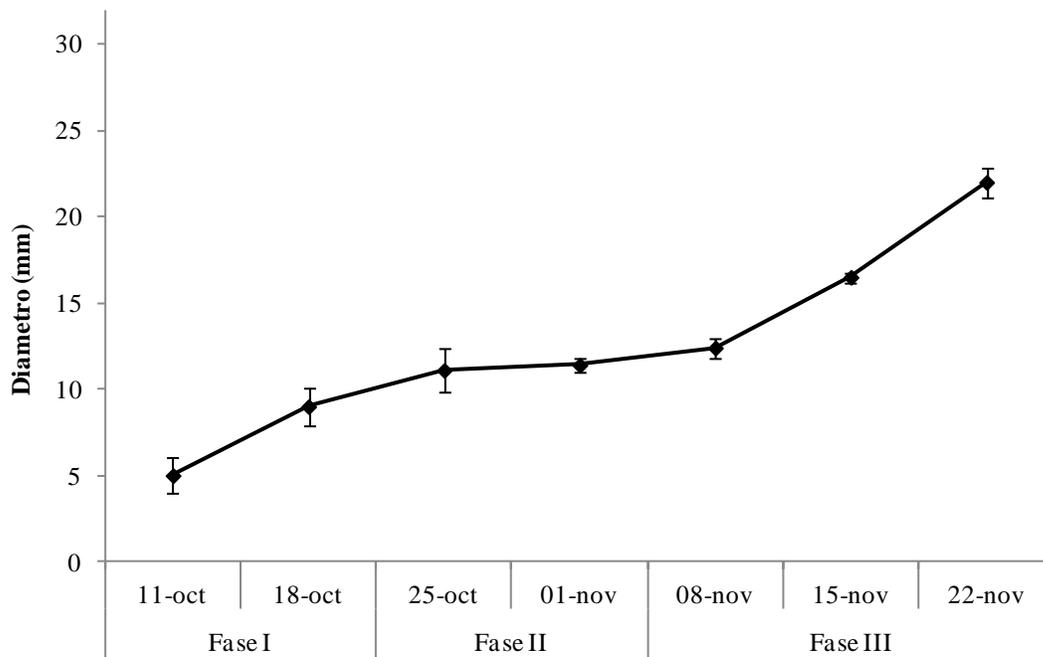


Figura 37: Curva de crecimiento variedad “Garnet” cosechada el 22-11-2019.

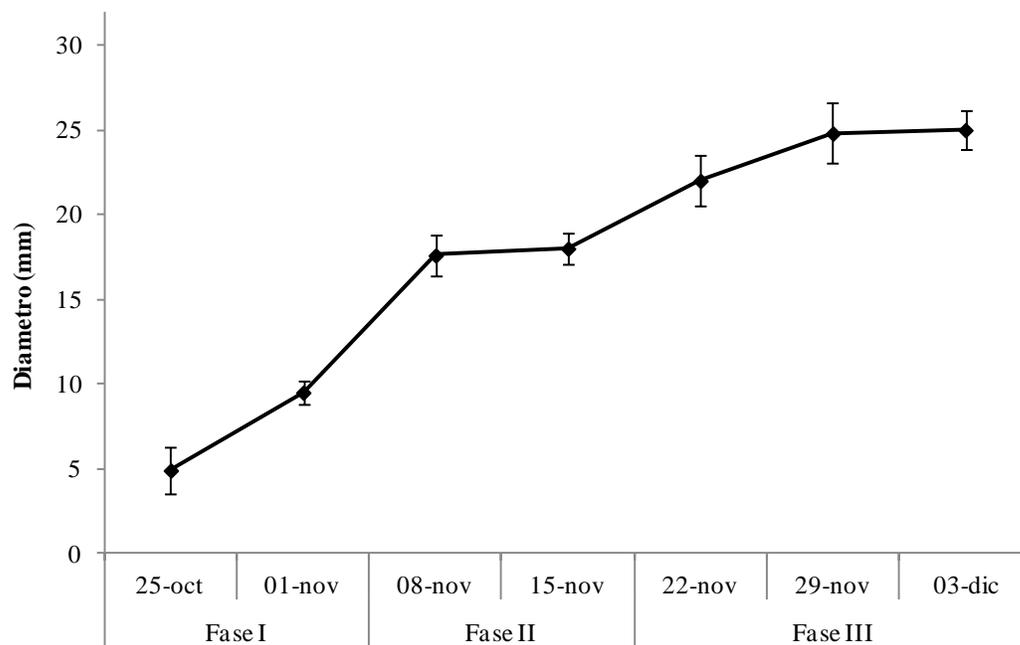


Figura 38: Curva de crecimiento variedad “Germersdorfi” cosechada el 03-12-2019.

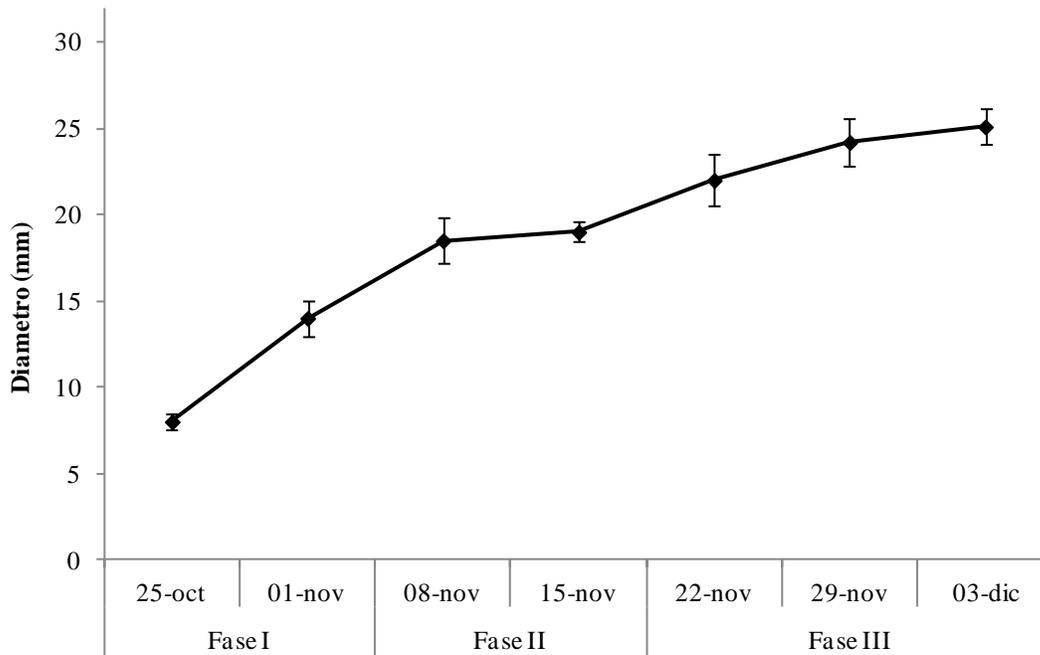


Figura 39: Curva de crecimiento variedad “Katalin” cosechada el 03-12-2019.

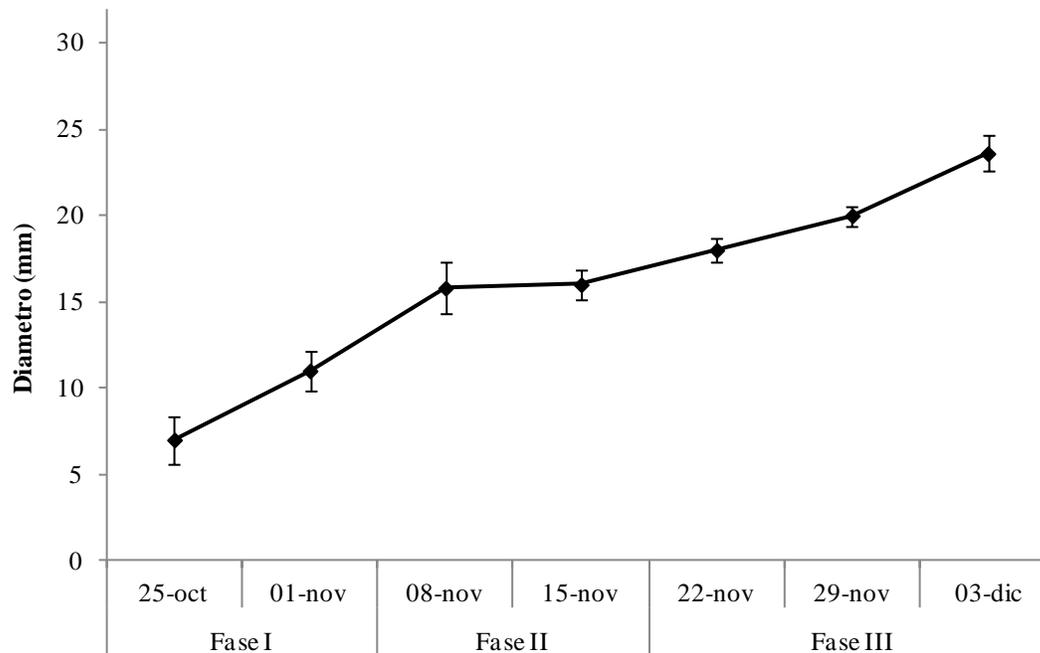


Figura 40: Curva de crecimiento variedad “Kordia” cosechada el 03-12-2019.

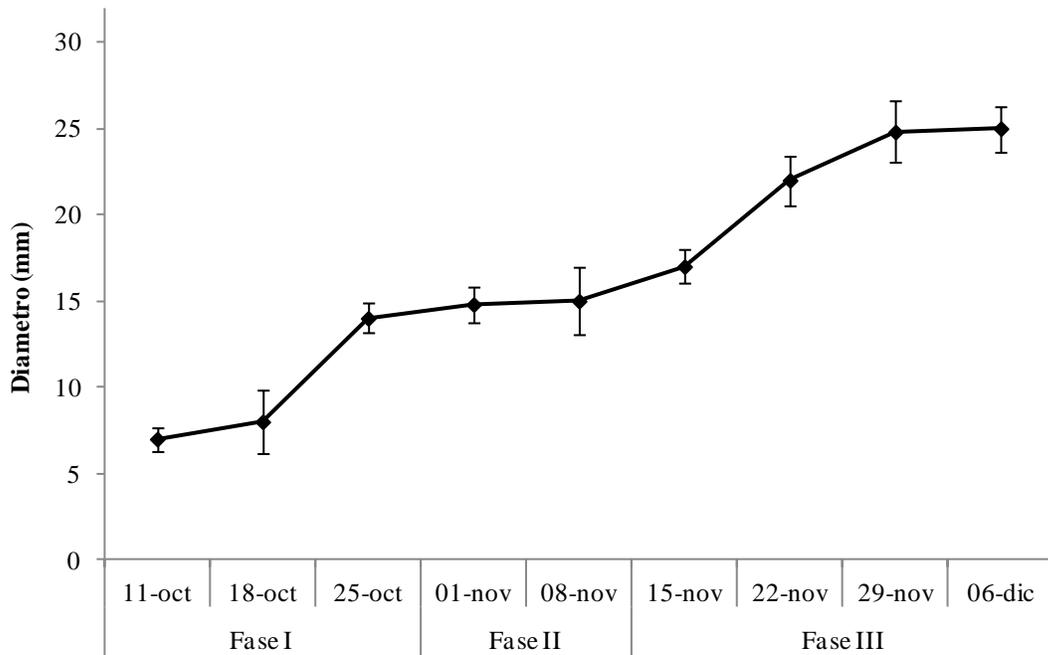


Figura 41: Curva de crecimiento variedad “Lapins” cosechada el 06-12-2019.

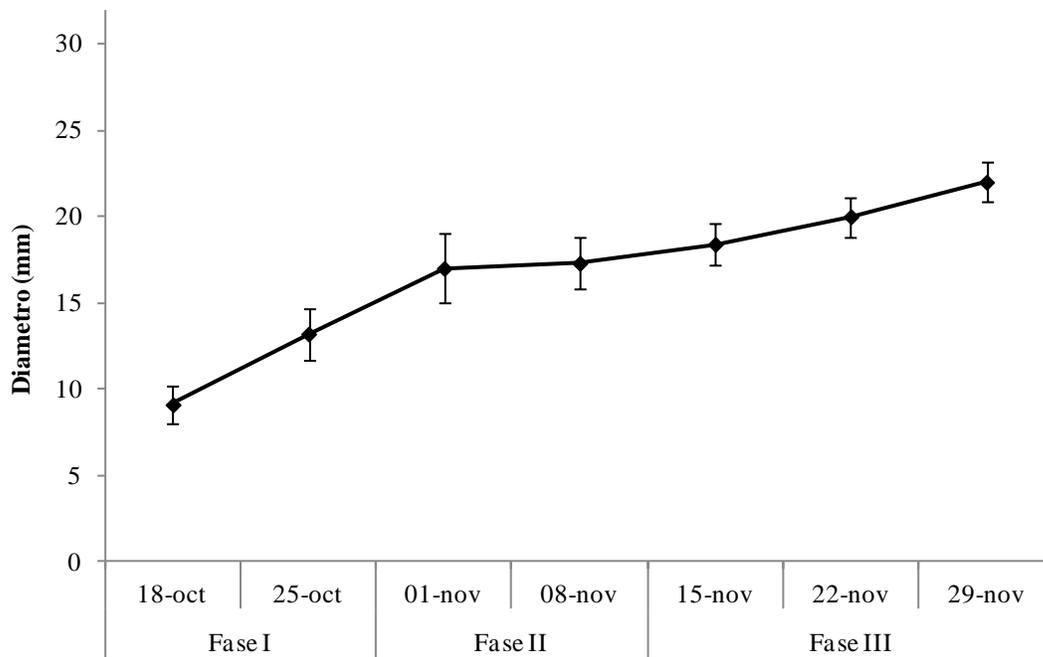


Figura 42: Curva de crecimiento variedad “Paulus®” cosechada el 29-11-2019.

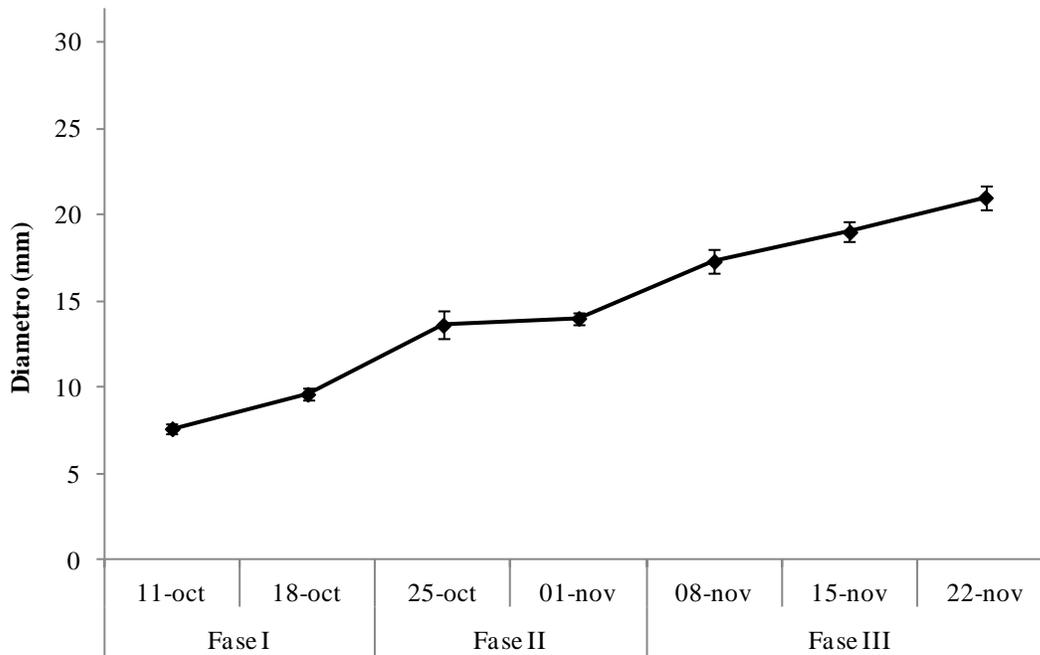


Figura 43: Curva de crecimiento variedad “Peter” cosechada el 22-11-2019.

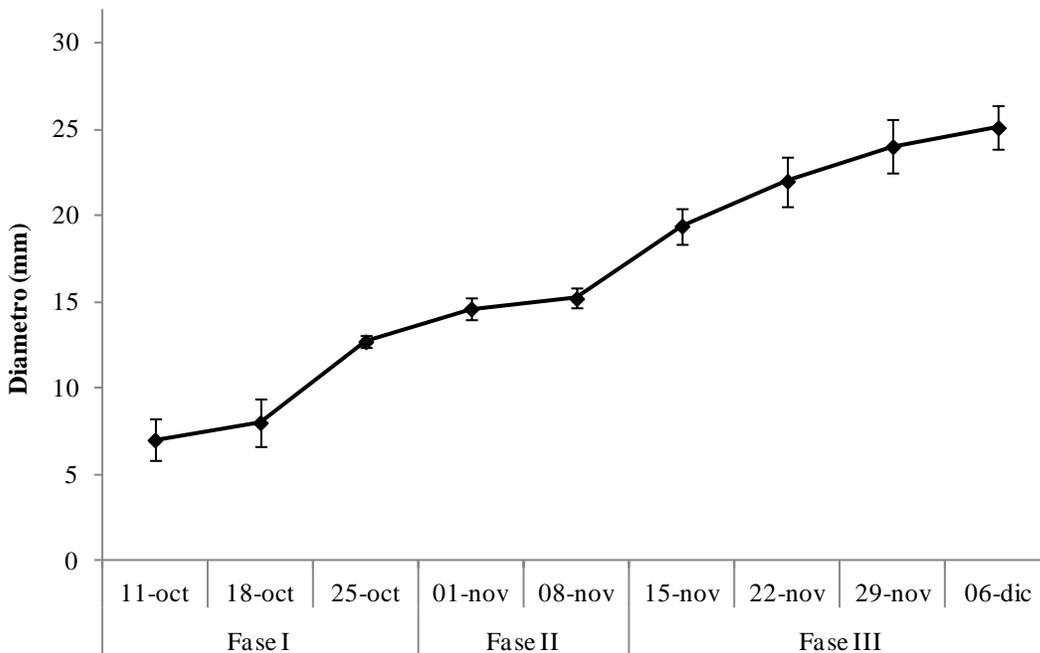


Figura 44: Curva de crecimiento variedad “Rainier” cosechada el 06-12-2019.

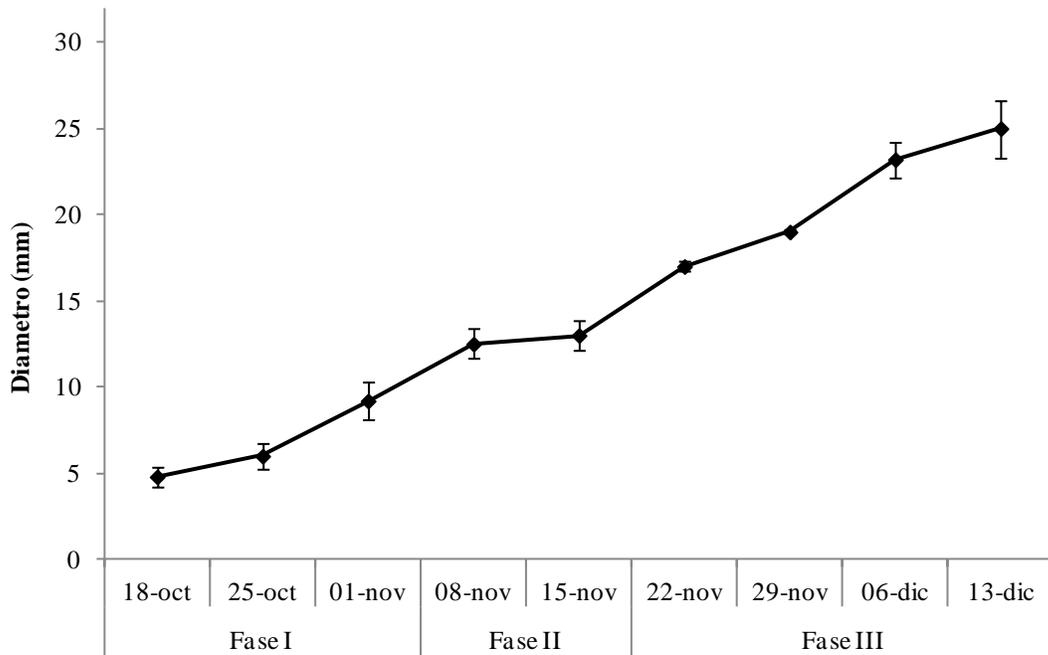


Figura 45: Curva de crecimiento variedad “Regina” cosechada el 13-12-2019.

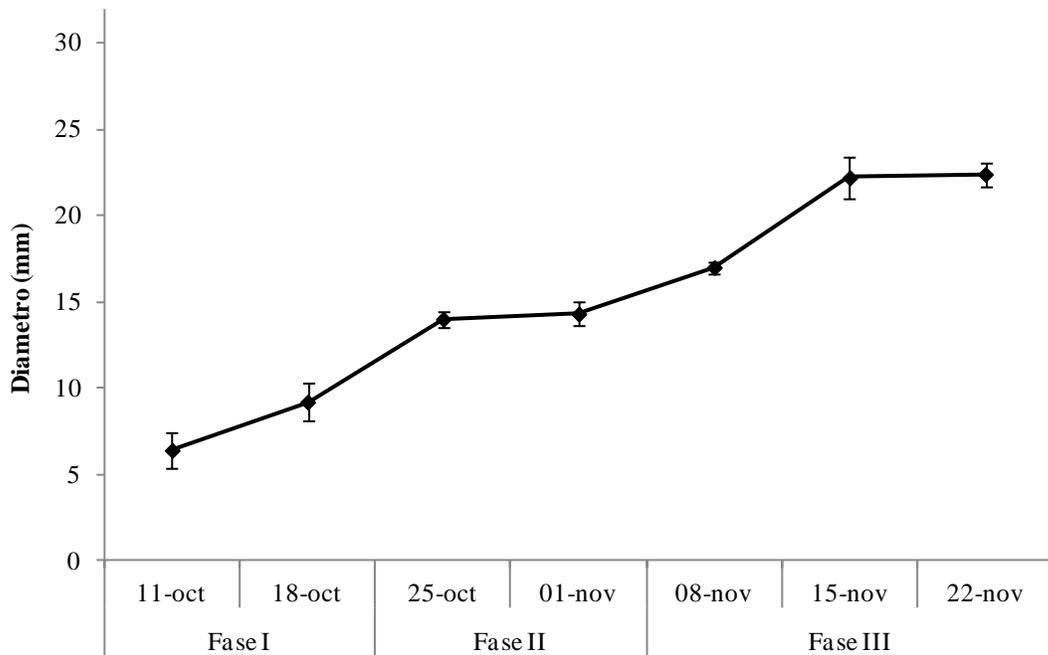


Figura 46: Curva de crecimiento variedad “Royal Dawn®” cosechada el 22-11-2019.

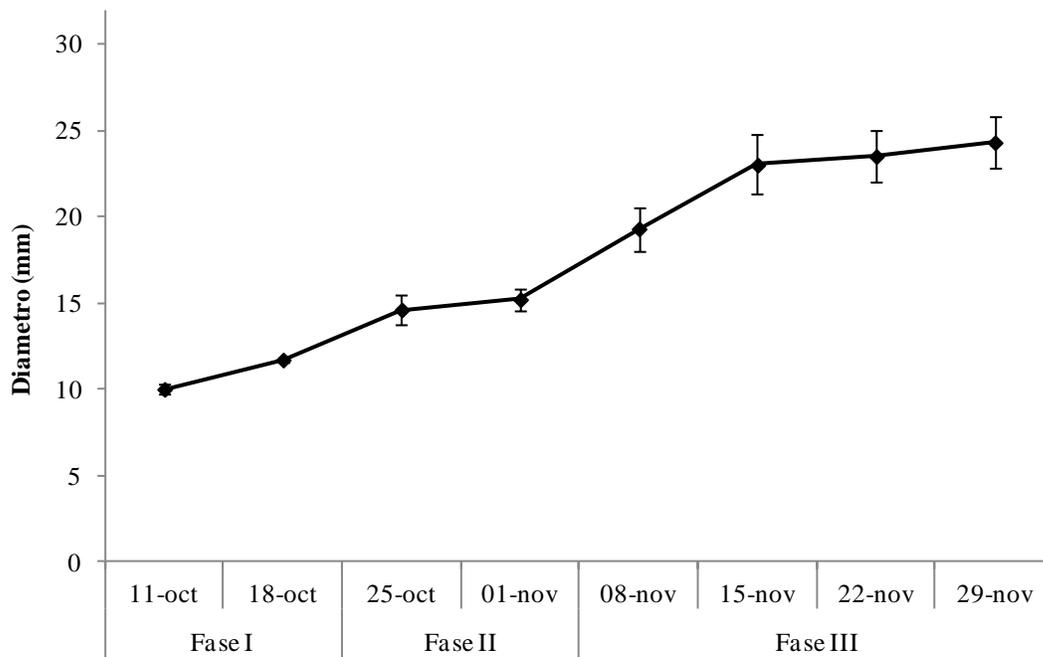


Figura 47: Curva de crecimiento variedad “Royal Lee®” cosechada el 29-11-2019.

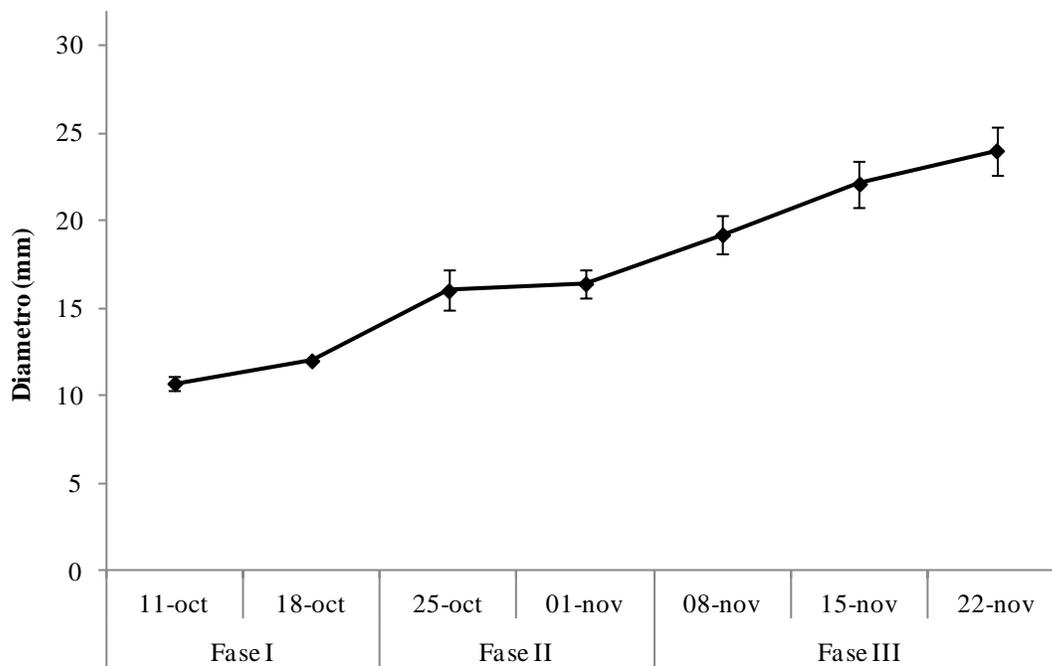


Figura 48: Curva de crecimiento variedad “Ruby” cosechada el 22-11-2019.

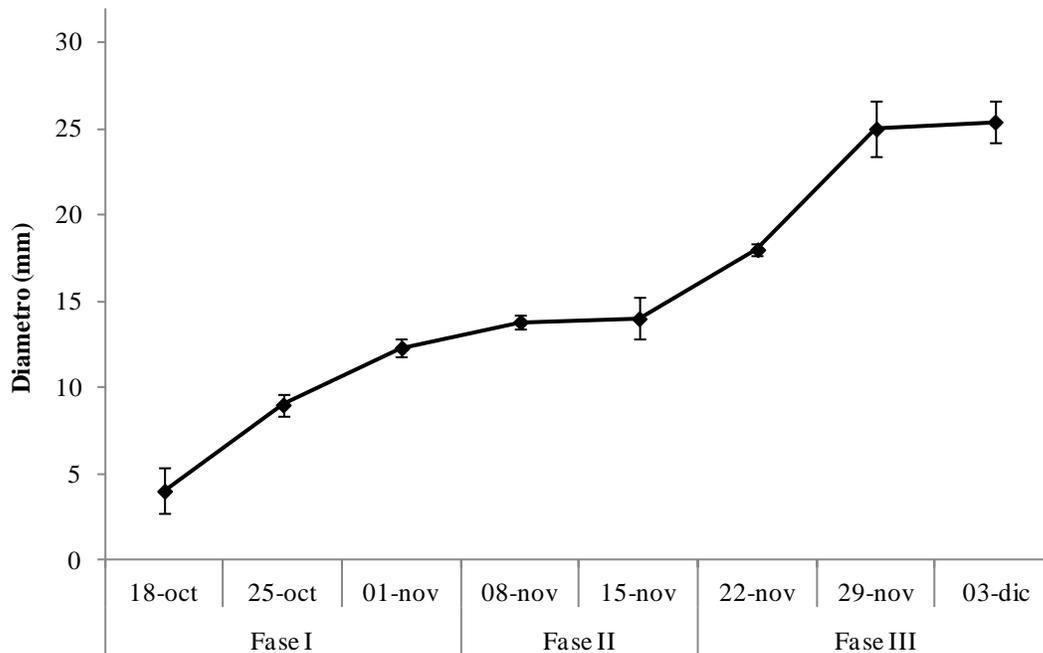


Figura 49: Curva de crecimiento variedad “Santina” cosechada el 03-12-2019.

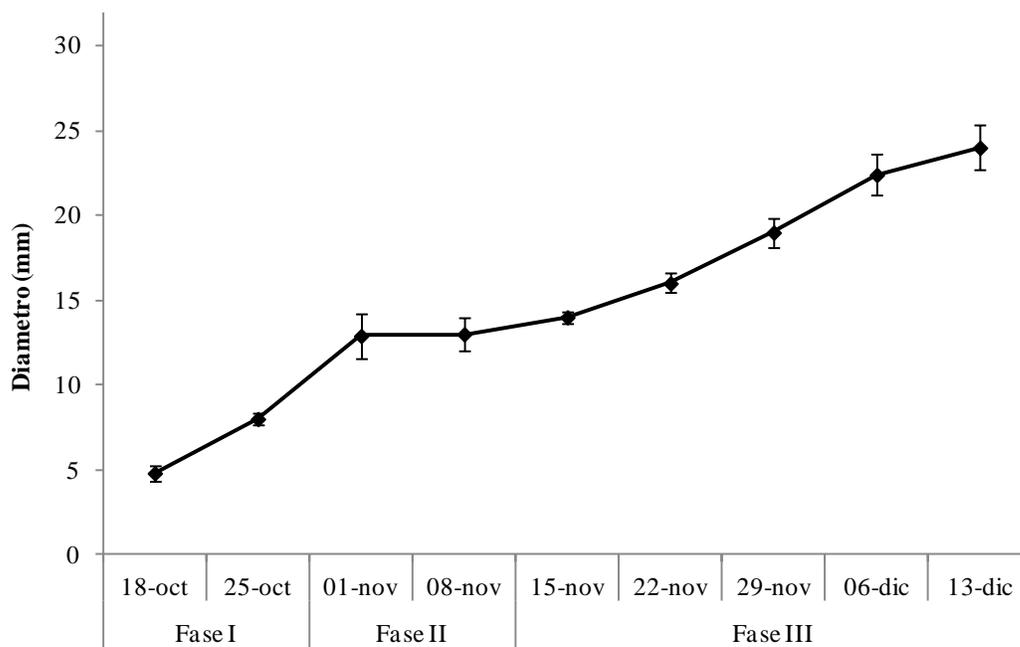


Figura 50: Curva de crecimiento variedad “Stella” cosechada el 13-12-2019.

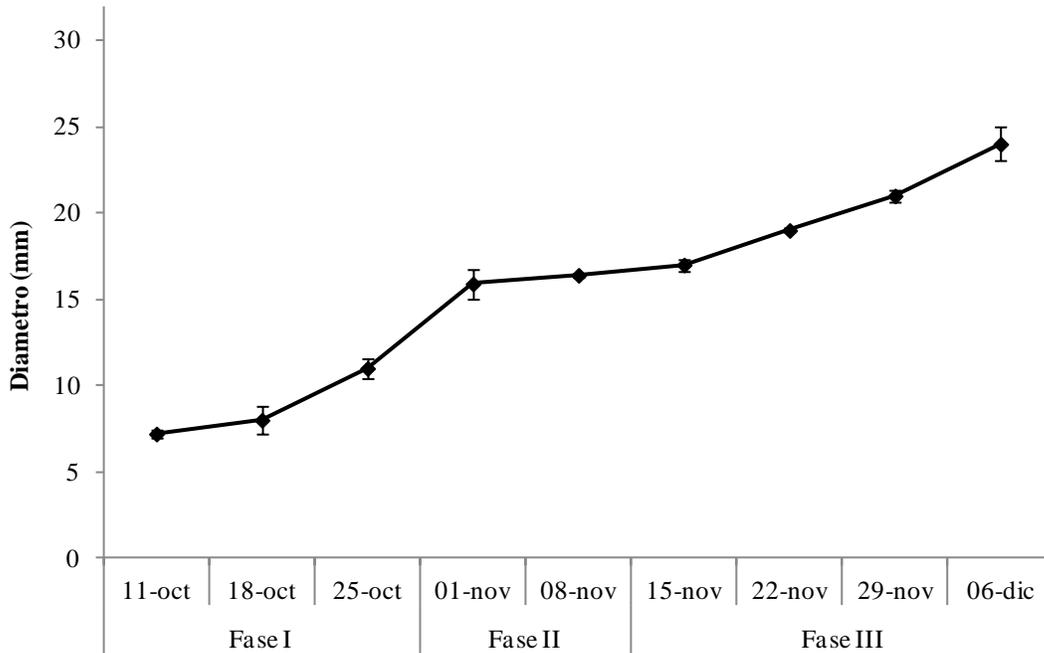


Figura 51: Curva de crecimiento variedad “Sweetheart” cosechada el 06-12-2019.

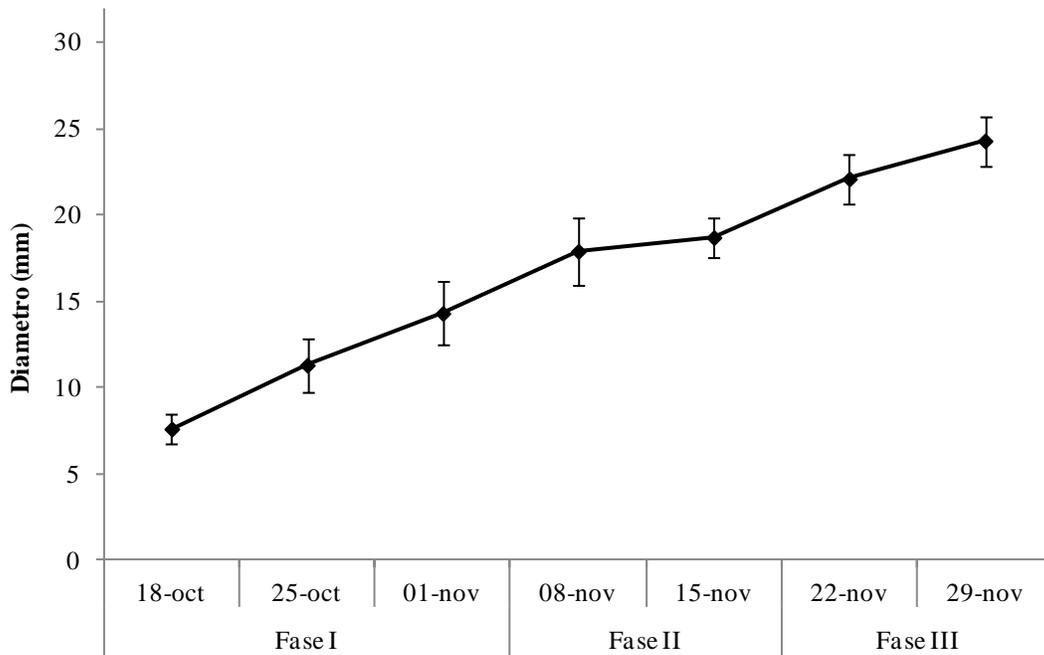


Figura 52: Curva de crecimiento variedad “Techlovan” cosechada el 29-11-2019.

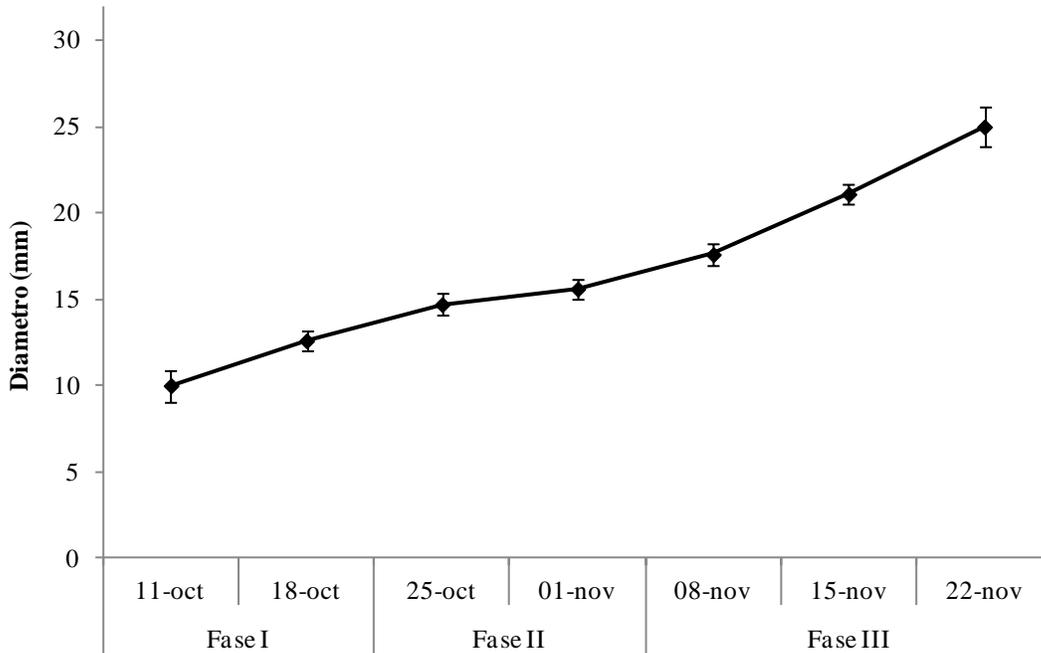


Figura 53: Curva de crecimiento variedad “Tulare” cosechada el 22-11-2019.

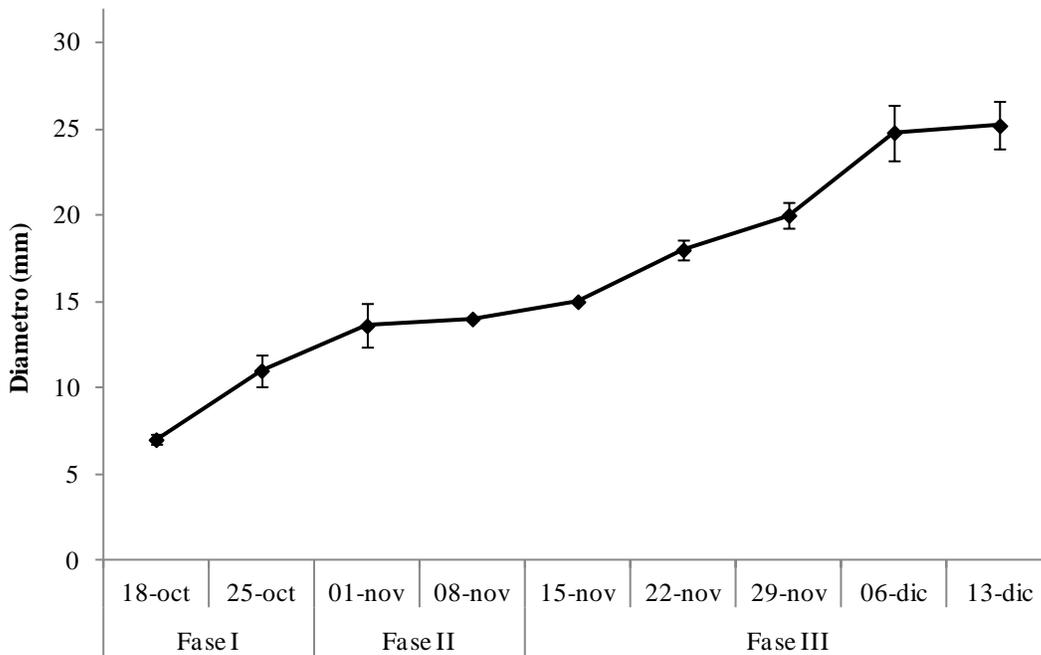


Figura 54: Curva de crecimiento variedad “Vanda” cosechada el 13-12-2019.

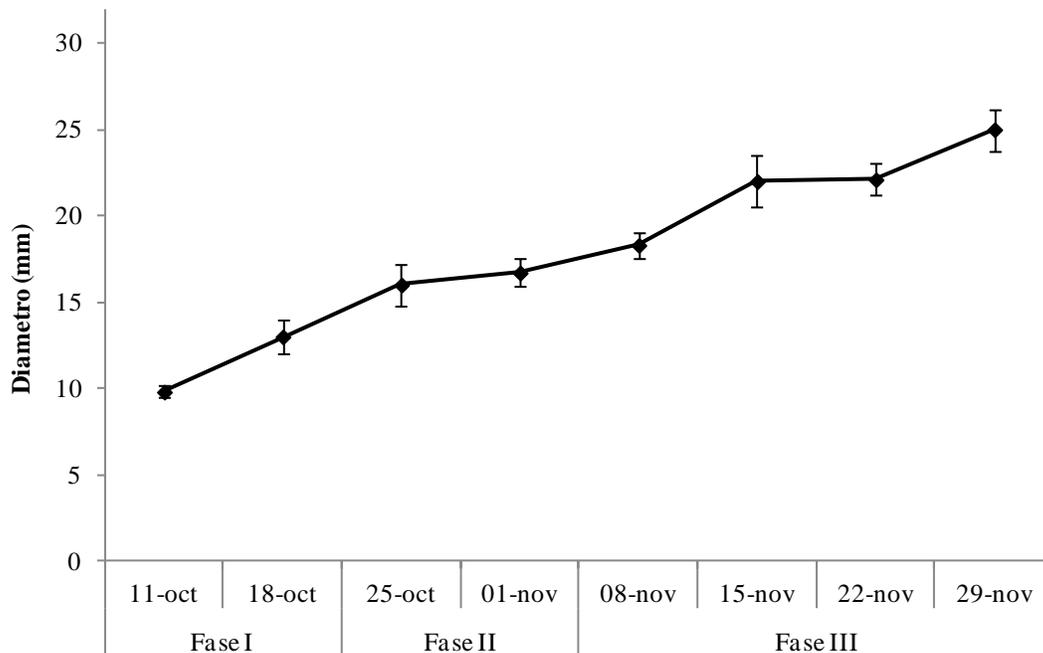


Figura 55: Curva de crecimiento variedad “Vera®” cosechada el 29-11-2019.

5.3 Madurez de cosecha

Las fechas de cosecha para las 24 variedades fueron 6, partiendo el 18 de noviembre con “Peter”, “Royal Dawn®” y “Ruby”, y terminando el 13 de diciembre con “Regina” y “Stella”.

Cuadro 11: Resumen de evaluación de los frutos de cerezo al momento de cosecha para el año 2019.

Variedad	Fecha cosecha	Peso fruto (g)	Largo pedicelo (mm)	Firmeza (Durofel)	SS (°Brix)	Acidez total (%)	Color piel	Color pulpa	Arraigamiento pedicelo (1-3)
“Peter”	18-nov	4,8	26,8	75,0	18,8	1,2	3,0	amarilla	1
“Royal Dawn®”	18-nov	7,6	24,6	77,4	18,9	1,1	3,0	amarilla	3
“Ruby”	18-nov	5,6	29,4	76,0	19,3	1,2	3,0	amarilla	3
“Aida®”	22-nov	6,6	32,0	65,0	19,0	1,0	3,0	amarilla	2
“Garnet”	22-nov	8,0	24,0	58,0	19,0	1,1	3,0	amarilla	3
“Tulare”	22-nov	7,5	29,0	60,0	18,0	0,9	3,0	amarilla	1
“Bing”	29-nov	7,2	32,0	78,0	20,5	1,1	3,5	roja	3
Brooks	29-nov	8,7	32,8	70,0	21,0	1,1	3,0	rosa	3
“Paulus®”	29-nov	5,4	29,3	78,0	18,0	0,9	3,0	roja	1
“Royal Lee®”	29-nov	7,2	28,6	79,0	22,0	1,1	3,0	rosa	2
“Techlovan”	29-nov	6,7	36,4	74,0	21,0	1,0	3,0	rosa	3
“Vera®”	29-nov	6,3	22,4	80,0	20,0	1,2	3,0	roja	3
“Carmen®”	03-dic	11,0	36,0	58,0	18,8	1,0	3,0	roja	3
“Germersdorffi”	03-dic	8,2	38,5	66,0	18,4	0,9	3,5	rosa	2
“Katalin”	03-dic	7,9	56,2	69,0	19,0	1,1	3,0	rosa	3
“Kordia”	03-dic	7,5	37,2	70,0	20,0	0,9	3,5	roja	3
“Santina”	03-dic	7,4	33,0	73,0	22,0	0,7	3,5	roja	1
“Alex®”	06-dic	6,8	36,3	76,0	20,4	1,2	3,0	amarilla	1
“Lapins”	06-dic	7,2	30,8	65,0	21,0	0,8	3,5	roja	3
“Rainier”	06-dic	12,4	33,3	80,0	22,0	0,6	3,0	amarilla	2
Sweetheart	06-dic	7,2	33,9	68,0	20,0	1,2	3,0	rosa	2
“Vanda”	06-dic	9,8	38,6	60,0	20,0	0,8	3,5	roja	3
“Regina”	13-dic	9,5	34,0	65,0	22,0	0,9	3,5	roja	1
“Stella”	13-dic	9,0	32,0	68,0	21,0	0,9	3,5	amarilla	2

Se desprende de este cuadro que la variedad con mayor peso de fruto fue “Rainier” con 12,4 gramos, mientras que la variedad con menor masa fue “Peter” con 4,8 gamos. Se destaca que las variedades con mayor firmeza fueron “Rainier” y “Vera®” con 80 de Durofel, mientras que “Techlovan”, “Peter”, “Ruby”, “Alex®”, “Royal Dawn®”, “Bing”, “Paulus®”, “Royal Lee®” y Vera tuvieron fueron aceptables por sobre 75 de Durofel. Las otras variedades presentaron valores menores a 75 siendo las menos firmes “Garnet” y “Carmen®” con 58 de Durofel.

En cuanto al largo de pedicelo, “Katalin” destacó por sobre las otras con un largo de 56,2 mm. Las otras variedades presentaron valores inferiores a 40 mm. Los

sólidos solubles de todas las variedades se encontraban iguales o superiores a los 18 °Brix, mientras que la acidez total se encontraba en el rango de 0,6 % a 1,2 %.

De acuerdo al arraigamiento de pedicelo, las variedades “Santina”, “Tulare”, “Paulus®”, “Regina”, “Peter” y “Alex®” presentaron una nota 1, por lo que el pedicelo se dependía fácilmente del fruto. Las otras variedades presentaron notas superiores o iguales a 2 siendo aceptable.

Cuadro 12: Resumen de evaluación del diámetro de los frutos de cerezo al momento de cosecha para el año 2019.

Variedad	Fecha cosecha	D. Polar (mm)	D. Ecuatorial (mm)	D. Sutura (mm)
“Peter”	18-nov	19,0	21,0	19,0
“Royal Dawn®”	18-nov	22,8	28,0	22,4
“Ruby”	18-nov	21,0	24,0	19,4
“Aida®”	22-nov	21,0	22,0	20,0
“Garnet”	22-nov	19,0	22,0	20,4
“Tulare”	22-nov	22,0	25,0	21,2
“Bing”	29-nov	23,0	24,5	22,0
Brooks	29-nov	22,0	25,2	21,0
“Paulus®”	29-nov	20,0	22,0	18,0
“Royal Lee®”	29-nov	23,0	25,1	21,0
“Techlovan”	29-nov	22,2	24,3	19,3
“Vera®”	29-nov	21,0	25,0	22,0
“Carmen®”	03-dic	25,1	30,2	23,4
“Germersdorfi”	03-dic	23,0	25,0	21,0
“Katalin”	03-dic	23,0	25,1	21,5
“Kordia”	03-dic	22,1	23,6	20,0
“Santina”	03-dic	22,2	25,4	21,4
“Alex®”	06-dic	22,2	24,1	21,0
“Lapins”	06-dic	22,6	25,0	20,4
“Rainier”	06-dic	22,4	25,1	20,8
Sweetheart	06-dic	22,1	24,0	20,6
“Vanda”	06-dic	21,1	25,2	21,1
“Regina”	13-dic	20,0	25,0	20,0
“Stella”	13-dic	20,0	24,0	20,0

Según los diámetros medidos al momento de cosecha, las variedades con mayor diámetro ecuatorial fueron “Carmen®” y “Royal Dawn®” con 30,2 mm y 28 mm respectivamente. Las variedades “Peter”, “Paulus®”, “Aida®” y “Garnet” fueron las de menor calibre con valores iguales o inferiores a 22 mm. Además, para el diámetro

polar, se destaca la variedad “Katalin” con 25,1 mm y en el otro extremo, la variedad “Peter” y “Garnet” con 19 mm promedio cada una.

5.4 Caracterización de hojas

Los resultados de la caracterización de hojas se detallan en el cuadro 13. Estos demuestran un análisis cuantitativo de las hojas del brote del año.

Cuadro 13: Resumen de evaluación de hojas de cerezo provenientes de la ramilla del año para el año 2019.

Variedad	L. peciolo (mm)	L. limbo (mm)	Anchura limbo (mm)	Relación longitud / anchura limbo	Relación longitud peciolo / limbo
“Royal Lee®”	29,7	98,4	38,3	2,6	0,3
“Carmen®”	45,6	123,3	48,1	2,6	0,4
Sweetheart	42,1	112,3	44,0	2,6	0,4
“Garnet”	43,4	127,5	51,1	2,5	0,3
“Peter”	36,5	105,8	43,0	2,5	0,3
“Stella”	42,6	129,4	52,9	2,4	0,3
“Bing”	44,9	102,8	43,5	2,4	0,4
“Kordia”	37,9	110,5	47,1	2,3	0,3
“Lapins”	43,2	114,4	49,6	2,3	0,4
“Paulus®”	38,3	108,4	47,6	2,3	0,4
“Katalin”	46,7	119,4	52,6	2,3	0,4
Brooks	41,5	118,8	52,6	2,3	0,3
“Ruby”	45,4	138,0	61,3	2,3	0,3
“Regina”	34,3	101,5	45,1	2,3	0,3
“Rainier”	35,0	93,8	41,8	2,2	0,4
“Alex®”	39,9	102,9	45,9	2,2	0,4
“Vera®”	34,4	105,3	47,6	2,2	0,3
“Vanda”	47,1	112,2	50,9	2,2	0,4
“Techlovan”	34,6	117,4	53,8	2,2	0,3
“Aida®”	42,5	109,0	50,1	2,2	0,4
“Germersdorfi”	48,0	125,4	58,1	2,2	0,4
“Santina”	41,0	108,1	50,6	2,1	0,4
“Tulare”	44,0	110,4	54,2	2,0	0,4
“Royal Dawn®”	46,5	122,4	62,0	2,0	0,4

L.: Longitud.

De este análisis se desprende que las variedades con mayor longitud peciolar fueron “Germersdorfi” y Vanda con 48 mm y 47,1 mm promedio respectivamente.

Además, la variedad “Ruby” presentó la mayor longitud con 138 mm y “Royal Dawn®” la mayor anchura con 62 mm. Por último, la mayor relación entre longitud y anchura fue para “Royal Lee®”, “Carmen®” y Sweetheart con un valor de 2,6.

5.5 Ficha resumen de la variedad

En esta sección se encuentra un resumen de la información obtenida en los puntos anteriores. Esta ficha incluye: Nombre de la variedad, color, época de cosecha, desarrollador, país de origen, cruzamiento, autofertilidad, grupo de polen, requerimiento horas frío hasta la floración, GDA, peso del fruto, diámetro ecuatorial, SS° y firmeza al momento de cosecha, longitud de limbo y la relación longitud con anchura del limbo.

6.5.1 Ficha variedad "Aida®" para el año 2019

Variedad	"Aida®"
Color	Rojo
Cosecha	Media estación
Desarrollador	National Agricultural Research and Innovation
País de origen	Hungría
Cruzamiento	Moldvai fekete x H-236
Autofertilidad	No
Grupo de polen	XXIV-S6S12
Requerimiento horas frío	1.429
Grados días acumulados a cosecha	469
Peso fruto (g)	6,6
Diámetro ecuatorial (mm)	22
Sólidos solubles (°Brix)	19
Firmeza (Durofel)	65
Longitud limbo (mm)	109
Relación longitud/anchura limbo	2,2



Plena flor: 3-oct
GDA: 178



Caída pétalos: 11-oct
GDA: 211



Cuajado: 25-oct
GDA: 277



Pinta: 8-nov
GDA: 326



Fruto al momento de cosecha: 22-nov
GDA: 469



Hoja del brote del año

6.5.2 Ficha variedad “Alex®” para el año 2019

Variedad	“Alex®”
Color	Rojo
Cosecha	Media estación
Desarrollador	National Agricultural Research and Innovation
País de origen	Hungría
Cruzamiento	Van x Cherry self fertile 46
Autofertilidad	Si
Grupo de polen	SC-S3S3
Requerimiento horas frío	1.482
Grados días acumulados a cosecha	580
Peso fruto (g)	6,8
Diámetro ecuatorial (mm)	24,1
Sólidos solubles (°Brix)	20,4
Firmeza (Durofel)	76
Longitud limbo (mm)	102,9
Relación longitud/anchura limbo	2,2



Plena flor: 26-sep
GDA: 132



Caída pétalos: 3-oct
GDA: 178



Cuajado: 18-oct
GDA: 277



Pinta: 15-nov
GDA: 396



Fruto al momento de cosecha: 6-dic
GDA: 580



Hoja del brote del año

6.5.3 Ficha variedad “Bing” para el año 2019

Variedad	“Bing”
Color	Rojo oscuro
Cosecha	Media estación
Desarrollador	S. Lewelling, OR
País de origen	E.E.U.U.
Cruzamiento	Black republican x Napoleon bigarreau
Autofertilidad	No
Grupo de polen	III-S3S4
Requerimiento horas frío	1.398
Grados días acumulados a cosecha	515
Peso fruto (g)	7,2
Diámetro ecuatorial (mm)	24,5
Sólidos solubles (°Brix)	20,5
Firmeza (Durofel)	78
Longitud limbo (mm)	102,8
Relación longitud/anchura limbo	2,4



Plena flor: 26-sep
GDA: 132



Caída pétalos: 3-oct
GDA: 178



Cuajado: 18-oct
GDA: 277



Pinta: 8-nov
GDA: 326



Fruto al momento de cosecha: 6-dic
GDA: 515



Hoja del brote del año

6.5.4 Ficha variedad "Brooks" para el año 2019

Variedad	"Brooks"
Color	Rojo oscuro
Cosecha	Temprana
Desarrollador	University of California
País de origen	E.E.U.U.
Cruzamiento	Rainier x Early burlat
Autofertilidad	No
Grupo de polen	XXI-S1S9
Requerimiento horas frío	1.398
Grados días acumulados a cosecha	515
Peso fruto (g)	8,7
Diámetro ecuatorial (mm)	25,2
Sólidos solubles (°Brix)	21
Firmeza (Durofel)	70
Longitud limbo (mm)	118,8
Relación longitud/anchura limbo	2,3



Plena flor: 20-sep
GDA: 129



Caída pétalos: 28-sep
GDA: 132



Cuajado: 10-oct
GDA: 249



Pinta: 8-nov
GDA: 326



Fruto al momento de cosecha: 29-nov
GDA: 515



Hoja del brote del año

6.5.5 Ficha variedad “Carmen®” para el año 2019

Variedad	“Carmen®”
Color	Rojo
Cosecha	Tardía
Desarrollador	National Agricultural Research and Innovation
País de origen	Hungría
Cruzamiento	Sárga dragán x H203
Autofertilidad	No
Grupo de polen	V-S4S5
Requerimiento horas frío	1542
Grados días acumulados a cosecha	552
Peso fruto (g)	11
Diámetro ecuatorial (mm)	30,2
Sólidos solubles (°Brix)	18,8
Firmeza (Durofel)	58
Longitud limbo (mm)	123,3
Relación longitud/anchura limbo	2,6



Plena flor: 26-sep
GDA: 178



Caída pétalos: 11-oct
GDA: 211



Cuajado: 25-oct
GDA: 277



Pinta: 8-nov
GDA: 326



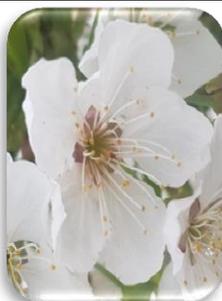
Fruto al momento de cosecha: 3-dic
GDA: 552



Hoja del brote del año

6.5.6 Ficha variedad "Garnet" para el año 2019

Variedad	"Garnet"
Color	Rojo
Cosecha	Media estación
Desarrollador	UC Davis
País de origen	E.E.U.U.
Cruzamiento	Starking hardy giant x Bing
Autofertilidad	No
Grupo de polen	IX-S1S4
Requerimiento horas frío	1.398
Grados días acumulados a cosecha	469
Peso fruto (g)	8,0
Diámetro ecuatorial (mm)	22,0
Sólidos solubles (°Brix)	19,0
Firmeza (Durofel)	58
Longitud limbo (mm)	127,5
Relación longitud/anchura limbo	2,5



Plena flor: 20-sep
GDA: 129



Caída pétalos: 28-sep
GDA: 132



Cuajado: 10-oct
GDA: 277



Pinta: 8-nov
GDA: 326



Fruto al momento de cosecha: 22-nov
GDA: 469



Hoja del brote del año

6.5.7 Ficha variedad “Germersdorfi” para el año 2019

Variedad	“Germersdorfi”
Color	Rojo
Cosecha	Tardía
Desarrollador	National Agricultural Research and Innovation
País de origen	Hungría
Cruzamiento	Schneider by Brozik x Desconocido
Autofertilidad	No
Grupo de polen	XXII-S3S12
Requerimiento horas frío	1.398
Grados días acumulados a cosecha	552
Peso fruto (g)	8,2
Diámetro ecuatorial (mm)	25,0
Sólidos solubles (°Brix)	18,4
Firmeza (Durofel)	66
Longitud limbo (mm)	125,4
Relación longitud/anchura limbo	2,2



Plena flor: 20-sep
DGA: 211



Caída pétalos: 18-oct
DGA: 249



Cuajado: 1-nov
DGA: 326



Pinta: 15-nov
DGA: 396



Fruto al momento de cosecha: 3-dic
DGA: 552



Hoja del brote del año

6.5.8 Ficha variedad “Katalin” para el año 2019

Variedad	“Katalin”
Color	Rojo oscuro
Cosecha	Tardía
Desarrollador	National Agricultural Research and Innovation
País de origen	Hungría
Cruzamiento	Germersdorfi x Podjebrád
Autofertilidad	No
Grupo de polen	XXVII-S4S12
Requerimiento horas frío	1.398
Grados días acumulados a cosecha	552
Peso fruto (g)	7,9
Diámetro ecuatorial (mm)	25,1
Sólidos solubles (°Brix)	19,0
Firmeza (Durofel)	69
Longitud limbo (mm)	119,4
Relación longitud/anchura limbo	2,3



Plena flor: 30-sep
DGA: 178



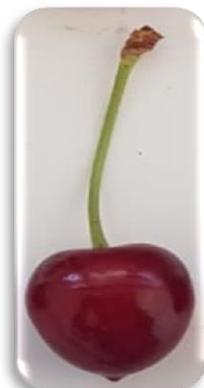
Caída pétalos: 11-oct
DGA: 249



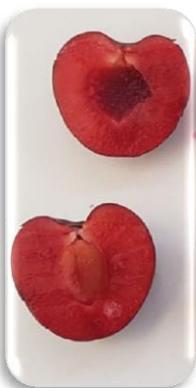
Cuajado: 1-nov
DGA: 326



Pinta: 15-nov
DGA: 396



Fruto al momento de cosecha: 3-dic
DGA: 552



Hoja del brote del año

6.5.9 Ficha variedad “Kordia” para el año 2019

Variedad	“Kordia”
Color	Rojo oscuro
Cosecha	Media estación
Desarrollador	Research and Breeding Institute of Pomology
País de origen	República checa
Cruzamiento	Techlovan x Desconocido
Autofertilidad	No
Grupo de polen	VI-S3S6
Requerimiento horas frío	1.528
Grados días acumulados a cosecha	552
Peso fruto (g)	7,5
Diámetro ecuatorial (mm)	23,6
Sólidos solubles (°Brix)	20,0
Firmeza (Durofel)	70
Longitud limbo (mm)	110,5
Relación longitud/anchura limbo	2,3



Plena flor: 28-sep
DGA: 129



Caída pétalos: 3-oct
DGA: 132



Cuajado: 10-oct
DGA: 326



Pinta: 15-nov
DGA: 396



Fruto al momento de cosecha: 3-dic
DGA: 552



Hoja del brote del año

6.5.10 Ficha variedad “Lapins” para el año 2019

Variedad	“Lapins”
Color	Rojo oscuro
Cosecha	Media estación
Desarrollador	Pacific Agri-Food Research Centre
País de origen	Canadá
Cruzamiento	Van x Stella
Autofertilidad	Si
Grupo de polen	IX-S1S4
Requerimiento horas frío	1.388
Grados días acumulados a cosecha	580
Peso fruto (g)	7,2
Diámetro ecuatorial (mm)	25,0
Sólidos solubles (°Brix)	21,0
Firmeza (Durofel)	65
Longitud limbo (mm)	114,4
Relación longitud/anchura limbo	2,3



Plena flor: 27-sep
DGA: 132



Caída pétalos: 3-oct
DGA: 178



Cuajado: 18-oct
DGA: 277



Pinta: 15-nov
DGA: 396



Fruto al momento de cosecha: 6-dic
DGA: 580



Hoja del brote del año

6.5.11 Ficha variedad “Paulus®” para el año 2019

Variedad	“Paulus®”
Color	Rojo
Cosecha	Media estación
Desarrollador	National Agricultural Research and Innovation
País de origen	Hungría
Cruzamiento	Early burlat x Stella
Autofertilidad	Si
Grupo de polen	XXI-S4S9
Requerimiento horas frío	1.462
Grados días acumulados a cosecha	515
Peso fruto (g)	5,4
Diámetro ecuatorial (mm)	22,0
Sólidos solubles (°Brix)	18,0
Firmeza (Durofel)	78
Longitud limbo (mm)	108,4
Relación longitud/anchura limbo	2,3



Plena flor: 2-oct
DGA: 178



Caída pétalos: 11-oct
DGA: 211



Cuajado: 25-oct
DGA: 277



Pinta: 8-nov
DGA: 326



Fruto al momento de cosecha: 29-nov
DGA: 515



Hoja del brote del año

6.5.12 Ficha variedad “Peter” para el año 2019

Variedad	“Peter”
Color	Rojo
Cosecha	Media estación
Desarrollador	National Agricultural Research and Innovation
País de origen	Hungría
Cruzamiento	Early burlat x Stella
Autofertilidad	Si
Grupo de polen	III-S3S4
Requerimiento horas frío	1.462
Grados días acumulados a cosecha	428
Peso fruto (g)	4,8
Diámetro ecuatorial (mm)	21,0
Sólidos solubles (°Brix)	18,8
Firmeza (Durofel)	75
Longitud limbo (mm)	105,8
Relación longitud/anchura limbo	2,5



Plena flor: 30-sep
DGA: 132



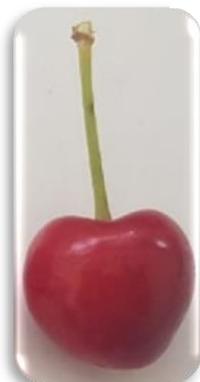
Caída pétalos: 3-oct
DGA: 178



Cuajado: 18-oct
DGA: 277



Pinta: 8-nov
DGA: 326



Fruto al momento de cosecha: 18-nov
DGA: 428



Hoja del brote del año

6.5.13 Ficha variedad "Rainier" para el año 2019

Variedad	"Rainier"
Color	Bicolor
Cosecha	Media estación
Desarrollador	Washington Experiment Station
País de origen	E.E.U.U.
Cruzamiento	Bing x Van
Autofertilidad	No
Grupo de polen	IX-S1S4
Requerimiento horas frío	1.398
Grados días acumulados a cosecha	580
Peso fruto (g)	12,4
Diámetro ecuatorial (mm)	25,1
Sólidos solubles (°Brix)	22,0
Firmeza (Durofel)	80
Longitud limbo (mm)	93,8
Relación longitud/anchura limbo	2,2



Plena flor: 25-sep
DGA: 132



Caída pétalos: 3-oct
DGA: 178



Cuajado: 18-nov
DGA: 277



Pinta: 15-nov
DGA: 396



Fruto al momento de cosecha: 6-dic
DGA: 580



Hoja del brote del año

6.5.14 Ficha variedad “Regina” para el año 2019

Variedad	“Regina”
Color	Rojo oscuro
Cosecha	Tardía
Desarrollador	Jork institute
País de origen	Alemania
Cruzamiento	Schneiders Spate K. x Ruby
Autofertilidad	No
Grupo de polen	II-S1S3
Requerimiento horas frío	1.462
Grados días acumulados a cosecha	644
Peso fruto (g)	9,5
Diámetro ecuatorial (mm)	25,0
Sólidos solubles (°Brix)	22,0
Firmeza (Durofel)	65
Longitud limbo (mm)	101,5
Relación longitud/anchura limbo	2,3



Plena flor: 2-oct
DGA: 179



Caída pétalos: 11-oct
DGA: 211



Cuajado: 25-oct
DGA: 277



Pinta: 15-nov
DGA: 396



Fruto al momento de cosecha: 13-dic
DGA: 644



Hoja del brote del año

6.5.15 Ficha variedad “Royal Dawn®” para el año 2019

Variedad	“Royal Dawn®”
Color	Rojo oscuro
Cosecha	Temprana
Desarrollador	Zaiger genetics
País de origen	E.E.U.U.
Cruzamiento	32G500 x Desconocido
Autofertilidad	No
Grupo de polen	III-S3S4
Requerimiento horas frío	1.453
Grados días acumulados a cosecha	428
Peso fruto (g)	7,6
Diámetro ecuatorial (mm)	28,0
Sólidos solubles (°Brix)	18,9
Firmeza (Durofel)	77
Longitud limbo (mm)	122,4
Relación longitud/anchura limbo	2,0



Plena flor: 16-sep
DGA: 132



Caída pétalos: 30-sep
DGA: 144



Cuajado: 10-oct
DGA: 249



Pinta: 1-nov
DGA: 277



Fruto al momento de cosecha: 18-nov
DGA: 428



Hoja del brote del año

6.5.16 Ficha variedad “Royal Lee®” para el año 2019

Variedad	“Royal Lee®”
Color	Rojo
Cosecha	Temprana
Desarrollador	Zaiger genetics
País de origen	E.E.U.U.
Cruzamiento	Desconocido x Desconocido
Autofertilidad	No
Grupo de polen	II-S1S3
Requerimiento horas frío	1.388
Grados días acumulados a cosecha	515
Peso fruto (g)	7,2
Diámetro ecuatorial (mm)	25,1
Sólidos solubles (°Brix)	22,0
Firmeza (Durofel)	79
Longitud limbo (mm)	98,4
Relación longitud/anchura limbo	2,6



Plena flor: 16-sep
DGA: 109



Caída pétalos: 23-sep
DGA: 129



Cuajado: 5-oct
DGA: 249



Pinta: 8-nov
DGA: 326



Fruto al momento de cosecha: 29-nov
DGA: 515



Hoja del brote del año

6.5.17 Ficha variedad “Ruby” para el año 2019

Variedad	“Ruby”
Color	Rojo
Cosecha	Temparana
Desarrollador	M.L. Nies
País de origen	E.E.U.U.
Cruzamiento	Hardy giant x Bush tartarian
Autofertilidad	No
Grupo de polen	II-SIS3
Requerimiento horas frío	1.398
Grados días acumulados a cosecha	428
Peso fruto (g)	5,6
Diámetro ecuatorial (mm)	24,0
Sólidos solubles (°Brix)	19,3
Firmeza (Durofel)	76
Longitud limbo (mm)	138,0
Relación longitud/anchura limbo	2,3



Plena flor: 23-sep
DGA: 129



Caída pétalos: 28-sep
DGA: 132



Cuajado: 10-oct
DGA: 249



Pinta: 8-nov
DGA: 326



Fruto al momento de cosecha: 18-nov
DGA: 428



Hoja del brote del año

6.5.18 Ficha variedad “Santina” para el año 2019

Variedad	“Santina”
Color	Rojo oscuro
Cosecha	Media estación
Desarrollador	Pacific Agri-Food Research Centre
País de origen	Canadá
Cruzamiento	Stella x Summit
Autofertilidad	Si
Grupo de polen	IX-S1S4
Requerimiento horas frío	1.462
Grados días acumulados a cosecha	552
Peso fruto (g)	7,4
Diámetro ecuatorial (mm)	25,4
Sólidos solubles (°Brix)	22,0
Firmeza (Durofel)	73
Longitud limbo (mm)	108,1
Relación longitud/anchura limbo	2,1



Plena flor: 30-sep
DGA: 178



Caída pétalos: 11-oct
DGA: 211



Cuajado: 25-oct
DGA: 326



Pinta: 22-nov
DGA: 469



Fruto al momento de cosecha: 3-dic
DGA: 552



Hoja del brote del año

6.5.19 Ficha variedad “Stella” para el año 2019

Variedad	“Stella”
Color	Rojo
Cosecha	Media estación
Desarrollador	Pacific Agri-Food Research Centre
País de origen	Canadá
Cruzamiento	Lambert x Jhon innes 2420
Autofertilidad	Si
Grupo de polen	III-S3S4
Requerimiento horas frío	1.542
Grados días acumulados a cosecha	644
Peso fruto (g)	9,0
Diámetro ecuatorial (mm)	24,0
Sólidos solubles (°Brix)	21,0
Firmeza (Durofel)	68
Longitud limbo (mm)	129,4
Relación longitud/anchura limbo	2,4



Plena flor: 2-oct
DGA: 178



Caída pétalos: 11-oct
DGA: 211



Cuajado: 25-oct
DGA: 277



Pinta: 15-nov
DGA: 396



Fruto al momento de cosecha: 13-dic
DGA: 644



Hoja del brote del año

6.5.20 Ficha variedad "Sweetheart" para el año 2019

Variedad	Sweetheart
Color	Rojo
Cosecha	Tardía
Desarrollador	Pacific Agri-Food Research Centre
País de origen	Canadá
Cruzamiento	Van x Newstar
Autofertilidad	Si
Grupo de polen	III-S3S4
Requerimiento horas frío	1.398
Grados días acumulados a cosecha	580
Peso fruto (g)	7,2
Diámetro ecuatorial (mm)	24,0
Sólidos solubles (°Brix)	20,0
Firmeza (Durofel)	68
Longitud limbo (mm)	112,3
Relación longitud/anchura limbo	2,6



Plena flor: 27-sep
DGA: 132



Caída pétalos: 3-oct
DGA: 178



Cuajado: 18-oct
DGA: 277



Pinta: 15-nov
DGA: 396



Fruto al momento de cosecha: 6-dic
DGA: 580



Hoja del brote del año

6.5.21 Ficha variedad “Techlovan” para el año 2019

Variedad	“Techlovan”
Color	Rojo oscuro
Cosecha	Media estación
Desarrollador	Research and Breeding Institute of Pomology
País de origen	República checa
Cruzamiento	Van x Kordia
Autofertilidad	No
Grupo de polen	VI-S3S6
Requerimiento horas frío	1.482
Grados días acumulados a cosecha	515
Peso fruto (g)	6,7
Diámetro ecuatorial (mm)	24,3
Sólidos solubles (°Brix)	21,0
Firmeza (Durofel)	74
Longitud limbo (mm)	117,4
Relación longitud/anchura limbo	2,2



Plena flor: 2-oct
DGA: 178



Caída pétalos: 11-oct
DGA: 211



Cuajado: 25-oct
DGA: 326



Pinta: 15-nov
DGA: 396



Fruto al momento de cosecha: 29-nov
DGA: 515



Hoja del brote del año

6.5.22 Ficha variedad "Tulare" para el año 2019

Variedad	"Tulare"
Color	Rojo oscuro
Cosecha	Temprana
Desarrollador	N. G. y L. G. Bradford
País de origen	E.E.U.U.
Cruzamiento	Bing x Desconocido
Autofertilidad	No
Grupo de polen	III-S3S4
Requerimiento horas frío	1.407
Grados días acumulados a cosecha	469
Peso fruto (g)	7,5
Diámetro ecuatorial (mm)	25,0
Sólidos solubles (°Brix)	18,0
Firmeza (Durofel)	60
Longitud limbo (mm)	110,4
Relación longitud/anchura limbo	2,0



Plena flor: 23-sep
DGA: 132



Caída pétalos: 30-sep
DGA: 144



Cuajado: 10-oct
DGA: 277



Pinta: 8-nov
DGA: 326



Fruto al momento de cosecha: 22-nov
DGA: 469



Hoja del brote del año

6.5.23 Ficha variedad “Vanda” para el año 2019

Variedad	“Vanda”
Color	Rojo oscuro
Cosecha	Tardía
Desarrollador	Research and Breeding Institute of Pomology
País de origen	República checa
Cruzamiento	Van x Kordia
Autofertilidad	No
Grupo de polen	XX-S1S6
Requerimiento horas frío	1.398
Grados días acumulados a cosecha	579,7
Peso fruto (g)	9,8
Diámetro ecuatorial (mm)	25,2
Sólidos solubles (°Brix)	20,0
Firmeza (Durofel)	60
Longitud limbo (mm)	112,2
Relación longitud/anchura limbo	2,2



Plena flor: 27-sep
DGA: 132



Caída pétalos: 3-oct
DGA: 178



Cuajado: 18-oct
DGA: 277



Pinta: 8-nov
DGA: 326



Fruto al momento de cosecha: 6-dic
DGA: 580



Hoja del brote del año

6.5.24 Ficha variedad “Vera®” para el año 2019

Variedad	“Vera®”
Color	Rojo oscuro
Cosecha	Media estación
Desarrollador	National Agricultural Research and Innovation
País de origen	Hungría
Cruzamiento	Ljana (Trusenszkaja 6) x Van
Autofertilidad	No
Grupo de polen	II-S1S3
Requerimiento horas frío	1.482
Grados días acumulados a cosecha	515
Peso fruto (g)	6,3
Diámetro ecuatorial (mm)	25,0
Sólidos solubles (°Brix)	20,0
Firmeza (Durofel)	80
Longitud limbo (mm)	105,3
Relación longitud/anchura limbo	2,2



Plena flor: 26-sep
DGA: 132



Caída pétalos: 3-oct
DGA: 178



Cuajado: 18-oct
DGA: 249



Pinta: 8-nov
DGA: 326



Fruto al momento de cosecha: 29-nov
DGA: 515



Hoja del brote del año

6. DISCUSIÓN

6.1 Fenología

La zona estudiada favorece una buena acumulación de horas frío (Gil, 2000), obteniendo valores por sobre las 1.200 horas. Las variedades que necesitaron menos horas frío para el inicio de floración fueron “Royal Lee®” y “Lapins”. “Royal Lee®” fue de las variedades más tempranas en florecer pero no significa la primera en cosecharse dado que los otros estados en la maduración del fruto tardaron más que otras variedades. Por el contrario, “Lapins” y “Stella” se cosecharon en diciembre, teniendo una alargada expansión y maduración de fruto. Por lo tanto, las variedades que florecen antes no necesariamente son cosechadas antes (Lang, 2014). Otro ejemplo, la variedad “Rainier” es catalogada como floración temprana y se cosecha tarde (Donoso, 2018). Sin embargo, existe una tendencia en que las variedades que tuvieron menor requerimiento de horas frío, tuvieron una cosecha en noviembre.

En el estudio de Barraza (2017), se pudo identificar que la salida de letargo para las variedades más tempranas, se cumplía hasta antes del 30 de julio, como lo son las variedades “Brooks”, “Royal Dawn®”, “Lapins”, “Santina”, “Rainier” y “Stella”. Sin embargo, Para variedades más tardías como “Bing”, “Regina” y “Kordia”, necesitan factores exógenos liberadores del letargo para ser plantadas en la zona.

La zona de Pirque tiene dinámicas de acumulación de temperatura que inicia en julio y se vuelve exponencial a partir del mes de agosto. Según Berrios (2013), existe al menos una diferencia de 129 días grado entre variedades tempranas y tardías en los grados días acumulados desde floración a cosecha. En nuestro caso, las variedades cosechadas más tempranas como “Peter” y “Royal Dawn®”, tuvieron 329 y 332 GDA respectivamente, mientras que las variedades más tardías como “Regina” y “Stella” rondaron con valores de 545 y 561 GDA respectivamente. Con estos valores, tenemos una diferencia de más de 200 días grado entre las cosechadas el 18 de noviembre y el 13 de diciembre.

6.2 Curva de crecimiento de frutos

Existe una tendencia de las variedades tardías a tener mayor calibre, donde tienen una alargada fase I y extensa Fase III. Además, variedades con un largo periodo de división celular y maduración del endocarpio, seguido de una corta fase de expansión, atribuyen un menor estrés en la cutícula y una consecuente menor incidencia al cracking (Quero-García, 2017). De esta manera, se podría decir que las variedades “Aida®”, “Alex®”, “Bing” y “Santina” son las que más destacan si consideramos este parámetro. Sin embargo, es necesario evaluar esta tendencia en poscosecha, dado que la partidura también se genera por temas nutricionales, varietales y climáticos (Balbontín, 2014).

6.3 Madurez de cosecha

Los parámetros de caracterización de frutos son de importancia incuestionable, ya que el análisis de los mismo puede por sí solo diferenciar variedades (Cordeiro, 2013). La fecha de cosecha, peso y forma del fruto, largo del pedúnculo, nivel de azúcares y acidez son buenos descriptores para la identificación de variedades (Cordeiro, 2013).

Si consideramos la fecha de cosecha, se destaca que las variedades “Ruby”, “Peter” y “Royal Dawn®” fueron las más tempranas en cumplir los parámetros mínimos de cosecha exigidos por el mercado nacional (sobre 17° brix y un color de piel igual o superior a 3), siendo cosechadas el 18 de noviembre del 2019. Por otro lado, las variedades “Regina” y “Stella” son las más tardías, cosechándose el 13 de diciembre, lo que podría indicar que este último grupo se puede recomendar para generar selecciones que se deseen cosechar en la última etapa de la zona central de nuestro país o promover su plantación en zonas más al sur de Chile.

Para el peso de fruto y calibres, se utiliza como parámetro de comparaciones las variedades “Lapins” y “Santina”, que se caracterizan por producir frutos de buena calidad y calibres grandes (25-30 mm promedio)(Quero-García, 2017). En nuestro bloque experimental, los calibres obtenidos para estas variedades fueron de 25 mm, lo cual se atribuye a un déficit de riego en las etapas críticas del desarrollo de fruto (Lang, 2016). Frente a esta situación, destacó la variedad “Carmen®” con un calibre superior a los 30 mm, seguida de “Royal Dawn®” con un calibre de 28 mm.

La firmeza es un atributo muy buscado en nuestro país dado que el foco es la exportación, por ello se considera una variedad firme cuando se cosecha con un valor de 75 durofel (Lemus y Negrón, 2005). “Rainier” y Vera tuvieron el valor más alto de firmeza con 80 durofel cada una. Considerando el parámetro mencionado anteriormente, también entran en este grupo “Royal Lee®”, “Bing”, “Paulus®”, “Royal Dawn®”, “Alex®”, “Ruby” y “Peter” que tuvieron valores entre 79 y 75 durofel.

Generalmente las variedades con pedicelo corto son más tempranas (Donoso, 2018), esto coincide en general con los resultados obtenidos dado que las variedades cosechadas en noviembre tienen un largo entre 22 mm y 30 mm, mientras que las variedades cosechadas en diciembre tienen largos superiores a los 30 mm. Destaca la variedad “Katalin” con un largo de pedicelo promedio de 56,2 mm, seguida por “Vanda”, “Germersdorfi” y “Kordia” con valores superiores a los 35 mm.

6.4 Caracterización de hojas

Los descriptores de hojas también son utilizados para la caracterización de variedades, sin embargo, la variaciones durante cada temporada hace indispensable que se realice esta caracterización por al menos 3 temporadas (Cordeiro, 2013).

Los parámetros de longitud de limbo y anchura, clasifican a las hojas en grandes o pequeñas, lo que es interesante al momento de escoger una variedad dado que hojas de mayor tamaño, podrían permitir mayores tasas fotosintéticas (Quero-García, 2017). Para los cerezos se considera una hoja grande cuando la longitud de limbo es mayor a 160 mm y pequeña cuando es menor a 130 mm (Cordeiro, 2013).

Acorde a los resultados obtenidos para la temporada 2019-2020, la variedad “Ruby” es la que presenta la hoja de mayor tamaño, con una longitud y anchura de limbo de 138 mm y 61,3 mm respectivamente. Lo que la categorizaría como una hoja de tamaño medio. Todas las otras variedades se encuentran bajo ese valor, siendo “Rainier” y “Royal Lee®” las que presentaron valores más bajos, con una longitud de limbo de 93,8 mm y 98,4 mm respectivamente.

Cabe destacar que se ha considerado que la disminución del área foliar en un árbol de cerezo es una respuesta de adaptación al estrés hídrico. El bloque experimental donde se encontraban las variedades presentaba un riego general y no específico para cada una, por lo que los efectos de disminución del tamaño de hojas no se descartan.

7. CONCLUSIÓN

Los resultados del seguimiento fenotípico de la fase reproductiva de variedades cerezo ubicados en el banco de germoplasma, son importantes para elegir los padres y cruzamientos específicos que se deben realizar en un programa de mejoramiento genético. Esto permite generar nuevo conocimiento del potencial genético y productivo de cada variedad.

Para la temporada 2019-2020 se logró sentar las líneas base que podrán correlacionarse con las selecciones obtenidas del cruce entre las diferentes variedades, identificando los rasgos destacados de cada variedad y que son buscadas en el PMGce, como lo son fecha de cosecha, tamaño de fruto, largo de pedicelo y firmeza.

Se recomienda realizar el seguimiento fenológico desde brotación y al menos cada 3 días para poder tener diferencias más significativas entre las distintas variedades que se encuentran en el bloque experimental. Esto debe ir acompañado de mediciones paralelas como acumulación de materia seca y sólidos solubles a través del tiempo.

Es interesante abordar y evaluar el tiempo máximo que la fruta puede permanecer en el árbol, considerando los parámetros de calidad y condición de fruta solicitados por cada mercado.

Es necesario realizar ensayos de la poscosecha de estas variedades, tomando en cuenta la firmeza y test de partidura que permitan identificar el comportamiento de la fruta en guarda y simulando su viaje a los principales mercados de destino.

Finalmente, este proceso debe ser realizarse con las progenies obtenidas de las cruza, contrastando con los parentales, con el fin de determinar el traspaso de los rasgos deseados.

8. RESUMEN

Ignacio Arriagada. Caracterización fenológica, reproductiva y de calidad de fruta de distintas variedades de cerezo (*Prunus avium L.*) en la zona central de Chile. Tesis, Magister en Fruticultura, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

La correcta caracterización de variedades en un banco de germoplasma para un proyecto de mejoramiento genético de cerezos, logra aumentar la eficiencia en la selección de parentales, permitiendo obtener progenies con cualidades deseadas en un menor tiempo. Esto se comprueba mediante el uso de descriptores morfológicos y productivos para discriminar las diferentes entre cada una de ellas.

Bajo este contexto, el programa perteneciente a la Asociación de Exportadores de Frutas de Chile S.A. en conjunto con la Pontificia Universidad Católica de Chile tiene a su disposición variedades que constituyen un aporte al pool genético de parentales para la búsqueda de generar nuevas variedades.

De este modo, se realizó un seguimiento fenológico, evaluación del desarrollo y calidad de fruta de 24 variedades que se encuentran en la estación experimental de la Pontificia Universidad Católica de Chile, ubicada en la comuna de Pirque, región Metropolitana. Las variedades corresponden a: “Aida®”, “Alex®”, “Bing”, “Brooks”, “Carmen®”, “Garnet”, “Germersdorf”, “Katalin”, “Kordia”, “Lapins”, “Paulus®”, “Peter”, “Rainier”, “Regina”, “Royal Dawn®”, “Royal Lee®”, “Ruby”, “Santina”, “Stella”, “Sweetheart”, “Techlovan”, “Tulare”, “Vanda” y “Vera®”.

Con los datos obtenidos se logró determinar para cada variedad, los requerimientos de frío y grados día en sus diferentes estados fenológicos, curvas de madurez de fruta y la calidad de esta al momento óptimo de cosecha para el año 2019.

Palabras clave: caracterización, banco de germoplasma, parentales, estados fenológicos.

9. LITERATURA CITADA

Agustí Fonfría, M. (2004). Fruticultura. Madrid: Madrid : Mundi-Prensa.

Alburquerque, N., García-Montiel, F. y Burgos, L. (2010). Influence of storage temperature on the viability of sweet cherry pollen.

Alburquerque, N., García-Montiel, F., Carrillo, A., y Burgos, L. (2008). Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Environmental and Experimental Botany*, 64(2), 162–170.

Álvarez, S. (2003). Caracterización fenológica y productiva de 14 cultivares de cerezo dulce en la zona de Quillota , V Región . Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Anderson, J. L., Richardson, E. A., y Kesner, C. D. (1986). Validation of Chill Unit and Flower Bud Phenology Models for “Montmorency” Sour Cherry. *Acta Horticulturae*. [https:// doi.org/10.17660/ActaHortic.1986.184.7](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1986.184.7).

Arroyo, L. (2002). Déficit de Frío en Duraznero, 30, 85–89. Recuperado a partir de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210357.pdf>.

Ayala, M., Gebauer, M., Castro, F. and Zoffoli, J.P. (2019). Preliminary results of new sweet cherry (*Prunus avium*) breeding program in Chile. *Acta Hortic.* 1235, 295-302 DOI:10.17660/ActaHortic.2019.1235.41 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1235.41>

Balbontín, C., Ayala, H., Bastías, R. M., Tapia, G., Ellena, M., Torres, C., Yuri, J. A., Quero-García, J., Ríos, J.c. y Silva, H. (2013). Cracking in sweet cherries: A comprehensive review from a physiological, molecular and genomic perspective. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73(1): 66-72.

- Balbontín, C., Ayala, H., Rubilar, J., Cote, J. y Figueroa, C. R.** (2014). Transcriptional analysis of cell wall and cuticle related genes during fruit development of two sweet cherry cultivars with contrasting levels of cracking tolerance. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74(2): 162-169.
- Bastías, R., Wilckens, R., Venegas, A., y Muñoz, A.** (2010). Dinámica de Crecimiento de Fruto en Cultivares de CEREZO (*Prunus avium*) con alta, moderada y baja susceptibilidad a partidura. *Agro-Ciencia, Rev. Chil. Cs. Agropec.*, 26(2), 81–89.
- Barraza, I.** (2017). Análisis de condiciones climatológicas para producir Cerezo dulce (*Prunus avium*) en diferentes localidades de la Zona Centro-Sur de Chile. Tesis pregrado, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Bekefi, Z.** (2005). Studies on Fertility of Sweet Cherry Cultivars by Traditional and Molecular Methods. Recuperado del sitio de internet de la Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Sciences.
- Bekefi, Z., Vaughan, S. y Tobutt, K.** (2010). Determination of incompatibility (S) genotypes of sweet cherries in the Hungarian gene-bank by a PCR-based method. *Acta Agronomica Hungarica*. 58: 377-384.
- Biosca, S.** (2014). Seguimiento de la biología floral de distintos cultivares de cerezo dulce (*Prunus avium* L.) en el valle central de Chile. Tesis pregrado, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Blanco, V., Zoffoli, J.P y Ayala, M.** (2019). High Tunnel Cultivation of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.): Physiological and Production Variables *Scientia Horticulturae* 251 108-117.
- Bravo, C.** (2014). El Cerezo (*Prunus avium* L.). Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Recuperado a partir de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/596/T09928BRAVO>.

- Cachi, A.M., Wunsch, A., Negueroles, J. y Rodrigo, J.** (2015). Necesidades de polinización en variedades de cerezo. *Revista de Fruticultura*, 39: 6–11.
- Campoy, José y Darbyshire, Rebecca y Dirlwanger, Elisabeth y Quero García, José y Wenden, Bénédicte.** (2018). Yield potential definition of the chilling requirement reveals likely underestimation of the risk of climate change on winter chill accumulation. *International Journal of Biometeorology*. 10.1007/s00484-018-1649-5.
- Castillo, R.** (2012). Mejoramiento genético vegetal convencional, mutaciones e ingeniería genética. 10.13140/RG.2.1.3285.0405.
- Cazanga Solar, R. R. A., y Leiva Madrid, C.** (2011). Antecedentes sobre producción frutícola y vitícola de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Chile]: Chile: CIREN.
- Coombe, B.G.** (1976). The development of fleshy fruits. *Annual Review of Plant Physiology*, 27: 507-528.
- Cordeiro, L.** (2013). Caracterización morfológica, isoenzimática y molecular de variedades de cerezo (*Prunus avium L.*) y de guindo (*Prunus cerasus L.*) portuguesas. Tesis doctoral de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Chile.** Ministerio de Agricultura. ODEPA. (2018). Cerezas: frutas en expansión. Recuperado a partir de http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1438959089Cerezas201507.pdf%0A
- Chile.** Ministerio de Agricultura. ODEPA. (2019). Superficie plantada nacional, regional, número de huertos e infraestructura frutícola. Recuperado a partir de <http://www.odepa.cl/wpcontent/uploads/2019/01/Superficie-plantada-nacional-WEB.xlsx%0A>
- Cittadini, E., Mundet, C., Pugh, A., Baltuska, N., San Martino, L., y Balul, Y.** (2010). Análisis de la sustentabilidad de los sistemas de producción de cerezas en patagonia

sur. Recuperado a partir de [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cittadini_et_al-analisis_sustentabilidad_cerezas .pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cittadini_et_al-analisis_sustentabilidad_cerezas.pdf)

Cubero, J. (1999). Introducción a la Mejora Genética Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 365 p.

Dirlewanger E., Cosson P., Travaud M., Aranzana M. J., Poizat C., Zanetto A., Arús P., Laigret F. (2002). Development of microsatellite markers in peach [*Prunus persica* (L.)Batsch] and their use in genetic diversity analysis in peach and sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Theor. Appl. Genet.* 105, 127–13833.10.1007/s00122-002-0867-7

Donoso, J. M. (2018). Mejoramiento genético del cerezo. Recuperado a partir de <https://www.slideshare.net/RgtaRegindeOHiggins/mejoramiento-genetico-del-cerezo>

Donoso, J. M. (2010). Consideraciones para optimizar la polinización del huertos de cerezo. Recuperado de www.inia.cl

Donoso, J. M., Bastías, R., Lenus, G., y Silva, L. (2007). Comportamiento Fenológico del Cerezo (*Prunus avium* L.) en tres localidades de la VI Región. Temporadas 2005-2006 y 2006-2007. Informativo INIA Rayentué, 8.

Donoso, J. M., y Lemus, G. S. (2008). Clima. En Boletín INIA, N°173 (pp. 7–22). Recuperado a partir de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR34993.pdf>

Ellena, M. (s. f.). Capítulo 9. Partidura y protección de la fruta. Recuperado a partir de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38448.pdf>

Erez, A., Fishman, S., Linsley-Noakes, G. C., y Allan, P. (1990). the Dynamic Model for Rest Completion in Peach Buds. *Acta Horticulturae*. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.276.18>

Fadón, E., Sallán, C., Andreu, J. y Rodrigo, J. (2017). Variedades autocompatibles de cerezo. *Revista de Fruticultura*, 53: 24–31.

- Fadón, E., Herrero, M., y Rodrigo, J.** (2015). Flower development in sweet cherry framed in the BBCH scale. *Scientia Horticulturae*, 192, 141–147. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.05.027>
- Fernández S. P. y Pérttega Díaz, S.** (1997). Investigación: relación entre variables cuantitativas. *Cad Atención Primaria.*, 4, 141–144. Recuperado a partir de http://desarrollo.fisterra.com/mbe/investiga/var_cuantitativas/var_cuantitativas2.pdf
- Fundación Para el Desarrollo Frutícola.** (2010). Fichas Tecnicas Variedades. Recuperado a partir de http://www.fdf.cl/biblioteca/publicaciones/2010/archivos/10_fichas_variedades_cerez.pdf
- Gac, J.** (2017). Descripción fenológica, reproductiva y de calidad de fruta de distintas variedades de cerezo (*Prunus avium L.*) en Chile. Tesis pregrado, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- García, F.** (2006). Nuevas Variedades, cerezo y ciruelo. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo. Murcia, España.
- Gil, G.** (2012). Fruticultura. La producción de fruta. Frutas de clima temprano y subtropical.
- Gil, G.** (1999). Fruticultura (3a. ed.). Santiago, Chile: Santiago, Chile : Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía.
- Glozer, B. K.** (s. f.). The Dynamic Model and Chill Accumulation How to Obtain Chill Data and How to Use the Dynamic Model to Calculate Chill Accumulation as “Chill Portions”. Recuperado a partir de <http://ucanr.edu/sites/fruitree/files/49320.pdf>
- Goncalves, B., Santos, A., Silva, A. P., Moutinho-Pereira, J. y Torres-Pereira, M. G.** (2003). Effect of pruning and plant spacing on the growth of cherry rootstocks and

their influence on stem water potential of sweet cherry trees. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78(5): 667-672.

Hardner, C. M. (2019). Prediction of genetic value for sweet cherry fruit maturity among environments using a 6K SNP array. *Horticulture Research* 6: 6.

Hedhly A., Hormaza, J. I. y Herrero, M. (2009). Flower emasculation accelerates ovule degeneration and reduces fruit set in sweet cherry. *HortScience*, 119: 455-457.

Hoeberichts, F. A., Povero, G., Ibanez, M., Strijker, A., Pezzolato, D., Mills, R., et al. (2017). Next Generation sequencing to characterise the breaking of bud dormancy using a natural biostimulant in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Sci. Hortic.* 225, 252–263. doi: 10.1016/j.scienta.2017.07.011

Hochmaier, V. (2014). Chilling Unit Accumulation and Degree-Day Requirements of Four Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Cultivars, 203–208. Recuperado a partir de http://www.actahort.org/books/1020/1020_29.htm

Hummer, K. E. y Janick, J. (2009). *Genetics and Genomics of Rosaceae*.

Joublan Millán, J. P., y Claverie, J. (2004). *El Cerezo: guía técnica*. Chillán: Chillán: Fundación para la Innovación Agraria.

Kappel, F., Bounthillier, M. y Browniee, R. (1997). Summer Pruning Young Sweetheart Sweet Cherry Trees Affects Yields and Tree Size. *HortScience*, 3(6): 1034-1036.

Kappel, F., Fisher-Fleming, B. y Hogue, E. (1996). Fruit Characteristics and Sensory Attributes of an Ideal Sweet Cherry Frank. *HortScience*, 31(3): 443-446.

Khan, F., Rather, A., y Ahsan, H. (2014). Rain-Induced Fruit cracking in Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Cultivars. *HortFlora Research Spectrum*, 3(1), 73–76.

- Lang, G. A., Sage, L., y Wilkinson, T.** (2016). Ten years of studies on systems to modify sweet cherry production environments: Retractable roofs, high tunnels, and rain-shelters. In *Acta Horticulturae* (Vol. 1130, pp. 83–89). International Society for Horticultural Science. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1130.12>
- Li, Y., Wu, J. y Wu, C.** (2020). A mutation near the active site of S-RNase causes self-compatibility in S-RNase-based self-incompatible plants. *Plant Mol Biol* **103**, 129–139 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11103-020-00979-z>.
- Mancilla, J.** (2003). Taller de Licenciatura Fenología productiva y características de calidad de catorce cultivares de Cerezo dulce (*Prunus avium* L.) en la localidad de Romeral, VII Región. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Recuperado a partir de <https://frutales.files.wordpress.com/2011/01/ce-12-fenologia-del-cerezo-en-chile.pdf>
- Martínez, L., Ibacache, A., y Rojas, L.** (2008). Control de Heladas en la Agricultura (I Parte). INIA. Tierra adentro, 10–13. Recuperado a partir de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR34738.pdf>
- Matzneller, P., Götz, K. P., y Chmielewski, F. M.** (2016). Spring frost vulnerability of sweet cherries under controlled conditions. *International Journal of Biometeorology*, 60(1), 123–130. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1010-1>
- Meashman, P., Quentin, A., y MacNair, N.** (2014). Climate, Winter Chill, and Decision making in Sweet Cherry Production. *HortScience* (Vol. 49). The Society. Recuperado a partir de <http://hortsci.ashspublications.org/content/49/3/254.full.pdf+html>
- Miranda, C., Santesteban, L. G., y Royo, J. B.** (2005). Variability in the relationship between frost temperature and injury level for some cultivated *Prunus* species. *HortScience*, 40(2), 357–361. Recuperado a partir de <http://hortsci.ashspublications.org/content/40/2/357.abstract>
- Pérez, F., Ormeño, J., Reynaert, B., y Rubio, S.** (2008). Utilización Del Modelo Dinámico Para Evaluar El Frío Invernal En Una Localidad De Clima Templado Y Otra Subtropical

De Chile. Chilean Journal of Agricultural Research, 68(2). Recuperado a partir de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-58392008000200010yscript=sci_abstract

Quero-García, J., Campoy, J., Barreneche, T. y Iezzoni, Amy. (2019). Present and future of marker-assisted breeding in sweet and sour cherry. *Acta Horticulturae*. 1-14. 10.17660/ActaHortic.2019.1235.1.

Quero-García, J., Campoy, J., Castède, S., Pitiot, C., Barreneche, T., Lerigoleur, É., Wenden, B., Le Dantec, L. y Dirlewanger, E. (2017). Breeding sweet cherries at INRA-Bordeaux: from conventional techniques to marker-assisted selection. *Acta Horticulturae*. 1-14. 10.17660/ActaHortic.2017.1161.1.

Quero-García, J., Iezzoni, A., Pulawska, J., y Lang, G. (2017). *Cherries: Botany, production and uses. Cherries: Botany, Production and Uses* (pp. 1–533). CABI International. <https://doi.org/10.1079/9781780648378.0000>

Rieger, M. (2006). Introduction to fruit crops. New York: New York: Haworth Food y Agricultural Products Press.

Rodríguez, J. (2006). Comportamiento fenológico y productivo de nueve cultivares de Cerezo (*Prunus avium* L.) durante cuatro temporadas de crecimiento en Quillota, V Región. Universidad Católica de Valparaíso. Recuperado a partir de <http://cerfundao.pt/documentos/Variedades - 13.pdf>

Roversi, A. y Ughini, V. (1988). How long should the period for a successful pollination of sweet cherry be?. *Proc. Third Int. Cherry Sym. Acta Hort.* 648: 615-619.

Ryugo, K. (1993). *Fruticultura : ciencia y arte*. México, D.F: México, D.F. AGT.

Schuster, M. (2017). Self-incompatibility (S) genotypes of cultivated sweet cherries. An overview 2017. In: OpenAgrar Repository. DOI: 10.5073/20171213–111734.

- Soria, J. y Pisano, J.** (2007). Heladas de los Frutales en Uruguay. Jornada de divulgación. 8 de junio de 2007, INIA Salto Grande, Uruguay.
- Tao, R. y lezzoni AF.** (2010). The S-RNase-based gametophytic self-incompatibility system in *Prunus* exhibits distinct genetic and molecular features. *Sci Hortic-Amsterdam* 124:423–433.
- Tarantino, A., Lops, Disciglio, G. y Lopriore, G.** (2018). Effects of plant biostimulants on fruit set, growth, yield and fruit quality attributes of ‘Orange rubis®’ apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivar in two consecutive years. Recuperado a partir de: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.055>.
- Tersoglio, E., Naranjo, G., Quiroga, O. y Setien, N.** (2005). Identificación de las condiciones de inicio de ecolatencia de cerezos variedades: Brooks, New Star, “Garnet” y “Stella”. *Itea*, 108(2), 131–147. Recuperado a partir de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123253846>.
- Ughini, V. y Roversi, A.** (1996). A model of the dynamics of anthesis in sweet cherry and bioagronomic significance of its parameters. *Proc. Third. Int. Cherry Sym., Acta Hort.* 468: 603-608.
- Valencia, D.** (2019). Efecto del uso de coberturas plásticas sobre productividad y parámetros de calidad en cerezas (*Prunus avium* L.) cv. “Santina” y “Lapins”. Tesis de pregrado de la Universidad Católica de Valparaíso.
- Vallejo, V. U.** (2007). Daños por heladas en frutales. sintomatología y evaluación. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de Lleida. Recuperado a partir de http://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/47655/2007_Urbina_Daños_por_heladas_en_frutales.pdf?sequence=3
- Wang, L., Zhang, L., Ma, C., Xu y W., Ping.** (2016). Impact of chilling accumulation and hydrogen cyanamide on floral organ development of sweet cherry in a warm region.

Journal of Integrative Agriculture, 15(11), 2529–2538. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61341-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61341-2)

Wenden, B., Campoy, J., Lecourt, J. et al. (2016). A collection of European sweet cherry phenology data for assessing climate change. *Sci Data* **3**, 160108. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.108>

Wenden, B., Quero García, J., Dirlewanger, E. y Darbyshire, R. (2018). A comparison of sweet cherry chilling requirements estimated using statistical and biological approaches. *Acta Horticulturae*. 177-182. 10.17660/ActaHortic.2018.1229.27.

Wunsch A., Gella R. y Rodrigo J. (2006). Nuevas variedades de cerezo. Descripción varietal y necesidades de polinización. *Fruticultura Profesional*, 162: 121–128.

Zhang, L., Ampatzidis, Y. y Whiting, M. (2015). Sweet cherry floral organ size varies with genotype and temperature. *Scientia Horticulturae*, (182), pp.156-164. Available at: <<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.051>>

