



Universidad
Politécnica
de Cartagena

TRABAJO FIN DE GRADO

MIGUEL ÁNGEL MURCIA MARTÍNEZ



**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica**



***Grado en Ingeniería Agroalimentaria
y de Sistemas Biológicos***

**Caracterización pomológica de selecciones
avanzadas de ciruelo japonés del programa de
mejora genética IMIDA/CEBAS-CSIC**

Autor: D. Miguel Ángel Murcia Martínez

Dirección: D. Juan Esteva Pascual

Codirección: D. Alfonso Guevara Gázquez

Cartagena, Diciembre de 2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mi tutor Alfonso, quien con sus conocimientos y apoyo me guió a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba. Al igual que a todos los trabajadores del Imida por su gran ayuda durante todos estos meses.

Agradecer a mi tutor académico Juan por la gran ayuda recibida y a todos mis compañeros de grado por todos estos años, siendo una de las mejores épocas de mi vida.

Por último, a mi familia, por apoyarme aún cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero hacer mención de mis padres y a mi novia que sin ellos no hubiera podido llegar hasta aquí.

Muchas gracias a todos.

Caracterización pomológica de selecciones avanzadas de ciruelo japonés del programa de mejora genética IMIDA/CEBAS-CSIC

Índice de figuras	v
Índice de gráficas.....	v
Índice de tablas.....	v
Índice de fotografías	vi
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. Características generales del ciruelo japonés.....	2
2.1.1. Origen.	2
2.1.2. Clasificación botánica.	2
2.1.3. Descripción morfológica de la especie.	3
2.1.4. Aspectos técnicos, exigencias climáticas y edáficas y problemas del cultivo.....	6
2.2. Importancia y situación actual del cultivo a nivel mundial, en España y en la Región de Murcia.....	8
2.2.1. Situación actual de la superficie cultivada.	8
2.2.2. Situación actual de la producción.	10
2.3. Estado actual de la mejora genética del cultivo.	11
2.3.1. Certificación y registro del material vegetal.	11
2.3.2. Programas de mejora genética a nivel mundial.	12
2.3.3. Programa de mejora genética IMIDA/CEBAS-CSIC.	13
2.3.4. Desarrollo del programa de mejora genética IMIDA/CEBAS-CSIC.	13
3. OBJETIVOS.....	17
4. MATERIAL Y MÉTODOS	18
4.1. Parcela experimental.	18
4.2. Material vegetal.	18
4.3. Caracteres estudiados.....	19
4.3.1. Características del árbol.	20
4.3.2. Características de los ramos y yemas.....	20
4.3.3. Características de la hoja.	20
4.3.4. Características de las flores.	21
4.3.5. Características del fruto.....	23
4.3.6. Características del hueso.	25
4.3.7. Época de floración y recolección.....	26
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
5.1. Caracterización del árbol.	27
5.2. Caracterización de la hoja.	30
5.3. Caracterización de las flores.	34

5.4.	Caracterización de los frutos.....	35
5.5.	Caracterización del hueso.....	39
5.6.	Caracterización de las épocas de floración y maduración.....	41
5.7.	Resultados del estudio de la autogamia de las selecciones.....	42
5.8.	Discusión de los resultados.....	43
6.	ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO.....	44
6.1.	Valor de la variedad.....	44
6.2.	Valor de la producción.....	46
7.	CONCLUSIONES.....	48
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	50
9.	ANEXOS.....	52
9.1.	Fotografías de las variedades de referencia para la caracterización.....	52
9.2.	Intervalos y datos de referencia para la caracterización.....	56
9.3.	Tabla de caracteres del ciruelo japonés de las directrices de la UPOV 2013.....	59
9.4.	Figuras y explicaciones para la identificación de la tabla de caracteres de la UPOV 2013.....	73

Índice de figuras

Figura 2-1.	Fases del programa de mejora de ciruela IMIDA/CEBAS-CSIC.....	14
Figura 9-1.	Hábitos de crecimiento en melocotón: (a) estándar o extendido; (b) columnar o erecto; (c) erecto hacia extendido; (d) compacto; (e) llorón; (f) colgante. (Bassi, 2003).Bassi, D. 2003. Growth Habits in Stone Fruit trees. II Divulgatore).....	55

Índice de gráficas

Gráfica 2-1.	Superficie cultivada de ciruela en España por Comunidades Autónomas en 2018 (M.A.P.A., 2020).	9
Gráfica 2-2.	Evolución de la superficie cultivada de ciruela en la Región de Murcia 2008-2018 (CARM, 2020).....	9
Gráfica 2-3.	Principales países productores de ciruela en 2019 (FAOSTAT, 2020).	10
Gráfica 2-4.	Producción nacional de ciruela por Comunidades Autónomas en 2019 (M.A.P.A, 2020).	10
Gráfica 2-5.	Evolución de la producción de ciruela en la Región de Murcia entre el año 2008 y 2018. (CARM, 2020). ...	11
Gráfica 5-1.	Caracter N° 9. Longitud del limbo (mm).....	31
Gráfica 5-2.	Caracter N° 50. Valores de dulzura (°Brix) de las selecciones y la variedad de referencia descrita por la UPOV.....	37
Gráfica 5-3.	Intervalos de floración, desarrollo del fruto y maduración de las selecciones estudiadas y la variedad de referencia 'Black Splendor'.....	42

Índice de tablas

Tabla 2-1.	Clasificación taxonómica del ciruelo japonés (Lindley, 1828).	3
Tabla 2-2.	Abonado según la edad de la plantación respecto al cultivo en edad adulta (Huguet 1979; Ferrer, 2009).....	6
Tabla 2-3.	Superficie cultivada de ciruela en el Mundo por países en 2018 (FAOSTAT, 2020).....	8
Tabla 5-1.	Características del árbol.	27
Tabla 5-2.	Características de los ramos mixtos y espolones o dardos.	27
Tabla 5-3.	Características de la hoja.....	30
Tabla 5-4.	Valores promedios de las características de la hoja.	31
Tabla 5-5.	Características de las flores.	34
Tabla 5-6.	Valores promedio de las características de las flores.	34
Tabla 5-7.	Características de los frutos.....	35
Tabla 5-8.	Valores promedio de las características de los frutos.	37
Tabla 5-9.	Características del hueso.....	39
Tabla 5-10.	Valores promedio de las características del hueso.	39

Tabla 5-11. Inicio de la época de floración y maduración de las selecciones.	41
Tabla 5-12. Fechas de floración, desarrollo del fruto y recolección de las selecciones estudiadas y la variedad de referencia de pulpa roja 'Black Splendor'.	41
Tabla 5-13. Presencia de autogamia en las selecciones.	42
Tabla 6-1. Valor de la variedad a partir del capital aportado.	45
Tabla 6-2. Estimación de los ingresos (€) por royalties en 5 años en base al número de árboles vendidos.	45
Tabla 6-3. Estimación de los ingresos (€) por royalties en 10 años en base al número de árboles vendidos.	45
Tabla 6-4. Valor por variedad (€).	45
Tabla 6-5. Estructura de costes (€/ha) para una plantación de ciruelo temprano con marco de plantación 5x4 m (García, 2018).	46
Tabla 6-6. Balance de flujo de caja para recuperar la inversión inicial.	47
Tabla 6-7. Flujo de caja con valor añadido de la producción.	47
Tabla 9-1. Intervalo para la caracterización de los ramos.	56
Tabla 9-2. Intervalos para la caracterización de la hoja.	56
Tabla 9-3. Intervalos para la caracterización de la flor.	57
Tabla 9-4. Intervalos para la caracterización del fruto.	57
Tabla 9-5. Intervalos para la caracterización del hueso.	58
Tabla 9-6. Datos para la caracterización de la variedad comercial 'Black Splendor'.	58

Índice de fotografías

Fotografía 2-1. Formación en vaso español.	4
Fotografía 2-2. Formación en eje central.	4
Fotografía 2-3. Detalle de los distintos órganos de ciruelo (TreesAndShrubs, 2020).	5
Fotografía 2-4. Fruto con síntomas del virus de la Sharka (Raigon, 2017).	7
Fotografía 2-5. Materiales para la extracción de polen de la selección.	15
Fotografía 2-6. Ciruelo polinizado aislado con malla.	15
Fotografía 2-7. Híbridos a la salida de la fase de estratificación.	16
Fotografía 2-8. Plántula en proceso de aclimatación.	16
Fotografía 4-1. Vista satélite de la finca experimental del programa de mejora de ciruelo en Calasparra.	18
Fotografía 4-2. Calibre electrónico Mitutuyo.	19
Fotografía 4-3. Flor de ciruelo con estigma al mismo nivel que las anteras.	22
Fotografía 4-4. Abeja polinizando flor de ciruelo.	22
Fotografía 4-5. Embolsado de rama antes de la antesis floral.	22
Fotografía 4-6. Penetrómetro electrónico Porxxon.	24
Fotografía 4-7. Penetrómetro Porxxon configurado en el equipo.	24
Fotografía 4-8. Valorador automático Metrohm (848).	25
Fotografía 4-9. Refractómetro digital Atago 3810 PAL-1.	25
Fotografía 5-1. CIR-1.	28
Fotografía 5-2. Árbol CIR-10.	28
Fotografía 5-3. Árbol CIR-50.	28
Fotografía 5-4. Árbol CIR-15.	28
Fotografía 5-5. CIR-17.	28
Fotografía 5-6. CIR-62.	28
Fotografía 5-7. CIR-48.	28
Fotografía 5-8. Ramo mixto CIR-1.	29
Fotografía 5-9. Ramo mixto CIR -10.	29
Fotografía 5-10. Ramo mixto CIR -50.	29
Fotografía 5-11. Ramo mixto CIR -15.	29
Fotografía 5-12. Ramo mixto CIR -17.	29
Fotografía 5-13. Ramo mixto CIR -62.	29
Fotografía 5-14. Yema de CIR-62.	29
Fotografía 5-15. Ramo mixto CIR-48.	29
Fotografía 5-16. Hoja en diferentes vistas CIR-1.	32
Fotografía 5-17. Pecíolo CIR-1.	32
Fotografía 5-18. Hoja en diferentes vistas CIR-10.	32
Fotografía 5-19. Pecíolo CIR-10.	32
Fotografía 5-20. Hoja en diferentes vistas CIR-50.	32

Fotografía 5-21. Pecíolo CIR-50.....	32
Fotografía 5-22. Hoja en diferentes vistas CIR-15.	32
Fotografía 5-23. Pecíolo CIR-15.....	32
Fotografía 5-24. Hoja en diferentes vistas CIR-17.	33
Fotografía 5-25. Pecíolo CIR-17.....	33
Fotografía 5-26. Hoja en diferentes vistas CIR-62.	33
Fotografía 5-27- Pecíolo CIR-62.	33
Fotografía 5-28. Hoja en diferentes vistas CIR-48.	33
Fotografía 5-29. Pecíolo CIR-62.....	33
Fotografía 5-30. Incisiones del borde de la hoja tipo bicrenadas CIR-1.....	33
Fotografía 5-31. Fruto CIR-1.	38
Fotografía 5-32. Fruto CIR-10.	38
Fotografía 5-33. Fruto CIR-50.....	38
Fotografía 5-34. Fruto CIR-15.....	38
Fotografía 5-35. Fruto CIR-17.....	38
Fotografía 5-36. Fruto CIR-62.....	38
Fotografía 5-37. Fruto CIR-48.....	38
Fotografía 5-38. Fruto y hueso CIR-1.	40
Fotografía 5-39. Fruto y hueso CIR-10.....	40
Fotografía 5-40. Fruto y hueso CIR-50.....	40
Fotografía 5-41. Fruto y hueso CIR-15.....	40
Fotografía 5-42. Fruto y hueso CIR-17.....	40
Fotografía 5-43. Fruto y hueso CIR-62.....	40
Fotografía 5-44. Fruto y hueso CIR-48.....	40
Fotografía 5-45. Superficie lateral del hueso CIR-17 tipo rugosa.....	40
Fotografía 5-46. Superficie lateral del hueso CIR-62 tipo martillada.	40
Fotografía 9-1. Variedad comercial 'Black Gold.	52
Fotografía 9-2. Ramo de la variedad 'Black Gold'.	52
Fotografía 9-3. Hoja de la variedad 'Angeleno'.	53
Fotografía 9-4. Ramo de la variedad 'Pionner'.	53
Fotografía 9-5. Hoja de la variedad 'Pionner'.	54
Fotografía 9-6. Fruto de la variedad comercial 'Angeleno'.	54
Fotografía 9-7. Huesos de la variedad 'Angeleno' y la selección CIR-1.....	54
Fotografía 9-8. Ramo de la variedad 'Angeleno' y la selección CIR-15.....	55

1. RESUMEN

La producción de ciruela en la Región de Murcia siempre ha sido notable pero en los últimos años ha sufrido un declive a causa de los diferentes problemas que sufre el cultivo de la ciruela, como por ejemplo la aparición del virus de la Sharka (PPV) o la falta de variedades autocompatibles y de alta calidad gustativa. Todo esto hace necesaria una renovación varietal para desarrollar variedades adaptadas a nuestro clima, de maduración temprana, poco susceptibles al virus de la Sharka, etc. Este trabajo fin de grado aborda la caracterización pomológica de 7 preselecciones avanzadas de ciruelo (*Prunus salicina* Lind.) con frutos de piel roja y carne roja. Estas selecciones han sido obtenidas en el programa de mejora genética entre el IMIDA y el CEBAS-CSIC. Esta caracterización es la que se va a utilizar para formalizar la solicitud de los materiales estudiados en acaben formalizándose en el registro de variedades protegidas y comerciales, ya que dicho organismo solicita que sea adjuntada dicha caracterización para su registro. Para llevar a cabo esta caracterización se han utilizado las directrices de la Unión internacional para la protección de las obtenciones vegetales "UPOV" en los que se determinan 61 caracteres referentes al árbol, ramos mixtos, hojas, frutos y épocas de floración y maduración. La caracterización de las selecciones CIR-10 y CIR-50 presentes en este trabajo ya han sido enviadas para entrar en el proceso de registro por su alto interés agronómico. Al margen de la caracterización, se estudió si presentaban autogamia en floración las selecciones avanzadas.

Palabras clave: ciruela, virus de la Sharka (PPV), renovación varietal, maduración temprana, caracterización pomológica, UPOV, autogamia en floración, registro de variedades protegidas y comerciales.

Abstract

Plum production in the Region of Murcia has always been notable but in recent years it has suffered a decline due to the different problems that plum cultivation suffers, such as the appearance of the Sharka virus (PPV) or the lack of self-compatible varieties with high taste quality. All this makes a varietal renovation necessary to develop varieties adapted to our climate, early maturing, not very susceptible to the Sharka virus, etc. This final degree project addresses the pomological characterization of 7 advanced plum presets (*Prunus salicina* Lind.) With red-skinned fruits and red meat. These selections have been obtained in the breeding genetic program between IMIDA and CEBAS-CSIC. This characterization can be attributed as a previous step of the selections that finally end up being formalized in the registry of protected and commercial varieties, since said agency requests that said characterization be attached for registration. To carry out this characterization, the guidelines of the International Union for the Protection of UPOV Plant Varieties have been used, which determine 61 characters referring to the tree, mixed branches, leaves, fruits and flowering and ripening times. The characterization of the CIR-10 and CIR-50 selections present in this work have already been sent to enter the registration process due to their high agronomic interest. Apart from the characterization, it was studied in the advanced selections if they presented autogamy in flowering.

Key words: Plum, Sharka virus (PPV), varietal renewal, early ripening, pomological characterization, UPOV, autogamy in flowering, registration of protected and commercial varieties.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. *Características generales del ciruelo japonés.*

2.1.1. Origen.

El origen de las especies del género *Prunus* se localiza en distintos puntos de Asia, tanto por las zonas orientales como por el área del Cáucaso. El término ciruelo hace referencia a un grupo amplio de especies del género *Prunus*, entre 19 y 40, siempre atendiendo a la clasificación que se utilice (Hedrick, 1911; Rehder, 1940; Blazek, 2007; Guardiola, 2019). Según especies, los ciruelos son originarios de América, Asia y Europa. Los ciruelos cultivados más importantes son el ciruelo europeo (*Prunus doméstica*) y el ciruelo japonés (*Prunus salicina*). Estas dos especies se cultivan en diferentes zonas dependiendo de los requerimientos de frío invernal durante el reposo. Por lo general, en las zonas más frías se cultiva el ciruelo europeo y en las zonas con climas más templados el ciruelo japonés (Topp et al., 2012).

El origen del ciruelo europeo (*Prunus domestica*) se sitúa en Turquestán, aunque su cultivo se conoce desde la Edad Antigua en Persia, Siria y el Cáucaso (Mataix y Villarrubia, 1999; Guardiola, 2019).

El origen del ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) se centra en la zona oriental, concretamente en China donde ya lo cultivaban desde el año 300 a.C (Okie, 2008). Aunque se denomina ciruelo japonés se tuvo que esperar varios siglos hasta que fuese llevado y cultivado en Japón. Sin embargo, la presencia del ciruelo japonés en Japón se cree que es anterior a esta fecha, ya que se han encontrado huesos de ciruelo de la Era Yayoi con 2.300 años de antigüedad, y en algunos libros japoneses antiguos ya se mencionaba este cultivo desde hace más de 1.500 años (Yoshida, 1987).

A finales del siglo XIX, el mejorador Luther Burbank de procedencia americana llevó algunos árboles de ciruelo japonés desde Japón a Estados Unidos (Guerra y Rodrigo, 2017). Algunas variedades actualmente tradicionales que trasladó Luther Burbank al continente americano fueron 'Kelsey' o 'Abundance', siendo estos los primeros parentales de los primeros cruzamientos de la mejora genética moderna del cultivo en el siglo XIX (Battle et al., 2018). El objetivo principal de Luther Burbank era la adaptación del material vegetal a las condiciones de California (Guerra y Rodrigo, 2017). Se realizaron diferentes hibridaciones con *Prunus salicina* y otras especies de ciruelos americanos diploides como por ejemplo *Prunus simonii* entre otras. El resultado de estos cruzamientos dio lugar a variedades como 'Duarte', 'El Dorado', 'Santa Rosa', 'Shiro', 'Gaviota', 'Formosa', etc... En el siglo XX, el cultivo se expandió a países de zonas de clima templado de todo el mundo como Australia, Brasil, Italia o Sudáfrica. El proceso de mejora continuó en cada país mediante la hibridación con las especies anteriores y otras nuevas como *Prunus cerasifera* Ehrh. y *Prunus angustifolia* Marsh. (Faust y Surányi, 1999).

2.1.2. Clasificación botánica.

El ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.), es un árbol frutal de hueso que pertenece a la familia Rosaceae y la subfamilia Amygdaloideae, se encuentra dentro del género y subgénero *Prunus*. Dicha clasificación botánica (Tabla 2-1) fue descrita y publicada en 1828 por John Lindley en el artículo Transactions of the Horticultural Society of London de ese mismo año.

Tabla 2-1. Clasificación taxonómica del ciruelo japonés (Lindley, 1828).

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Género	<i>Prunus</i>
Subgénero	<i>Prunus</i>
Especie	<i>Prunus Salicina</i> (Lindl.)

La familia Rosaceae incluye muchas especies cultivadas actualmente por su gran calidad en los frutos, siendo esta familia de gran interés agronómico a nivel mundial. En esta familia se incluye los llamados frutales de pepita, frutales de hueso y frutos secos. Entre todos los géneros que componen la familia podríamos destacar los géneros *Pyrus* (perales), *Malus* (manzanos), *Prunus* (frutales de hueso) y *Fragaria* (fresas).

El género *Prunus* se caracteriza por incluir más de 230 especies, donde nueve de ellas son las que se cultivan principalmente dentro de los tres subgéneros más importantes. Estos subgéneros son *Prunus* (albaricoqueros y ciruelos), *Amygdalus* (melocotoneros y almendros) y *Cerasus* (cerezos) (Prudencio, 2016). Estas especies son denominadas frutales de hueso y presentan características comunes como el desarrollo de un ovario con dos óvulos en el que uno de ellos degenera tras la antesis, y la fructificación en forma de drupa en la que un endocarpio maduro va unido a la semilla, asemejándose a una testa protectora (Guevara, 2012). Este tipo de cultivos no solo se basan en la recolección de frutos sino también en el aprovechamiento de los ramos florales para fines ornamentales, siendo recogidos unos días antes de la plena floración. También pueden recolectarse por el gran valor que tienen las semillas de algunas especies como el almendro (*Prunus dulcis*) aunque a veces las semillas de este género pueden presentar sustancias tóxicas. Los árboles de este género pueden ser de hoja caduca o de hoja perenne, como es el caso de *Prunus laurocerasus* entre otras. Las hojas se presentan aserradas, estipuladas y de forma alterna. La floración puede darse con flores completas en racimos o solitarias, con cinco sépalos y cinco pétalos blancos principalmente (Guevara, 2012).

2.1.3. Descripción morfológica de la especie.

Existen bastantes diferencias significativas entre el ciruelo japonés y el ciruelo europeo. Además de ser más precoz en floración y más fácil en cuanto al desarrollo del cultivo, el ciruelo japonés es más utilizado que el ciruelo europeo ya que su genotipo es diploide ($2n=2x=16$) a diferencia del ciruelo europeo que tiene un genotipo hexaploide ($2n=6x=48$) (Rodrigo y Guerra, 2014). En el ámbito de la mejora genética esto nos dará la posibilidad de hacer más hibridaciones al tener un genotipo compatible con otras especies. Un ejemplo es el desarrollo de 'plumcots' o

también conocidos como 'pluots' o 'apriums' (hibridaciones de ciruelo y albaricoquero (*Prunus armeniaca*)). Hoy en día la hibridación de ciruelo japonés y albaricoquero han dado como resultado nuevas frutas de gran interés para el mercado tanto nacional como internacional. Aunque los primeros híbridos se obtuvieron hace bastantes años, es en la actualidad cuando el mercado ha comenzado a tener interés comercial por esta fruta (Batlle et al. 2018).

A continuación se detallan las características morfológicas generales del ciruelo japonés:

- **Porte**

El ciruelo japonés presenta un tamaño medio, alcanzando los 4 o 5 metros de altura en general. Hay casos en los que la altura máxima puede oscilar entre los 8 y 10 metros. La copa suele presentar una forma redondeada, aunque algunos cultivares procedentes de los programas de mejora de Estados Unidos pueden aparecer con un porte más erecto o columnar (Okie, 2008; Guerra, 2011). La corteza del tronco adquiere un tono pardo-azulado brillante, puede darse que la superficie sea lisa o agrietada longitudinalmente. Se producen ramas delgadas, pequeñas y alternas que pueden presentarse como lisas o pubescentes (Calvo, 2009).

- **Sistemas de formación**

El sistema de formación más usual en este cultivo es el empleo del vaso tradicional (Fotografía 2-1) pero según la zona del cultivo pueden haber variaciones.

La formación en túnel es otra opción que ha dado muy buenos resultados en los cultivos de melocotonero, nectarino y ciruelo. Posee una estructura muy particular que consiste en el arqueado de brazos en los dos lados del árbol, cubriendo las calles lo que simula el aspecto de túnel (López y Casanova, 2006). Para cultivos de alta densidad se usa el sistema en eje central o en palmeta, sistemas de conducción que permiten mecanizar muchas de las labores de cultivo (Fotografía 2-2). En los programas de mejora genética se suele usar el sistema de eje central en los híbridos, para adelantar la entrada en producción y minimizar el problema de falta de superficie lo máximo posible. Ya en las selecciones avanzadas de estos programas se suele usar el vaso español sobre un patrón y en un marco de plantación comercial.



Fotografía 2-1. Formación en vaso español.



Fotografía 2-2. Formación en eje central.

- **Sistema radicular**

El sistema radicular presenta raíces largas, flexibles, fuertes, onduladas, poco ramificadas y profundas, las cuales emiten brotes nuevos con frecuencia (Calvo, 2009).

- **Hojas**

Las hojas son de tipo caduco, que caen en el otoño. Son alternas, simples, con estípulas fijas al pecíolo, donde además a menudo se observan varias glándulas de pequeño tamaño llamadas nectarios. En general suelen ser de forma elíptica, con ápice agudo, un tamaño de entre 5 y 10 cm de longitud y entre 3 y 6 cm de anchura, teniendo el margen crenado o serrado (Okie, 2008; Guerra, 2011).

- **Flores**

Presenta entre una y tres flores por cada yema. Las yemas florales generalmente flanquean una yema vegetativa. Las flores son actinomorfas, hermafroditas, periginas y con el hipanto muy visible. El perianto presenta 5 sépalos imbricados y 5 pétalos libres, generalmente grandes y rara vez desiguales. La flor presenta un androceo con alrededor de 25 estambres de filamentos libres insertos en un hipanto a menudo nectarífero, y un gineceo unicarpelar libre, con uno o dos primordios seminales por cada carpelo (Okie, 2008; Guerra, 2011).

- **Fruto**

En cuanto al fruto, las ciruelas han sido clasificadas como frutos climatéricos (Calvo, 2009). El fruto es una drupa, con el exocarpo glabro y a menudo pruinoso, el mesocarpo carnoso y el endocarpo generalmente adherente y liso (Okie, 2008; Guerra, 2011). La ciruela tiene muchos beneficios nutricionales ya que su componente principal es el agua y es rica en fósforo, calcio y potasio. Además tiene hidratos de carbono, entre ellos el sorbitol, de leve acción laxante que se ve reforzado por su alto contenido en fibra. También se caracteriza por tener un nivel alto en antocianinas fomentando así la acción antioxidante y antiséptica (Calvo, 2009).



Fotografía 2-3. Detalle de los distintos órganos de ciruelo (TreesAndShrubs, 2020).

2.1.4. Aspectos técnicos, exigencias climáticas y edáficas y problemas del cultivo.

Dependiendo de la edad de la plantación, del vigor y la productividad de las variedades utilizadas se deberá realizar un plan de abonado acorde con las características actuales. Las aportaciones de nutrientes expresadas en unidades de fertilizantes (U.F.) por hectárea, para una producción estimada de 20.000 kg / ha sería:

-85 U.F. de Nitrógeno (N)

-40 U.F. de Fósforo (P)

-90 U.F. de Potasio (K)

-25 U.F. de Magnesio (Mg)

Estos son los requerimientos de una plantación adulta (Ferrer, 2009). Desde el primer año hasta el sexto (edad adulta del cultivo) se tendrá que ir aumentando las aportaciones de manera progresiva (Tabla 2-2):

Tabla 2-2. Abonado según la edad de la plantación respecto al cultivo en edad adulta (Huguet 1979; Ferrer, 2009).

Año	N	P₂O₅	K₂O	MgO
1º	8%	15%	15%	10%
2º	20%	20%	20%	10%
3º	30%	25%	35%	20%
4º	60%	75%	65%	60%
5º	80%	90%	85%	70%
6º	100%	100%	100%	100%

Las variedades tempranas se pueden plantar en climas cálidos sin problemas pero exigen pluviometrías de 200-300 mm/año. Los frutos que maduran de junio a julio se pueden cultivar en áreas con una pluviometría de 400-500 mm/año. Estas últimas requieren más riego ya que son variedades más tardías y las temperaturas en esos meses son más altas, de lo contrario la fruta se caerá del árbol y el volumen del fruto será menor (Agusti, 2004; Guardiola, 2019). Aunque las lluvias excesivas o las heladas justo antes de la plena floración pueden provocar el rajado de los frutos arruinando parte de la producción.

La clave de que la producción española de ciruela sea notable se debe principalmente a las variedades de ciruelo japonés adaptadas a nuestras condiciones climáticas (Ruiz et al., 2011). Estos árboles se adaptan bien a zonas templadas, pueden soportar inviernos suaves pero el desarrollo vegetativo a la salida del reposo podría verse afectado en este caso. Lo característico a nivel agronómico de esta especie a diferencia del ciruelo europeo es que tiene menos necesidades de frío invernal, por lo que pueden adaptarse bien a las áreas relativamente cálidas y reducir el riesgo de heladas primaverales (Guardiola, 2019). Utilizando el Modelo Weinberger, las necesidades invernales del ciruelo japonés oscilan en el intervalo de entre 100-600 HF y como

máximo 1000 HF (Espada, 2010). Un aspecto muy significativo es que al tener un valor bajo (<600 HF) para la salida del reposo, da la posibilidad de plantar variedades de recolección temprana para que la producción se realice en los meses de mayo y junio. Así pues se evita en gran medida la competencia en el mercado europeo, generando así mayores beneficios económicos (Ruiz et al., 2011).

El ciruelo no es demasiado exigente en cuanto al suelo pero en general no soporta los suelos demasiado arcillosos o demasiado secos o arenosos y son sensibles a la salinidad. Sus raíces tienden a la superficialidad por lo que en suelos arcillosos y con pH elevado dará lugar a la asfixia radicular y la clorosis férrica siendo determinantes en el desarrollo del cultivo (Guardiola, 2019). Los suelos profundos, fértiles y permeables por lo general permiten un desarrollo adecuado, el vigor característico de la especie, cosechas regulares y frutos de gran tamaño. Los suelos rocosos y pobres en nutrientes provocarán problemas como variaciones en la época de recolección o frutos de menor calibre.

En cuanto a los problemas del cultivo, el ciruelo es susceptible a las enfermedades fúngicas, bacterianas y virosis, siendo las de tipo fúngico las más importantes en los frutales de hueso afectando a diversas partes del árbol, tanto aéreas como de cuello y raíz. Ejemplos de las enfermedades fúngicas que podemos encontrar en el cultivo de ciruelo son el cribado, el oídio, la lepra, la roya o la moniliosis. De tipo bacteriano podemos encontrarnos chancros, agallas de cuello... (Arroyo, Casado, Arenas, 2016). Cabe destacar que el ciruelo japonés es muy susceptible al virus de la Sharka (Plum Pox Virus), los síntomas son diversos y pueden observarse principalmente en las hojas y en los frutos (Fotografía 2-4). Esta situación resalta la necesidad de llevar a cabo una innovación varietal ya que las variedades que se utilizan son susceptibles. Además esta especie es fuente de infección para otros frutales como los melocotoneros o los albaricoqueros, donde la infección por Sharka también está siendo devastadora. Se cree que la enfermedad fue introducida a través de la infección de una variedad de ciruelo, concretamente la variedad 'Red Beaut' (Ruiz et al., 2011).



Fotografía 2-4. Fruto con síntomas del virus de la Sharka (Raigon, 2017).

2.2. Importancia y situación actual del cultivo a nivel mundial, en España y en la Región de Murcia.

Actualmente el cultivo de ciruelo no está pasando por su mejor momento. A continuación veremos la situación actual del cultivo en cuanto a la producción y las hectáreas cultivadas a nivel mundial, en España y en la Región de Murcia, teniendo en cuenta que las estadísticas engloban los resultados tanto del ciruelo japonés como del ciruelo europeo. Los datos han sido extraídos de los organismos oficiales de estadística como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la web oficial del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAPA) y la web oficial de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM).

2.2.1. Situación actual de la superficie cultivada.

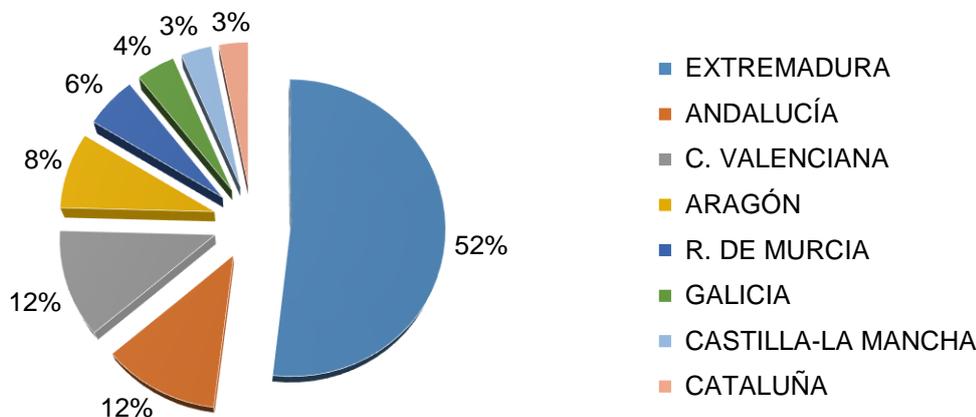
China tiene una superficie cultivada de 1.925.399 hectáreas seguida de Bosnia y Herzegovina con 97.739 hectáreas. En general, China es una gran potencia en cuanto a superficie cultivada, especialmente en frutales de hueso donde la diferencia con respecto a otros países es muy elevada. España está en el puesto 16º detrás de México con 14.640 hectáreas en 2019 (Tabla 2-3).

Tabla 2-3. Superficie cultivada de ciruela en el Mundo por países en 2018 (FAOSTAT, 2020).

País	Hectáreas cultivadas
<i>China</i>	1.925.399
<i>Bosnia y Herzegovina</i>	97.739
<i>Serbia</i>	72.224
<i>Rumania</i>	65.910
<i>Irán</i>	41.834
<i>Federación de Rusia</i>	40.743
<i>India</i>	30.032
<i>EE.UU</i>	26.054
<i>Turquía</i>	20.672
<i>Ucrania</i>	18.200
<i>Argentina</i>	16.481
<i>Argelia</i>	15.486
<i>Marruecos</i>	15.451
<i>Francia</i>	15.005
<i>México</i>	14.753
<i>España</i>	14.640
<i>Uzbekistán</i>	13.987
<i>Chile</i>	13.664
<i>Polonia</i>	13.086

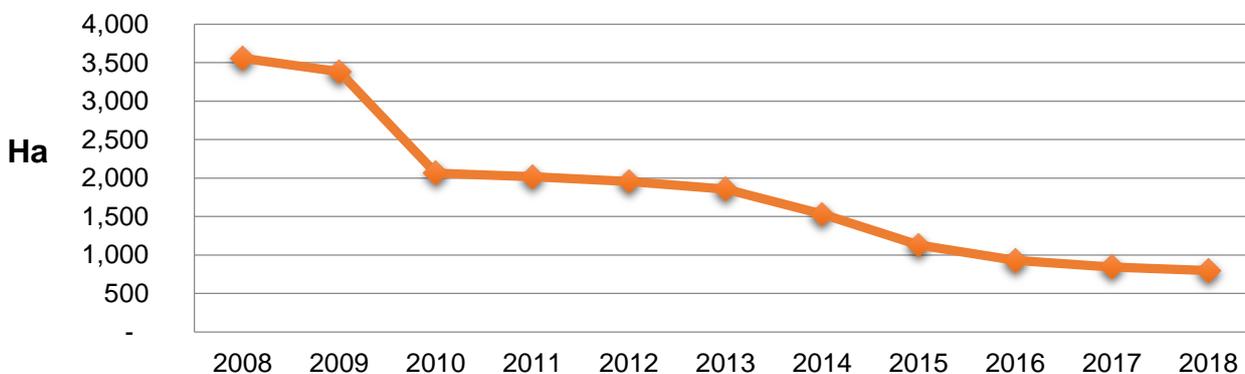
En España la evolución del área cultivada se ha mantenido constante aunque en los últimos 10 años el cultivo ha sufrido una reducción apreciable de unas 4.055 hectáreas. En 2008 disponíamos de unas 18.695 hectáreas pasando en 2018 a unas 14.640 hectáreas (M.A.P.A, 2020).

Como se puede observar (Gráfica 2-1), la C.A. que más hectáreas cultivadas dispone es Extremadura siendo puntera en este cultivo en España y muy competitiva en el mercado europeo. Extremadura alcanza las 7.105 hectáreas suponiendo el 52% de la superficie total seguida de la Comunidad Valenciana y Andalucía con unas 1.600 hectáreas (12%). La Región de Murcia está en el 5º puesto por detrás de Aragón con unas 771 hectáreas (6%) en 2018.



Gráfica 2-1. Superficie cultivada de ciruela en España por Comunidades Autónomas en 2018 (M.A.P.A., 2020).

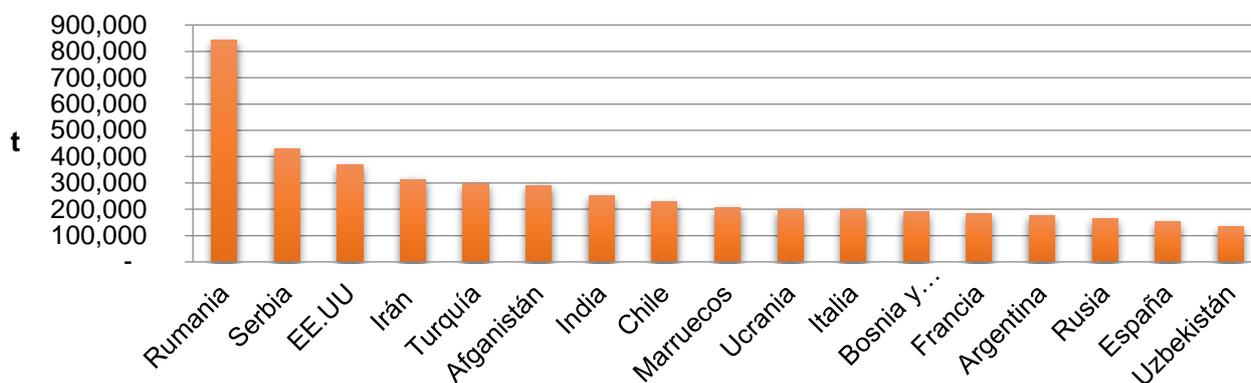
En la Región de Murcia desde 2008 se han retirado un gran número de hectáreas bajando de unas 3.558 hectáreas en 2008 a 796 hectáreas en 2018 (Gráfica 2-2) eliminando casi 3.000 hectáreas en 10 años. La incidencia del virus de la Sharka y otros virus, así como diversos problemas y deficiencias en el desarrollo de esta especie, explican esta situación. Esto ha llevado a la sustitución de parte del área cultivada de ciruela a la plantación de albaricoqueros y melocotoneros en estas áreas (Ruiz et al., 2011). También puede deberse por la falta de adaptación de muchas de las variedades foráneas, ya que disponemos de un abanico escaso de variedades comerciales con buena calidad organoléptica. También la falta de variedades autocompatibles es una razón por la que el agricultor decide cambiar de frutal, ya que se encarece mucho al tener que cultivar en la misma parcela variedades compatibles genéticamente y coincidentes en fechas de floración para poder asegurar producciones regulares, convirtiéndose en un cultivo menos rentable.



Gráfica 2-2. Evolución de la superficie cultivada de ciruela en la Región de Murcia 2008-2018 (CARM, 2020).

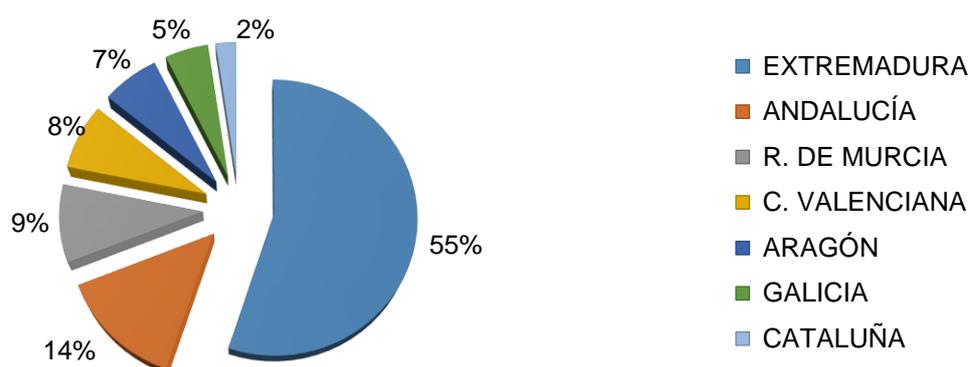
2.2.2. Situación actual de la producción.

China es el país puntero en producción, en el 2019 alcanzó una producción total de 6.801.000 toneladas. Para visualizar mejor la (Gráfica 2-3) se ha suprimido la producción anual de China ya que es muy superior al resto de países. Rumanía le sigue como segundo país más productor pero con una producción muy inferior de unas 842.132 toneladas. España podemos encontrarla detrás de Rusia con 152.984 toneladas en 2019.



Gráfica 2-3. Principales países productores de ciruela en 2019 (FAOSTAT, 2020).

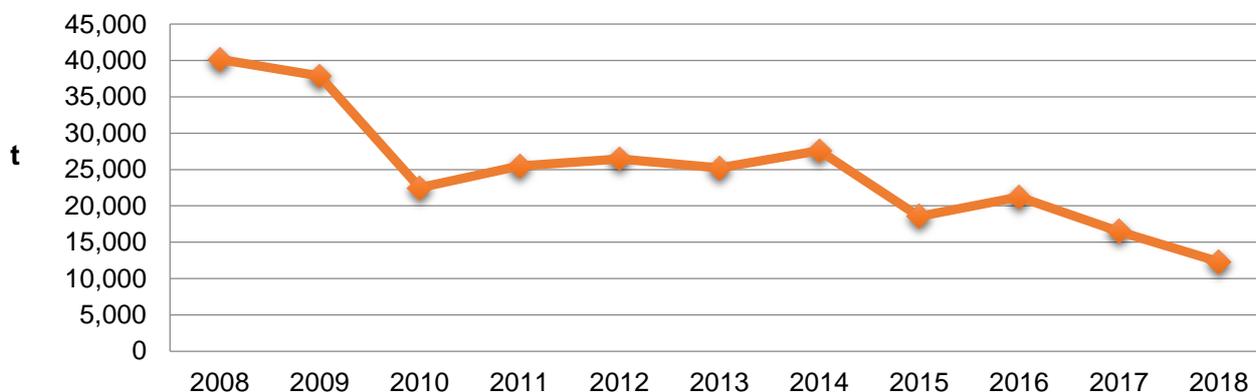
Si hablamos de la evolución de la producción en España, en los últimos 10 años nos encontramos con unas producciones de 232.780 toneladas en 2009 pasando a unas 152.984 toneladas en 2018 aunque este descenso ya se venía notando en el 2004 cuando superábamos las 250.000 toneladas (FAOSTAT, 2020). Extremadura es la mayor productora de ciruelas abarcando casi al 60% de la producción nacional, ya que produjo unas 85.000 toneladas en 2018. Le sigue Andalucía con unas 23.350 toneladas lo que supone el 14%, seguida de la Región de Murcia con unas 15.355 toneladas representando el 9% de la producción total en España (Gráfica 2-4).



Gráfica 2-4. Producción nacional de ciruela por Comunidades Autónomas en 2019 (M.A.P.A, 2020).

El declive desde 2008 en la Región de Murcia se puede observar pasando de producciones de 40.000tn a unas 15.000tn en 2018 (Gráfica 2-5). Fue en el periodo de 2008 a 2010 donde cayó la producción casi a la mitad, siendo los problemas de aquellas campañas la falta de alternativas viables a las nuevas variedades tempranas. Con lo cual no había competencia

con Extremadura donde si cultivaban variedades precoces y bien adaptadas a su zona (Hernández, 2013).



Gráfica 2-5. Evolución de la producción de ciruela en la Región de Murcia entre el año 2008 y 2018. (CARM, 2020).

2.3. Estado actual de la mejora genética del cultivo.

2.3.1. Certificación y registro del material vegetal.

Los programas de mejora se centran en el desarrollo de nuevas variedades en los que se invierten varios años hasta conseguir el material vegetal con las características perfectas para su registro. La variedad obtenida se debe registrar para que no haya explotaciones donde se propague de forma fraudulenta, así pues estarán obligados a la compra de la planta certificada en el vivero que este afiliado al programa de mejora. La protección consta de comprobaciones de identificación en campo con marcadores moleculares determinando si ese cultivo corresponde a la variedad utilizada. Al certificar un material vegetal los derechos del mismo englobarán a los materiales reproductivos como plantones, injertos y semillas y además tendrán protección los frutos y productos derivados (zumos, mermeladas, etc.).

En los últimos años el catálogo de variedades de ciruelo ha aumentado por lo que este tipo de certificaciones son más comunes en las nuevas plantaciones. Estos productores que reclaman cierta seguridad legal para poder desarrollarlas pagan 'royalties' y así obtener la cobertura legal a la hora de realizar la compra de la planta certificada. El productor al pagar los royalties tiene protección para cultivar legalmente la nueva variedad desarrollada. Para la comercialización de la planta se negocian las condiciones generalmente con un vivero o con varios para que se encarguen de reproducir los plantones que demanden los productores. El vivero recibe la planta madre y será el encargado de reproducir e injertar la variedad ya lista para ser cultivada.

Pero para llevar a cabo su comercialización siempre debe ser previamente registrada en la Oficina Española de Variedades Vegetales (OCVV). Este organismo es el encargado de conceder el registro de variedad comercial, siempre y cuando se entregue la documentación y material vegetal que requieren para tramitar el proceso. Entre la documentación solicitada se encuentra la caracterización pomológica de la nueva variedad. Antes de conceder el registro, se llevan a cabo ensayos técnicos en campo por parte de la OCVV observando los caracteres y siguiendo las directrices de examen de la Unión para la Protección de la Obtenciones Vegetales (UPOV), para así establecer una descripción oficial de la nueva variedad. El material vegetal solicitado por dicho

organismo será en forma de esquejes de yemas, árboles injertados con su portainjertos o tallos latentes para la constatación de la caracterización pomológica que se presenta. El material vegetal deberá presentar un aspecto saludable, no estar afectado por plagas ni enfermedades y debe presentar un vigor adecuado. También es esencial que no haya estado sometido a ningún tratamiento que modifique la expresión de los caracteres de la variedad, a no ser que dispongamos de una autorización expedida por las autoridades competentes. En el caso de que si haya sido tratado, se tendrá que adjuntar la información detallada del tratamiento (UPOV, 2013).

2.3.2. Programas de mejora genética a nivel mundial.

En la actualidad existen programas de mejora de ciruelo japonés en países de todo el mundo (Guerra y Rodrigo, 2017). Se están incorporando nuevos objetivos en los nuevos programas como la mejora de la calidad gustativa del fruto, nuevos colores de la epidermis, autocompatibilidad floral, bajas necesidades de frío, etc.

En Asia existen programas de mejora en Corea, China, Israel, Japón y Tailandia. Por ejemplo, en Corea el *National Horticultural Research Institute* que tiene como principal objetivo aumentar la calidad de la fruta, ha introducido variedades muy interesantes como 'Purple Queen' o 'Honey Red'. En China los objetivos principales de mejora son aumentar el tamaño y la firmeza del fruto, manteniendo una buena calidad de la fruta y mejorando la adaptabilidad a las diferentes zonas de cultivo.

En el continente americano hay programas de mejora de ciruelo en Brasil, Chile, Estados Unidos, México y Uruguay. Los programas de Brasil, Chile y Uruguay tienen como objetivos principales de mejora las bajas necesidades frío y la resistencia a enfermedades (Topp et al., 2012; Guerra y Rodrigo, 2017). En Estados Unidos se encuentran programas de mejora muy importantes tanto públicos como privados. Los principales objetivos de los programas de USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) son aumento del calibre de la fruta temprana y aumentar la calidad organoléptica. De EE.UU proceden variedades tan conocidas como 'Blackamber', 'Black Splendor', 'Fortune' o 'Santa Rosa'.

En Europa los programas de mejora se sitúan en países mediterráneos como Italia o España. En Italia hay programas de mejora en Florencia, Forlì y Roma, cuyos objetivos de mejora son la alta calidad gustativa y altas producciones. En el programa de Florencia cabe destacar la línea 'DOFI', con variedades como 'DOFJ-Sandra' o 'DOFI Gudy'. En Extremadura, el programa que lleva cabo Viveros Provedo desarrolla variedades con frutos de excelente sabor con una buena aptitud postcosecha y con buenas producciones. En Murcia existe el programa de mejora IMIDA/CEBAS-CSIC en el que en general buscan variedades autocompatibles, con buenas cualidades organolépticas y en la medida de lo posible a largo plazo buscar variedades resistentes o poco sensibles al virus de la Sharka.

En Oceanía hay programas de mejora en Australia y Nueva Zelanda. El programa público del *Department Primary Industries and Forestry* en Queensland (Australia) tiene como objetivos la resistencia a enfermedades, la maduración temprana y las bajas necesidades de frío. La variedad 'Queen Garnet' procede de este programa mejora, formando parte del grupo de variedades con frutos de gran concentración de antocianinas precursoras de antioxidantes, siendo estas muy valoradas como compuestos nutraceuticos (Guerra y Rodrigo, 2017).

2.3.3. Programa de mejora genética IMIDA/CEBAS-CSIC.

Dentro de los frutales de hueso, el ciruelo japonés es la especie con menor renovación varietal en comparación con el albaricoquero y el melocotonero, estando registradas en la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) unas 107 variedades de ciruelo a diferencia de las 256 de albaricoque o las 781 de melocotón (Guevara, 2016). Ante esta situación, en la Región de Murcia se decidió realizar este programa de mejora genética de esta especie.

El Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) está desarrollando un programa de mejora de ciruelo japonés en colaboración con el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC). El programa pretende solventar los principales problemas del cultivo de ciruelo, desarrollando así nuevas variedades con las siguientes características:

- Buena calidad organoléptica.
- Alta productividad.
- Bajas necesidades frío.
- Época de maduración temprana (Mayo-Junio).
- Autocompatibilidad floral.
- Baja susceptibilidad al virus de la Sharka (PPV).

En el año 2010 dio comienzo este programa, desarrollando un banco de variedades comerciales con buena aptitud como parentales. Seguidamente se realizó una evaluación para buscar las variedades con los caracteres más interesantes. Al seleccionarlos se cruzaron y la descendencia se llevó a germinación. Al obtener los plantones de la descendencia se realizó la plantación. En 2014 se inició la primera evaluación de los híbridos y la selección de los mejores genotipos. Después de 10 años de programa, varias selecciones avanzadas están a punto de convertirse en una variedad comercial ya que han sido evaluadas durante varios años y han desarrollado los caracteres deseados. Estas selecciones más avanzadas son las que se caracterizan pomológicamente en el presente trabajo.

2.3.4. Desarrollo del programa de mejora genética IMIDA/CEBAS-CSIC.

En los proyectos de mejora genética de este tipo se suele utilizar una metodología clásica a través de hibridaciones dirigidas entre variedades de la misma especie.

Lo primero es disponer de un banco de variedades para poder utilizarlas en las hibridaciones. Para obtener nuevos híbridos utilizaremos las variedades existentes y se realizarán las fases del programa que se exponen a continuación (Figura 2-1).

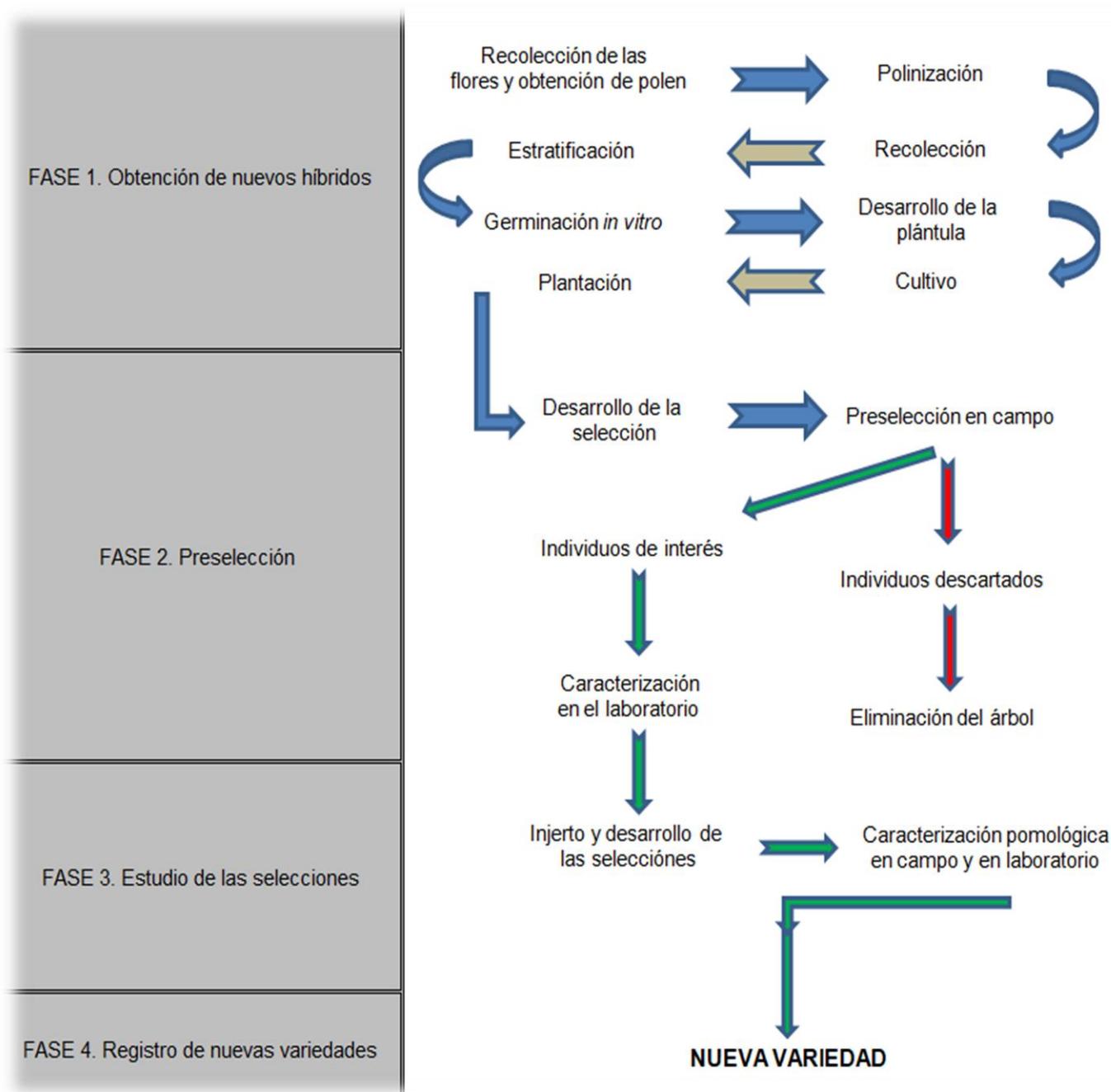


Figura 2-1. Fases del programa de mejora de ciruela IMIDA/CEBAS-CSIC.

❖ Fase 1. Obtención de nuevos híbridos

Esta fase comienza con la preparación del polen del parental masculino, recogiendo las flores antes de que abran completamente los pétalos y se guardan en cámara frigorífica a unos 10 °C. En el momento de la extracción con la ayuda de un tamiz, pinzas y un pincel (Fotografía 2-5), extraemos el saco polínico de los estambres. Después se deja secar el polen en una estufa durante 24-48 h, se estudia su viabilidad y se conserva en congelador.



Fotografía 2-5. Materiales para la extracción de polen de la selección.

La siguiente tarea es la polinización en campo, que en el caso del cultivo de ciruelo se hace de manera manual. Se realiza con la ayuda de un pincel impregnado de polen extraído de la variedad de interés rozándolo suavemente con el estigma de la flor del parental femenino. Se utilizan mallas para aislar los árboles (Fotografía 2-6) evitando así polinizaciones cruzadas no deseadas.



Fotografía 2-6. Ciruelo polinizado aislado con malla.

Se recolecta la fruta de los individuos polinizados y se estratifican las semillas a 3-4 °C durante 60-90 días para romper la latencia (Fotografía 2-7). Las semillas se llevan a germinación in vitro, ya que gracias a este método evitaremos problemas de aborto de embrión. Estos problemas son muy frecuentes en el proceso de germinación debido a que las variedades que se intentan desarrollar suelen ser precoces. Las selecciones suelen presentar en su descendencia semillas con los cotiledones poco desarrollados y por si solas son incapaces de germinar. Las plántulas obtenidas se desarrollarán en invernadero repicándolas en bandejas de mayor tamaño (Fotografía 2-8). Durante los últimos meses la humedad en invernadero poco a poco se irá

reduciendo para aclimatar las plántulas a condiciones normales hasta el momento del trasplante en campo.



Fotografía 2-7. Híbridos a la salida de la fase de estratificación. Fotografía 2-8. Plántula en proceso de aclimatación.

Cuando las plántulas han pasado las distintas fases de aclimatación, se llevan a campo y se plantan en un marco de plantación de 5x1 m. Utilizaremos una plantación de alta densidad para aprovechar al máximo el terreno ya que en cada campaña se obtienen muchos genotipos que deberán de ser plantados en campo cada año.

❖ Fase 2. Preselección

En esta fase los híbridos se desarrollan en campo hasta poder ser evaluados. Se hace una evaluación visual y gustativa de manera general y se descartan los genotipos sin características favorables para su posterior eliminación. Los individuos que si tengan buenos caracteres seguirán en el proceso y se llevará a cabo una caracterización en laboratorio para determinar índices generales como dureza, °Brix, acidez, etc. Los que reúnan características que interesen y sean favorables para seguir en el programa de mejora serán llevados a injertar.

El listado de patrones disponibles para el cultivo de ciruelo es muy extenso pero los más utilizados son los de crecimiento rápido como los ‘mirabolanos’ (*Prunus cerasifera*) y los ‘marianas’ (*Prunus cerasifera* x *Prunus munsoniana*). Los mirabolanos muestran alta compatibilidad varietal, desarrollan gran vigor y pueden retrasar el comienzo de la producción siendo los más comunes el ‘Mirobolán B’ y ‘Mirobolán 29C’. Los marianas presentan buena afinidad con muchas variedades, en cuanto al suelo no son exigentes y se adaptan bien incluso en suelos pesados siendo resistentes a la clorosis férrica, asfixia radicular, y nematodos. El único problema reseñable es la poca resistencia a la sequía, es el caso de los patrones ‘Mariana 2624’ y ‘Mariana GF 8-1’ (Rodrigo y Guerra, 2014). Así pues se decide que patrón interesa más para cada individuo aunque se intenta cultivar tanto en patrones mirabolanes como en marianas para ver su comportamiento en distintos portainjertos. Después de injertarlos se dejan en invernadero hasta el momento de la plantación, donde se utilizará un marco comercial de 5x3 o 5x4 m.

❖ **Fase 3. Estudio de las selecciones**

En esta fase se evalúan las selecciones avanzadas injertadas anteriormente. Se evalúa la fruta de estas selecciones de una manera más exhaustiva a través de una caracterización pomológica en laboratorio y en campo. Con esta información se elabora una ficha con todas las características de la selección y las condiciones óptimas de cultivo. En esta fase se realizan muestras pomológicas semanales para que los grandes productores y exportadores de ciruela vean dichas selecciones avanzadas y ayuden a tomar la determinación para lanzarlas a la fase de registro.

❖ **Fase 4. Registro de variedades**

Las selecciones más interesantes que se observen al realizar las evaluaciones serán presentadas al registro de variedades protegidas para obtener la certificación y poder comercializar esta nueva variedad de manera legal.

3. OBJETIVOS

Este trabajo fin de grado se centra en la caracterización pomológica de 7 selecciones avanzadas de ciruelo japonés desarrolladas en el programa de mejora genética IMIDA/CEBAS-CSIC.

Se procede a la determinación de 61 caracteres en frutos, flores, hojas y ramos incluyendo los parámetros de época de floración y maduración, índices de vigor, porte, etc. Para realizar dicha caracterización se han usado los descriptores de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV).

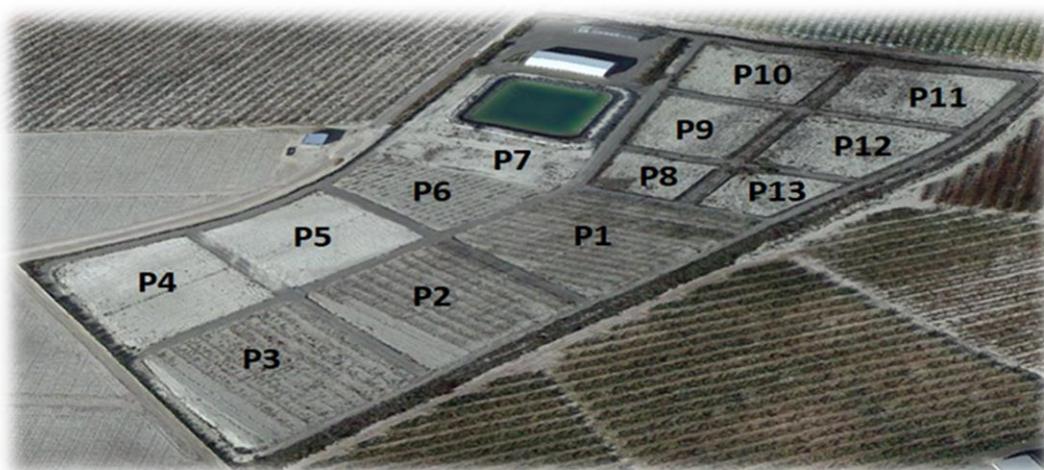
La elaboración de la caracterización pomológica es un paso obligado para el registro de una variedad. Al presentar la nueva selección se debe adjuntar cierta documentación donde va incluido este tipo de informe. Por ello se elabora este trabajo fin de grado como paso previo a la inscripción en el registro de nuevas variedades. Y además al realizar la caracterización se pretende realizar un análisis de la información para sacar conclusiones sobre las selecciones. Así podremos describir las condiciones apropiadas para un desarrollo óptimo y las características más interesantes de cada material vegetal. O simplemente para ayudar con más información al programa de mejora para futuros cruzamientos de las selecciones estudiadas. Además se realiza el estudio de la autogamia al margen de la caracterización dictada por la UPOV, siendo este carácter de gran interés agronómico. También se pretende estimar la rentabilidad del cultivo mediante un análisis coste-beneficio.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Parcela experimental.

La finca donde se realiza este proyecto (Fotografía 4-1) está situada en el municipio de Calasparra (Región de Murcia), con ubicación geográfica (38°16'13,3" N, 1°35'09.7" W) y una extensión de 52.096 m² de los cuales cultivables son unos 30.000 m². La finca dispone de un embalse, un invernadero de pequeño tamaño para el desarrollo de plántulas, sistema de riego por goteo y cabezal de riego donde se realiza un plan de fertirrigación convencional propio del cultivo. La finca está dividida en 13 parcelas con dos sectores de riego cada una; a día de hoy el uso de las parcelas número 1,2,3,4,5,10,11 y 12 están destinadas para el desarrollo de los híbridos obtenidos de las hibridaciones, la parcela 6 es para la colección de variedades comerciales, y las parcelas 7,8,9 y 13 para el estudio de selecciones avanzadas.

El programa también dispone de otras dos fincas situadas en el campo de Cartagena y en la zona de Sucina donde poder comparar las aptitudes de las selecciones avanzadas en diferentes condiciones climáticas.



Fotografía 4-1. Vista satelital de la finca experimental del programa de mejora de ciruelo en Calasparra.

4.2. Material vegetal.

En total se evaluaron para su caracterización 7 selecciones avanzadas de ciruelo japonés procedentes del actual programa de mejora IMIDA/CEBAS-CSIC. Todas ellas de maduración temprana y de media estación con tipología generalmente similar. Todo el material vegetal que se caracterizan y se evalúan en este trabajo procede de la finca experimental de Calasparra.

Las referencias que hemos usado para las 7 selecciones fueron CIR-1, CIR-10, CIR-50, CIR-15, CIR-17, CIR-62 y CIR-48. Todas estas selecciones forman parte de distintas familias en los que los híbridos más interesantes son los nombrados anteriormente. El total de híbridos por familia es diferente en cada una, el CIR-1 pertenece a la familia N°0413 con un total de 16 híbridos. El CIR-10 y CIR-50 pertenecen a la familia N°0115 con un total de 132 híbridos. El CIR-15 y CIR-17 pertenecen a la familia N°0313 con un total de 40 híbridos. El CIR-62 pertenece a la

familia N°0715 con un total de 129 híbridos y el CIR-48 pertenece a la familia N°0116 con un total de 50 híbridos.

En el caso de CIR-1, CIR-15, CIR-17, CIR-62 y CIR-48 se tenían disponibles 3 individuos por cada selección (2 descendientes injertados y la planta madre). De la CIR-10 y CIR-50 se tenía disponible 13 individuos (12 descendientes injertados y la planta madre). Los patrones utilizados en estas selecciones son 'Mirobolán 29C' y en 'Mariana 2624', siendo este último el más utilizado en el programa.

4.3. Caracteres estudiados.

Los caracteres estudiados de las selecciones avanzadas que se evaluaron vienen recogidos por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). Se siguieron las directrices para la ejecución de examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad propias del ciruelo japonés tomando datos del árbol, ramos mixtos, hojas, flores, frutos y sus huesos, incluyendo época de recolección y de floración. A continuación se resumen las 61 características. La lista completa de los caracteres puede visualizarse en (ANEXO 9.3). Al margen de dichas directrices se llevó a cabo el estudio de la expresión de la autogamia en floración de las selecciones estudiadas.

La mayoría de los caracteres se trataron como cualitativos y se evaluaron mediante observación visual. Alguna de las variedades de referencia propuestas por la UPOV en sus directrices de observación, estuvieron disponibles en la colección de materiales manejados. Cuando no se dispuso de la variedad de referencia se siguieron las explicaciones que vienen recogidas en las directrices de examen de la UPOV (ANEXO 9.4) y se contó con el apoyo de los mejoradores del programa.

Para algunos caracteres (longitudes, anchuras, alturas, profundidades, de partes vegetativas o frutos, sólidos solubles, firmeza y acidez de fruto) con independencia de que se pueda aportar una valoración cualitativa se tomaron mediciones sobre una muestra de 25 unidades. Cuando se tomaron mediciones para establecer la valoración cualitativa se construyeron intervalos (ANEXO 9.2) a partir de la desviación típica de las medias del carácter de las siete selecciones y del promedio de las medias de dichas selecciones. Cuando no había variedad de referencia, se realizó a partir del el valor de la variedad de referencia según UPOV y de la desviación típica incluyendo las siete selecciones y la variedad de referencia de UPOV.

Para ciertos caracteres se utilizaron aparatos de laboratorio como el calibre electrónico (Fotografía 4-2) o el penetrómetro fijo electrónico (Fotografía 4-6) entre otros.



Fotografía 4-2. Calibre electrónico Mitutoyo.

Para el estudio se usaron las directrices de manera que otorgamos una nota identificativa para cada carácter. Por ejemplo, la característica N°1 de la lista (Tipo de fructificación) tiene 3 opciones morfológicas acompañadas de su nota identificativa para cada elección (ANEXO 9.3).

4.3.1. Características del árbol.

Las características del árbol se estudian de manera visual en campo, siendo estas el tipo de fructificación, el vigor y el porte teniendo en cuenta las diferentes opciones descritas por la UPOV. El tipo de fructificación se evaluó observando donde se produce, en espolones (ramilletes de mayo o chifonas) en tallos (ramos mixtos) o en ambos. Se dispuso de la variedad de referencia 'Angeleno', que fructifica tanto en espolones como en tallos. Se evalúa el vigor (débil, medio y fuerte) de la misma manera que el anterior carácter pero teniendo disponible la variedad 'Black Gold' de vigor débil. El porte puede ser erecto, semierecto, extendido (Figura 9-1) y colgante evaluándose a pie de campo.

4.3.2. Características de los ramos y yemas.

Para evaluar el color de los ramos y las características de las yemas se tomaron ramos mixtos. Por lo general se examinaban entre 5-10 ramos por árbol para determinar el carácter.

En los ramos se evaluó el color (marrón grisáceo, marrón amarillento, marrón y marrón rojizo) determinándolo extrayendo la cutícula y fijándonos en la parte del ramo soleada del mismo. También se midió la longitud de los espolones, a la cual se le asignó una valoración métrica y una cualitativa en base a los intervalos de referencia (Tabla 9-1). En la yema de madera se observó el tamaño, este carácter debe realizarse antes de la apertura de la yema y como variedad de referencia teníamos disponible 'Black Gold' con tamaño de yemas medianas. También de la yema de madera evaluamos la forma del ápice (aguda, obtusa y redondeada) en la que usamos las aclaraciones de la UPOV (ANEXO 9.4 (Ad. 7)) para su determinación. Por último se observó la posición de la yema de madera en relación con la rama (alineada, ligeramente divergente y fuertemente divergente) utilizando las explicaciones de la UPOV (ANEXO 9.4 (Ad. 8)).

4.3.3. Características de la hoja.

Todas las observaciones se efectúan en hojas maduras de las ramas del año y las muestras deben recogerse en el tercio central de la rama. Se recogieron 25 muestras por selección para determinar todos los caracteres respecto a la hoja. En los caracteres cualitativos se observaban tantas hojas como fuese necesario para decir que carácter era el correcto.

Usando el calibre electrónico se obtuvo la anchura y la longitud del limbo de las 25 muestras por cada selección y realizando el promedio de ellas y la desviación típica se generó el intervalo de referencia. Posteriormente se determina la relación entre la longitud y la anchura (ligeramente alargada, moderadamente alargada y muy alargada) en la que tenemos como variedad de referencia 'Pioneer' siendo su hoja moderadamente alargada. También se observó la forma del limbo (oval, elíptico y ovoidal) utilizando la explicación de dicho carácter (ANEXO 9.4 (Ad. 12)) y además teníamos disponible la variedad 'Black Gold' con la forma del limbo elíptico.

También se estudió el color del haz de la hoja (verde claro, verde medio, verde oscuro y púrpura rojizo) realizándose de manera visual en campo. El siguiente carácter fue el ángulo del

ápice (agudo, ángulo recto y obtuso) que sin tener en cuenta la punta se determinó en base a las explicaciones facilitadas por la UPOV (ANEXO 9.4 (Ad. 14)). El brillo del haz puede ser débil, medio y fuerte realizándose de manera visual en campo. Del envés se evaluó la pubescencia (laxa, media y densa) teniendo como variedad de referencia 'Angeleno' con pubescencia del envés laxa. Observando el borde de la hoja determinamos el tipo de incisiones (crenadas, bicrenadas, serradas y biserradas) utilizando las explicaciones de la UPOV (ANEXO 9.4 (Ad. 17)) y teniendo disponible la variedad 'Pioneer' teniendo en el borde de sus hojas incisiones de tipo bicrenadas.

Se realizaron las mediciones para obtener la longitud del peciolo de la hoja (corto, medio y largo) con la ayuda del calibre electrónico. Se recogieron 25 muestras y se realizó la ponderación y la desviación típica de los resultados de las 7 selecciones para la realización del intervalo de valores (ANEXO 9.2 (Tabla 9-2)) para determinar el carácter. Para este carácter no había ninguna variedad disponible en la parcela de variedades comerciales por lo que el intervalo generado iba centrado en la media, dicha media resultante de los promedios de todas las selecciones y variedades comerciales de la colección en campo.

Otro carácter importante de la hoja es la posición de los nectarios (principalmente en la base del limbo, principalmente en el peciolo y en ambos) observándolo en hojas adultas bien desarrolladas ya que en estados precoces o más envejecidos podría dificultarse en su observación. La evaluación de este carácter se realizó a pie de campo de manera visual y posteriormente en laboratorio en las 25 muestras para certificarlo.

4.3.4. Características de las flores.

En cuanto a las flores, las 25 muestras de cada carácter observadas fueron recogidas en la época de plena floración de cada selección.

El primer carácter observado fue la longitud del pedicelo (corto, medio y largo) (ANEXO 9.4 (Ad.20)) realizando las mediciones en todas las muestras y sacando los promedios de cada selección. A través de la desviación típica y el promedio de los resultados se obtuvo los intervalos de referencia (ANEXO 9.2 (Tabla 9-3)) de la misma manera que los caracteres cuantitativos de la hoja. El diámetro de la flor (pequeño, medio y largo) fue evaluado de la misma manera que el anterior con la ayuda del calibre electrónico y la creación de un intervalo de referencia (ANEXO 9.2 (Tabla 9-3)) teniendo disponible la variedad de referencia 'Black Gold'. El siguiente carácter es la disposición de los pétalos donde podemos encontrarnos pétalos libres, en contacto y solapados llevándose a cabo para determinarlo una observación visual de las 25 muestras teniendo la ayuda de ilustraciones explicativas en las directrices de la UPOV (ANEXO 9.4 (Ad.22)). El sépalo podemos encontrarlo en diferentes formas (triangular, oval medio, oval ancho, elíptico medio y elíptico ancho) dependiendo de donde este situada la parte más ancha y la relación entre la longitud y la anchura (ANEXO 9.4 (Ad. 23)) siendo comprobado en las 25 muestras. El pétalo podemos encontrarlo también en diferentes formas (elíptico, ovoidal, circular y achatado) determinándola con la ayuda de las explicaciones de la UPOV (ANEXO 9.4 (Ad. 25)) de la misma forma que el carácter anterior. El grado de ondulación en el margen del pétalo puede ser débil, medio y fuerte evaluándose de manera visual en las 25 muestras de todas las selecciones.

La posición del estigma se observa en relación a la posición de las anteras pudiendo estar por encima, al mismo nivel (Fotografía 4-3) o en una posición inferior a ellas observando las 25 muestras. Este carácter influye bastante en el grado de autogamia ya que en general las

selecciones en las que se posiciona por encima son más dependientes de los insectos para el cuajado de la flor (Fotografía 4-4). El grado de autogamia se ve reducido a causa de que al estar el estigma por encima de las anteras, esto dificulta que se deposite el polen en el estigma de la flor para que sea fecundado.

Al margen de la caracterización, se llevó a cabo el estudio de la autogamia o también llamada autofertilidad. Por autofertilidad se entiende la capacidad de una planta parcialmente alógama y autocompatible para autofecundarse. Una planta autofértil es capaz de producir en ausencia de agentes polinizadores. Las selecciones estudiadas sabemos por estudios previos que son autocompatibles, y en este trabajo hemos evaluado la autofertilidad. Esta evaluación consistió en embolsar ramos fructíferos (Fotografía 4-5) unos días antes de la antesis floral, en algunos casos arboles enteros para comprobar su nivel evitando así polinizaciones cruzadas. Se embolsó 4 ramos por árbol para evaluar este carácter. Al acabar el periodo de floración se comprobó el cuajado de los frutos para determinar si la selección era capaz de fecundarse a sí misma corroborando su autocompatibilidad estudiada en años anteriores y si era una variedad autogama o no. Podemos diferenciar diferentes grados de autogamia dependiendo de la cantidad de frutos cuajados al acabar la época de floración, de manera que según la productividad que tenía la rama una vez cuajados los frutos se valoraba su nivel de autogamia (bajo, medio, alto). Al embolsar ramos podemos comparar la fructificación con los ramos no embolsados determinando así el nivel de autogamia. En selecciones como CIR-10 o CIR-50 se pudo embolsar árboles enteros al disponer de gran número de individuos injertados en campo.

En trabajos anteriores se comprobó la autocompatibilidad que consiste en la emasculación de las flores y la observación del crecimiento de los tubos polínicos en los pistilos al autofecundarlos en laboratorio. Aquellos individuos en las que los tubos polínicos se detuvieron sin llegar a la base del estilo se consideraron autoincompatibles, y autocompatibles los que presentaron tubos polínicos en la base del estilo. Con la comprobación de la autogamia podemos afirmar en los casos que si presente dicha cualidad que también son autocompatibles. En las selecciones donde no se presente autogamia sería interesante comprobar la autocompatibilidad evaluando el crecimiento de los tubos polínicos en campañas futuras.



Fotografía 4-3. Flor con estigma al mismo nivel que las anteras.



Fotografía 4-4. Abeja polinizando flor de ciruelo.



Fotografía 4-5. Embolsado de rama antes de la antesis floral.

4.3.5. Características del fruto.

Las observaciones del fruto se realizaron en época de plena madurez para el consumo. Se escogen 25 frutos de cada selección para determinar la morfología de todos los caracteres que se evalúan.

Se utiliza el calibre electrónico para diferentes caracteres como la longitud del pedúnculo (corto, medio y largo) y posteriormente elaborar el intervalo de referencia para determinar el carácter. El tamaño del fruto se evaluó a partir del diámetro ecuatorial ya que generalmente para determinar el calibre de un fruto a la hora de comercializarlo se sigue esta metodología (ANEXO 9.4 (Ad. 31)) y posteriormente se realizó un intervalo de referencia (ANEXO 9.2 (Tabla 9-4)). Además disponíamos de la variedad comercial 'Angeleno' con fruto de tamaño grande. Además se evalúa la altura del fruto (corto, mediano y alto) siguiendo la metodología ya descrita utilizando los promedios y a través de la desviación típica se genera el intervalo de referencia.

Se evalúan también la forma del fruto en vista lateral observando la tabla explicativa que viene recogida en la UPOV (ANEXO 9.4 (Ad. 32)) teniendo diversas opciones de caracterización (oblongo, elíptico, circular, achatado, cordiforme, ovoidal y obcordiforme) y los frutos de la variedad de referencia 'Red Beauty' siendo de forma circular. El grado de simetría del fruto se comprueba a simple vista y deberá observarse junto con la sutura en vista ventral evaluándolo en las 25 muestras por cada selección. Las tres opciones eran: simétrico o ligeramente asimétrico, moderadamente asimétrico y muy asimétrico teniendo como referencia para su determinación la figura explicativa disponible en las directrices de la UPOV (ANEXO 9.4 (Ad. 33)). La forma del fruto desde la base se determinó de manera visual pudiendo ser puntiaguda, truncada y hendida cuyas opciones pueden visualizarse en los anexos (ANEXO 9.4 (Ad. 34)). La forma del ápice se caracterizó de la misma manera que el carácter anterior teniendo referencias de las distintas formas del ápice que hay disponibles en la caracterización (ANEXO 9.4 (Ad. 35)).

El siguiente carácter fue la profundidad de la cavidad peduncular (poco profunda, media y muy profunda) siendo evaluada con la ayuda del calibre electrónico realizando las mediciones en las 25 muestras de cada selección. Además estaba disponible la variedad de referencia 'Angeleno' en campo, cuya profundidad de la cavidad peduncular es media. Con los resultados se realizó el intervalo de referencia (ANEXO 9.2 (Tabla 9-4)) y se determinaron los caracteres de cada selección. También se estudió la anchura de la cavidad peduncular (estrecha, media y ancha) pero en este caso disponíamos de figuras explicativas para cada opción (ANEXO 9.4 (Ad. 37)). La profundidad de la sutura se determinó de la misma manera teniendo disponibles figuras con ejemplos de los frutos con profundidad de la sutura poco profunda, media y profunda (ANEXO 9.4 (Ad. 38)). El siguiente carácter es muy importante ya que puede modificar a simple vista el color del fruto, hablamos de la cantidad de pruina sobre el fruto siendo la capa cerosa sobre la epidermis que puede quitarse frotando. Para determinar la cantidad de pruina (ausente, débil, media, fuerte y muy fuerte) disponemos de ejemplos con los diferentes grados de pruina sobre la epidermis del fruto que pueden haber (ANEXO 9.4 (Ad. 39)).

En cuanto al color del fruto, su observación fue sin la pruina para evaluarlo con exactitud. Se estudió el color de fondo de la epidermis siendo éste el primer color que aparece cronológicamente durante el desarrollo de la epidermis, en la época de maduración pueden verse en forma de trazas, máculas o lunares. Entre las opciones disponibles estaban color verde, verde-amarillento, amarillo y puede que no sea visible. Éste carácter se evaluó de manera visual y

además se disponía de la variedad de referencia 'Angelino' con dicho carácter no visible. La proporción del color superficial de la epidermis se determinó de manera visual en las 25 muestras siendo las opciones ausente o muy pequeña, media, grande y muy grande o totalidad de la superficie. El color superficial de la epidermis es el segundo color que se desarrolla con el tiempo sobre el color de fondo. Puede ser amarillo anaranjado, rojo medio, rojo oscuro, púrpura, azul oscuro, negro o sin color. Dicho carácter se determinó de manera visual en las 25 muestras y además se disponía de la variedad 'Angelino' con el color superficial de la epidermis negro. El último carácter donde se estudia el color del fruto es la distribución del color superficial siendo las opciones de distribución como solo manchas, jaspeado y de manera puramente uniforme. Se determina la cantidad de lenticelas (baja, media o alta) de manera visual y además el tamaño de ellas (pequeñas, medianas y grandes).

Para el siguiente carácter fue necesario seccionar el fruto en dos mitades. Determinamos el color de la pulpa de manera visual pudiendo ser de tonalidades rojas, amarillas, blanquecinas, verdes, naranjas y purpúreas. Para este carácter se disponía como ejemplo los frutos de la variedad 'Angelino' de pulpa amarilla.

La firmeza del fruto (baja, media y alta) se determinó con la ayuda de un penetrómetro electrónico (Fotografía 4-6, Fotografía 4-7) en el laboratorio. El penetrómetro se componía de un vástago cilíndrico y los datos se expresan en kg/cm^2 . Se realizaron dos comprobaciones por ambos lados del fruto para obtener un valor más real teniendo en cuenta que las muestras deben observarse en la época de madurez para el consumo. Al igual que en los demás caracteres cuantitativos, se realizó un intervalo de referencia para determinar dicho carácter (ANEXO 9.2 (Tabla 9-4)) teniendo como variedad de referencia 'Shiro' con firmeza blanda.



Fotografía 4-6. Penetrómetro electrónico Porxxon.

Fotografía 4-7. Penetrómetro Porxxon configurado en el equipo.

Se determina la jugosidad (baja, media y alta) de manera gustativa principalmente, aunque se puede ver a simple vista ya que la ciruela cuando tiene un alto grado de jugosidad tiende a expulsar jugo al comprimir el fruto. Para este carácter se disponía de los frutos de variedad 'Santa Rosa' con una jugosidad alta.

El parámetro de la acidez (baja, media y alta) se determina con la ayuda de un valorador automático de acidez (Fotografía 4-8) a través de una muestra de 10ml de zumo de cada

selección en disolución con NaOH 0,1 N. El valorador mostraba diferentes parámetros como el volumen de la muestra, el pH y el ácido Málico siendo este último el valor que usaremos para determinar dicho carácter. Para este carácter se comparó con la variedad de referencia 'Angelino' de acidez baja realizando un intervalo de referencia (ANEXO 9.2 (Tabla 9-4)).

Posteriormente se obtuvo la dulzura (baja, media y alta) utilizando el refractómetro digital (Fotografía 4-9) a partir de una muestra de zumo. Con la ayuda de una pipeta se deposita la muestra en el aparato midiendo así el contenido de sólidos solubles (°Brix). Al igual que el anterior carácter, la variedad de referencia era 'Angelino' con fruto de dulzura media realizando un intervalo de referencia (ANEXO 9.2 (Tabla 9-4)).



Fotografía 4-8. Valorador automático Metrohm (848).



Fotografía 4-9. Refractómetro digital Atago 3810 PAL-1.

La cantidad de fibra (baja, media y alta) se evalúa de manera visual o al consumirla, se buscan fibras consistentes a simple vista o al comerla se diferencia si el fruto es fibroso o no. La adhesión del hueso al fruto se determinó de manera que al separar las dos mitades del fruto se observa si han quedado restos de pulpa en el hueso y la facilidad con la que se desprende la pulpa del hueso. De esa manera se comprueba de manera visual si es adherente, semiadherente o no adherente.

4.3.6. Características del hueso.

La preparación de la muestra consiste en seccionar el fruto justo por el borde de la sutura y con ambas manos se torsionan las dos mitades obteniendo el hueso limpio sin restos de pulpa. Se dejan secar durante unas horas para una mejor inspección.

El primer carácter que se determina con respecto al hueso es el tamaño. La UPOV no requiere que se determine ni la longitud ni la anchura pero para determinar el tamaño se realizaron dichas mediciones para crear un nuevo intervalo de valores en el que disponíamos de la variedad de referencia 'Angelino' con tamaño del hueso pequeño. Para la ponderación de resultados se utilizaron 25 muestras tanto de las selecciones como de la variedad de referencia.

La forma en vista lateral puede ser elíptica estrecha, elíptica media, circular y oval ancho. Este carácter se evaluó utilizando la explicación ofrecida por la UPOV (ANEXO 9.4 (Ad. 54)) y teniendo como variedad de referencia 'Angeleno' con la forma del hueso circular. La forma en vista ventral se determinó de la misma manera que el carácter anterior (ANEXO 9.4 (Ad. 55)) siendo también la variedad de referencia 'Santa Rosa' con forma del hueso elíptica media al igual que en el anterior carácter. La forma del hueso vista desde la base se realizó con la misma metodología que los parámetros anteriores a diferencia de que la variedad de referencia utilizada en este caso es la variedad 'Black Gold' siendo su forma del hueso desde esta vista de tipo elíptica ancha. También se determina el grado de simetría desde la base del hueso teniendo como referencia los huesos de la variedad 'Angeleno' siendo simétricos o ligeramente asimétricos. La textura de las superficies es importante determinarla después de haber secado los huesos durante 1-2 días para que las texturas estén bien definidas. Las opciones que nos facilita la UPOV son grano fino, granular, rugosa y martillada evaluando dichos huesos de manera visual.

Por último se determina la anchura de la punta del pedúnculo (corta, media y ancha). Se utilizó la figura explicativa de la UPOV (ANEXO 9.4 (Ad. 55)) pero era necesario usar la metodología anteriormente descrita que se basaba en la medición de las muestras obteniendo los promedios y la desviación típica de los resultados elaborando el intervalo de valores (ANEXO 9.2 (Tabla 9-5)). Además se disponía para este carácter la variedad de referencia 'Angeleno' cuyos huesos tiene la anchura de la punta del pedúnculo ancha.

4.3.7. Época de floración y recolección.

Para el registro de una variedad y su posterior comercialización es esencial saber la época de floración y el momento justo para la recolección. El inicio de la floración se da cuando aproximadamente el 10% de las flores estén abiertas y la plena floración cuando aproximadamente el 50% de las flores están abiertas. El final de la floración se da cuando los pétalos de las inflorescencias empiezan a desprenderse. Se entiende por época de maduración o de recolección cuando el fruto está en su momento óptimo para el consumo.

Podemos encontrar selecciones con épocas de floración y maduración desde muy temprana hasta muy tardías. Cuando hablamos de selecciones de floración muy temprana nos referimos a floraciones que se suelen darse antes del mes de Febrero, a partir de aquí encontramos selecciones de floración temprana (30 de Enero - 15 de Febrero), media (15 de Febrero - 1 de Marzo), tardía (1 de Marzo - 15 de Marzo) y muy tardía después del 15 de Marzo. Ejemplos de variedades que podemos encontrar son 'Red Beauty' (de floración muy temprana), 'Fortune' (de floración temprana), 'Green Sun' (de floración media), 'Gaviota' (de floración tardía) y 'Angeleno' (de floración muy tardía).

En cuanto a la maduración, las selecciones más tempranas pueden estar listas para su recolección en el mes de Mayo. Al igual que en la floración, la maduración también puede ser muy temprana si madura antes de mediados de Mayo, temprana (15 de Mayo - 20 de Junio), media (20 de Junio - 30 de Julio), tardía (30 de Julio - 15 de Sept.) y muy tardía después de mediados de Septiembre, siendo esto independiente del tipo de floración de la selección. Ejemplos de variedades que podemos encontrar son 'Red Noble' (de maduración muy temprana), 'Mariposa' (de maduración temprana), 'Black Gold' (de maduración media), 'Angeleno' (de maduración tardía) y 'Golden King' (de maduración muy tardía).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Caracterización del árbol.

Tabla 5-1. Características del árbol.

CARÁCTER	Nº UPOV	VALORACIÓN													
		CIR-1		CIR-10		CIR-50		CIR-15		CIR-17		CIR-62		CIR-48	
SELECCIONES AVANZADAS															
Tipo de fructificación	1	En espolones y tallos largos	2												
Vigor	2	Fuerte	7	Fuerte	7	Fuerte	7	Débil	3	Medio	5	Fuerte	7	Medio	5
Porte	3	Extendido	3	Extendido	3	Extendido	3	Extendido	3	Semierecto	2	Extendido	3	Semierecto	2

Tabla 5-2. Características de los ramos mixtos y espolones o dardos.

CARÁCTER	Nº UPOV	VALORACIÓN													
		CIR-1		CIR-10		CIR-50		CIR-15		CIR-17		CIR-62		CIR-48	
SELECCIONES AVANZADAS															
Color rama de un año	4	Marrón	3	Marrón amarillento	2	Marrón	3	Marrón amarillento	2	Marrón	3	Marrón rojizo	4	Marrón rojizo	4
Longitud del espolón	5	Corto	3	Corto	3	Medio	5	Largo	7	Medio	5	Medio	5	Medio	5
Tamaño de la yema de madera	6	Mediana	2	Mediana	2	Mediana	2	Pequeña	1	Mediana	2	Mediana	2	Mediana	2
Forma del ápice de la yema de madera	7	Agudo	1	Obtuso	2	Obtuso	2	Obtuso	2	Agudo	1	Obtuso	2	Obtuso	2
Posición de la yema en relación con la rama	8	Alineada	1	Ligeramente divergente	2	Ligeramente divergente	2	Ligeramente divergente	2	Fuertemente divergente	3	Ligeramente divergente	2	Ligeramente divergente	2
Valor promedio (longitud del espolón) (mm)		22,03 ± 4,24		25,99 ± 5,51		38,05 ± 6,94		44,71 ± 10,52		41,80 ± 9,66		36,99 ± 8,41		37,52 ± 8,86	



Fotografía 5-1. CIR-1.



Fotografía 5-2. Árbol CIR-10.



Fotografía 5-3. Árbol CIR-50.



Fotografía 5-4. Árbol CIR-15.



Fotografía 5-5. CIR-17.



Fotografía 5-6. CIR-62.



Fotografía 5-7. CIR-48.



Fotografía 5-8. Ramo mixto CIR-1.



Fotografía 5-9. Ramo mixto CIR -10.



Fotografía 5-10. Ramo mixto CIR -50.



Fotografía 5-11. Ramo mixto CIR -15.



Fotografía 5-12. Ramo mixto CIR -17.



Fotografía 5-13. Ramo mixto CIR -62.



Fotografía 5-14. Yema de CIR-62.



Fotografía 5-15. Ramo mixto CIR-48.

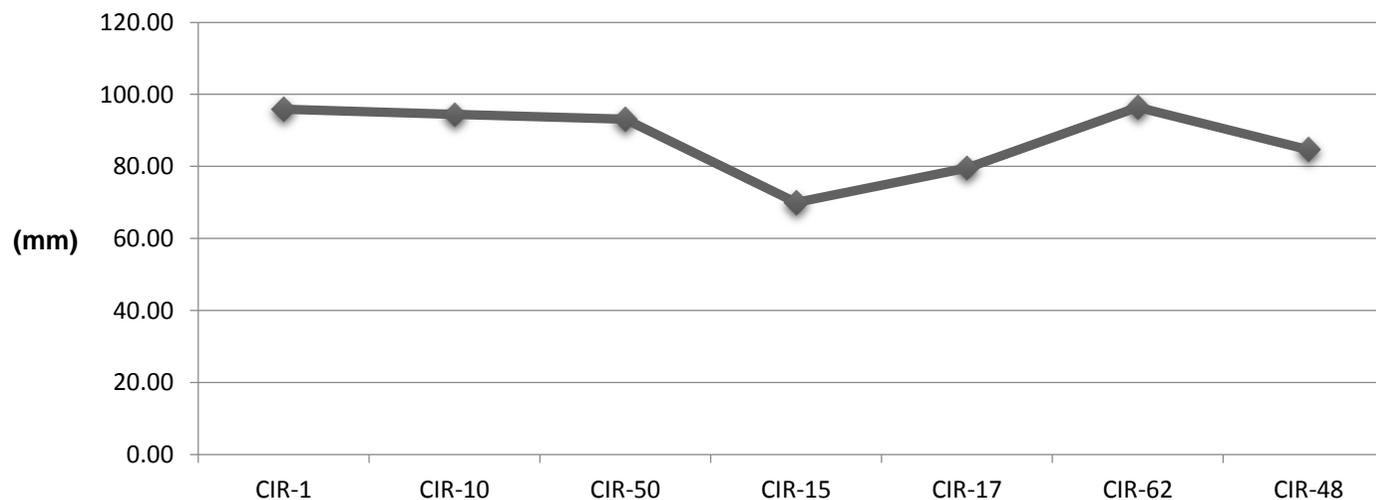
5.2. Caracterización de la hoja.

Tabla 5-3. Características de la hoja.

CARÁCTER	Nº UPOV	VALORACIÓN													
		CIR-1		CIR-10		CIR-50		CIR-15		CIR-17		CIR-62		CIR-48	
SELECCIONES AVANZADAS															
<i>Longitud del limbo</i>	9	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Corto	3	Medio	5	Medio	5	Medio	5
<i>Anchura del limbo</i>	10	Mediano	5	Mediano	5	Mediano	5	Estrecho	3	Mediano	5	Ancho	7	Mediano	5
<i>Relación entre la longitud y la anchura del limbo</i>	11	Muy largo	3	Muy largo	3	Muy largo	3	Moderadamente alargado	2	Muy largo	3	Muy largo	3	Muy largo	3
<i>Forma del limbo</i>	12	Elíptico	2	Elíptico	2	Elíptico	2	Elíptico	2	Elíptico	2	Elíptico	2	Elíptico	2
<i>Color del haz</i>	13	Verde oscuro	3	Verde medio	2	Verde medio	2	Verde medio	2	Verde oscuro	3	Verde claro	1	Verde claro	1
<i>Ángulo del ápice del limbo</i>	14	Agudo	1	Agudo	1	Agudo	1	Agudo	1	Agudo	1	Agudo	1	Agudo	1
<i>Brillo del haz</i>	15	Medio	2	Medio	2	Medio	2	Medio	2	Medio	2	Medio	2	Fuerte	3
<i>Pubescencia del envés</i>	16	Laxa	1	Media	2	Laxa	1	Laxa	1	Laxa	1	Laxa	1	Laxa	1
<i>Incisiones del borde de la hoja</i>	17	Bicrenadas	2	Bicrenadas	2	Bicrenadas	2	Bicrenadas	2	Biserrada	4	Bicrenadas	2	Biserrada	4
<i>Longitud del peciolo</i>	18	Mediano	5	Largo	7	Mediano	5	Mediano	5	Mediano	5	Corto	3	Largo	7
<i>Posición de los nectarios</i>	19	Tanto en la base del limbo como en el peciolo	2	Tanto en la base del limbo como en el peciolo	2	Tanto en la base del limbo como en el peciolo	2	Principalmente en la base del limbo	1	Tanto en la base del limbo como en el peciolo	2	Tanto en la base del limbo como en el peciolo	2	Tanto en la base del limbo como en el peciolo	2

Tabla 5-4. Valores promedios de las características de la hoja.

SELECCIONES AVANZADAS	MEDIAS						
	CIR-1	CIR-10	CIR-50	CIR-15	CIR-17	CIR-62	CIR-48
Longitud del limbo (mm)	95,90 ± 8,67	94,46 ± 11,48	93,12 ± 12,85	69,98 ± 5,14	79,54 ± 7,84	96,94 ± 11,78	84,66 ± 7,05
Anchura del limbo (mm)	38,71 ± 4,97	39,18 ± 5,05	38,77 ± 6,51	33,21 ± 2,70	35,20 ± 3,50	41,99 ± 4,38	35,81 ± 4,04
Relación entre la longitud y la anchura del limbo (mm)	2,50	2,43	2,42	2,11	2,27	2,30	2,38
Longitud del peciolo (mm)	14,24 ± 1,56	19,88 ± 2,30	17,83 ± 1,67	18,31 ± 2,51	16,41 ± 2,66	14,61 ± 2,19	20,61 ± 2,46



Gráfica 5-1. Caracter Nº 9. Longitud del limbo (mm).



Fotografía 5-16. Hoja en diferentes vistas CIR-1.



Fotografía 5-17. Peciolo CIR-1.



Fotografía 5-18. Hoja en diferentes vistas CIR-10.



Fotografía 5-19. Peciolo CIR-10.



Fotografía 5-20. Hoja en diferentes vistas CIR-50.



Fotografía 5-21. Peciolo CIR-50.



Fotografía 5-22. Hoja en diferentes vistas CIR-15.



Fotografía 5-23. Peciolo CIR-15.



Fotografía 5-24. Hoja en diferentes vistas CIR-17.



Fotografía 5-25. Pecíolo CIR-17.



Fotografía 5-26. Hoja en diferentes vistas CIR-62.



Fotografía 5-27- Pecíolo CIR-62.



Fotografía 5-28. Hoja en diferentes vistas CIR-48.



Fotografía 5-29. Pecíolo CIR-62.



Fotografía 5-30. Incisiones del borde de la hoja tipo bicrenadas CIR-1.

5.3. Caracterización de las flores.

Tabla 5-5. Características de las flores.

CARÁCTER	Nº UPOV	VALORACIÓN													
		CIR-1		CIR-10		CIR-50		CIR-15		CIR-17		CIR-62		CIR-48	
<i>Longitud del pedicelo</i>	20	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Corto	3
<i>Diámetro de la flor</i>	21	Mediano	5	Mediano	5	Pequeño	3	Mediano	5	Mediano	5	Mediano	5	Grande	7
<i>Disposición de los pétalos</i>	22	Solapados	3	Solapados	3	Solapados	3	En contacto	2	En contacto	2	Libres	1	Solapados	3
<i>Forma del sépalo</i>	23	Oval medio	2	Oval medio	2	Oval medio	2	Oval medio	2	Triangular	1	Oval medio	2	Oval medio	2
<i>Longitud del pétalo</i>	24	Corto	3	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Largo	7
<i>Forma del pétalo</i>	25	Circular	2	Circular	2	Circular	2	Circular	2	Ovoidal	4	Ovoidal	4	Circular	2
<i>Ondulación del margen del pétalo</i>	26	Débil	1	Débil	1	Débil	1	Débil	1	Débil	1	Débil	1	Débil	1
<i>Posición del estigma en relación a las anteras</i>	27	Por debajo	1	Por encima	3	Por debajo	1	Por debajo	1	Por debajo	1	Por debajo	1	Por debajo	1

Tabla 5-6. Valores promedio de las características de las flores.

CARÁCTER	MEDIAS						
	CIR-1	CIR-10	CIR-50	CIR-15	CIR-17	CIR-62	CIR-48
<i>Longitud del pedicelo (mm)</i>	11,64 ± 1,45	11,62 ± 1,16	9,56 ± 1,68	11,68 ± 1,51	10,50 ± 1,76	11,14 ± 2,15	5,95 ± 1,64
<i>Diámetro de la flor (mm)</i>	13,30 ± 1,56	12,04 ± 1,64	11,24 ± 1,45	13,37 ± 1,89	14,59 ± 2,36	15,01 ± 1,71	18,60 ± 3,97
<i>Longitud de los pétalos (mm)</i>	8,06 ± 0,96	12,17 ± 0,86	9,42 ± 0,96	10,17 ± 1,22	12,09 ± 0,73	10,44 ± 0,92	13,02 ± 1,26

5.4. Caracterización de los frutos.

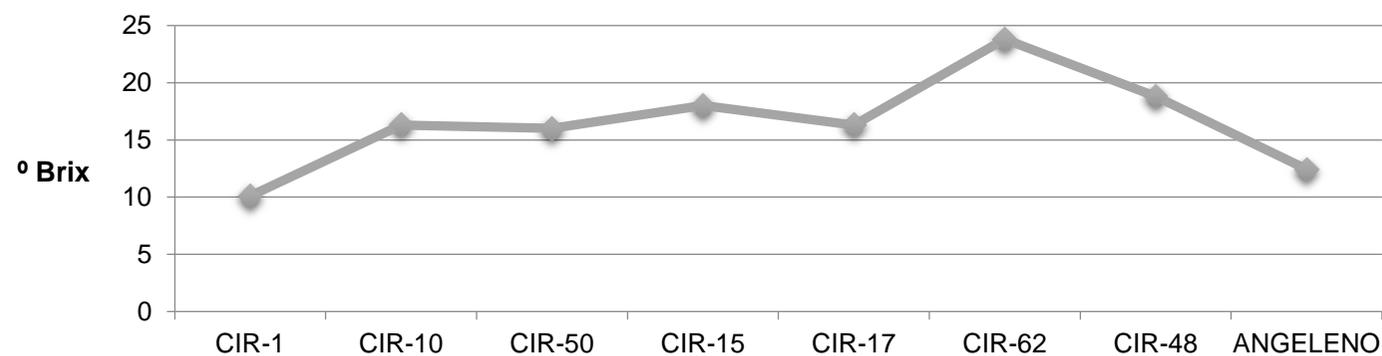
Tabla 5-7. Características de los frutos.

SELECCIONES AVANZADAS	Nº UPOV	VALORACIÓN													
		CIR-1		CIR-10		CIR-50		CIR-15		CIR-17		CIR-62		CIR-48	
Longitud del pedúnculo	28	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Largo	7	Corto	3
Tamaño del fruto	29	Medio	5	Pequeño	3	Grande	7	Pequeño	3	Muy grande	9	Medio	5	Pequeño	3
Altura	30	Mediano	5	Mediano	5	Mediano	5	Mediano	5	Alto	7	Mediano	5	Mediano	5
Anchura	31	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Medio	5	Ancho	7	Medio	5	Estrecho	3
Forma en vista lateral	32	Achatado	4	Achatado	4	Oblongo	1	Ovoidal	6	Cordiforme	5	Ovoidal	6	Circular	3
Simetría	33	Moderadamente e asimétrico	2	Moderadamente asimétrico	2	Ligeramente asimétrico	1	Moderadamente asimétrico	2	Ligeramente asimétrico	1	Ligeramente asimétricos	1	Ligeramente asimétrico	1
Forma de la base	34	Hendida	3	Hendida	3	Hendida	3	Hendida	3	Hendida	3	Hendida	3	Hendida	3
Forma del ápice	35	Redondeada	2	Redondeada	2	Truncada	3	Redondeada	2	Puntiaguda	1	Redondeada	2	Redondeada	2
Profundidad de la cavidad peduncular	36	Profunda	3	Profunda	3	Profunda	3	Profunda	3	Profunda	3	Profunda	3	Profunda	3
Anchura de la cavidad peduncular	37	Ancha	3	Media	2	Media	2	Media	2	Media	2	Media	2	Media	2
Profundidad de la sutura	38	Media	3	Poco profunda	2	Media	3	Poco profunda	2	Media	3	Poco profunda	2	Poco profunda	2
Pruina de la epidermis	39	Media	5	Débil	3	Débil	3	Media	5	Fuerte	7	Débil	3	Media	5
Color de fondo de la epidermis	40	No visible	1	No visible	1	No visible	1	Amarillo	4	No visible	1	Verde amarillento	3	Verde amarillento	3

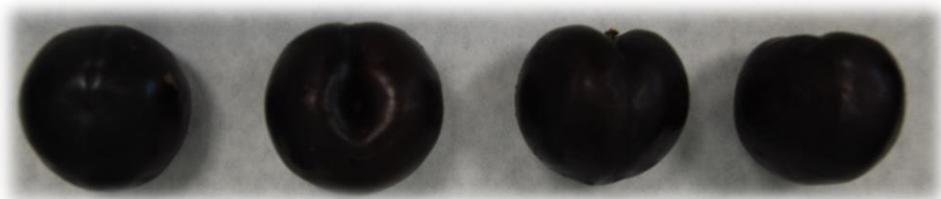
CARÁCTER	Nº UPOV	VALORACIÓN													
		CIR-1		CIR-10		CIR-50		CIR-15		CIR-17		CIR-62		CIR-48	
SELECCIONES AVANZADAS															
<i>Proporción del color superficial de la epidermis</i>	41	Muy grande	9	Muy grande	9	Muy grande	9	Grande	7	Muy grande	9	Mediana	5	Mediana	5
<i>Color superficial de la epidermis</i>	42	Rojo oscuro	4	Rojo oscuro	4	Rojo oscuro	4	Rojo medio	3	Rojo oscuro	4	Rojo oscuro	4	Rojo medio	3
<i>Distribución del color superficial</i>	43	De manera puramente uniforme	3	De manera puramente uniforme	3	De manera puramente uniforme	3	Jaspeado	2	De manera puramente uniforme	3	Jaspeado	2	Jaspeado	2
<i>Nº de lenticelas</i>	44	Medio	5	Alto	7	Alto	7	Alto	7	Medio	5	Alto	7	Alto	7
<i>Tamaño de las lenticelas</i>	45	Pequeñas	1	Medianas	2	Pequeñas	1	Medianas	2	Medianas	2	Grandes	3	Medianas	2
<i>Color de la pulpa</i>	46	Rojo medio	6	Rojo medio	6	Rojo medio	6	Rojo oscuro	7	Rojo oscuro	7	Rojo oscuro	7	Rojo oscuro	7
<i>Firmeza</i>	47	Medio	5	Blando	3	Medio	5	Blando	3	Blando	3	Blando	3	Medio	5
<i>Jugosidad</i>	48	Alta	3	Alta	3	Alta	3	Media	2	Alta	3	Alta	3	Media	2
<i>Acidez</i>	49	Baja	1	Alta	3	Baja	1	Baja	1	Baja	1	Baja	1	Media	2
<i>Dulzura</i>	50	Baja	1	Media	2	Media	2	Media	2	Media	2	Alta	3	Alta	3
<i>Adhesión del hueso a la pulpa</i>	51	Adherente	3	No adherente	1	No adherente	1	No adherente	1	No adherente	1	Semiadherente	2	Semiadherente	2
<i>Cantidad de fibra</i>	52	Media	2	Media	2	Media	2	Mucha	3	Mucha	3	Media	2	Mucha	3

Tabla 5-8. Valores promedio de las características de los frutos.

CARÁCTER	MEDIAS						
	CIR-1	CIR-10	CIR-50	CIR-15	CIR-17	CIR-62	CIR-48
SELECCIONES AVANZADAS							
Longitud del pedúnculo (mm)	14,38	15,86 ± 1,99	14,38	15,03 ± 1,45	13,01 ± 1,85	18,06 ± 4,2	9,94 ± 1,75
Altura del fruto (mm)	47,75 ± 2,4	48,03 ± 2,27	47,64 ± 1,71	47,58 ± 3,39	54,75 ± 3,26	48,12 ± 3,35	48,09 ± 3
Anchura del fruto (mm)	54,48 ± 3,02	53,34 ± 2,48	56,44 ± 1,35	53,85 ± 2,64	58,23 ± 3,56	54,57 ± 2,83	52,77 ± 3,56
Profundidad de la cavidad peduncular (mm)	10,86 ± 1,07	9,01 ± 1,11	8,40 ± 1,87	6,66 ± 1,77	8,73 ± 1,31	10,05 ± 1,23	8,92 ± 1,23
Firmeza (kg/cm ²)	3,58 ± 1,14	2,51 ± 0,77	2,89 ± 0,97	2,60 ± 0,70	2,70 ± 0,95	2,01 ± 0,47	2,84 ± 0,56
Acidez (mg/l)	16,68	21,38	15,2	13,94	12,36	14,6	18,4
Dulzura (°Brix)	10,1	16,3	16	18	16,3	23,8	18,8



Gráfica 5-2. Caracter N° 50. Valores de dulzura (°Brix) de las selecciones y la variedad de referencia descrita por la UPOV.



Fotografía 5-31. Fruto CIR-1.



Fotografía 5-32. Fruto CIR-10.



Fotografía 5-33. Fruto CIR-50.



Fotografía 5-34. Fruto CIR-15.



Fotografía 5-35. Fruto CIR-17.



Fotografía 5-36. Fruto CIR-62.



Fotografía 5-37. Fruto CIR-48.

5.5. Caracterización del hueso.

Tabla 5-9. Características del hueso.

SELECCIONES AVANZADAS	Nº UPOV	VALORACIÓN													
		CIR-1		CIR-10		CIR-50		CIR-15		CIR-17		CIR-62		CIR-48	
Tamaño	53	Pequeño	3	Pequeño	3	Pequeño	3	Mediano	5	Mediano	5	Pequeño	3	Pequeño	3
Forma vista lateral	54	Elíptico estrecho	1	Elíptico medio	2	Circular	3	Elíptico estrecho	1	Elíptico medio	2	Elíptico medio	2	Elíptico medio	2
Forma en vista ventral	55	Elíptico ancho	3	Elíptico medio	2	Elíptico medio	2	Elíptico estrecho	1	Elíptico medio	2	Elíptico medio	2	Elíptico ancho	3
Forma desde la base	56	Elíptico estrecho	1	Elíptico medio	2	Elíptico medio	2	Elíptico medio	2	Elíptico medio	2	Elíptico medio	2	Elíptico ancho	3
Simetría en vista lateral	57	Moderadamente asimétrico	2	Ligeramente asimétrico	1	Moderadamente asimétrico	2	Ligeramente asimétrico	1	Moderadamente asimétrico	2	Moderadamente asimétrico	2	Moderadamente asimétrico	2
Textura de las superficies laterales	58	Rugosa	3	Rugosa	3	Martillada	4	De grano fino	1	Rugosa	3	Granular	2	Rugosa	3
Anchura de la punta del pedúnculo	59	Ancha	3	Ancha	3	Ancha	3	Ancha	3	Ancha	3	Media	2	Ancha	3

Tabla 5-10. Valores promedio de las características del hueso.

SELECCIONES AVANZADAS	MEDIAS							
	CIR-1	CIR-10	CIR-50	CIR-15	CIR-17	CIR-62	CIR-48	
Longitud del hueso (mm)	18,54 ± 1,08	22,24 ± 1,52	18,23 ± 1,22	20,10 ± 2,36	21,84 ± 1,62	18,52 ± 1,28	21,93 ± 1,27	
Anchura del hueso (mm)	17,67 ± 1,27	18,88 ± 1,53	17,81 ± 1,17	17,35 ± 1,38	16,84 ± 1,12	17,79 ± 1,57	19,57 ± 1,30	
Anchura de la punta del pedúnculo (mm)	3,25 ± 0,52	5,02 ± 0,85	3,17 ± 0,67	3,46 ± 0,92	3,72 ± 0,86	2,65 ± 0,30	3,91 ± 0,71	



Fotografía 5-38. Fruto y hueso CIR-1.



Fotografía 5-39. Fruto y hueso CIR-10.



Fotografía 5-40. Fruto y hueso CIR-50.



Fotografía 5-41. Fruto y hueso CIR-15.



Fotografía 5-42. Fruto y hueso CIR-17.



Fotografía 5-43. Fruto y hueso CIR-62.



Fotografía 5-44. Fruto y hueso CIR-48.



Fotografía 5-45. Superficie lateral del hueso CIR-17 tipo rugosa.



Fotografía 5-46. Superficie lateral del hueso CIR-62 tipo martillada.

5.6. Caracterización de las épocas de floración y maduración.

Tabla 5-11. Inicio de la época de floración y maduración de las selecciones.

CARÁCTER	Nº UPOV	VALORACIÓN													
		CIR-1		CIR-10		CIR-50		CIR-15		CIR-17		CIR-62		CIR-48	
SELECCIONES AVANZADAS															
Época del comienzo de la floración	60	Temprana	3	Temprana	3	Temprana	3	Media	5	Media	5	Media	5	Media	5
Época de inicio de la madurez del fruto	61	Temprana	3	Temprana	3	Temprana	3	Media	5	Media	5	Media	5	Media	5

Tabla 5-12. Fechas de floración, desarrollo del fruto y recolección de las selecciones estudiadas y la variedad de referencia de pulpa roja 'Black Splendor'.

Referencia	Año	Inicio floración	Plena floración	Final floración	Inicio recolección	Plena recolección	Final recolección	Floración	Desarrollo del fruto	Recolección
Black Splendor	2020	20-Feb	24-Feb	02-Mar	15-Jun	20-Jun	25-Jun	11	105	10
CIR-1	2020	07-Feb	12-Feb	18-Feb	20-May	22-May	28-May	11	92	8
CIR-10	2020	09-Feb	12-Feb	19-Feb	28-May	01-Jun	15-Jun	10	99	18
CIR-50	2020	07-Feb	10-Feb	20-Feb	13-Jun	15-Jun	30-Jun	13	114	17
CIR-15	2020	24-Feb	28-Feb	04-Mar	27-Jun	29-Jun	05-Jul	9	115	8
CIR-17	2020	16-Feb	20-Feb	25-Feb	06-Jul	09-Jul	15-Jul	9	132	9
CIR-62	2020	17-Feb	20-Feb	29-Feb	25-Jun	29-Jun	02-Jul	12	117	7
CIR-48	2020	20-Feb	26-Feb	02-Mar	10-Jul	15-Jul	25-Jul	11	130	15



Gráfica 5-3. Intervalos de floración, desarrollo del fruto y maduración de las selecciones estudiadas y la variedad de referencia 'Black Splendor'.

5.7. Resultados del estudio de la autogamia de las selecciones.

Tabla 5-13. Presencia de autogamia en las selecciones.

CARÁCTER	VALORACIÓN						
	CIR-1	CIR-10	CIR-50	CIR-15	CIR-17	CIR-62	CIR-48
SELECCIONES AVANZADAS							
AUTOGAMIA	No presenta autogamia	Presenta autogamia (Nivel bajo)	Presenta autogamia (Nivel medio)				

5.8. Discusión de los resultados.

De los caracteres más importantes del árbol (Tabla 5-1) destaca el vigor, dónde la selección CIR-15 presenta un vigor similar a la variedad de ejemplo 'Black Gold' (Fotografía 9-1) propuesta por la UPOV. Éstas tienen un vigor débil, siendo motivo de futuros estudios, si favorece o no el ahorro en las labores de cultivo, como aclareo, poda y recolección frente a las otras selecciones más vigorosas. El tipo de fructificación es otro de los caracteres a resaltar ya que en las selecciones avanzadas a estudio fructifican tanto en espolones como en ramos mixtos, observándose en la campaña actual y en las anteriores el alto porcentaje de producción y calidad de los frutos en ramos mixtos. El porte de las selecciones se encuentra entre el intervalo de semierecto y extendido.

En cuanto a los ramos (Tabla 5-2) se evaluaron caracteres como la longitud de los espolones o dardos donde vemos que la selección CIR-15 desarrolla dardos largos favoreciendo así la producción en este tipo de ramos.

En las hojas (Tabla 5-3), observamos caracteres no tan influyentes para la elección del cultivo aunque nos sirven para poder caracterizar correctamente nuestras selecciones. Se han estudiado caracteres como la longitud del limbo de la hoja (Gráfica 5-1), donde todas las selecciones desarrollaban hojas con el limbo de longitud media a excepción de la CIR-15 con longitud del limbo corto. Aunque la longitud del limbo de la CIR-17 presentó una longitud media, el promedio de las medidas de esta selección fue el más cercano al promedio de las medidas de la CIR-15, destacando que estas dos selecciones proceden de la misma familia. Otro carácter importante de la hoja es el tipo de incisiones del borde de la hoja, las selecciones estudiadas presenta dos tipos de incisiones en el borde siendo bicrenadas o biserradas.

En las flores (Tabla 5-5), uno de los caracteres más importantes en su anatomía, es la posición del estigma en relación con las anteras, ya que cuando se encuentra por encima de las anteras, en las variedades autocompatibles dificulta su autofecundación, necesitando el uso de insectos polinizadores, cómo es el caso de la selección CIR-10. Sin embargo, en las otras selecciones a estudio se encuentran el estigma por debajo de las anteras, facilitando así su autofecundación como es el caso de la CIR-50, CIR-15, CIR-17, CIR-62 y CIR-48, aun siendo recomendable el uso de insectos polinizadores para asegurar una buena producción, a excepción de la CIR-1 que es autoincompatible como la variedad de referencia 'Black Splendor'. Después de ensayos de polinización dirigida en campañas anteriores, la CIR-10 puede realizar la función de variedad polinizadora de la CIR-1, coincidiendo en su fecha de floración.

Respecto al fruto (Tabla 5-7) uno de los caracteres que está demandando cada vez más atención en el consumidor es la coloración roja de la carne, ya que está asociada a la salud por su alto contenido en antocianos, siendo en este caso las 7 selecciones a estudio de carne roja. En relación a los calibres, destaca la selección CIR-17 produciendo frutos muy grandes y la selección CIR-50 con frutos grandes al igual que la variedad de referencia 'Angeleno'. En el contenido de sólidos solubles (°Brix) todas ellas superan a la variedad de referencia, estando por encima de los 16 °Brix excepto la CIR-1 que se encuentra por debajo de la variedad de referencia 'Angeleno', destacando las selecciones CIR-15, CIR-62 y CIR-48 con valores por encima de los 18 °Brix (Gráfica 5-2). Teniendo como variedades de referencia 'Black Splendor' o 'Angeleno' de acidez baja, se determinó que las selecciones se encuentran en ese intervalo a excepción de la CIR-10 de acidez alta y la CIR-48 de acidez media. Las selecciones CIR-48 y CIR-62 sobre todo destacan

por la distribución del color superficial de epidermis jaspeado tan llamativo, que aportarían nuevas tipologías de fruto al mercado si llegaran a convertirse en variedades registradas.

En cuanto a los caracteres del hueso (Tabla 5-9) destacamos el tamaño ya que en general todas las selecciones desarrollan huesos pequeños a excepción de la CIR-17 con huesos de tamaño medio, carácter previsible ya que dicha selección posee un tamaño del fruto muy grande.

Al analizar dos de los caracteres más importantes a nivel de productor y operador, como son la fecha de floración y maduración (Tabla 5-11 y Tabla 5-12), algunas de las selecciones estudiadas en el trabajo destacan por su fecha de recolección temprana. En cuanto a la época de floración y recolección se utilizó la variedad 'Black Splendor' (Gráfica 5-3, Tabla 5-12) con época de floración media y época de maduración temprana para comparar con las selecciones estudiadas ya que en la tipología de ciruela roja de carne roja es la referencia por fecha de recolección y comercialización en mercado.

La CIR-1 y la CIR-10, se observa cómo llegan en un hueco de mercado donde no existen apenas variedades de tipología similar, recolectándose entre 20 y 15 días respectivamente antes que la variedad de referencia de carne roja (Gráfica 5-3, Tabla 5-12), y con el valor añadido de la autocompatibilidad que presenta la CIR-10. La CIR-50 tiene una fecha de floración temprana, aunque coincide en fecha de recolección con la variedad de referencia, la mejora por su alta calidad gustativa, por su autocompatibilidad y nivel de autogamia medio (Tabla 5-13), ya que 'Black Splendor' es autoincompatible. Podrían combinar muy bien en campo las selecciones CIR-10 y la CIR-50 ya que ambas son de la misma tipología y con recolecciones sucesivas, es decir podríamos disponer de fruta de la misma tipología desde principios de Junio con la CIR-10 y a partir de la tercera semana de Junio empezar a recolectar la CIR-50. La CIR-15 y CIR-17 son de época de floración media, vienen en un buen hueco de mercado detrás de la CIR-50 y la variedad de referencia, podrían cultivarse favorablemente en zonas algo más frías al tener una floración cercana a Marzo. La CIR-62 y CIR-48 se caracterizan también por tener una época de floración media coincidiendo ambas en fecha de floración con la variedad de referencia. La CIR-48 es la selección cuya fecha de maduración es la más atrasada de las selecciones estudiadas.

6. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO

Es necesario realizar un análisis coste-beneficio para poder tener una visión general de la rentabilidad que podría tener nuestro cultivo, para ello se obtuvo el valor de la variedad y de la producción. Se usaron datos referentes al actual programa de mejora de ciruelo del presente trabajo y datos obtenidos por el departamento de fruticultura del IMIDA en anteriores campañas. El valor de la variedad y el valor de la producción se estimaron suponiendo que las siete selecciones son variedades comerciales ya registradas.

6.1. *Valor de la variedad.*

Si estimamos el valor de la variedad mediante los costes de desarrollo, hay que tener en cuenta el capital aportado por IMIDA y por el CEBAS. El capital anual invertido se destina a partes iguales para el desarrollo de material y métodos y para el de variedades, por tanto, si se divide el total de la parte dedicada al desarrollo de variedades entre el total de variedades obtenidas, obtenemos que el valor de producción de cada variedad es de 36.000 € (Tabla 6-1).

Tabla 6-1. Valor de la variedad a partir del capital aportado.

COSTE ANUAL MAT. Y MÉT. (€/ha)	Nº Ha	Nº DE AÑOS	DESARROLLO DE VARIEDADES (€)	Nº VARIEDADES OBTENIDAS	TOTAL (€/VARIEDAD)
8.000	3,5	9	252.000	7	36.000

El valor de la variedad también se estimó en base a los ingresos por royalties a la hora de comercializar la planta. Se tiene en cuenta que los royalties por el obtentor ascienden a 3€/plantón. Se hizo un pronóstico de la cantidad de plantones vendidos durante 5 años en el primer caso (Tabla 6-2) y 10 años en el segundo caso como situación en alza (Tabla 6-3). En estos dos casos se obtiene un valor total de ingresos cuyo promedio de ambos y dividiéndolo entre el número de variedades desarrolladas da lugar al valor de la variedad de cada una.

Tabla 6-2. Estimación de los ingresos (€) por royalties en 5 años en base al número de árboles vendidos.

VARIEDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL VENDIDO	INGRESOS POR VARIEDAD
CIR-1	3.000	2.500	2.000	1.500	1.000	9.000	27.000 €
CIR-10	3.000	2.500	2.000	1.500	1.000	9.000	27.000 €
CIR-50	3.000	2.500	2.000	1.500	1.000	9.000	27.000 €
CIR-15	3.000	2.500	2.000	1.500	1.000	9.000	27.000 €
CIR-17	3.000	2.500	2.000	1.500	1.000	9.000	27.000 €
CIR-62	3.000	2.500	2.000	1.500	1.000	9.000	27.000 €
CIR-48	3.000	2.500	2.000	1.500	1.000	9.000	27.000 €
TOTAL INGRESOS (€)							189.000 €

Tabla 6-3. Estimación de los ingresos (€) por royalties en 10 años en base al número de árboles vendidos.

VARIEDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	TOTAL VENDIDO	INGRESOS POR VARIEDAD (€)
CIR-1	3.000	2.700	2.400	2.100	1.800	1.500	1.200	900	600	300	16.500	49.500 €
CIR-10	3.000	2.700	2.400	2.100	1.800	1.500	1.200	900	600	300	16.500	49.500 €
CIR-50	3.000	2.700	2.400	2.100	1.800	1.500	1.200	900	600	300	16.500	49.500 €
CIR-15	3.000	2.700	2.400	2.100	1.800	1.500	1.200	900	600	300	16.500	49.500 €
CIR-17	3.000	2.700	2.400	2.100	1.800	1.500	1.200	900	600	300	16.500	49.500 €
CIR-62	3.000	2.700	2.400	2.100	1.800	1.500	1.200	900	600	300	16.500	49.500 €
CIR-48	3.000	2.700	2.400	2.100	1.800	1.500	1.200	900	600	300	16.500	49.500 €
TOTAL INGRESOS (€)											346.500 €	

Tabla 6-4. Valor por variedad (€).

PROMEDIO (5 y 10 años) (€)	Nº DE VARIEDADES	TOTAL (€/VARIEDAD)
267.750	7	38.250

Realizando el promedio de los ingresos en ambos casos y dividiéndolo entre las variedades obtenidas, obtenemos 38.250 € como valor de variedad (Tabla 6-4).

6.2. Valor de la producción.

Es importante que el agricultor sepa la inversión inicial de la nueva plantación y la rentabilidad de la misma, es decir, cuánto tiempo tardaría en recuperar la inversión realizada y el beneficio que podría tener esta nueva plantación.

Tabla 6-5. Estructura de costes (€/ha) para una plantación de ciruelo temprano con marco de plantación 5x4 m (García, 2018).

Labor	Coste (€/ha)
Preparación del terreno y plantación	824
Costes del circulante:	
Poda anual	736
Poda en verde	526
Seguro cultivo	1.705
Costes de maquinaria	570
Fitosanitarios	578
Abonos	571
Herbicidas	65
Mantenimiento	112
Energía eléctrica	100
Riego	980
Aclareo	2.103
Recolección	3.746
Personal fijo	1.693
Coste total circulante (€/ha)	13.485 €
Coste total (€/ha)	14.309 €

Los costes por hectárea y año para una plantación de ciruelo temprano con marco de plantación 5x4 m estarían alrededor de 14.309€ (Tabla 6-5). La inversión inicial por hectárea (500 árboles) es de 3000 €, siendo 6€/plantón en el vivero (3€ de royalties y 3€ de gastos del vivero). A esto hay que sumarle el coste de la preparación del terreno y la plantación, siendo el total de la inversión de 3.824 €/ha.

Mediante la realización de flujos de caja podemos determinar la rentabilidad del cultivo, determinando así el año en el que el agricultor empezaría a recuperar la inversión realizada generando beneficios. Para ello es necesario aplicar a los costes del circulante en los 3 primeros años los coeficientes correctores que son 0,4, 0,7 y 0,9. Esto se hizo ya que una plantación joven no tiene el mismo rendimiento que una plantación adulta, la producción en los primeros años es menor y los gastos se ven reducidos en cuanto a la poda, recolección, abonado, etc...

Los precios de la fruta se obtuvieron de los últimos análisis expost campaña realizados por el Ministerio de Agricultura publicados el 27 de Febrero de 2020, siendo 0,81€/kg el promedio del valor de los últimos 5 años de ciruela fresca en España (Tabla 6-6).

Tabla 6-6. Balance de flujo de caja para recuperar la inversión inicial.

AÑO	INVERSIÓN (€)	PRODUCCIÓN (KG)	PRECIO (€/ha)	ÁRBOLES/ha	COBROS (€)	PAGOS (€)	FLUJO DE CAJA (€)	RECUPERACIÓN (€)
1	3.824	0	-	500	0	0	-3.824	-3.824
2	-	15	0,81	500	6.075	5.394	681	-3.143
3	-	30	0,81	500	12.150	9.439,5	2.711	-432
4	-	45	0,81	500	18.225	12.136,5	6.089	5.657
5	-	60	0,81	500	24.300	13.485	10.815	16.472
6	-	60	0,81	500	24.300	13.485	10.815	27.287
7	-	60	0,81	500	24.300	13.485	10.815	38.102
8	-	60	0,81	500	24.300	13.485	10.815	48.917
9	-	60	0,81	500	24.300	13.485	10.815	59.732
10	-	60	0,81	500	24.300	13.485	10.815	70.547

En este caso, el agricultor podría recuperar su inversión al 4º año de plantación ya que empieza a generar beneficios aunque con estas nuevas variedades podría generar beneficios antes. Estas variedades habrían aumentado la calidad de la fruta con respecto a otras variedades comerciales. Por lo tanto se podría estimar su rentabilidad teniendo en cuenta un valor añadido a la hora de comercializar la fruta. Podríamos aumentar 0,10 €/kg pasando de 0,81 €/kg a 0,91 €/kg consiguiendo así un mayor beneficio. A continuación se puede observar la rentabilidad a través de flujos de caja teniendo en cuenta el valor añadido en cuanto al precio de la fruta.

Tabla 6-7. Flujo de caja con valor añadido de la producción.

AÑO	INVERSIÓN (€)	PRODUCCIÓN (KG)	PRECIO (€/ha)	ÁRBOLES/ha	COBROS (€)	PAGOS (€)	FLUJO DE CAJA (€)	RECUPERACIÓN (€)
1	3.824	0	-	500	0	0	-3.824	-3.824
2	-	15	0,91	500	6.825	5.394	1.431	-2.393
3	-	30	0,91	500	13.650	9.439,5	4.211	1.818
4	-	45	0,91	500	20.475	12.136,5	8.339	10.157
5	-	60	0,91	500	27.500	13.485	14.015	24.172
6	-	60	0,91	500	27.500	13.485	14.015	38.187
7	-	60	0,91	500	27.500	13.485	14.015	52.202
8	-	60	0,91	500	27.500	13.485	14.015	66.217
9	-	60	0,91	500	27.500	13.485	14.015	80.232
10	-	60	0,91	500	27.500	13.485	14.015	94.247

En este caso, el agricultor podría recuperar su inversión al 3er año de plantación ya que empieza a generar beneficios. Con este aumento de precio se pueden llegar a conseguir hasta 3.200 € adicionales por hectárea en plena producción. En una vida de 10 años serían unos 23.700 €/ha, por lo que frente a los 3000 €/ha del coste inicial, el agricultor tendría un margen de beneficio adicional de 20.700 €/ha en 10 años.

7. CONCLUSIONES

La caracterización pomológica utilizando los descriptores propios de la UPOV nos ha permitido realizar comparativas precisas entre las diferentes selecciones avanzadas estudiadas en el presente trabajo. En el proceso de registro, presentar la caracterización pomológica es requisito fundamental para la obtención de certificado oficial de nueva variedad. Las selecciones caracterizadas tienen cualidades muy interesantes destacando por presentar fechas de floración tempranas, alta calidad organoléptica de sus frutos y la presencia de autogamia en todas ellas a excepción de la CIR-1. La mayoría de los frutos analizados de las 7 selecciones presentan excepcionales cualidades, siendo su alto contenido en azúcares lo que las hace muy atractivas a la hora de ser comercializadas.

CIR-1 es una selección avanzada con frutos de piel roja oscura y carne roja, se caracteriza por su temprana floración en la segunda semana de Febrero y por su corto desarrollo del fruto, siendo su época de recolección a finales de Mayo lo que la hace una selección de maduración temprana. Es una selección autoincompatible comprobada en anteriores campañas, y por tanto, su autogamia es nula, por lo que en sus plantaciones se deben disponer árboles polinizadores intercompatibles con ella y coincidentes en época de floración. En cuanto al fruto, la CIR-1 destaca por su alta jugosidad, firmeza aceptable, baja acidez y una cantidad de sólidos solubles (°Brix) aceptable para su fecha de recolección haciendo de ella, una selección para abrir campaña y cubrir el hueco de mercado de variedades precoces.

CIR-10 es una selección avanzada con frutos de piel roja oscura y carne roja. Su floración se da en la segunda semana de Febrero y podríamos estar recolectando la fruta a principios de Junio lo que la hace una selección de maduración temprana. Confirmamos que es autocompatible con un nivel de autogamia bajo. Esto la hace muy atractiva a la hora de implantarla en campo sin necesidad de disponer de otra variedad polinizadora, pero sí de insectos polinizadores para tener una buena productividad. En cuanto a la fruta, nos encontramos con una ciruela de excelente calidad ya que cuenta con un buen nivel de dulzura y con gran contenido en agua otorgándole así una alta jugosidad. Esta selección tiene mucho potencial por lo que en los últimos meses se ha enviado la documentación referente a la caracterización para el registro de variedades comerciales.

CIR-50 es una selección avanzada con frutos de piel roja oscura con carne roja. La floración se da en la segunda semana de Febrero coincidiendo con la CIR-10 y la época de recolección se da desde mediados de Junio hasta finales del mismo mes, lo que la hace una selección de maduración temprana. Cabe destacar que es autocompatible con un nivel medio de autogamia pero se recomienda la presencia de abejas para mayor productividad. Esta selección desarrolla un fruto de muy buena calidad ya que se caracteriza por ser muy jugoso, con una firmeza aceptable, baja acidez y un buen nivel de dulzura siendo en conjunto una ciruela muy agradable a la hora de consumirla. Al igual que la CIR-10, la caracterización de la CIR-50 ya ha sido enviada para entrar en el proceso de registro de variedades comerciales.

CIR-15 es una selección avanzada con frutos de piel roja con carne roja oscura. La época de floración de esta selección se produce a finales de Febrero y la recolección del fruto entre finales de Junio y principios de Julio, lo que la hace una selección muy interesante para continuar detrás de la CIR-50. Otro aspecto importante es su autocompatibilidad en floración y su autogamia de nivel medio siendo recomendable la presencia de abejas para mayor productividad. Su fruto posee buena calidad organoléptica, la sutura no presenta a penas profundidad lo que la hace más

atractiva. Presenta una firmeza y jugosidad aceptable, a la vez que una cantidad de fibra en la pulpa superior a las demás selecciones. Es muy agradable de comer gracias a su alto contenido en azúcar y a su baja acidez.

CIR-17 es una selección con frutos de tipología de piel roja oscura con carne roja oscura. La floración se da a mediados de Febrero y la época de recolección a partir de la primera semana de Julio, lo que supone un periodo del desarrollo del fruto superior a las demás selecciones. Y como las anteriores selecciones, la CIR-17 también es autocompatible comprobada en floración en campañas anteriores y también presenta autogamia de nivel medio siendo recomendable la presencia de abejas para mayor productividad. Esta selección desarrolla un fruto con muy buena presentación ya que cuenta con un tamaño superior a las demás selecciones, con una firmeza adecuada aunque presenta en la epidermis pruina abundante. Su contenido en agua es muy alto lo que la hace una ciruela muy jugosa a la vez que fibrosa que se agradece en boca, además de su dulzura y su nivel bajo de acidez.

CIR-62 es una selección avanzada con frutos de piel roja oscura y jaspeada con carne roja oscura. La floración comienza en la tercera semana de Febrero dándose la maduración del fruto a finales de Junio. Esta selección es autocompatible comprobada en laboratorio en campañas anteriores y además presenta autogamia de nivel medio en floración siendo recomendable la presencia de abejas para mayor productividad. Nos encontramos con una selección en la que su color la hace muy atractiva al ser roja jaspeada. El fruto desarrolla una sutura poco profunda presentando una firmeza adecuada con alta jugosidad y de acidez baja. Pero lo que de verdad caracteriza a esta selección es su alto nivel en dulzura del fruto alcanzando los 23,8 °Brix, lo que la hace una selección muy prometedora tanto para convertirse en variedad comercial como para expresar ese carácter en otras selecciones del programa de mejora.

CIR-48 es una selección avanzada de tipología similar a la CIR-62 presentando una distribución del color jaspeada. Su floración es similar a la CIR-15 a finales de Febrero y con una época de recolección a partir de la segunda semana de Julio. Esta última selección también es autocompatible ya que presenta autogamia de nivel medio en floración siendo recomendable la presencia de abejas para mayor productividad. Sus frutos tienen alto contenido en fibra y firmeza aceptable lo que la hace una ciruela muy crujiente y agradable a la hora de consumirla. Se caracteriza por desarrollar una ciruela muy dulce por lo que se asemeja a la CIR-62 por su gran calidad organoléptica.

Además se estima que estas variedades pueden ser rentables en campo a partir del 3er año de cultivo si a la hora de comercializarlas se consigue un diferencial de precio de 0,10 €/Kg. Esto podría generar beneficios que podrían ascender a un valor añadido anual de 3.200 €/ha, lo que supone además una ayuda extra para el productor.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Agusti Fonfria, M. Fruticultura. Madrid Ed. Mundi-Prensa Libros, 2004. p. 493.
- Arroyo, F. Casado, G. Arenas, F. Guía de Gestión Integrada de Enfermedades de Frutales de Hueso. Ed. JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria, Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Sevilla: IFAPA Centro Las Torres-Tomejil, 2016.
- Battle, I. Iglesias, I. Cantin, C. M. Badenes, M. L. Rios, G. Ruiz, D. Dicenta, F. Egea, J. O. López, M. Guerra, E. Alonso, J. M. R. Rodrigo J. García, F. Garcia, J.. Cataluña: Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), 2018. Cap III. Frutales de hueso y pepita, Nº 319, 81-130.
- Blazek, J. A survey of the genetic resources used in plum breeding. 2007. Acta Horticulturae 734, 31-45.
- Calvo Villegas, I. El cultivo del ciruelo. Proyecto Microcuenca Plantón-Pacayas.. Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Boletín Técnico Nº9, 2009.
- Comunidad autónoma de la Región de Murcia [En línea]. Murcia: CARM, 2020 [Consultada el 21 de Mayo de 2020].
Disponible en web:
<http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=1&IDTIPO=180>
- Espada Carbó, J.L. Necesidades de frío invernal de los frutales caducifolios. Red de Formación y Experimentación Agraria de Aragón. Ed. Diputación General de Aragón. Departamento de Agricultura y Alimentación. 2010. Informaciones técnicas Nº224, 2-5.
- Faust, M. Surányi, D. Origin and dissemination of plums. In Horticultural review, 1999, Volumen 23. 179-231.
- Ferrer Talón, P.J. Fertirrigación en cultivos leñosos y abonado de árboles jóvenes. Valencia: Instituto Valenciano de Investigación Agraria. Revista Vida Rural, ISSN: 1133-8938, 2009. Nº 286, 28-32.
- Food And Agriculture Organization Of The United Nations Statistics [En línea]. FAOSTAT, 2020. [Consultada el 20 de Mayo de 2020].
Disponible en web: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.
- García García, J. Estructura de costes de las orientaciones productivas agrícolas de la Región de Murcia: frutales de hueso y cítricos. Consejería de Agua, Agricultura, Gnadería Y Pesca. Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). 2018, TÉCNICA Nº 38.
- Guardiola Martínez, E. Caracterización pomológica y aptitud postcosecha de nuevas selecciones de ciruelo japonés del programa de mejora del Cebas-Csic/Imida. UMH. Dirigido por Santiago García Martínez. Alicante: Universidad Miguel Hernández, 2019. Trabajo Fin de Máster.
- Guerra Velo, M.E. Polinización y cuajado en ciruelo japonés. Dirigido por Margarita López-Corrales, Javier Rodrigo García y Ana Wünsch Blanco. Extremadura: Universidad de Extremadura UEX, 2011. Tesis doctoral
- Guerra Velo, M.E. Rodrigo, J. Ciruelo japonés. Renovación varietal y mejora genética. Extremadura: Departamento de Hortofruticultura. CICYTEX-La Orden. Guadajira, Badajoz, 2017. *Dossier Fruticultura Julio-Agosto*, 572-576.
- Guevara Gázquez, A. Caracterización pomológica de nuevas variedades de melocotón del programa de mejora genética IMIDA-NOVAMED. Dirigido por Rafael Todos Santos Martínez Font. Alicante: Universidad Miguel Hernández, 2012. Trabajo Final de Carrera.

- Guevara Gázquez, A. García, F. Carrillo, A. López, D. López, M.B. Cos, J. Mejora de frutales de hueso en el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario [En línea]. Murcia: IMIDA. Ed. INTEREMPRESAS, 2016. [Consulta 29 de Julio de 2020].
Disponible en: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/161793-Mejora-genetica-frutales-hueso-Instituto-Murciano-Investigacion-Desarrollo-Agrario.html>
- Hedrick, U.P. The plums of New York, N.Y. Agric. Exp. Sta. 18th Ann.Rep.ol 3, PartII, Geneva. 1911.
- Hernández Espallardo, A. Fruta de hueso en Murcia, innovación varietal. Murcia: Mesa redonda de FECOAM. CARM, 2013.
- Lopez, D. Casanova, E. Poda y sistemas de formación en los frutales de hueso. Ed. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia Consejería de Agricultura y Agua. Murcia: Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Jumilla (Murcia), 2006. Elab. CompoRapid S.L.
- Mataix, E. Villarrubia, D. Poda de Frutales. 1º La poda del Ciruelo. Comunidad Valenciana: Conselleria De Agricultura, Pesca Y Alimentación 1999. Serie Divulgación Técnica Nº 45.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (España) [En línea]. M.A.P.A [Consultada el 21 de Mayo de 2020].
Disponible en web: <https://www.mapa.gob.es/es/default.aspx>
- Okie, W. *Prunus domestica*, *Prunus salicina*. UK: In Encyclopedia of Fruit and Nuts, 2008. Ed. J. Janich, Paull, R.E, 694-705.
- Prudencio, Á. García, B. E. Ruiz, D. Rubio, M. Martínez Gómez, P. Análisis transcriptómico en frutales del género prunus: aplicaciones a los programas de mejora [En línea]. Murcia: Departamento de Mejora Vegetal, CEBAS-CSIC Ed. INTEREMPRESAS, 2016. [Consulta 4 de Agosto de 2020].
Disponible en: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/159042-Analisis-transcriptomico-frutales-del-genero-Prunus-Aplicaciones-programas-mejora.html>
- Rehder, A. A manual of cultivated trees and shrubshardy in North America. NewYork: The Macmillan Company, 1940.
- Ruiz, D. Cos, J. Carrillo, A. Frutos, D. Garcia, F. Egea, J. Nuevas variedades de maduración temprana, elevada calidad, autocompatibilidad floral y resistencia al sharka. Murcia: IMIDA, Revista Vida Rural, 2011. Nº 338, 32-35.
- Rodrigo, J. Guerra, M.E. La fruticultura del siglo xxi en España. Cerezo y ciruelo. Aragón: Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, 2014. Ed. Cajamar Caja Rural, 112-121.
- Topp, B.L. Russell, D.M. Neumüller, M. Dalbó, M.A. y Liu, W. Fruit breeding. Ed. M.L. Badenes y D.H. Byrne, 2012. 571-612.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES. TG/84/4 Corr. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad del ciruelo japonés. Ginebra. Código UPOV: PRUNU_SAL 2013.
- Yoshida, M. The origin of fruits. 2. In Plums. Fruit Japan, Japan.1987. 49-53.

9. ANEXOS

9.1. *Fotografías de las variedades de referencia para la caracterización.*



Fotografía 9-1. Variedad comercial 'Black Gold'.



Fotografía 9-2. Ramo de la variedad 'Black Gold'.



Fotografía 9-3. Hoja de la variedad 'Angeleno'.



Fotografía 9-4. Ramo de la variedad 'Pionner'.



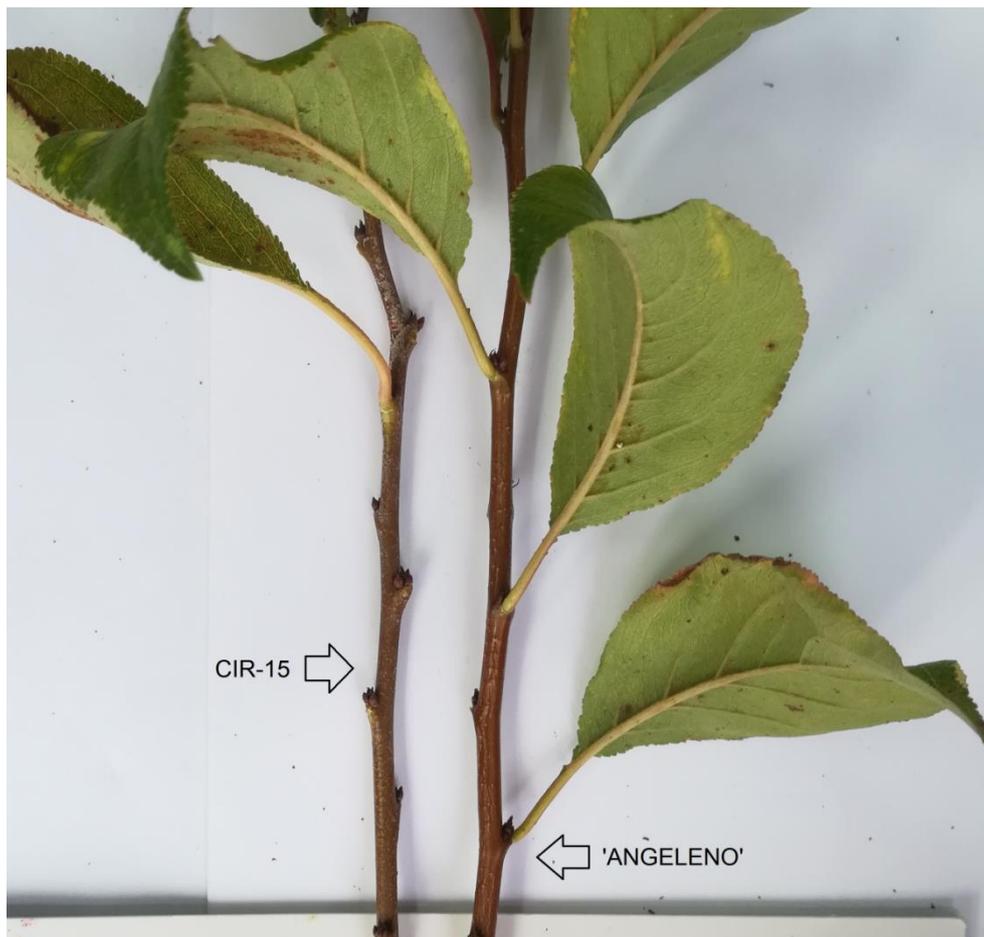
Fotografía 9-5. Hoja de la variedad 'Pionner'.



Fotografía 9-6. Fruto de la variedad comercial 'Angelino'.



Fotografía 9-7. Huesos de la variedad 'Angelino' y la selección CIR-1.



Fotografía 9-8. Ramo de la variedad 'Angeleno' y la selección CIR-15.

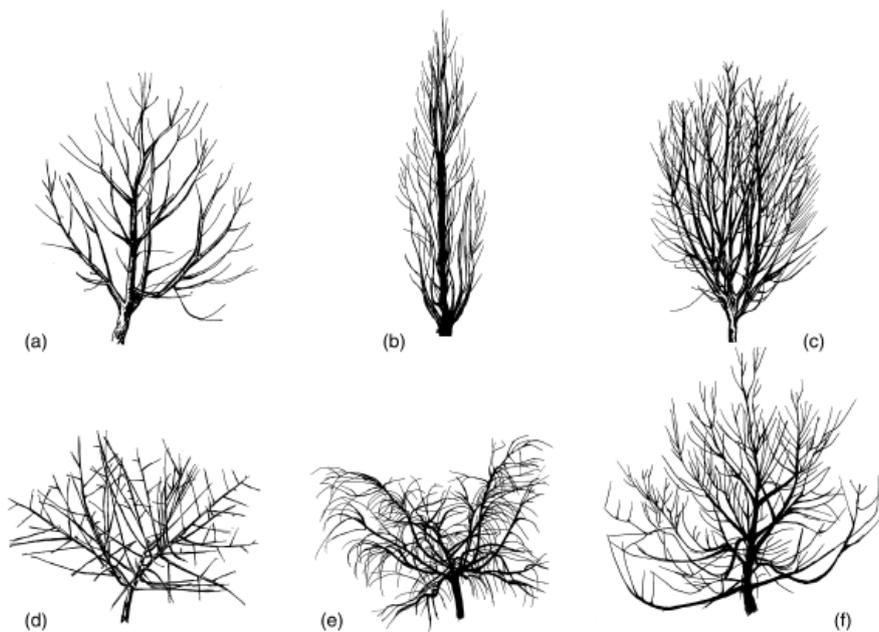


Figura 9-1. Hábitos de crecimiento en melocotón: (a) estándar o extendido; (b) columnar o erecto; (c) erecto hacia extendido; (d) compacto; (e) llorón; (f) colgante. (Bassi, 2003). Bassi, D. 2003. *Growth Habits in Stone Fruit trees. II Divulgatore*.

9.2. Intervalos y datos de referencia para la caracterización.

Tabla 9-1. Intervalo para la caracterización de los ramos.

Longitud del espolón o dardos (mm)	Intervalo de valores
Corto	<27,05
Medio	27,05 – 43,56
Largo	>43,56
Media	35,30
Desviación típica	8,25

Tabla 9-2. Intervalos para la caracterización de la hoja.

Longitud del limbo (mm)	Intervalo de valores
Corto	<77,66
Medio	77,66 – 97,80
Largo	>97,80
Media	87,73
Desviación típica	10,06

Anchura del limbo (mm)	Intervalo de valores
Estrecho	<34,59
Mediano	34,59 – 40,51
Largo	>40,51
Media	37,55
Desviación típica	2,96

Relación entre la longitud y la anchura del limbo (mm)	Intervalo de valores
Ligeramente alargado	<1,82
Moderadamente alargado	1,82 – 2,16
Muy alargado	>2,16
Variedad (PIONEER)	1,99
Desviación típica	0,17

Longitud del peciolo (mm)	Intervalo de valores
Estrecho	<14,95
Mediano	14,95- 19,87
Largo	>19,87
Media	17,41
Desviación típica	2,45

Tabla 9-3. Intervalos para la caracterización de la flor.

Longitud del pedicelo (mm)	Intervalo de valores	Diámetro de la flor (mm)	Intervalo de valores	Longitud del pétalo (mm)	Intervalo de valores
Corto	<8,23	Pequeño	<11,61	Corto	<9,02
Medio	8,23 – 12,37	Mediano	11,61 – 16,43	Medio	9,02 – 12,52
Largo	>12,37	Grande	>16,43	Largo	>12,52
Media	10,30	Media	14,02	Media	10,77
Desviación típica	2,06	Desviación típica	2,41	Desviación típica	1,75

Tabla 9-4. Intervalos para la caracterización del fruto.

Longitud del pedúnculo (mm)	Intervalo de valores	Tamaño del fruto (mm)	Intervalo de valores	Altura del fruto (mm)	Intervalo de valores
Pequeño	<11,87	Muy pequeño	<52,23	Pequeño	<46,24
Mediano	11,87 – 16,89	Pequeño	52,23 – 54,15	Mediano	46,24 – 51,46
Grande	>16,89	Medio	54,15 – 56,09	Grande	>51,46
Media	14,38	Grande	56,09 – 58,02	Media	48,85
Desviación típica	2,50	Muy grande	>58,02	Desviación típica	2,60
		Variedad (ANGELENO)	57,06		
		Desviación típica	1,93		

Anchura del fruto (mm)	Intervalo de valores
Corto	<52,91
Medio	52,91 – 56,72
Largo	>56,72
Media	54,81
Desviación típica	1,90

Profundidad de la cavidad peduncular (mm)	Intervalo de valores
Corto	<3,62
Medio	3,62 – 6,26
Largo	>6,26
Variedad (ANGELENO)	4,94
Desviación típica	1,31

<i>Firmeza (kg/cm²)</i>	<i>Intervalo de valores</i>	<i>Acidez (mg/L)</i>	<i>Intervalo de valores</i>	<i>Dulzura (° Brix)</i>	<i>Intervalo de valores</i>
<i>Blando</i>	<2,72	<i>Baja</i>	<18,45	<i>Baja</i>	<12,35
<i>Medio</i>	2,72 – 3,61	<i>Media</i>	18,45 – 21,28	<i>Media</i>	12,35 – 20,58
<i>Firme</i>	>3,61	<i>Alta</i>	>21,28	<i>Alta</i>	>20,58
<i>Variedad (SHIRO)</i>	2,50	<i>Variedad (ANGELENO)</i>	17,05	<i>Variedad (ANGELENO)</i>	12,43
<i>Desviación típica</i>	0,44	<i>Desviación típica</i>	2,82	<i>Desviación típica</i>	4,11

Tabla 9-5. Intervalos para la caracterización del hueso.

<i>Tamaño del hueso (mm)</i>	<i>Intervalo de valores</i>	<i>Anchura de la punta del pedúnculo (mm)</i>	<i>Intervalo de valores</i>
<i>Pequeño</i>	<1,15	<i>Blando</i>	<1,31
<i>Mediano</i>	1,15 – 1,33	<i>Medio</i>	1,31 – 2,74
<i>Grande</i>	>1,33	<i>Firme</i>	>2,74
<i>Variedad (ANGELENO)</i>	1,11	<i>Variedad (ANGELENO)</i>	3,10
<i>Desviación típica</i>	0,09	<i>Desviación típica</i>	0,71

Tabla 9-6. Datos para la caracterización de la variedad comercial 'Black Splendor'.

<i>Variedad comercial 'Black Splendor'</i>	
<i>Dulzura</i>	12,01
<i>Acidez (mg/l)</i>	18
<i>Calibre ecuatorial</i>	59 +-3,11
<i>Firmeza</i>	2,06

9.3. Tabla de caracteres del ciruelo japonés de las directrices de la UPOV 2013

		Variedad de referencia	Nota
1.	Árbol: tipo de fructificación		
PQ	únicamente en espolones	Gaviota	1
	en espolones y tallos largos	Angeleno, Shiro	2
	únicamente en tallos largos		3
2.	Árbol: vigor		
	(+)		
QN	débil	Black Gold, Satsuma	3
	medio	Autumn Giant, Suplumeleven	5
	fuerte	Robusto, Royal Diamond, Taiyou	7
3.	Árbol: porte		
	(*)		
PQ	erecto	Formosa, Freedom, Taiyou	1
	semierecto	Laroda	2
	extendido	Ozark Premier, Shiro	3
	colgante	Weeping Santa Rosa	4
4.	Rama de un año: color		
	(+)		
PQ	marrón grisáceo	Taiyou	1
	marrón amarillento	Sordum	2
	marrón	Methley	3
	marrón rojizo	Combination	4

5.	VG	Espolón: longitud		
QN		corto	Laroda, Sordum	3
		medio	Frontier	5
		largo	October Purple	7
6.	VG	Yema de madera: tamaño		
(+)				
QN	(a)	pequeña	Harry Pickstone	1
		mediana	Black Gold, Great Yellow	2
		grande		3
7.	VG	Yema de madera: forma del ápice		
(+)				
PQ	(a)	agudo	Eldorado	1
		obtuso	Songold	2
		redondeado	Satsuma	3
8.	VG	Rama de un año: posición de la yema de madera en relación con la rama		
(+)				
QN	(a)	alineada	Queen Ann	1
		ligeramente divergente	Satsuma	2
		fuertemente divergente	Songold	3
9.	MS/ (* VG)	Limbo: longitud		
QN	(a)	corto	Honey Rosa	3
		medio	Taiyou	5
		largo	Ozark Premier, Sordum	7

10.	Limbo: anchura		
(*)			
QN	estrecho	Beauty	3
	mediano	Sordum, Suplumeleven	5
	ancho	Combination	7

11.	Limbo: relación entre la longitud y la anchura		
(*)			
QN	ligeramente alargada	Casselman	1
	moderadamente alargada	Pioneer	2
	muy alargada	Eclipse	3

12.	Limbo: forma		
QN	oval		1
	el íptico	Black Gold, October Purple, Syokou, Taiyou	2
	ovoidal	Kanro, Kelsey	3

13.	Limbo: color del haz		
(*)			
PQ	verde claro	Flaming Delicious, Taiyou	1
	verde medio	Abundance, Laroda	2
	verde oscuro	Gaviota, Shiro	3
	púrpura rojizo	Hollywood	4

14.	Limbo: ángulo del ápice (sin punta)		
(*)			
(+)			
QN	agudo	Ozark Premier, Taiyou	1
	en ángulo recto	Satsuma	2
	obtuso	Methley	3

15. Hoja: brillo del haz

QN	débil	Ozark Premier, Taiyou	1
	medio	Frontier, Shiro	2
	fuerte	Nubiana	3

16. Limbo: pubescencia del envés

QN	laxa	Angeleno, Redheart, Taiyou	1
	media	Queen Ann, Shiro	2
	densa	Obilnaja	3

17. Limbo: incisiones del borde
(*)
(+)

PQ	crenadas	Gaviota, Harry Pickstone	1
	bicrenadas	Golden Kiss, Pioneer	2
	serradas	Dapple Dandy	3
	biserradas		4

18. Pec ólo: longitud
(*)

QN	corto	Kelsey	3
	mediano	Frontier	5
	largo	Combination	7

19. VG Hoja: posición de nectarios

QN	(a)	principalmente en la base del limbo	Methley	1
		tanto en la base del limbo como en el pec ólo	Nubiana	2
		principalmente en el pec ólo	Queen Ann	3

20.	MS/	Pedicelo: longitud		
(*)	VG			
(+)				
QN	(b)	corto	Methley	3
		medio	Queen Ann, Shiro	5
		largo	Red Ace, Taiyou	7
21.	MS/	Flor: diámetro		
	VG			
QN	(b)	pequeño	Black Gold, Nubiana	3
		medio	October Purple, Shiro, Taiyou	5
		grande	Kiyou, Methley, Ozark Premier	7
22.	VG	Flor: disposición de los pétalos		
(+)				
QN	(b)	libres	Laroda	1
		en contacto	Harry Pickstone, Shiro	2
		solapados	Beauty	3
23.	Sépalo: forma			
(*)				
(+)				
PQ	triangular	Mariposa		1
	oval medio	Harry Pickstone		2
	oval ancho	George Wilson		3
	elíptico estrecho	Laroda		4
	elíptico medio	Nubiana		5
24.	Pétalo: longitud			
(*)				
QN	corto	Laroda, Shigyoku		3
	medio	Santa Rosa		5
	largo	Burbank		7

25. Pétalo: forma (*) (+)			
PQ	el pético	Red Ace, Taiyou	1
	circular	Shiro, Wickson	2
	achatado	Wright's Early	3
	ovoidal	Mammoth Cardinal	4

26. Pétalo: ondulación del margen			
QN	débil	Redheart, Shiro, Taiyou	1
	media	Queen Ann	2
	fuerte	Lady Red, Morettini 355, Showtime	3

27. Estigma: posición en relación con las anteras (*)			
QN	por debajo	Mariposa	1
	al mismo nivel	Methley	2
	por encima	Mammoth Cardinal	3

28. Fruto: longitud del pedúnculo			
QN	corto	Yonemomo	3
	medio	Sordum	5
	largo	Hollywood	7

29. Fruto: tamaño (*) (+)			
QN	muy pequeño	Methley	1
	pequeño	Allo, Eldorado	3
	medio	Shiro	5
	grande	Angeleno, Taiyou	7
	muy grande	Songold	9

30. Fruto: altura			
(*)			
(+)			
QN	corto	Eclipse	3
	mediano	Harry Pickstone	5
	alto	Valentine	7

31. Fruto: anchura			
(*)			
(+)			
QN	estrecho	Amber Jewel	3
	medio	Casselman	5
	ancho	Simka	7

32. Fruto: forma en vista lateral			
(*)			
(+)			
PQ	oblongo	Reubennel	1
	el pítico	Ozark Premier, Taiyou	2
	circular	Red Beauty, Shiro	3
	achatado	Friar	4
	cordiforme	Morettini 355	5
	ovoidal		6
	obcordiforme	Santa Rosa	7

33. Fruto: simetría			
(+)			
QN	simétrico o ligeramente asimétrico	Laroda, Shiro	1
	moderadamente asimétrico	Friar, Harry Pickstone	2
	muy asimétrico	Ozark Premier	3

34.	Fruto: forma de la base		
(*)			
(+)			
PQ	puntiaguda	Morettini 355, Taiyou	1
	truncada	Black Gold, Green Sun	2
	hendida	Calita, Durado, Gabora	3

35.	Fruto: forma del ápice		
(+)			
PQ	puntiaguda	Golden Plumza	1
	redondeada	Shiro	2
	truncada	Angeleno	3
	hendida	Friar, Tereda	4

36.	Fruto: profundidad de la cavidad peduncular		
(*)			
QN	poco profunda	Taiyou	1
	media	Angeleno, Nubiana	2
	profunda	Black Gold, Laroda	3

37.	Fruto: anchura de la cavidad peduncular		
(*)			
(+)			
QN	estrecha	Koike Sumomo	1
	media	Beni Ryozen	2
	ancha	Finroza	3

38.	Fruto: profundidad de la sutura		
(*)			
(+)			
QN	ausente o muy poco profunda	Sunrise	1
	poco profunda	Taiyou	2
	media	Sordum	3
	profunda	Akihime	4

39.	Fruto: pruina de la epidermis		
(*)			
(+)			
QN	ausente o muy débil		1
	débil	Red June	3
	media	Ooishi Nakate	5
	fuerte	Sordum	7
	muy fuerte		9

40.	Fruto: color de fondo de la epidermis		
(*)			
(+)			
PQ	no visible	Angeleno	1
	verde	Gaviota, Santa Rosa	2
	verde amarillento	Songold, Taiyou	3
	amarillo	Shiro	4

41.	Fruto: proporción del color superficial de la epidermis		
(*)			
(+)			
QN	ausente o muy pequeña	Green Sun, Shiro	1
	pequeña	Bragialla	3
	mediana	Fortune	5
	grande	Taiyou	7
	muy grande o totalidad de la superficie	Friar, Suplumeleven	9

42.	Fruto: color superficial de la epidermis		
(*)			
(+)			
PQ	ninguno	Golden Japan	1
	amarillo anaranjado	Formosa	2
	rojo medio	Red Beauty	3

	rojo oscuro	Starking Delicious, Taiyou	4
	púrpura	Karari, Morettini 355	5
	azul oscuro	Laroda	6
	negro	Angeleno	7
<hr/>			
43.	Fruto: distribución		
(*)	del color superficial		
(+)			
PQ	sólo manchas	Tiger	1
	jaspeado	Omega	2
	de manera puramente uniforme	Friar, Taiyou	3
<hr/>			
44.	Fruto: número de		
(*)	lenticelas		
QN	bajo	ARC PR 3	3
	medio	Sunrise	5
	alto	Polar Eclipse	7
<hr/>			
45.	Fruto: tamaño de las		
(*)	lenticelas		
QN	pequeñas	Sunset	1
	medianas	Extreme	2
	grandes	Southern Belle	3
<hr/>			
46.	Fruto: color de la		
(*)	pulpa		
PQ	blanquecino	Taiyou	1
	verde	Reina Claudia	2
	verde amarillento	Shiro	3
	amarillo	Angeleno, Golden Japan, Reubennel	4
	naranja	Black Amber, Sun Gold	5
	rojo medio	Satsuma, Sordum	6

	rojo oscuro	Beauty, Hawera, Karari, Stark Delicious	7
	purpúreo	Sangre di Drago	8
<hr/>			
47.	Fruto: firmeza		
	(+) QN		
	blando	Shiro	3
	medio	Frontier	5
	firme	Laroda, Taiyou	7
<hr/>			
48.	Fruto: jugosidad		
	(+) QN		
	baja	Autumn Giant, Laroda	1
	media	Gaviota, Ozark Premier	2
	alta	Reubennel, Shiro, Santa Rosa	3
<hr/>			
49.	Fruto: acidez		
	(+) QN		
	baja	Angeleno, Durado	1
	media	Green Sun, Shiro, Taiyou	2
	alta	Carmen, Obilnaja	3
<hr/>			
50.	Fruto: dulzura		
	(+) QN		
	baja	Durado, Obilnaja, Shiro	1
	media	Angeleno	2
	alta	Black Gold, Laroda, Taiyou	3
<hr/>			
51.	Fruto: adhesión del		
	(*) hueso a la pulpa		
	QN		
	no adherente	Fortune	1

	semiadherente	Nubiana, Taiyou	2
	adherente	Shiro, Sungold	3
<hr/>			
52.	Fruto: cantidad de fibra		
(+)			
QN	poca		1
	media		2
	mucha		3
<hr/>			
53.	Hueso: tamaño		
(*)			
QN	pequeño	Angeleno, Eldorado	3
	mediano	Taiyou, Wickson	5
	grande	Freedom	7
<hr/>			
54.	Hueso: forma en vista lateral		
(*)			
(+)			
PQ	el óptico estrecho	Eldorado	1
	el óptico medio	Santa Rosa, Taiyou	2
	circular	Angeleno, Kelsey	3
	oval ancho		4
<hr/>			
55.	Hueso: forma en vista ventral		
(*)			
(+)			
PQ	el óptico estrecho	Kelsey	1
	el óptico medio	Santa Rosa, Taiyou	2
	el óptico ancho	Eldorado	3
<hr/>			
56.	Hueso: forma desde la base		
(*)			
PQ	el óptico estrecho	Shiro, Songold	1
	el óptico medio	Bragialla	2
	el óptico ancho	Black Gold, Frontier	3

57. Hueso: simetría en vista lateral			
QN	simétrico o ligeramente asimétrico	Angeleno, Frontier	1
	moderadamente asimétrico	Shiro	2
	muy asimétrico		3

58. Hueso: textura de las superficies laterales			
PQ	de grano fino	Eldorado	1
	granular	Nubiana	2
	rugosa	Laroda, Songold	3
	martillada	Harry Pickstone	4

59. Hueso: anchura de la punta del pedúnculo (+)			
QN	estrecha	Frontier	1
	media	Harry Pickstone	2
	ancha	Angeleno, Lady Red	3

60. Época del comienzo de la floración (*)(+)			
QN	muy temprana	Durado, Karari, Red Beauty	1
	temprana	Fortune, Mariposa, Taiyou	3
	media	Green Sun, Nubiana	5
	tardía	Gaviota, Shiro	7
	muy tardía	Angeleno, Simka	9

61. (* (+)	Época de inicio de la madurez del fruto		
QN	muy temprana	Beauty, Durado, Red Noble	1
	temprana	Mariposa, Shiro	3
	media	Black Gold, Gaviota	5
	tard á	Angeleno, Nubiana, Taiyou	7
	muy tard á	Akihime, Autumn Giant, Golden King,	9

9.4. Figuras y explicaciones para la identificación de la tabla de caracteres de la UPOV 2013

8. Explicaciones de la tabla de caracteres

8.1 *Explicaciones relativas a varios caracteres*

Los caracteres que contengan la siguiente clave en la segunda columna de la tabla de caracteres deberán examinarse como se indica a continuación:

- (a) Todas las observaciones de la yema, la hoja y la rama deben efectuarse en el tercio central de la rama. Todas las observaciones de la hoja deben efectuarse en hojas maduras de las ramas del año en curso.
- (b) Todas las observaciones de la flor deben efectuarse en la época de plena floración.
- (c) Todas las observaciones del fruto deben efectuarse en época de plena madurez para el consumo.

8.2 *Explicaciones relativas a caracteres individuales*

Ad. 2: Árbol: vigor

Por vigor del árbol se entenderá la abundancia general del crecimiento vegetativo.

Ad. 4: Rama de un año: color

Deberá observarse en la parte soleada tras extraer la cutícula.

Ad. 6: Yema de madera: tamaño

Deberá observarse en ramas de un año antes de la apertura de la yema.

Ad. 7: Yema de madera: forma del ápice



1
agudo



2
obtuso



3
redondeado

Ad. 8: Rama de un año: posición de la vema de madera en relación con la rama

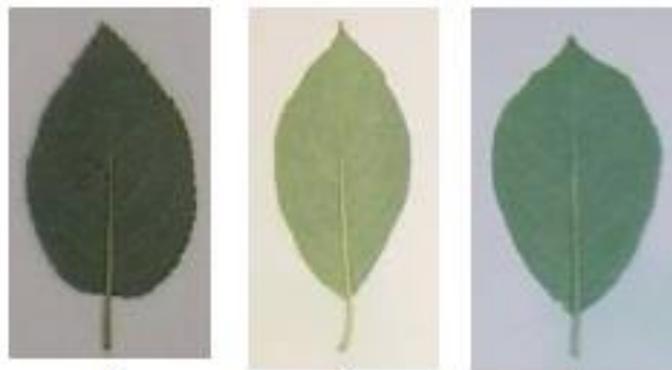


1
alineado

2
ligeramente divergente

3
fuertemente divergente

Ad. 12: Limbo: forma

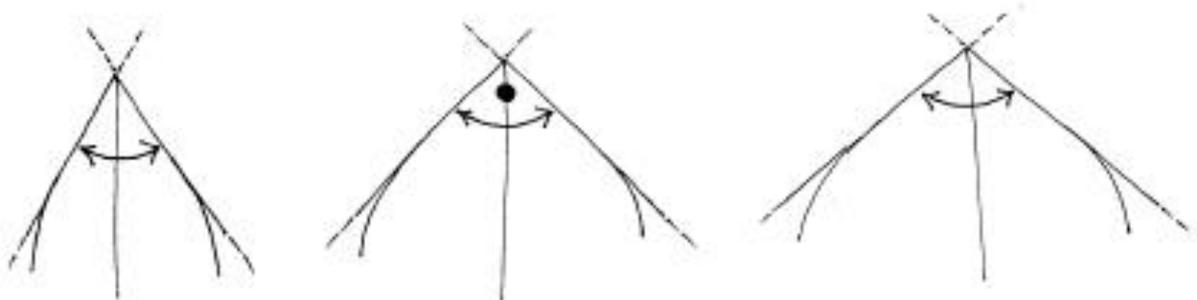


1
oval

2
elíptico

3
ovoidal

Ad. 14: Limbo: ángulo del ápice (sin punta)

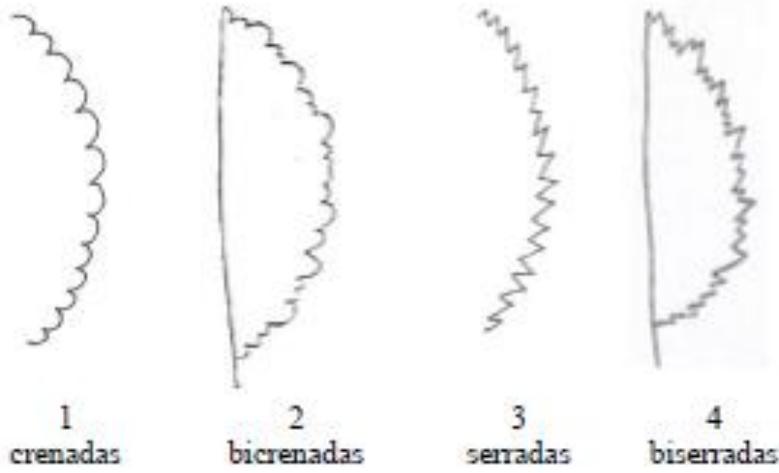


1
agudo

2
en ángulo recto

3
obtuso

Ad. 17: Limbo: incisiones del borde



Ad. 20: Pedicelo: longitud

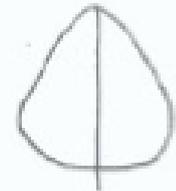
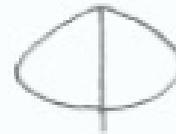


Ad. 22: Flor: disposición de los pétalos

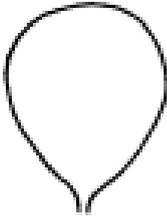
Deberá observarse solamente en flores de 5 pétalos.



Ad. 23: Sépalo: forma

		← parte más ancha		
		(por debajo del medio)	en el medio	(por encima del medio)
ancha (comprimida) ← anchura (relación longitud/anchura) → estrecha (alargada)			 4 elíptico estrecho	
	 (angular) 1 triangular	 (redondeado) 2 oval medio	 5 elíptico medio	
		 oval ancho 3		

Ad. 25: Pétalo: forma

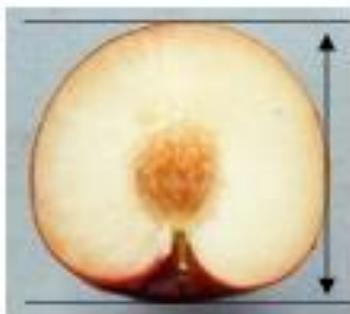
		← parte más ancha →	
		en el medio	(por encima del medio)
anchura (comprimida) ← anchura (relación longitud/anchura) → estrecha (alargada)	 1 elíptico		
	 2 circular	 4 ovoidal	
	 3 achatado		

Ad. 29: Fruto: tamaño

Deberá observarse como el área de la sección lateral del fruto.

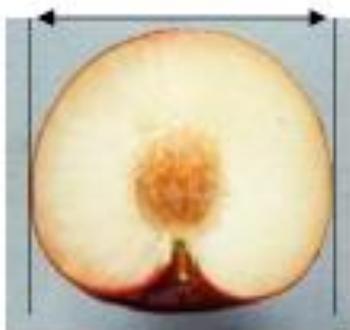
Ad. 30: Fruto: altura

Deberá observarse en vista ventral

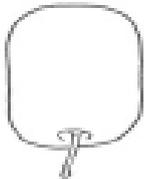


Ad. 31: Fruto: anchura

Deberá observarse en vista ventral

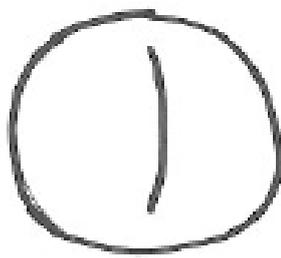


Ad. 32: Fruto: forma en vista lateral

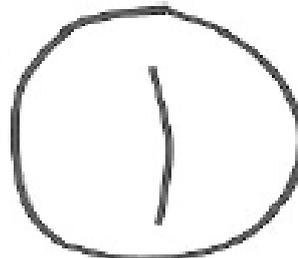
		← parte más ancha →			
		en el medio		(por encima del medio)	
		(por debajo del medio)			
ancho (comprimido) ← anchura (relación longitud/anchura) → estrecho (alargado)	 <p>5 cordiforme</p>		 <p>2 elíptico</p>		
		 <p>1 oblongo</p>	 <p>3 circular</p>	 <p>7 obcordiforme</p>	 <p>6 ovoidal</p>
		 <p>4 achatado</p>			

Ad. 33: Fruto: simetría

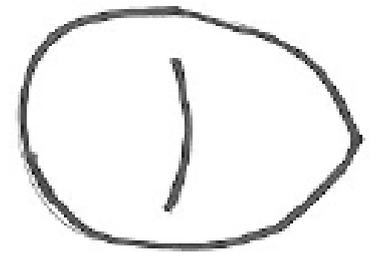
Deberá observarse en vista ventral junto con la sutura



1
simétrico o ligeramente
asimétrico



2
moderadamente asimétrico



3
muy asimétrico

Ad. 34: Fruto: forma de la base



1
puntiaguda



2
truncada



3
hendida

Ad. 35: Fruto: forma del ápice



1
puntiaguda



2
redondeada

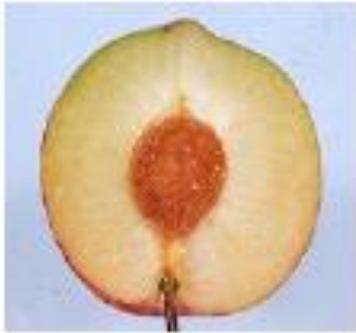


3
truncada



4
hendida

Ad. 37: Fruto: anchura de la cavidad peduncular



1
estrecha



2
media



3
ancha

Ad. 38: Fruto: profundidad de la sutura



2
poco profunda



3
media



4
profunda

Ad. 39: Fruto: pruina de la epidermis

Por pruina se entiende la capa cerosa que puede quitarse frotando



3
débil



5
media



7
fuerte

Ad. 40: Fruto: color de fondo de la epidermisAd. 41: Fruto: proporción del color superficial de la epidermis

Deberá observarse sin la pruina. El color de fondo es el primer color que aparece cronológicamente durante el desarrollo de la epidermis y que determina el color que el fruto desarrollará con el tiempo, ya sean lunares, máculas o trazas. No siempre ocupa necesariamente la superficie más grande del fruto. El color superficial es el segundo color que se desarrolla con el tiempo sobre el color de fondo. Dicha coloración no ocupa necesariamente la superficie más pequeña del fruto y consiste, por ejemplo, en trazas o motas.

Ad. 43: Fruto: distribución del color superficial

El color superficial es el segundo color que se desarrolla con el tiempo sobre el color de fondo. Dicha coloración no ocupa necesariamente la superficie más pequeña del fruto y consiste, por ejemplo, en trazas o motas.

Ad. 47: Fruto: firmeza

Deberá observarse en la época de madurez para el consumo mediante un penetrómetro (véase Ad. 61)

Ad. 48: Fruto: jugosidad

Ese carácter se determina observando el contenido de jugo expresado como porcentaje del peso total del fruto que se obtiene mediante la comprensión del fruto.

Ad. 49: Fruto: acidez

Cálculo de la acidez valorable de una muestra de jugo. A continuación figura la ecuación:

$$Ac \text{ (g/l)} = (V1 * N * me) / V$$

V = volumen de la muestra en ml

V1 = volumen de NaOH en ml

N = normalidad de NaOH

me = peso equivalente de ácido málico (67)

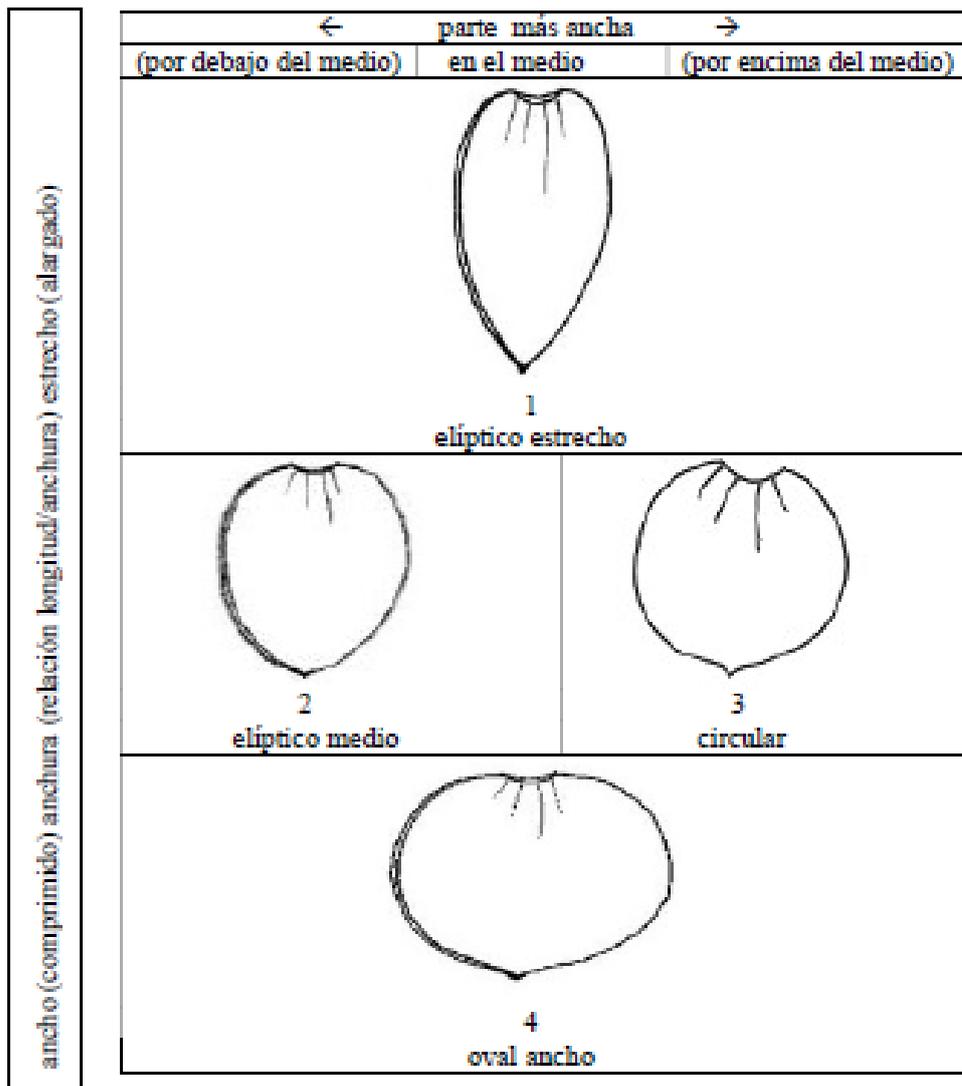
Ad. 50: Fruto: dulzura

Cálculo del total de sólidos solubles utilizando un refractómetro. La unidad de medida es el grado Brix (° Brix). Un grado Brix corresponde a 1 gr. de sacarosa en 100 grs. de solución.

Ad. 52: Fruto: cantidad de fibra

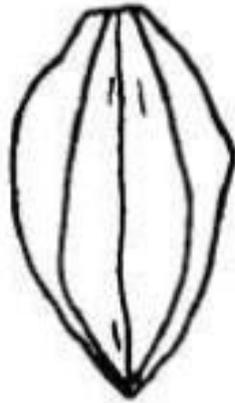
Deberá observarse a madurez para consumo. Se cortará el fruto longitudinalmente en dos mitades y se hará una observación visual para ver la presencia de fibras visibles en la pulpa. Luego deberá consumirse el fruto para una determinación final de la cantidad de fibra.

Ad. 54: Hueso: forma en vista lateral



Ad. 55: Hueso: forma en vista ventral

1
elíptico estrecho



2
elíptico medio



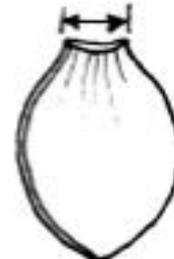
3
elíptico ancho

Ad. 59: Hueso: anchura de la punta del pedúnculo

1
estrecha



2
media



3
ancha

Ad. 60: Época del comienzo de la floración

Se entiende por inicio de la floración la época en la que todos los árboles tienen un 10% de flores abiertas.

Ad. 61: Época de inicio de la madurez del fruto

Por época de madurez del fruto debe entenderse el momento en que el fruto está maduro para el consumo, momento en el que el fruto se extrae con mayor facilidad del árbol.