

PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEREZAS EN MENDOZA, ARGENTINA

Fundación Instituto de Desarrollo Rural
Mendoza Cherries
Pro Mendoza

PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CEREZA EN MENDOZA, ARGENTINA.

Primera edición, 2015 - 100 ejemplares.
Autores: Fabio Marcos Tacchini... [et al]
Coordinador: Fabio Marcos Tacchini
Edición: Fundación Instituto de Desarrollo Rural
Diseño de tapa: Francisco Alfaro
Diseño de interior: DG Cecilia Olascoaga

ISBN: 978-987-45812-0-4

Se ha hecho el depósito que marca la ley 11 723.
No se permite la reproducción parcial o total, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el consentimiento escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes 11 723 y 25 446.

LIBRO DE EDICIÓN ARGENTINA

Producción y comercialización de cereza en Mendoza - Argentina /
Fabio Marcos Tacchini ... [et.al.] ; coordinado por Fabio Marcos Tacchini.- 1a ed. -
Mendoza: Fundación IDR, 2015.
373 p. ; 29x21 cm.

ISBN: 978-987-45812-0-4

1. Agricultura. 2. Cultivos. I. Tacchini, Fabio Marcos II. Tacchini, Fabio Marcos, coord.
CDD 634.23

AUTORES QUE COLABORARON EN LA REALIZACIÓN DE ESTE LIBRO

Ing. Agr. Concepción Arjona. Profesor Titular Fruticultura F.C.A. UNCuyo.
Ing. Agr. MSc. Violeta Becerra. INTA. Responsable del Centro de Estudios de Fitofarmacía, INTA Mendoza.
Ing. Agr. Valeria Bonomo INTA.
Lic. Alberto Carleti. Productor de cerezas
Ing. Agr. Oscar Carrasco. Profesor de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.
Ing. Agr. Bruno Cavagnaro. Profesor Fisiología Vegetal de F.C.A. UNCuyo.
Ing. Agr. Carlos de Borbón. Área de Fitovirología, INTA Mendoza.
Ing. Agr. Jimena Garófoli. Consultor independiente.
Ing. Agr. M. T. Gregori. Productor de cerezas.
Ing. Agr. Nicolás Güizzo. Productor de cerezas.
Dra. Ing. Agr. Gabriela Lucero, docente de la Cátedra Fitopatología, F.C.A. UNCuyo.
Ing. Agr. H. Lucero, docente de la Cátedra Fitopatología, F.C.A.
Ing. Agr. Claudia Mamaní. Fundación Instituto de Desarrollo Rural.
Débora Marino. Productora.
Ing. Agr. Miguel Ojer, Docente Cátedra de Fruticultura, F.C.A. UNCuyo.
Ing. Agr. Noelia Pasquale. Consultor independiente.
Licenciado en economía Fernando Pellegrini. Consultor independiente.
Ing. Agr. Pablo Pizzuolo, docente en la Cátedra Fitopatología, F.C.A. UNCuyo.
Ing. Agr. MSc. Lidia Podestá, Docente de la Cátedra de Fruticultura, F.C.A. UNCuyo.
Ing. Agr. Gabino Reginato. Docente Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.
Ing. Agr. MSc. María Eugenia Rodríguez. Docente Cátedra de Fruticultura, F.C.A. UNCuyo.
Ing. Agr. Carlos Ruitti. Docente Cátedra de Fruticultura, F.C.A., UNCuyo
Ing. Agr. MSc. Fabio Tacchini. Productor de cerezas, miembro de Comisión de cerezas Mendoza.
Ing. Agr. Estela Zaina. Productora de cerezas, consultora independiente.

COLABORARON EN LA EDICIÓN DE ESTE LIBRO

Ing. Agr. Mariana Ríos Vera.
Ing. Agr. MgSc Alfredo Baroni.
Ing. Agr. Cecilia Fernández.
Ing. Agr. Mariana Cantaloube.
Ing. Agr. Cristian Perez Andreuccetti.

PRÓLOGO

FERNANDO GÚIZO GIUDICE. Presidente.
Comisión Cerezas de Mendoza

Hay inexactitud en la información sobre cuándo y cómo llegó la cereza a la Argentina y específicamente a Mendoza. Los datos relativamente certeros sobre los cultivos en Mendoza, recién aparecen hacia la década del 30 del siglo xx. En esos años ya estaban claramente diferenciadas las dos principales zonas de cultivos cereceros. Al norte, las áreas abarcadas por Las Heras, Maipú y Luján de Cuyo. Al sur de aquella región, precisamente en el centro del territorio provincial, el Valle de Uco, principalmente en Tupungato y Tunuyán.

Lo cierto es que la cereza es y ha sido por más de 80 años, la primer fruta de estación para consumo en fresco en la provincia de Mendoza, la cual se identifica sensorialmente con el comienzo de los meses estivales. Su cosecha abarca desde la última semana de octubre y se extiende hasta la última semana de diciembre, marcando el inicio de la cosecha de cerezas en Argentina. Es la principal provincia productora de cerezas en el país y una de las áreas productora de cerezas más tempranas del hemisferio austral.

Actualmente la producción de cerezas en el hemisferio Sur cuenta con una situación de mercado donde la demanda es superior a la oferta. La mejora económica de muchos países y el crecimiento del consumo hacen que más personas hoy estén deseosas de consumir cerezas. Con el tiempo, el consumidor final de cerezas ha ido sofisticando sus gustos y preferencias, debiendo orientar la producción de cerezas a las exigencias cualitativas de estos. Es decir, producir cerezas que se destaquen por su frescura, color, sabor, consistencia y calibre.

Durante los últimos 10 años, dentro del ámbito de la Comisión Cerezas de Mendoza advertimos la necesidad de definir nuevos modelos productivos para el cultivo del cerezo en Mendoza, que no solo permitan satisfacer las crecientes exigencias en cuanto a la calidad del producto, sino que también sean rentables y sustentables en el tiempo.

La presente publicación aborda tópicos referidos a los aspectos técnicos para el cultivo del cerezo tales como variedades, portainjertos y sistemas de conducción que mejor se adaptan en la región. Asimismo define tres modelos productivos en función de las actuales necesidades de los mercados, con la determinación de resultados productivos y económicos.

Todos estos antecedentes técnicos y económicos no solo serán de gran utilidad para aquellos productores, inversionistas y asesores como herramienta de información, sino que además permiten concluir que el cerezo es una alternativa rentable de inversión y de diversificación de la producción en Mendoza, y que se complementa perfectamente con el modelo vitivinícola.

Quiero destacar que esta publicación es el fruto de la participación y esfuerzo conjunto entre el Instituto de Desarrollo Rural, el INTA, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo y la Comisión Cerezas de Mendoza. Productores, técnicos, profesionales y académicos han contribuido desde sus respectivos ámbitos de trabajo a la redacción de este libro, aportando conocimiento y experiencia de muchos años sobre los aspectos productivos y comerciales del cultivo de cerezas en nuestra provincia.

Desde la Comisión Cerezas de Mendoza esperamos que este aporte sea de mucha utilidad para quienes ya están en el sector, y sobre todo para aquellos que aún tienen dudas de ingresar a una labor que de por sí es apasionante.

Nosotros, estamos convencidos de que Mendoza tiene todas las posibilidades de posicionarse en el mundo como un proveedor de cerezas de excelencia y es a través de estas páginas que invitamos al lector a conocer cómo lograrlo.

INTRODUCCIÓN | 1

ING. AGR. MSC. FABIO TACCHINI. Productor de cerezas.
Miembro de la Comisión de Cerezas Mendoza.
ING. AGR. M. T. GREGORI. Productora de cerezas.

La cereza pertenece a lo que se ha dado en llamar el rubro de las «frutas finas», que agrupa a un conjunto de especies frutales que se caracterizan, principalmente, por su tamaño reducido. Dentro de este grupo, las distintas variedades de cereza se denominan universalmente como «cherries».

Si se la compara con otras frutas de carozo, tiene una floración tardía, y la cosecha es anterior a las variedades de frutas de pepita, característica que la posiciona como una importante alternativa productiva.

La época de cosecha de las distintas variedades de la Argentina oscila entre fines de octubre y finales de febrero. La primera región en que se cosecha es Mendoza, luego, Río Negro, Chubut y Santa Cruz. El hemisferio Sur produce en contra-estación, en relación al hemisferio Norte, hecho que independiza su mercado, y permite su desarrollo sin la interferencia de los principales productores mundiales.

Por la época de producción en Mendoza, su exposición al granizo es menor que la de los demás frutos de cosecha estival y posibilita aprovechar el mercado navideño, así como obtener una renta anticipada a la temporada de actividades complementarias como la de la uva. Desde el punto de vista social, representa una fuente de trabajo anterior a la que ofrece la vitivinicultura, con su pico de demanda previo a las vacaciones de verano.

La historia de la cereza en el mundo se remonta a tiempos muy lejanos en que formaba parte del paisaje de las campiñas en Asia Menor y, luego, en Europa, gracias a la acción diseminadora de las aves durante su migración. Si bien, hay datos que indican que sus frutos ya eran codiciados en épocas remotas, los primeros cultivos parecen haber tenido lugar en Europa al inicio de la era actual. Existen referencias que indican a la ciudad italiana de Cerasonte como el lugar donde se establecieron los primeros montes, y en cuyo nombre podría encontrarse el origen etimológico del término «cerezo».

En la Argentina, no se sabe exactamente cómo ni cuándo fueron introducidos los cerezos; de lo que sí han dado cuenta los familiares de los primeros productores es que en el siglo XIX ya había cerezos en Mendoza, principalmente, en la zona Norte, en los departamentos de Las Heras y Luján de Cuyo, pero se trataba de plantas cuyos frutos se destinaban, sobre todo, al consumo familiar y a veces, se encontraban en estado silvestre.

La sistematización de los cultivos en Mendoza data de alrededor de 1930 y se identifica a empresarios como Polimeni, Marra, Pincolini, Fragapane, Isgró, Munafó, en la zona Norte, y Ruano, Carletti, Ines, en Tupungato y Tunuyán, como los impulsores tempranos de su cultivo y empaque en la Provincia. Se le debe a Ines, en aquellos primeros tiempos, la introducción de plantas desde Inglaterra, para ser cultivadas en el vivero de San Rafael, propiedad del ferrocarril del que él fuese director.

El ferrocarril permitió el transporte de la fruta hacia mercados situados a más de mil kilómetros de distancia como el de Buenos Aires. Al principio, la cereza viajaba sin frío; se aprovechaban las horas más frescas para prolongar su conservación. Hacia 1950, el ferrocarril San Martín comenzó a ingresar a las instalaciones de un frigorífico ubicado en el centro de la ciudad, donde los fruteros llevaban sus cargas, y cuyo directorio estaba integrado por Bruno y Renato Della Santa y por Vicente Munafó, entre otros. Los vagones que trasladaban fruta se acondicionaban con barras de hielo para poder mantener una atmósfera fresca. Llegada la fruta a Buenos Aires podía, además de distribuirse en ese mercado, ser colocada en barcos que ya contaban con tecnología para el frío y llegar, así, a otras latitudes.

Hacia los años '60 tuvieron lugar las primeras experiencias en exportación a mercados latinoamericanos e, incluso, a Europa, por parte de la Frutícola San José, empresa de la familia Ruano, que también fue pionera en materia tecnológica, fabricando con ayuda de una metalúrgica, una de las primeras tamañadoras de la Provincia, y, más adelante, hacia 1986, introduciendo la tecnología del hidro-enfriamiento.

A comienzos de los años '70 se inicia un nuevo auge del cultivo de la cereza temprana en la zona Norte. Los antiguos pioneros de esa zona, como Polimeni y Marra, habían abandonado la actividad, pero los cerezos no habían desaparecido del todo, pues

productores como Pincolini, Carbone y Tacchini, ya habían implantado algunas hectáreas para ese entonces. Sin embargo, la incursión de la familia Güizzo en el cultivo y empaque fue lo que marcó el impulso renovado de la cereza prímica.

En la década de los '90, llegó la gran oportunidad de exportar a Europa para la empresa que fundara la familia Carletti. Ya consolidados en la industria de la fruta, vislumbraban una nueva posibilidad de mercados ante circunstanciales desavenencias climáticas de Chile. El incansable trabajo y la seriedad de esta familia, junto a modernas tecnologías de enfriamiento de la fruta lograron consolidar un mercado fiel y permanente en Europa.

Hacia fines de los '90 la globalización le alcanzó a varios productores del rubro y fue, así, como se sumaron a la conquista de los mercados europeos que, años antes habían emprendido los Carletti, empresas como la de Guizzo, Fragapane, y firmas como Amigo Frutas Frescas, Natufrut, Olive Grove y Río Alara, entre otras. Algunos se insertaron, también, en mercados del Sudeste asiático, Turquía, etc. Los protagonistas de la historia más reciente llevan el nombre de Salentein Fruits, Frutsur, empresas que cursando el nuevo siglo eligieron a la cereza para agregarla a su oferta exportadora de productos frutihortícolas.

A través de los años, los productores se dedicaron, tanto a la cereza en fresco con destino al mercado local, como a la producción y empaque para su posterior comercialización en el mercado nacional e internacional. Algunos incursionaron en el procesamiento industrial, produciendo cerezas al marrasquino, cócteles de frutas, jaleas y mermeladas, muchas veces, como alternativa para la fruta que no alcanzaba los parámetros de calidad necesarios para su comercialización en fresco o para los excedentes de los empaques. El sulfitado fue, y sigue siendo, la opción elegida para la conservación de la cereza cuyo destino final es la industria.

De acuerdo a datos relevados por el Instituto de Desarrollo Rural, en el año 2005 se contaba con 1.226 ha implantadas con cerezos en la provincia de Mendoza (Censo Provincial de Productores de cereza 2005), superficie que ha disminuido hasta llegar aproximadamente a 1.151 ha en el año 2010 (Censo Frutícola Provincial 2010). La producción actual es de 6.000 a 7.000 toneladas, con un rendimiento promedio de unas 6,5 toneladas por hectárea, mayormente distribuida (de acuerdo a la superficie implantada) entre los Oasis Norte y Valle de Uco con 28 % y 68 % respectivamente (Censo Frutícola Provincial 2010). El destino de la producción, según el censo productivo de cerezas 2008-2009, es el 24 % a exportación, el 15 % al mercado interno y el 55 % a industria (6 % restante comercializado como venta directa y otros).

La disminución de la superficie cultivada ocurrida en los últimos años no se correlaciona con una merma de la producción, lo que indica que existe una depuración del sector productor. Aparentemente, la falta de rentabilidad debida, sobre todo, a problemas climáticos entre los años 2007 a 2009 ha desalentado a pequeños productores y sólo le ha permitido subsistir a aquéllos en condiciones de soportar años de escasas o nulas ganancias.

No existen datos actualizados (desde el año 2002) de superficie implantada con cereza en la Argentina, sin embargo, según diversas fuentes, Mendoza continúa siendo la mayor zona productora del país, participando con cerca del 49 % de la superficie implantada. Le sigue la Patagonia Sur y la Patagonia Norte, con aproximadamente 30 % y 21 %, respectivamente.

Entre los años 2002 y 2010, la mejora de rentabilidad inmediata a la salida de la convertibilidad fue aprovechada principalmente por los empacadores-exportadores, quienes modernizaron sus líneas de empaque, protocolos de proceso y presentación de los productos, consolidando al sector y haciéndolo más competitivo. Sin embargo, se observa una pérdida de importancia productiva en relación a las provincias del sur. La Patagonia gozó, durante este período, de subsidios para mejoras en la logística de exportación, para compra de maquinaria y herramientas, así como para la adquisición de insumos. Además, diversos diferimientos impositivos contribuyeron al fomento de la producción de cerezas en esa región.

El mercado internacional de las cerezas, incipiente en la década de los '70, sigue creciendo a través de los años. En 2009 representó cerca de 207.000 toneladas entre

los diez principales países exportadores del mundo (Sweet Cherry Annual Review). Argentina acompañó el crecimiento mundial del mercado con algunos altibajos, llegando en 2010 a casi 3.000 toneladas exportadas, por un valor de aproximadamente, 11 millones de dólares. En la actualidad, existe una situación coyuntural desfavorable para los exportadores argentinos dada, fundamentalmente, por el retraso cambiario.

En el fuerte marco exportador de los últimos tiempos, surgieron iniciativas de comunicación entre los actores del sector, quienes constituyeron la Comisión de Cerezas de Mendoza (Mendoza Cherries) que comenzó a trabajar en el año 1999 y formalizó su creación en el año 2002. Se trata de la integración de las principales empresas productoras y exportadoras de cerezas de Mendoza. Acompañadas por la Fundación Pro-Mendoza, organismo mixto (público-privado) encargado de la promoción de productos regionales en el mundo, comenzaron a transitar un camino conjunto. Al comienzo, el foco principal de la comisión estuvo puesto en las acciones de marketing tendientes al comercio exterior, pero, a medida que la actividad crecía, se comenzó a organizar reuniones técnicas con el fin de enriquecer los conocimientos acerca del cultivo.

Las comunicaciones personales entre productores y técnicos pusieron en evidencia la falta de consenso sobre las técnicas de cultivo. En los esfuerzos por aunar criterios, apareció como constante la diferencia entre los productores: en la zona Norte del oasis de riego, el desafío principal consiste en el logro de la estabilidad de la producción y la obtención de fruta primicia, y en las propiedades del Valle de Uco, están más enfocados en la obtención de elevada producción.

A través del tiempo, se detectaron, además, preocupaciones recurrentes, tales como la variabilidad de la producción y su rendimiento mediocre; la falta de variedades acordes a las necesidades del mercado; las técnicas de cultivo, en ocasiones, deficientes y anticuadas; algunos factores climáticos desfavorables; la imposibilidad de introducir material genético debido a problemas burocráticos; la elevada carga impositiva; la obstaculización de la exportación por un sistema aduanero poco flexible, etc.

La evolución del sector fue acompañada por la interacción constante de organismos como Pro Mendoza, que trabajó para posicionar la cereza en el mundo. También el Instituto de Desarrollo Rural con su información estadística, la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas, a través de sus redes de información sobre el clima en toda la Provincia, y el INTA con su aporte a la investigación.

En el año 2006 se formuló al Plan Estratégico de Cereza, en el cual participaron representantes del sector privado (Mendoza Cherries, Asociación de Viveristas de Mendoza) y del sector público (INTA, Facultad de Ciencias Agrarias, IDR, Pro Mendoza, INTI, entre otros), con el fin de planificar las estrategias para potenciar al sector de cereza de Mendoza.

Numerosas reuniones y foros sectoriales dieron forma a la idea del sector, que se plasmó en la misión del plan: «Producir en Mendoza cerezas de calidad en época temprana y media que aseguren la captación de mercados internacionales más exigentes de fruta en fresco, promoviendo el desarrollo de la producción y fomentando la identidad de la cereza de Mendoza, basándose en un crecimiento del sector en su conjunto en los próximos 10 años». Para cumplirla, se trazaron 5 estrategias generales que son los pilares de trabajo del sector en su conjunto: orientación a la reconversión varietal, aplicación de nuevas tecnologías de poscosecha y manejo del cultivo, promoción de la cereza en Mendoza, fortalecimiento de la cadena agroalimentaria de cereza, desarrollo y consolidación del mercado externo.

Este manual pretende escribir una nueva página en la historia de la cereza, una que dé cuenta del esfuerzo conjunto y que se alce como muestra concreta de la repercusión y relevancia actual de la actividad cerecera en la provincia.

La obra da cuenta de la suma de voluntades y hallazgos acerca del cultivo de cerezas en Mendoza, con el propósito de que productores y técnicos que desean iniciarse o mejorar el cultivo puedan conocer el camino recorrido, además de contar con los criterios de quienes ya lo transitaron y lograron una detallada caracterización de la producción local y el establecimiento de modelos a seguir.

Confiamos en que la información contenida en el manual permita atraer inversiones internas y externas que promuevan, aún más, el desarrollo y crecimiento del sector, más allá de los circunstanciales problemas coyunturales.

El lector podrá apreciar a través de los distintos capítulos que todos los actores mencionados, tanto del sector público como privado, han aportado sus experiencias y cubierto una diversidad de problemáticas. El tratamiento de temas relativos a la producción, empaque y comercialización de cerezas enfocados desde la situación agroclimática y social de la provincia de Mendoza apunta a facilitar el acceso a la información local.

Tanto la experimentación llevada a cabo en la Provincia como la investigación acerca del cultivo, se han integrado para dar fundamento a lo que se expone. Para ello, ha sido necesario realizar análisis interdisciplinarios y lograr la integración interinstitucional. Se podrá apreciar que en algunos capítulos, la temática está tratada desde un ángulo más científico, y en otros, desde uno más práctico. Esto responde, en gran medida, a la problemática en sí. Capítulos que analizan las bases fisiológicas que rigen el comportamiento del cerezo han debido ser abordados por sus autores con todo el rigor científico que requieren para su comprensión cabal. Otros capítulos, como los referidos a la comercialización, al empaque, están basados en la experiencia práctica de quienes los escriben, sustentados en una larga trayectoria en el manejo de la fruta. Hay capítulos que, con fundamento en bases fisiológicas, presentan recomendaciones para el diseño del cultivo, el uso de variedades, el manejo del suelo, de la nutrición, del riego, de la poda, etc.

En un taller organizado por los autores, se acordó postular dos modelos productivos, acordes a las características particulares de las dos zonas productoras de cerezas en la región: el de la zona norte del Oasis del Río Mendoza, que llamaron «Zona Temprana» como productor de cereza primicia, caracterizado por contar con volúmenes exportables antes del 20 de noviembre y con producción de Bing (como referente para describir la época de producción), hacia el 10 de noviembre. Y, el de la zona del Sur del oasis del Río Mendoza y Valle de Uco, que acordaron denominar «Zona Media», con énfasis en la producción de cereza de calidad y de grandes calibres (superiores a 28 mm) y en el aprovechamiento del mercado navideño. En el capítulo dedicado a las consideraciones que resultaron del taller, se caracterizan ambas zonas en detalle y se hacen recomendaciones diferenciales para cada una.

Esperamos que esta amplia variedad de abordajes, siempre aplicada a la situación regional, sea un compendio de toda la información que se requiere para conocer el cultivo de cerezas. Tanto el técnico como el productor podrán encontrar a través de la obra, la respuesta que necesitan y los referentes de los temas en Mendoza.

La concreción de esta publicación vuelve a ser un ejemplo de lo que se logra trabajando en forma colaborativa. La Comisión de Cereza de Mendoza tuvo la iniciativa de plasmar el cúmulo de investigaciones y experiencias realizadas en la Provincia y auspiciaron la publicación mediante la coordinación de referentes de los temas, la inversión de tiempo y de recursos materiales. La administración fue responsabilidad del Instituto de Desarrollo Rural que a través de un programa de Clusters de Mendoza consiguió el financiamiento del gobierno provincial.

Los responsables de este esfuerzo consideramos que existe hoy en la Provincia la experiencia y el conocimiento necesarios (capital invaluable que esta publicación pretende recopilar y extender) para establecer bases técnicas y comerciales que se conviertan en los pilares de un crecimiento sostenible de la actividad. Es nuestro anhelo que la obra cumpla con ese objetivo primordial, y se constituya en un referente para los actuales y futuros productores e inversores del cultivo de la cereza en Mendoza.

SITUACIÓN DEL CULTIVO DE CEREZA EN MENDOZA | 2

ING. AGR. CLAUDIA MAMANÍ. Fundación Instituto de Desarrollo Rural.

INTRODUCCIÓN

La producción nacional de cerezas está concentrada, principalmente, en la provincia de Mendoza. Las actividades agroalimentarias, en general, tienen una fuerte tradición en Mendoza. La Provincia se ha caracterizado por haber desarrollado una agricultura intensiva de alto valor agregado en los oasis cultivados bajo riego artificial. Localizada dentro de la región de Cuyo, ha alcanzado el mayor desarrollo económico de la región, y se erige en continuo crecimiento.

Las características agroecológicas propias de la región permiten que el cultivo de esta fruta apunte hacia mercados de excelencia. La demanda de cerezas de primicia, insatisfecha a nivel mundial, la calidad de la producción y la actualidad de las exportaciones, aseguran la expansión del mercado.

En este capítulo se muestra la realidad del sector, tanto desde el punto de vista internacional como nacional. Se focaliza, especialmente, en las particularidades de Mendoza, con la idea de aportar conocimientos para el delineado de modelos productivos.

BREVE PANORAMA INTERNACIONAL Y NACIONAL

Superficie de cultivo a nivel internacional

La superficie cultivada a nivel mundial es de 381.482 hectáreas. El 52 % corresponde a Europa y el 32 % a Asia, principalmente, por la fuerte influencia de Turquía, Siria e Irán. América tiene una participación del 13 % en la superficie total cultivada en el mundo, de las cuales, solo 4 % corresponde a América del Sur. Oceanía participa del 1 % de la superficie mundial. Los países con mayor superficie implantada de cereza son Turquía, Estados Unidos, Irán e Italia. A ellos se les suman también Rusia, España, Francia y Chile en onceavo lugar. Argentina ocupa el lugar 34 en la lista de países con mayor superficie cultivada con cereza, con el 0,5 % del total (figura 1).

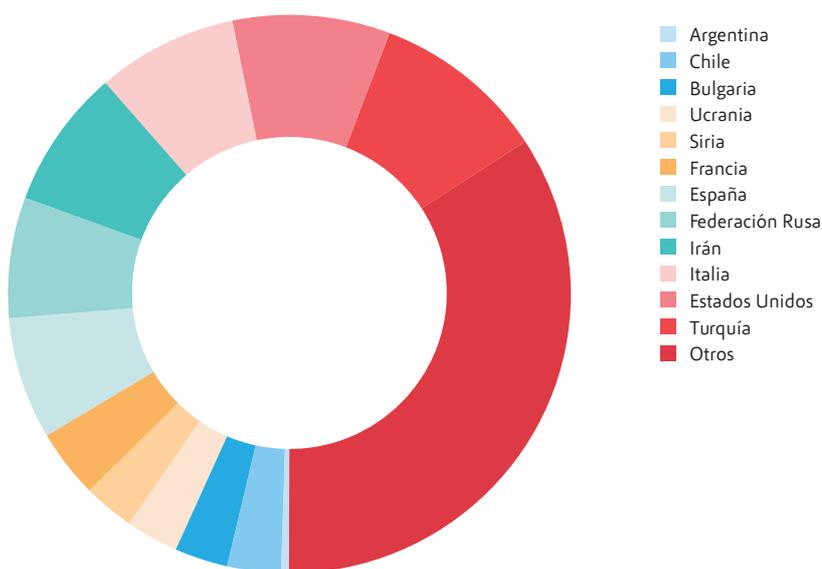


Figura 1: Superficie cultivada por países, en hectáreas, 2009. Fuente: Elaboración IDR sobre la base de datos de FAO.

Producción internacional

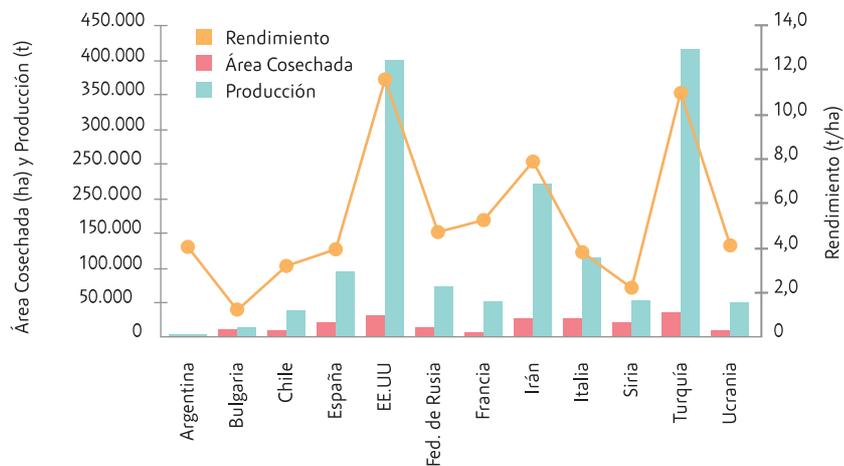
En el año 2009, la producción mundial de cereza fue, según FAO, de 2.196.537 toneladas. Se concentró en mayor medida en Asia, que con 931.455 t, representó el 42 % del total. Europa, por su parte, produjo 763.951 t, cifra equivalente al 35 por ciento. América del Norte se ubica en tercer lugar con el 18 % de participación, principalmente, correspondiente a Estados Unidos. América del Sur produce el 3 % del total de cerezas mundiales y Oceanía, el 1 por ciento. Los países con mayor superficie implantada son, en general, los que presentan gran producción. Rumania y Uzbequistán consti-

tuyen un caso singular ya que debido a sus altos rendimientos, a pesar de no tener las mayores superficies implantadas, se encuentran entre los diez primeros productores.

La figura 2 relaciona la superficie implantada, la producción y el rendimiento de los principales países asociados a este cultivo. Observando el gráfico, afloran evidencias relevantes. En primer lugar, Turquía y Estados Unidos basan su posicionamiento en el mercado, por la combinación de elevada superficie y producción por unidad de superficie. En el caso de Turquía, esto se explica debido a que la producción está orientada a la cereza para industria, con variedades de alto rendimiento. Esto, sumado a los bajos costos de producción, transforma a este país en un exportador de peso.

La Federación Rusa, España, Italia e Irán presentan similares superficies, aunque el último se diferencia del resto por sus elevados rendimientos, obedeciendo también al destino industrial de la producción. Francia, Siria, Ucrania, Bulgaria y Chile también presentan similares cantidades de hectáreas implantadas. Las diferencias en rendimientos generan las diferencias en producción. Con Siria en casi 2,3 t/ha y Bulgaria con muy bajos rendimientos, por debajo de las 2 t/ha; Argentina presenta un rendimiento promedio de 4 t/ha y una superficie estimada por la FAO, que no supera las 1.500 ha, esto es, seis veces menor a la de Chile.

Figura 2: Producción (t), superficie (ha) y rendimientos (t/ha) de los diez países con mayor superficie implantada, Chile y Argentina. Fuente: Elaboración IDR sobre la base de datos de FAO.



Estos datos han puesto de manifiesto que los principales países productores pertenecen en su mayoría al Hemisferio Norte, donde se concentra el 95 % de la producción mundial. Esto se traduce en una fuerte posibilidad de exportación en contra-estación para los países del Hemisferio Sur: Chile, Australia, Argentina y Nueva Zelanda

Consumo en el mundo

En la tabla 1 se observan los datos de consumo per capita para algunos países. Entre los principales productores existen importantes diferencias, presentando un gradiente de consumos promedio entre 0,80 kg/persona/año y en otros casos superior a los 4,33 kg/persona/año.

De un modo general, cabría esperar cierta relación entre producción y consumo, es decir, los mayores productores de cerezas deberían presentar también los mayores índices de consumo. Sin embargo, existen excepciones a la relación esperada. Austria, por ejemplo, pertenece al grupo de grandes consumidores per capita, siendo un productor relativamente pequeño. La Federación Rusa y Estados Unidos, grandes productores, no presentan consumos elevados. Tampoco lo hacen grandes importadores como Canadá, Alemania, Países Bajos que acusan consumos per capita de 0,85; 0,65 y 0,52 kg por habitante por año. Ver tabla 1.

El bajo consumo de cerezas de la Argentina, de escasos 101 gramos por habitante por año, hace pensar en la gran posibilidad de expansión del mercado interno.

Orden	País	Consumo per cápita (kg / persona / año)
1	Libano	6,30
2	Turquía	4,33
3	Grecia	4,14
4	Rumania	3,86
5	Austria	3,72
6	Bosnia y Herzegovina	3,24
7	Montenegro	3,20
8	Armenia	3,20
9	Irán	2,97
10	Siria	2,75
17	Italia	1,91
19	España	1,61
27	Chile	1,01
28	Federación Rusa	0,92
66	Argentina	0,10

Tabla 1: Consumo aparente per capita por países: principales 10 consumidores y otros seleccionados, promedio 2005/2009. Fuente: elaboración IDR sobre la base de datos de FAO. Por no contar con datos sobre consumo real éste se estima a partir de la fórmula de consumo aparente: Consumo Aparente = Producción (variedades para consumo en fresco + variedades para industria) + Importaciones – Exportaciones .

Exportaciones e importaciones

Si bien son muchos los países productores de cerezas, pocos son los que participan en el comercio internacional. Los principales exportadores son Estados Unidos, Turquía, España y Chile, países que concentran el 56 % del mercado. Es interesante destacar que, si bien las exportaciones de la Unión Europea representan, aproximadamente, el 40 % del volumen total de las ventas, más del 95 % corresponden a comercio intra-bloque.

La incidencia del comercio internacional respecto de la producción mundial de cerezas es relativamente baja, aunque con tendencia creciente; las exportaciones mundiales han representado en la última década desde el 8 % al 14 % del volumen total producido. Sin embargo, mientras la superficie total cultivada en el mundo aumentó 5 %, las exportaciones crecieron 63 % en igual período. Entre los principales países exportadores, Chile y España exportan, respectivamente, el 42 % y 26 % de su producción en datos registrados para el año 2009. Para Estados Unidos, Francia y Siria, la relación se ubica entre el 9 % y el 18 por ciento. Argentina ha exportado en promedio el 35 % de su producción en los últimos 5 años, siete veces más que en 1999.

Los principales 10 importadores concentran el 77 % del volumen total importado. La Federación Rusa se posiciona como el mayor importador de cereza con casi 70 000 t, consumiendo prácticamente la totalidad de su producción, más el volumen importado. Canadá y Alemania, además de ser medianos productores, también importan (tabla 2).

Orden	Productor	Volumen Producido (t)	Orden	Importador	Volumen Importado (t)	Orden	Exportador	Volumen Exportado (t)
1	Turquía	417.694	1	Fed. Rusa	69.782	1	EE UU	69.754
2	EE UU	401.792	2	Canadá	30.488	2	Turquía	50.785
3	Irán	225.000	3	Alemania	22.407	3	España	25.498
4	Italia	116.179	4	Países Bajos	22.158	4	Chile	23.474
5	España	96.400	5	Austria	20.701	5	Austria	18.553
6	Siria	78.289	6	China	18.413	6	Kirguistán	12.881
7	Fed. Rusa	76.000	7	Hong Kong	18.300	7	Polonia	10.995
8	Rumania	67.874	8	UK	17.070	8	Serbia	9.563
9	Uzbekistán	67.000	9	EE UU	12.693	9	Grecia	6.737
10	Grecia	56.700	10	Japón	11.009	10	Siria	6.710
11	Chile	56.000	78	Argentina	32	25	Argentina	1.733
39	Argentina	5.061	105	Chile	4			

Tabla 2: Volúmenes producidos, importados, y exportados, de los 10 principales países productores, importadores, y exportadores, Argentina, y Chile, en toneladas.

Hemisferio Sur

Si bien los países del Hemisferio Sur no presentan importantes áreas implantadas con cerezo en relación al contexto mundial, es interesante analizar su situación porque constituyen la competencia directa en el mercado internacional para la producción argentina. El principal país productor de la región es Chile, que en la década de los '90 incrementó su superficie de cultivo, aproximadamente, en un 50 %, alcanzando actualmente las 12.500 hectáreas. Le siguen en importancia Argentina y Australia, con superficies sensiblemente menores a la chilena.

Respecto a los rendimientos, Chile presenta un índice cercano a 5 t/ha, valor próximo al promedio mundial. Para Australia, el índice de productividad ronda las 7 t/ha, mientras que para Argentina es sensiblemente inferior, de aproximadamente 3 t/ha.

Chile, como ya fue indicado, no sólo ocupa un lugar entre los principales exportadores del mundo sino que, además, constituye un oferente de contra-estación importante en los mercados del Norte. En el caso de la Unión Europea, la Argentina en los últimos años se ha ido posicionando como un oferente alternativo de creciente importancia. El mercado estadounidense sigue siendo un cliente cautivo para Chile al que la Argentina aún no ha podido acceder masivamente¹.

Los principales importadores del hemisferio sur son Australia y Brasil, con compras cercanas a las 2.900 t, en el 2009. Lo sigue en importancia Ecuador, con importaciones de 400 toneladas. Las compras externas de Nueva Zelanda y Sudáfrica no superan las 90 t anuales, y Chile, por su parte, prácticamente no importa cerezas. Argentina vende su fruta principalmente al mercado europeo.

Situación en Argentina

Del total de la superficie agrícola de Argentina, la cultivada con frutales representa solamente el 1 %. De ella, los carozos participan con el 10 por ciento. Ese porcentaje está repartido 7 % en Mendoza, y el otro 3 % distribuido en todo el país.

En Argentina, el cultivo de cerezo se extiende en una serie de provincias: San Juan, Buenos Aires, Santa Cruz, Chubut, Rio Negro, Neuquén y Mendoza. Esto suma alrededor de 2.198,27 ha totales. Con una producción promedio de 5.000 t anuales, el

¹ Las restricciones de acceso son de tipo fitosanitarias (mosca del mediterráneo), ya prácticamente superadas para la región del Valle de Uco. Cuando el envío se realiza por barco, la cuarentena (tratamiento T 107) exigida con tratamiento de frío para que la larva de la mosca no evolucione, se cumple en el trayecto. En este sentido, sería necesario avanzar en las negociaciones para salir desde Chile por el Océano Pacífico.

país se ubica como el segundo productor más importante de América del Sur y el tercero en el hemisferio sur. La participación de nuestra provincia es del 58 %, cifra que deja en evidencia la importancia de Mendoza como productora de cerezas a nivel nacional. Tal situación posiciona a Mendoza como formadora natural de precios en el mercado interno.

A partir de los datos registrados por la Fundación Barrera Zoofitosanitaria Patagónica (FUNBAPA), se puede determinar el gran crecimiento en superficie y producción de la cereza de esta región. Solo en Patagonia Sur, el área implantada con cerezos creció de 176 ha en 1997 a 669 en 2009. Las principales zonas productivas están localizadas en Centenario y Neuquén, Los Antiguos, Valle inferior del Río Chubut, Sarmiento, Comodoro Rivadavia y Esquel.

El destino fundamental de las cerezas argentinas es el mercado interno, obedeciendo a una proporción promedio del 65 % mercado interno y 35 % exportación. La provincia de Buenos Aires recibe el 90 % de la cereza destinada al mercado nacional, en tanto que Córdoba y Santa Fe, el restante 10 por ciento. Los ingresos de cereza mendocina al Mercado Central de Buenos Aires oscilan en función de los años, aunque presentan una tendencia negativa. El resto de las provincias productoras y, en especial Chubut y Río Negro, muy por el contrario, aumentaron sus ingresos considerablemente.

PANORAMA GENERAL DEL CULTIVO EN LA PROVINCIA DE MENDOZA

De acuerdo al Censo Frutícola Provincial 2010, la superficie total de cereza en Mendoza fue de 1.150 ha en el año 2010. Esta superficie es el 1,52 % del total de superficie con frutales de la provincia. La superficie efectiva en producción es de 972,8 ha, tomando como criterio las parcelas mayores a 3 años, con un mínimo de 30 plantas. Estas cifras se refieren a todas las propiedades que poseen cerezas con fines comerciales.

La zona Norte y el Valle de Uco son las principales áreas de cultivo en Mendoza, según el Censo Frutícola Provincial 2005 y 2010. (Figura 3 y tabla 3)

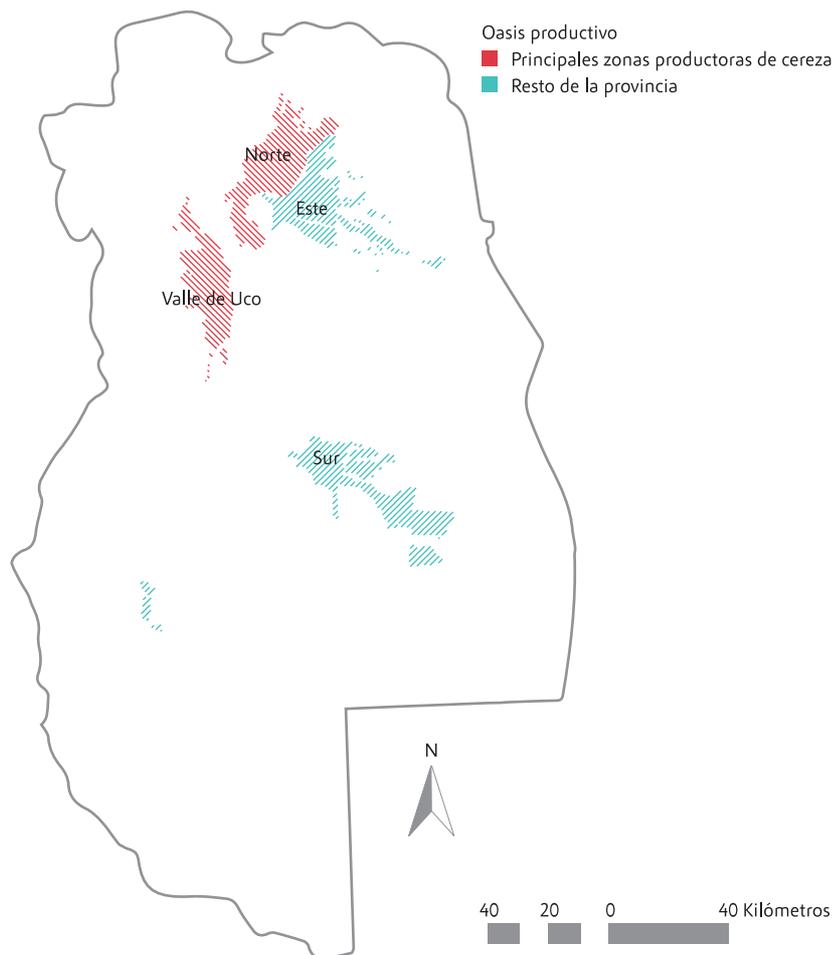
Tabla 3: Superficie implantada (ha), número de propiedades y superficie promedio por propiedad (ha), para cada oasis productivo, del monte puro, de la trinchera y de las plantas aisladas.

Fuente: Censo frutícola provincial 2005 y 2010.

Oasis	Monte Puro			Trinchera		Plantas Aisladas		Total	
	Sup. (ha)	Nº de prop.	Tamaño medio de la prop. (ha)	Sup. (ha)	Nº de prop.	Sup. (ha)	Nº de prop.	Sup. (ha)	Nº de prop.
Valle de Uco	757.4	133	7.9	35.0	2	0	1	792.4	136
Este	32.5	7	12.4	0.0	3	0	0	32.5	10
Norte	316.7	59	5.2	0.5	5	0	4	317.2	68
Sur	7.8	18	0.8	0.1	9	0	37	7.9	64
Total general	1114.4	217	6.6	35.6	19	0	42	1.150.0	278

→ ver mapa en la próxima página

Figura 3: Oasis Norte y Valle de Uco en la provincia de Mendoza. El Oasis Norte está formado por los departamentos de Luján, Las Heras, Guaymallén y Maipú. El Valle de Uco está integrado por Tunuyán, Tupungato y San Carlos. Fuente: IDR



En la tabla 4, se aprecia una disminución de la superficie de cereza desde el 2005 hasta el 2010, registrando una caída en promedio de 22,38 hectáreas por año. La reducción de la superficie más significativa se produjo en el departamento de Luján de Cuyo, con una disminución de 51 hectáreas, lo que representa el 23 % de la superficie. En este departamento, la causa probable de la disminución sería el avance de nuevos emprendimientos inmobiliarios que aumentan el valor de la tierra, sumado a varias temporadas de cosechas con rendimientos por debajo de lo esperado por los productores. En Maipú, la disminución fue menos marcada y alcanzó el 8 por ciento.

Otra gran disminución se dio en el Valle de Uco, en los departamentos de Tunuyán, con una disminución de 47 hectáreas y 56, en Tupungato. En este oasis, la situación sería diferente a la de la zona Norte, pues la causa principal consistiría en la reconversión hacia otros cultivos, fundamentalmente viñedos, debido a la consolidación del sector de la viticultura de vino fino, cultivo con el que la cereza comparte necesidades climáticas y de suelo. Las últimas temporadas problemáticas para la cereza habrían potenciado su erradicación en el Valle de Uco.

En contrapartida, la superficie productiva de Las Heras ha experimentado un aumento del 118 %. En otros departamentos como Junín, San Rafael y Gral. Alvear se observa la aparición de algunas propiedades, aunque el incremento fue de pocas hectáreas.

→ ver tabla en la próxima página

Zona	Depart.	2005			2010		
		Sup. Impl. (ha)	Nº de prop.	Tamaño medio de la prop. (ha)	Sup. Impl. (ha)	Nº de prop.	Tamaño medio de la prop. (ha)
Este	Junín	1.00	1.00	1.00	8.00	1.00	8.00
	Rivadavia	1.60	3.00	0.53	1.00	1.00	1.00
	San Martín	25.20	7.00	3.60	23.50	5.00	3.36
	Santa Rosa	0.10	1.00	1.00			
Norte	Guaymallén	0.50	1.00	0.50			
	Las Heras	35.35	1.00	35.35	77.00	4.00	1.93
	Luján	220.76	60.00	3.68	169.32	29.00	1.55
	Maipú	76.67	20.00	3.83	70.37	26.00	1.72
Sur	Gral. Alvear	2.00	5.00	0.40	2.75	6.00	0.46
	San Rafael	4.40	13.00	0.34	5.05	12.00	0.39
Valle Uco	San Carlos	26.00	10.00	2.60	23.60	6.00	2.95
	Tunuyán	252.09	66.00	3.82	205.30	51.00	1.80
	Tupungato	580.65	134.00	4.33	528.52	76.00	3.15
Total		1226.32	322.00	3.81	1114.41	217.00	5.14

Lo más llamativo es la disminución del número de productores, a pesar de que las superficies cultivadas siguen siendo muy similares. Si bien en la Provincia, la caída en superficie de cereza fue del 9 %, este número toma otra dimensión al notar que la caída en número de productores fue del 33 %, registrando 105 propiedades menos que en el año 2005. Este porcentaje es el que ilustra claramente la percepción general de retracción del sector. El caso más dramático se presentó en el departamento de Tupungato, donde la disminución en superficie que se registró fue de 9 %, mientras que la disminución del número de productores fue del 43 %, una de las mayores de la provincia, sólo superada por Luján con el 52 por ciento. El perfil productivo en estas zonas, evidentemente, pasó de tener muchos productores de poca superficie, a menor cantidad de productores propietarios de mayores extensiones. Esto demuestra que se están erradicando los cultivos pequeños, de productores no especializados, que van dejando lugar a los productores de mayor envergadura, más especializados e integrados verticalmente. El tamaño medio de la propiedad explica también este fenómeno, ya que para la provincia se observó un aumento de 35 por ciento.

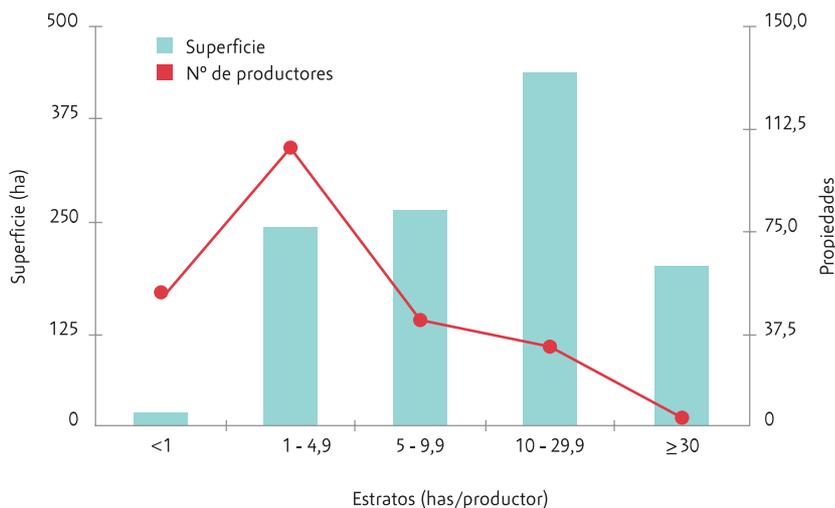
Distribución por rangos de superficie cultivada

La distribución por rangos muestra en el total provincial que 102 productores tienen propiedades de 1 a 5 hectáreas, sumando un total de 243 hectáreas. Este dato es altamente contrastante con el generado en el año 2005, cuando este estrato estaba integrado por 157 productores que en total sumaban 368 hectáreas. Las propiedades con más de 30 hectáreas son 2, pero la superficie aumentó de 174 hectáreas en el 2005 a 196 en el año 2010. Actualmente, podemos afirmar que los productores que poseen de 10 a 30 hectáreas representan el estrato más importante en la clasificación por superficie.

Tabla 4: Superficie implantada (ha), número de propiedades y superficie promedio por propiedad (ha), para cada departamento.

Fuente: Censo Frutícola provincial 2005 y 2010.

Figura 4: Distribución por rangos de superficie cultivada y número de propiedades en la Provincia de Mendoza.
Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010, IDR.

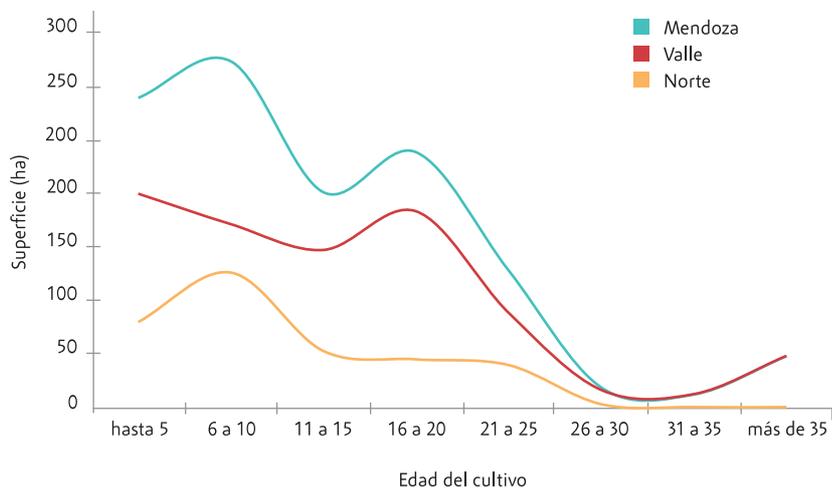


Con respecto a la cantidad de propiedades, aquellas con menos de 5 hectáreas continúan caracterizando la producción de cereza en Mendoza, aunque la tendencia es que menor cantidad de propietarios concentren mayor superficie (figura 4). Este proceso es más intenso en el Valle de Uco.

Distribución por edades de las parcelas

Al analizar las parcelas por diferentes rangos de edades se aprecian diferencias de distribución de la superficie entre los oasis. En el Valle de Uco, la mayor superficie implantada con cereza presenta una edad en el rango de menos de 5 años, seguida por el rango de 16 a 20 años. En el oasis Norte, la mayor superficie productiva tiene entre 6 a 10 años, y todos los otros rangos son considerablemente menores en superficie. Sólo el Valle de Uco presenta propiedades en el rango mayor a 35 años (figura 5). La superficie total de cerezas con más de 20 años es de 178 ha, lo que equivale al 16 % del total. Esta superficie representa los montes envejecidos de los oasis y que en consecuencia probablemente serán eliminados en el corto plazo.

Figura 5: Superficie implantada por rangos de edades, para el Valle de Uco, el oasis Norte y el total provincial.
Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010, IDR.



Tal como se puede observar en la figura 6, las principales erradicaciones se produjeron en parcelas que en el año 2005 presentaban entre 11 y 15 años. El descenso en superficie en este rango fue de 33 % en el Valle de Uco y de 59 % en el oasis Norte. En esta última zona, la erradicación también fue notable (48 por ciento) en parcelas que en el 2005 presentaban entre 6 y 10 años.

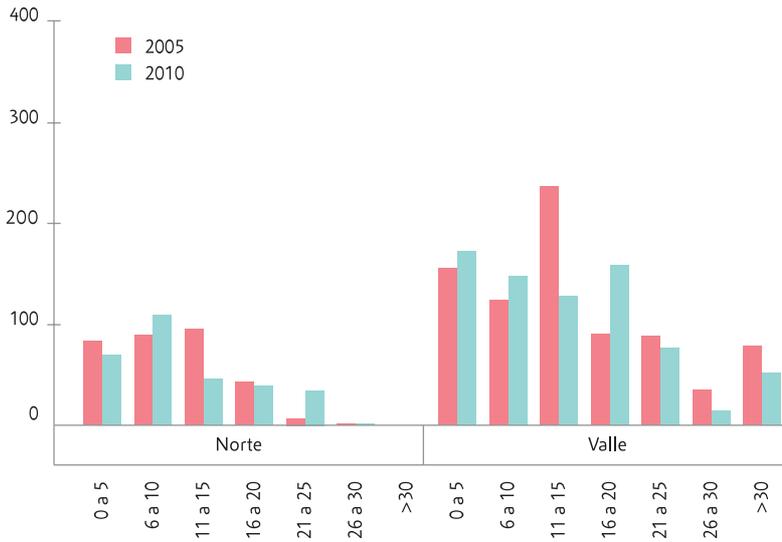


Figura 6: Distribución de la superficie total de cereza en los oasis Norte y Valle de Uco, por intervalos de edad en los años 2005 y 2010.

Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010 y Censo de Productores de Cereza 2005, IDR.

Actividad principal en la parcela

Sólo el 4 % de las propiedades con cereza en Mendoza la explotan como monocultivo. En la mayoría de las propiedades, los cerezales constituyen sólo una parte de la propiedad agrícola, según se observa en la figura 7.

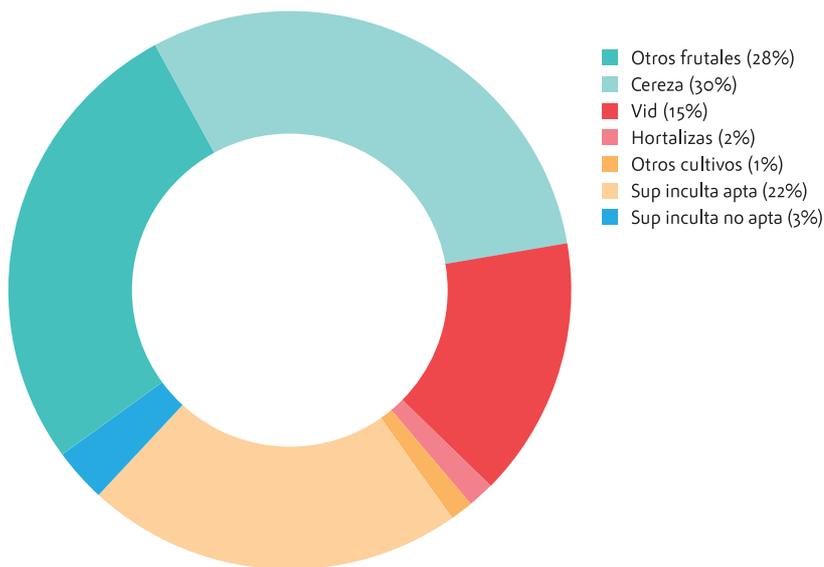
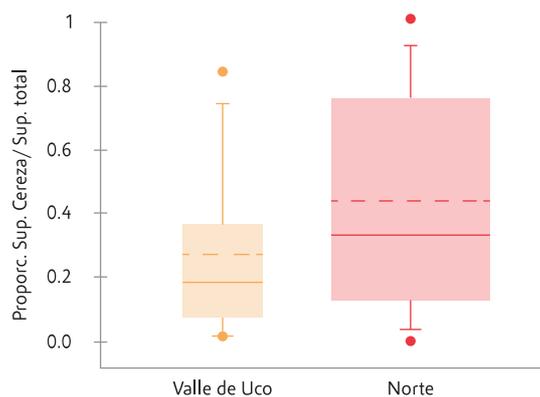


Figura. 7: Distribución de la superficie dentro de las propiedades que presentan cultivo de cereza.

Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010, IDR.

El 21 % tienen más del 50 % de la superficie total de la propiedad con cerezas y el restante 75 %, la considera un cultivo secundario. Las propiedades que cultivan cereza son principalmente frutícolas en su esencia, con más del 50 % de la propiedad dedicada a los frutales. La vid es un cultivo que puede acompañar a los frutales, pero en el caso de la cereza, solo en un porcentaje promedio que alcanza el 15 % de la superficie total de la propiedad. La relación de la superficie con cereza dentro de la propiedad con el respecto al total es del 30 %, afirmando la condición de cultivo secundario.

Figura 8: Gráfico de cajas de la proporción que representa la superficie cultivada con cereza con respecto al total de la propiedad, para el Valle de Uco y el Oasis Norte.
Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010, IDR.

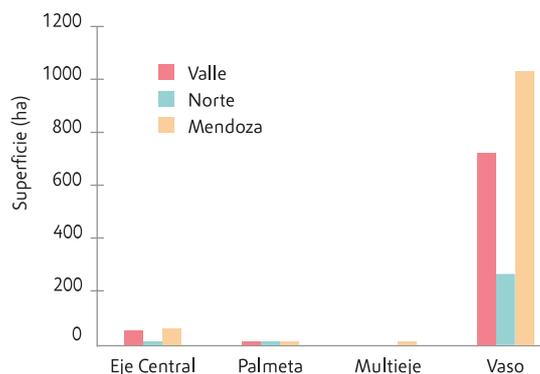


(El límite inferior de la caja indica el percentil 25 (25 % de los datos); el límite superior, el percentil 75 (75 % de los datos); la barra de error inferior, el percentil 10 (10 % de los datos); la barra de error superior, el percentil 90 (90 % de los datos); la línea de trazos, el promedio; y la línea entera, la mediana o percentil 50)

La relación de la superficie con cereza dentro de la propiedad con respecto al total es del 30 % en promedio, afirmando la condición de cultivo secundario. Esta cifra media se mantiene para el Valle de Uco, aunque es importante notar que en la mitad de las explotaciones esa relación es del 18 %. En la zona Norte, la cereza ocupa una proporción mayor al Valle de Uco, en la mitad de las fincas. No obstante, la variabilidad de este oasis es muy marcada.

Sistemas de conducción

Figura 9: Sistemas de conducción para los oasis Norte y Valle de Uco, y la Provincia de Mendoza.
Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010.



La figura 9 indica claramente que el sistema vaso continúa predominando en las plantas de cereza en toda la provincia, abarcando el 90 % de la superficie cultivada, como fuera censado en el año 2005. En el Valle de Uco, también se censaron 55 hectáreas con sistema eje central.

Riego

Del total de superficie cultivada, 259,42 hectáreas tiene riego solamente por pozo, es decir, el 23 por ciento. El 35 % riega solamente con turno, y el 41 % riega con turno y con pozo. El Valle de Uco tiene valores porcentuales similares al total provincial. No obstante, no ocurre lo mismo con la zona Norte, donde el uso exclusivo de pozo está circunscrito al 10 % del total de superficie cultivada en el oasis, y el 45 % declaró contar tanto con pozo como con riego por turno.

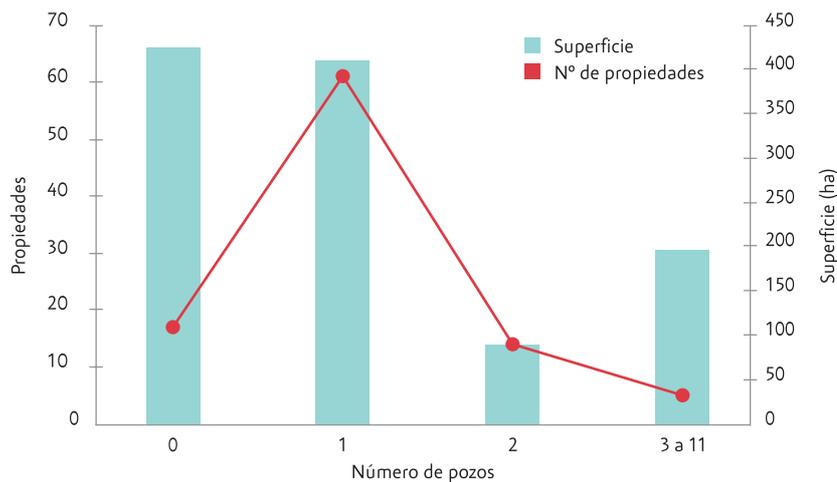


Figura 10: Distribución de la superficie cultivada con cereza y el número de establecimientos con respecto al número de pozos de la propiedad.

Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010, IDR.

Se analizó la superficie y el número de productores con respecto al número de pozos. Se puede observar, como ya se mencionó anteriormente, que existen 423 hectáreas cultivadas que no poseen pozo, por lo cual, el riego se realiza solamente por turno. De las propiedades que sí poseen pozo, 61 en toda la Provincia poseen solamente 1 pozo, de las cuales 44 pertenecen al Valle de Uco, y 14 a la zona Norte. Dadas las características propias de las zonas áridas, los productores optan por el riego permanente (figuras 10 y 11).

En el Valle de Uco, el sistema de riego más usado es el riego por melga, seguido muy de cerca por el riego por surco, con 303 y 288 hectáreas, respectivamente. La zona Norte presenta una situación diferente, con amplio predominio del riego por surco, en detrimento de los sistemas de riego por microaspersión, goteo y melga (figura 12). Esto indica que la superficie con riego tecnificado es de 265 ha en toda la Provincia, o sea solamente el 24 % del total cultivado.

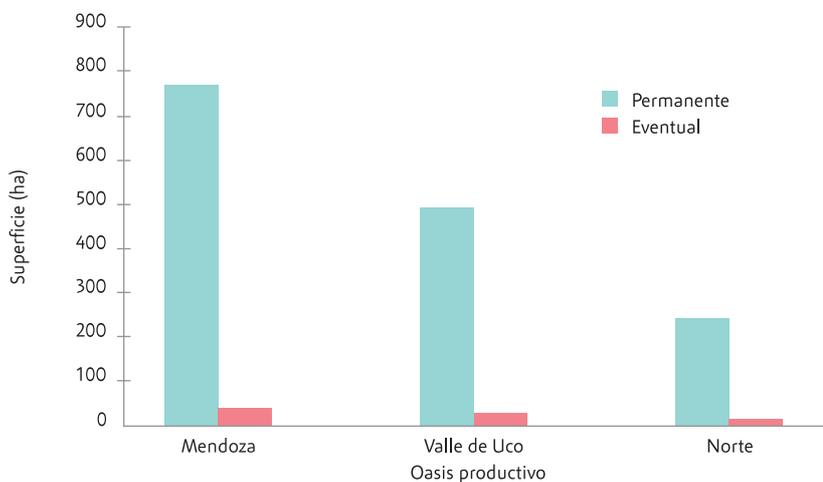
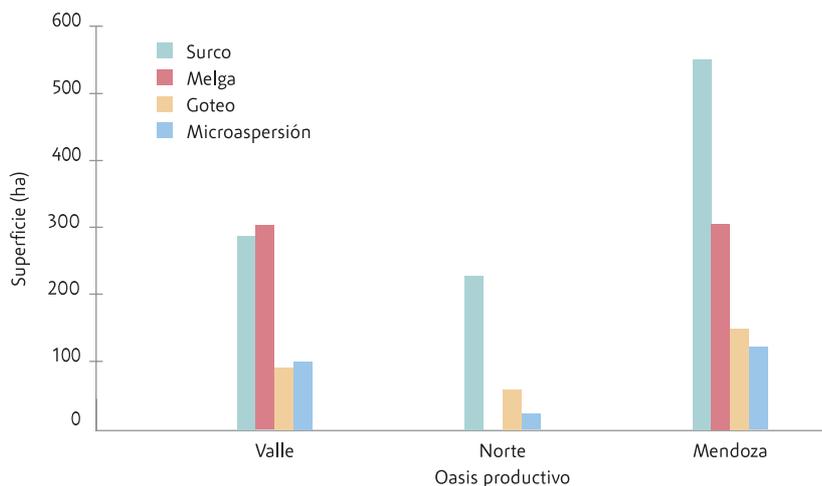


Figura 11: Tipo de riego por oasis productivo, en superficie.

Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010.

→ ver gráfico en la página siguiente

Figura 12: Superficie cultivada con diferentes sistemas de riego, en el oasis norte, Valle de Uco, y total provincial. Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010.

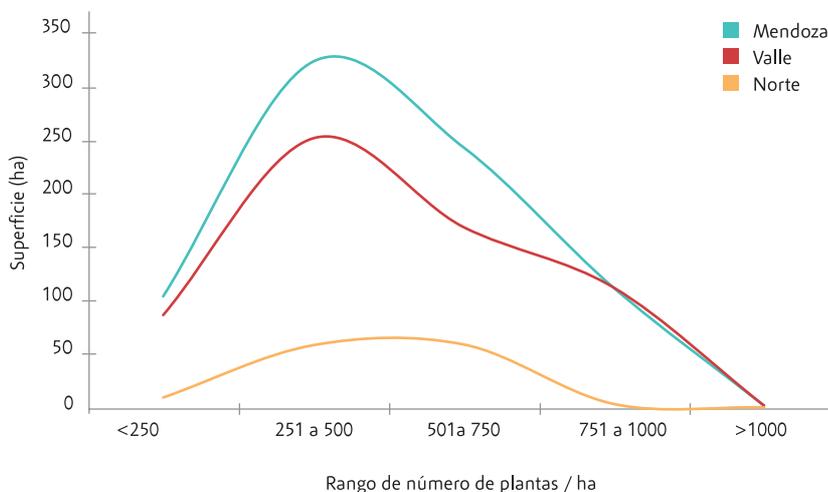


Densidad de plantación

En la zona Norte, la mayor parte de la superficie cultivada tiene entre 250 a 750 plantas por hectárea, siendo los marcos de plantación más frecuentes el 3x5, 4x4, 4x5 y 5x5 (distancia entre plantas x distancia entre hileras). En el Valle de Uco, las parcelas que tienen entre 251 y 500 plantas por hectárea son las más frecuentes, es decir, marcos de plantación mayores a los de la zona Norte, entre 4x5, 5x5 y 6x7.

La densidad promedio es baja, demostrando que las tecnologías de conducción son anticuadas y no acordes a la fruticultura de avanzada, en la que la alta densidad es uno de los factores primordiales en la precocidad para el inicio de la producción.

Figura 13: Superficie implantada por oasis productivo y total provincial por rango de número de plantas por hectárea. Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010



Panorama varietal

En la figura 14 se muestra la distribución de superficie de cerezos de Mendoza acorde a la variedad utilizada. La variedad con mayor superficie implantada es Bing, con 55 % de la superficie. Un dato interesante para analizar es el rango etario de hasta 5 años, donde la superficie de esta variedad baja al 41 %, Lapins se incrementa 11 %, Santina 10 %, y Sweetheart, 8 por ciento. Esto estaría marcando una tendencia al abandono de la variedad tradicional Bing en las nuevas plantaciones. Chile, principal competidor en el hemisferio sur, también está orientando las nuevas parcelas hacia otras variedades, principalmente, Sweetheart, Lapins, Santina y Royal Down, cuyas implantaciones en el año 2009 han sido iguales o inclusive superiores a las realizadas con Bing. El productor chileno, así como el mendocino, está apuntando su producción hacia variedades

autofértiles y tempranas, o extremadamente tardías, evitando volúmenes en la época media de producción. Se orientan hacia plantaciones de mayor densidad mediante el uso de porta injertos de menor vigor en busca de precocidad, eficiencia productiva y parcelas de menor altura.

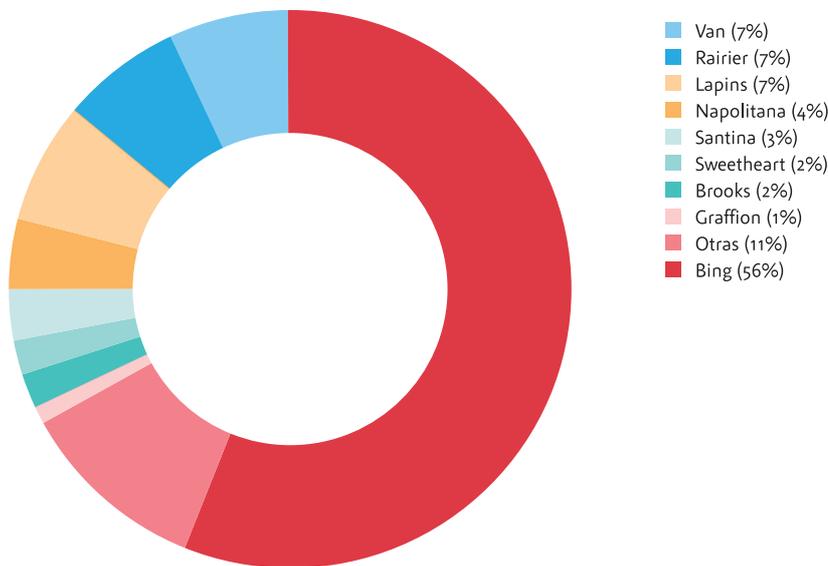


Figura 14: Panorama varietal en superficie para la provincia de Mendoza.

Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010, IDR.

Las variedades cuyo destino principal es el sulfitado, suman en total 142 hectáreas.

Manejo técnico

De acuerdo con el Censo Frutícola Provincial 2010, las prácticas culturales comunes a la mayoría de las propiedades son la poda de invierno y la fertilización química, ambas realizadas en el 78 % del total de propiedades. El uso de abonos orgánicos se registró en el 45 % de las propiedades. Este comportamiento fue observado en los dos oasis productivos de estudio. Porcentajes mayores de adhesión a las prácticas culturales fueron registrados en el Valle de Uco (tabla 5).

Tabla 5: Superficie (ha) y número de propiedades por oasis productivo, que realizan diferentes prácticas culturales de manejo del monte frutal.

Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010.

Labores	Norte		Valle de Uco		Mendoza	
	Superficie (ha)	Número de propiedades	Superficie (ha)	Número de propiedades	Superficie (ha)	Número de propiedades
Raleo	25	6	184	6	210	14
Poda invierno	240	43	644	104	893	166
Poda verde	36	7	255	24	302	37
Fertilización química	231	40	632	96	899	150
Abonos orgánicos	180	22	316	61	513	95
Abonos verdes	104	9	195	30	302	48

Herbicidas y Labranza

El 48 % de las propiedades realiza aplicación de herbicidas en la parcela, lo que en términos de superficie representa el 73 %. El uso de herbicidas en franjas es ampliamente más adoptado que el uso total de herbicidas (tabla 6).

La labranza tradicional es la más común en las propiedades de cereza. El 74 % de la superficie total provincial realiza ese tipo de labranza en contraposición con el 19 % que practica labranza mínima o nula (tabla 7).

Tabla 6: Superficie (ha) y número de propiedades por oasis productivo que realizan aplicación de herbicidas en franjas y uso total.

Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010.

Zona	Uso en franjas		Uso total	
	Superficie (ha)	Número de propiedades	Superficie (ha)	Número de propiedades
Norte	197	30	44	6
Valle de Uco	532	79	38	4
Mendoza	750	121	90	12

Tabla 7: Superficie (ha) y número de propiedades por oasis productivo con diferentes tipos de labranzas.

Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010

Zona	Labranza mínima o nula		Labranza tradicional	
	Superficie (ha)	Número de propiedades	Superficie (ha)	Número de propiedades
Norte	91	12	179	36
Valle de Uco	130	20	635	109
Mendoza	224	38	852	165

La supremacía de la labranza tradicional no sólo se da en la Argentina, sino también es muy común en países líderes como Turquía, en los cuales se realizan labranzas dos veces en el ciclo, evitando el daño de raíces en la operación.

Otras tecnologías de cultivo: cosecha mecánica, tela antigranizo, defensa activa contra heladas

La cosecha mecánica en el cultivo de cereza es prácticamente inexistente. Básicamente, es una tecnología utilizada para cosechar cereza de industria. Para cereza en fresco es aún una práctica experimental.

El uso de tela antigranizo en las propiedades con cereza prácticamente no se observa en ninguno de los oasis. La cosecha de cereza se produce temprano en la temporada estival. Esta particularidad hace que escape a la época más importante de tormentas graniceras y, en consecuencia, los productores desestiman su uso, aún cuando el granizo posterior a cosecha produzca un gran daño en las plantas.

La defensa activa contra heladas tiene una adhesión del 4 % en el Valle de Uco y del 12 % en la zona Norte.

Estado del cultivo

En el Censo Frutícola Provincial 2010 se declaró que más del 80 % de la superficie implantada con cereza en Mendoza se encuentra en un estado vegetativo bueno. Se trata de 936 hectáreas que representan el 96 % de la superficie efectiva (figura 15).

→ ver gráfico en la página siguiente

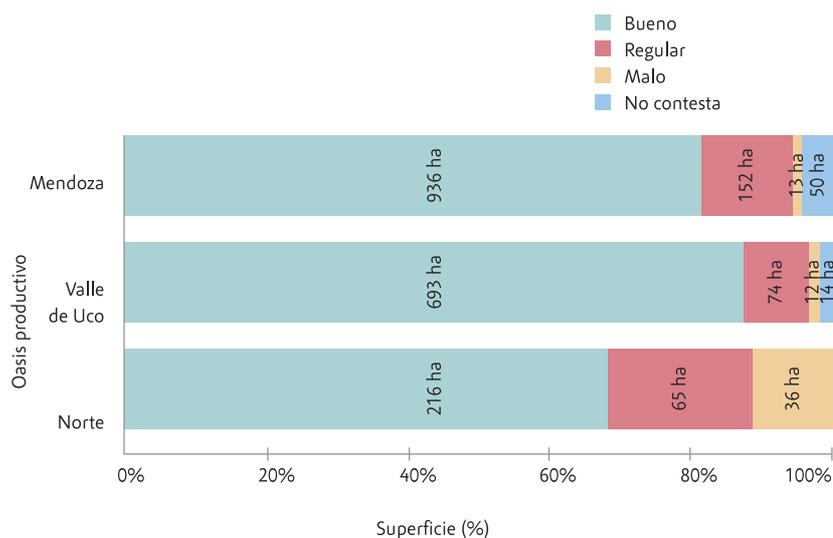


Figura 15: Estado del cultivo por oasis productivo y total provincial en porcentaje de superficie. Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010.

Otras prácticas que caracterizan la producción: análisis foliar, de suelos, uso de colmenas, confusión sexual, manejo de envases vacíos, asesoramiento profesional

El análisis de suelo es la práctica de manejo de cultivo con mayor adhesión de las analizadas hasta aquí, con 76 % de la superficie en el Valle de Uco, y 74 % en la zona Norte. El análisis foliar también es realizado frecuentemente, en el 58 % de la superficie de la zona Norte. El uso de colmenas es una práctica cultural usual de muchos productores. El 35 % de la superficie total de la zona Norte utiliza las colmenas, y el 12 % en el Valle de Uco.

Es importante notar que los porcentajes indican que estas herramientas han sido utilizadas por los productores en algún momento del cultivo y no indican la frecuencia con que se las usa.

Zona	Análisis foliar	Análisis de suelo	Confusión sexual	Uso de colmenas	Manejo envases
Valle de Uco	44%	76%	33%	12%	74%
Norte	58%	74%	29%	35%	70%

Tabla 8: Detalle de prácticas culturales para cada oasis productivo. Los valores están expresados en porcentaje con respecto al total implantado en el respectivo oasis. Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010

En cuanto al asesoramiento profesional, el 50 % de la superficie cultivada del Valle de Uco recibe asesoramiento profesional eventual, y el 39 % en forma permanente. En la zona Norte, esta diferencia porcentual es más marcada ya que el 51 % de la superficie cultivada recibe asesoramiento permanente y sólo el 12 % tiene asesoramiento eventual.

Normas de calidad

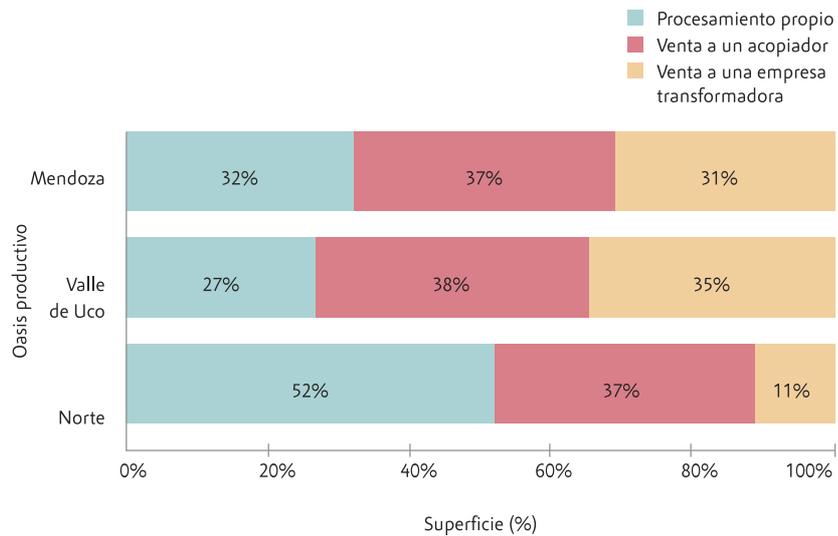
El 56 % de la superficie cultivada en Mendoza con cereza realiza certificación de normas de calidad. Con respecto al uso del cuaderno de campo, una herramienta de fácil acceso y simple para llevar registro de las principales actividades de la propiedad, es de destacar, que el 57 % de la superficie cultivada de la zona Norte declaró hacer uso del cuaderno de campo y en el Valle de Uco, 52 por ciento. Esto es prácticamente coincidente con la certificación de las normas mostrando un efecto positivo de esta práctica en las propiedades.

Destino de la producción

Según datos censales de 2009, para el caso de la especie cereza, sólo una propiedad del Valle de Uco declaró almacenar la fruta en la finca. Con respecto al procesamiento

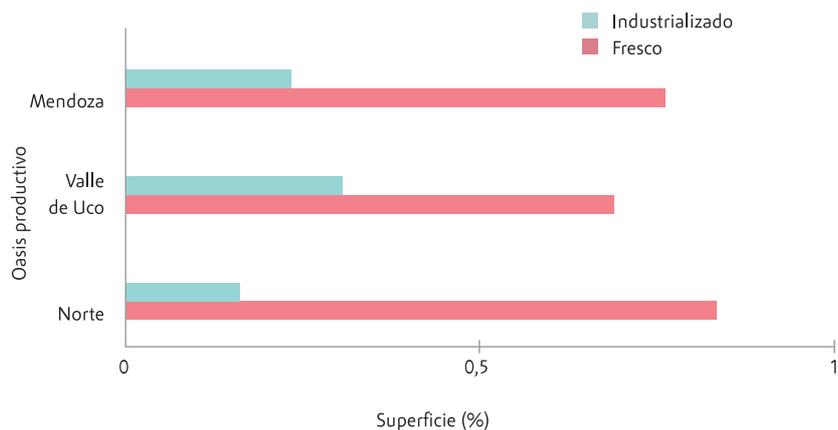
existen diferencias entre las zonas más importantes de la Provincia. Los productores del Oasis Norte optan, en su mayoría, por enviar la totalidad de la producción a un acopiador. Sin embargo, si lo expresamos en función de la superficie cultivada, vemos que el mayor porcentaje en superficie corresponde a productores que llevan a cabo por sí mismos el procesamiento. Esto se debería a la presencia de un grupo de productores, que en conjunto suman una superficie considerable, y procesan la fruta en su propio galpón. Sin embargo, no es el caso más común entre las propiedades, sino sólo el 22 por ciento. Diferente es la situación en el Valle de Uco, donde la opción más frecuente entre los productores (60 %), es vender la totalidad de la fruta a un acopiador, destinando a ello el mayor porcentaje en superficie, 38 por ciento (figura 16).

Figura 16: Tipo de procesamiento por oasis productivo, en porcentaje de la superficie.
Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010.



En cuanto al destino de la producción, los resultados confirman que se trata de un sector eminentemente volcado hacia el mercado de la fruta en fresco (figura 17). La misma situación se da en todos los oasis productivos, incluso en aquellos con menor superficie implantada. El Valle de Uco envía un mayor porcentaje a industrialización que la zona Norte.

Figura 17: Destino de la fruta por oasis productivo en porcentaje de la superficie.
Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010.



CONCLUSIONES

La cereza es un producto de alto consumo en los países del hemisferio norte y, por ello, es requerida en contra-estación. La Argentina, por su parte, tiene una ventaja competitiva en este aspecto, ya que cuenta con pocos competidores en el hemisferio sur, solamente Chile, Australia y Nueva Zelanda. En particular, Mendoza se ha posi-

cionado históricamente como una provincia con tradición cerecera en la Argentina. Sin embargo, su superficie total ha disminuido en los últimos años, cediendo espacios en los mercados a provincias de la Patagonia, que han tenido un gran desarrollo como productoras de cereza. En el ámbito provincial, el Valle de Uco es la zona con más superficie dedicada a esta especie. Luján, Maipú, Tunuyán y Tupungato son los departamentos que han sufrido las mayores disminuciones en superficie, ya sea por el avance de emprendimientos inmobiliarios en el caso de la zona Norte, o por reconversión a viñedos, en el Valle de Uco.

La escasa superficie promedio demuestra que la producción de Mendoza responde a la de pequeños productores, en general no especializados, que van dejando lugar a aquellos de mayor envergadura, generalmente integrados, constituyendo un típico caso de cambio del sistema productivo, aunque aún en una etapa de cultivo familiar.

En cuanto a la tecnología de producción, el riego es del tipo permanente, generalmente proveniente de turno de riego o mediante el uso de pozos, sin mayor utilización de tecnología, mostrando un atraso en este aspecto. Si bien los productores han comprendido, en su mayoría, que deben contar con un sistema de riego permanente, todavía hay pocos que cuentan con sistemas de riego por goteo o aspersión, que les permitan hacer un uso más eficiente y controlado del agua. Por ello, este representa un aspecto con posibilidades de mejora a futuro.

La densidad de plantación es todavía baja. Respecto a las variedades, aún existe un predominio de Bing, aunque se evidencian esfuerzos por introducir variedades con ventajas en cuanto a la autocompatibilidad y adaptación a las condiciones climáticas. La mejora varietal y la utilización de sistemas de plantación de alta densidad son, por lo tanto, asignaturas pendientes para lograr establecer un cultivo óptimo y acorde a las nuevas tecnologías de producción.

El uso de colmenas, tela antigranizo y técnicas de confusión sexual no son muy adoptadas por los propietarios de las fincas. La primera es una práctica esencial en variedades autoincompatibles, por lo que puede considerarse un error técnico importante.

Los productores mendocinos demuestran, a través de la gran proporción de cultivo certificado con normas internacionales de calidad, que apuntan a obtener un producto de exportación, alentados por las perspectivas de consumo mundial de cereza. A través del presente capítulo, puede apreciarse que resta ajustar y optimizar aspectos tecnológicos relativos al cultivo que permitan obtener mayores rendimientos, una producción estable, y cereza de calidad que cumpla con las exigencias de los mercados actuales. Los cambios necesarios requerirán de un productor permanentemente actualizado y dispuesto a adaptarse a los requerimientos de los principales compradores a nivel mundial.

→ ver tabla en la página siguiente

Tabla 9: Comparación entre las principales regiones productoras de cereza y total para Mendoza. Fuente: Censo Frutícola Provincial 2010.

Característica	Oasis Norte	Valle de Uco	Mendoza
Superficie Monte Puro (ha)	316.7	757.4	1114.4
Tamaño medio de la propiedad (ha)	7.9	5.2	6.6
Número de propiedades	133	59	217
Disminución en superficie respecto del 2005 (%)	-5	-12	-9
Rango de edad de parcela más frecuente (años)	6 a 10	<5	6 a 10
Relación promedio superficie de cereza/superficie total de la propiedad (%)	44	27	30
Sistema de conducción	Vaso	Vaso	Vaso
Riego	Surco, por turno y con pozo	Melga, por turno y con pozo	Surco, por turno y con pozo
Número de pozos por propiedad	1	1	1
Práctica cultural más adoptada	Poda de invierno	Poda de invierno	Poda de invierno
Labranza	Tradicional	Tradicional	Tradicional
Uso de herbicidas	En franjas	En franjas	En franjas
Superficie que practica defensa activa contra heladas (%)	12	4	6
Destino de la fruta (en función de la superficie)	Procesamiento propio	Venta a un acopiador	Venta a un acopiador

LECTURA ADICIONAL.

CORPORACIÓN DEL MERCADO CENTRAL DE BUENOS AIRES. 2007. Boletín electrónico de frutas de carozo N°1, 9 pp.

CORPORACIÓN DEL MERCADO CENTRAL DE BUENOS AIRES. 2009. Boletín electrónico de frutas de carozo N°9, 11pp.

CORPORACIÓN DEL MERCADO CENTRAL DE BUENOS AIRES. 2010. Boletín electrónico de frutas de carozo N°14, 14 pp.

DEMIRCAN, V.; EKINCI, K.; KEENER, M.K.; AKBOLAT, D.; EKINCI, K. 2006. Energy Conversion and Management 47, 1761–1769

FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 2011. <http://www.fao.org/about/es> Página web consultada en mayo-noviembre 2011.

IDR INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL. 2005. Censo Provincial de Cereza, 44 pp.

IDR INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL. 2011. Censo Frutícola Provincial 2010, 56 pp.

IDR INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL. 2011. Censo Frutícola Provincial 2010, 190 pp.

- NEILSEN, G.H.; NEILSEN, D.; KAPPEL, K.; TOIVONEN, P; HERBERT, L.** 2010. Hortscience 45, 6, 939–945.
- ORTEGA, O.A.** 2010. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Facultad de Agronomía. 59 pp.
- ROPER, T.; MAHR, D.; MC MANUS, P.** 1998. University of Wisconsin Cooperative Extension. 32pp.

EL SECTOR TRANSFORMADOR DE CEREZAS EN MENDOZA | 3

ING. AGR. NICOLÁS GÜIZZO. Productor de cerezas.
ING. AGR. CLAUDIA MAMANÍ. Fundación Instituto de Desarrollo Rural.
BROMATÓLOGA PATRICIA MENDOZA. Departamento de Calidad
y producción en empaque de cereza.

SITUACIÓN DEL SECTOR

Introducción

Las tecnologías de conservación y transformación conforman un factor clave en el negocio de la cereza. Una fruta de calidad obtenida en la etapa de producción primaria es capaz de mantener sus características esenciales si es procesada bajo las condiciones ideales, y, como consecuencia, puede ser comercializada en los ámbitos más exigentes.

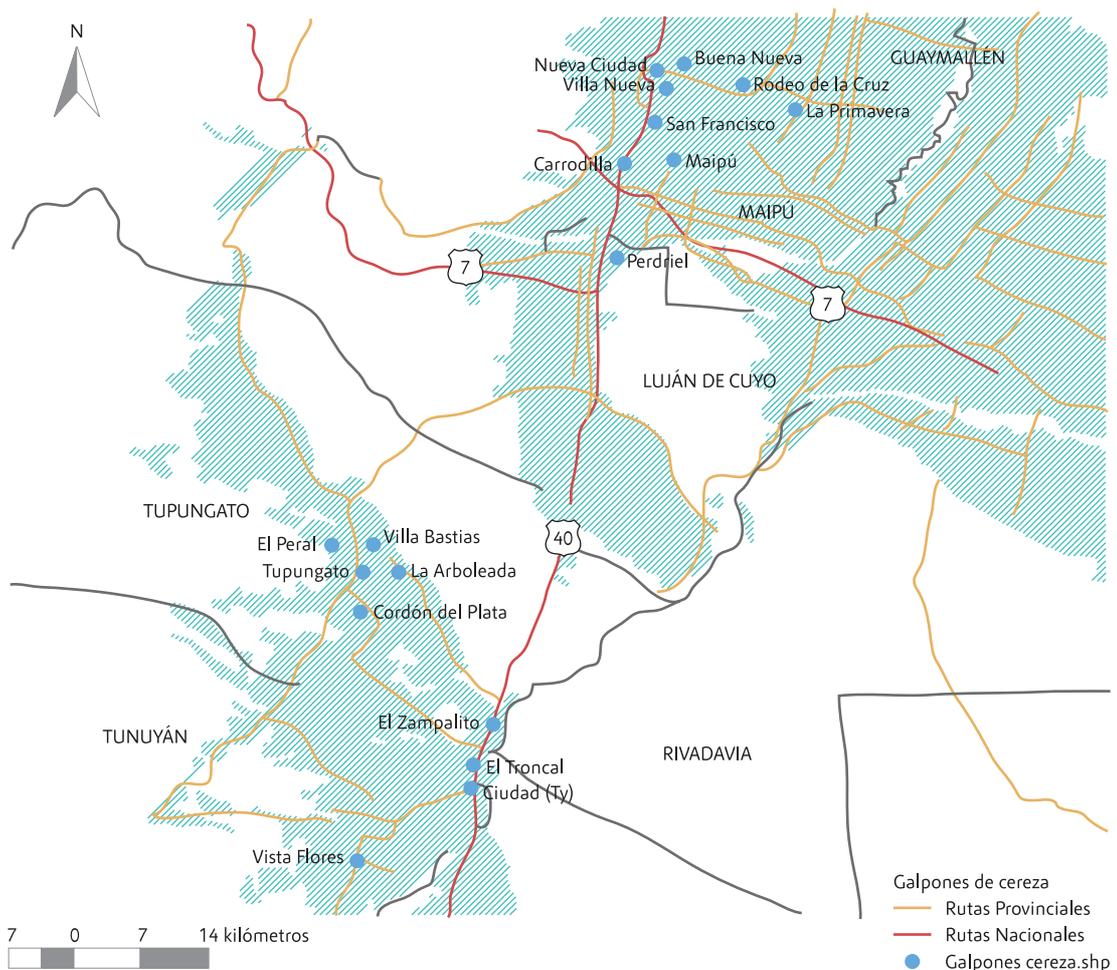
En Mendoza, la cereza se produce y procesa. El sector transformador se ha caracterizado por ser el impulsor del cultivo en la provincia. Está compuesto por 22 galpones de empaque que embalan cereza, distribuidos en la zona Norte y en el Valle de Uco. Muchos de estos galpones también realizan la industrialización.

En este capítulo se describirán las características del sector transformador, realizando un análisis minucioso de los establecimientos de la provincia con el objeto de poner en conocimiento las tecnologías presentes, las nuevas tendencias y las estrategias de trabajo que han conseguido mejores resultados. También se describe la práctica del empaque de cerezas con cada una de sus etapas y puntos críticos de control. Los procesos descriptos son, en términos generales, los más utilizados en los empaques de Mendoza.

Características generales de las empresas del sector

De los más de 200 galpones de empaque de Mendoza, 22 procesan cereza y se encuentran distribuidos en cantidades semejantes en los mismos oasis que realizan la explotación primaria. En la figura 1, puede observarse la ubicación de los principales galpones.

Figura 1: Ubicación de los principales galpones de empaque de cereza por oasis productivo. Fuente: Censo Provincial de Galpones de Empaque Frutícolas y Frigoríficos 2008.



Son pocos los empaques que sólo se dedican al procesamiento de cerezas. La gran mayoría procesan, además, otras frutas y hortalizas, y consideran a la cereza una fruta secundaria (Tabla 1).

Tabla 1: Galpones de empaque acorde a su dedicación al procesamiento de cereza. Fuente: Censo Provincial de Galpones de Empaque Frutícolas y Frigoríficos 2008.

Tipo de galpón	Porcentaje de procesamiento de cerezas	Número de galpones		
		Norte	Valle de Uco	Total
Galpón transformador exclusivo de cerezas	100%	1	3	4
Galpón con cerezas como fruta principal	Mayor o igual al 50%	0	1	1
Galpón con cerezas como fruta secundaria	Menor al 50%	6	8	14
Sin datos	-	3	0	3
Total		10	12	22

La actividad de empaque data de aproximadamente 50 años, aunque la mayoría de las empresas no tiene más de 20 años de trayectoria.

Con respecto a la comercialización, en la tabla siguiente observamos la distribución según destinos y oasis. Si bien, estos datos varían con cada temporada, se ha tomado la temporada 2007 como referencia para indicar tendencias. Es posible observar que tanto el oasis Norte como el Valle de Uco destinan la mayor cantidad de la producción al mercado externo, le sigue el mercado interno, y en mínimas proporciones, la fruta va a la industria (Tabla 2).

Tabla 2: Distribución de la producción (%) según los destinos y oasis productivos. Fuente: Relevamiento productivo de cosecha de cereza 2007, IDR.

Zona	Mercado interno	Mercado externo	Industria	Descarte
Norte	18%	80%	1%	1%
Valle de Uco	27%	68%	4%	1%
Mendoza	24%	73%	2%	1%

Infraestructura

La dimensión de los galpones es variable, aunque se puede generalizar que los galpones de la zona Norte tienen menor superficie cubierta que los del Valle de Uco. El volumen de cereza procesado no siempre tiene relación con las dimensiones del empaque, ya que muchos destinan las instalaciones al procesamiento de otras frutas u hortalizas (Figura 2).

→ ver gráfico en la próxima página

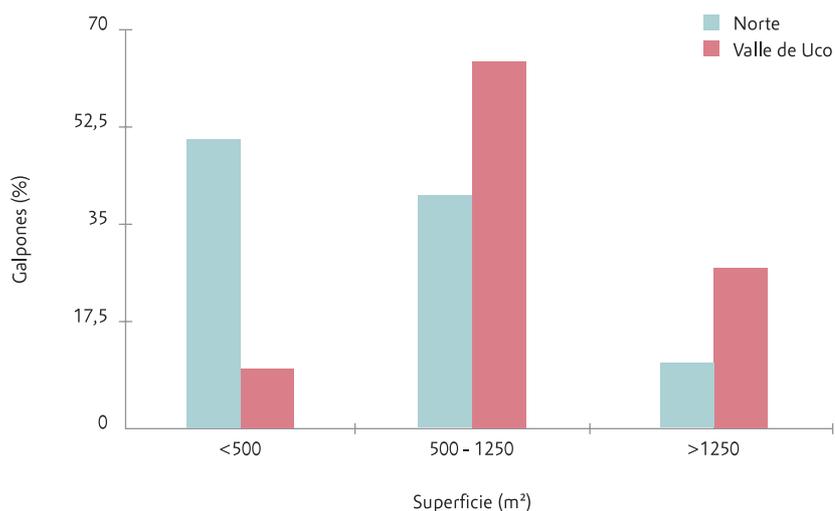


Figura 2: Superficie cubierta de los galpones de empaque procesadores de cereza por oasis productivo.

Fuente: Censo Provincial de Galpones de Empaque Frutícolas y Frigoríficos 2008.

Todos los empaques son estructuras permanentes; en su mayoría cuentan con techos de chapa, pisos de cemento y muros de material.

El origen del agua utilizada es de la red de agua potable y agua de perforación. En el oasis Norte, el uso del agua de red es más generalizado. Ninguno de los establecimientos utiliza agua de turno ni proveniente de tratamiento particular (Figura 3).

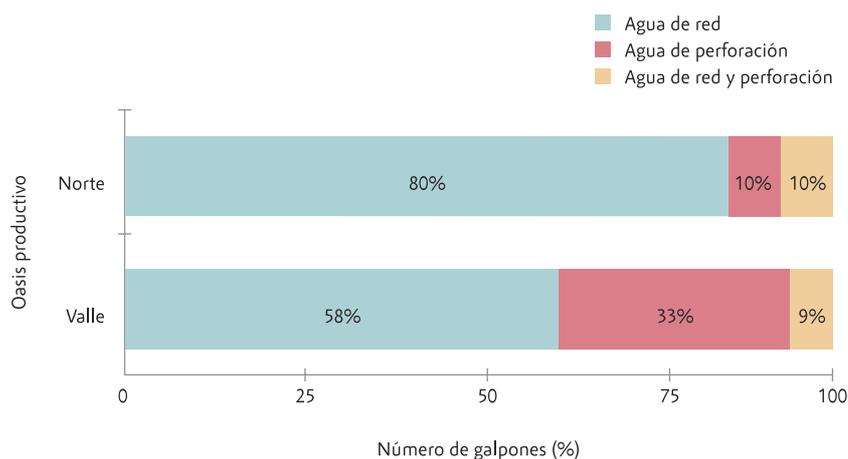


Figura 3: Origen del agua utilizada por los galpones de Mendoza por oasis productivo.

Fuente: Censo Provincial de Galpones de Empaque Frutícolas y Frigoríficos 2008.

Materia prima

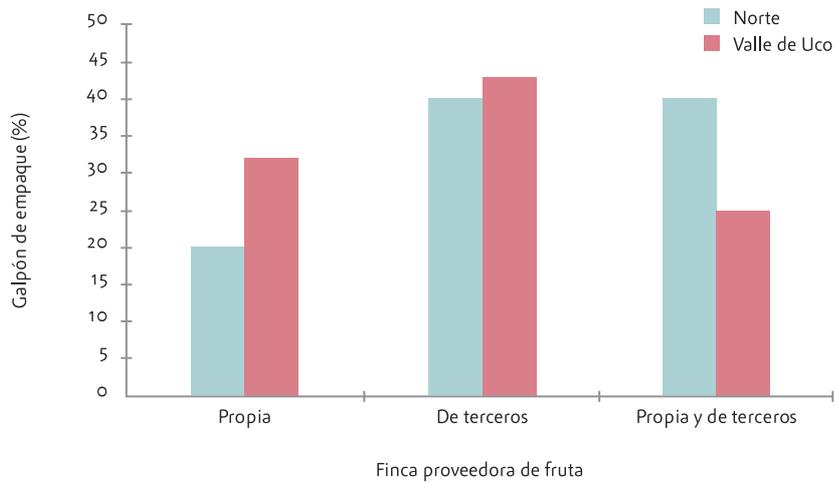
La materia prima procesada proviene, en el caso de los galpones de la zona Norte, mayormente de fincas del Norte, Este y Valle de Uco. En cambio, casi el total de la cereza que se procesa en el Valle de Uco es producida en el mismo valle.

Ubicación galpón	Procedencia de la cereza		
	Oasis Este	Oasis Norte	Valle de Uco
Norte	18%	51%	31%
Valle de Uco	0%	8%	92%
Mendoza	8%	26%	66%

Tabla 3: Origen de la materia prima por ubicación de los galpones de empaque. Los porcentajes indican, en promedio, la proporción de cereza recibida de los distintos oasis productivos sobre el total de cereza procesada en cada empaque. Fuente: Censo Provincial de Galpones de Empaque Frutícolas y Frigoríficos 2008.

En el oasis Norte, existen galpones que sólo procesan fruta de terceros, y otros que se dedican tanto a la propia como a la de terceros. En el Valle de Uco predominan los empaques que manejan fruta propia y de otros productores.

Figura 4: Porcentaje de galpones por oasis productivo que procesan cereza proveniente de fincas propias, de fincas de terceros o fincas propias y de terceros. Fuente: Censo Provincial de Galpones de Empaque Frutícolas y Frigoríficos 2008.



Con respecto a las variedades procesadas, Bing está presente en más del 90 % de los empaques de Mendoza. La variedad Lapins muestra diferencias entre los galpones de los diferentes oasis productivos, ya que se procesa en el 50 % de los del Valle de Uco, versus sólo el 10 % de los establecimientos del Oasis Norte. Lo mismo ocurre con la variedad Newstar, más frecuente en el Valle de Uco. Rainier y Van siempre están entre las más procesadas.

Procesamiento actual y capacidad de procesamiento potencial

La producción anual procesada en galpón de empaque varía en cada temporada, y depende de la producción total de la provincia para ese año. En términos promedio, el 59 % de la producción se procesa en galpones de empaque y el 35 % se industrializa. En la tabla 4 se muestran la cantidad producida por cada destino comercial en dos temporadas: 2008 y 2009. El año 2008 se caracterizó por ser un año de superproducción, alta carga frutal, tamaño promedio de fruta menor y mayor porcentaje de fruta con destino industrial. El 8,4 % de la producción quedó en la planta sin ser cosechada, principalmente por motivos comerciales. En años de superproducción con problemas de falta de tamaño, o importantes daños climáticos, aumenta la proporción de fruta destinada a industria. La temporada 2009 estuvo marcada por problemas climáticos durante el ciclo de cultivo, principalmente heladas y nieve en el Valle de Uco que originaron baja producción.

Tabla 4: Producción de cerezas por oasis y total provincial, por destinos de venta, expresada en toneladas y en porcentaje relativo para las temporadas 2008 y 2009. Fuente: Censo Productivo Provincial de cereza 2008- Censo Productivo Provincial de cereza 2009.

Temporada	Oasis	Cosecha total en la provincia		Venta directa		Venta a galpones de empaque		Venta a industria		Sulfitado propio	
		t	%	t	%	t	%	t	%	t	%
2008	Norte	1845,2		186,5	10	760	41	898,7	49	0	0
	Valle de Uco	4828,1		142,3	3	2227,6	46	2458,2	51	0	0
	Mendoza	6881,2		338	5	3097	45	3444	50	0	0
2009	Norte	416,7		20,8	5	283,3	68	108,3	26	4	1
	Valle de Uco	1877,7		112,7	6	1370,7	73	394,3	21	0	0
	Mendoza	2282,8		137	6	1575,1	69	547,9	24	22,8	1

Se han clasificado los establecimientos según si procesan menos de 100 t al año, entre 100 y 250 t y más de 250 t. En la zona Norte, el 56 % de los galpones corresponden a la primera categoría (menor capacidad de procesamiento), solo 1 a la categoría de mayor procesamiento, y el resto, a la intermedia. En el Valle de Uco, se observa semejante distribución, el 55 % son de la mínima categoría, ubicados principalmente en Tupungato, 3 intermedios, y 2 en la categoría mayor, ubicados en Tunuyán. En la Figura 5 se observa la distribución para la provincia de Mendoza.

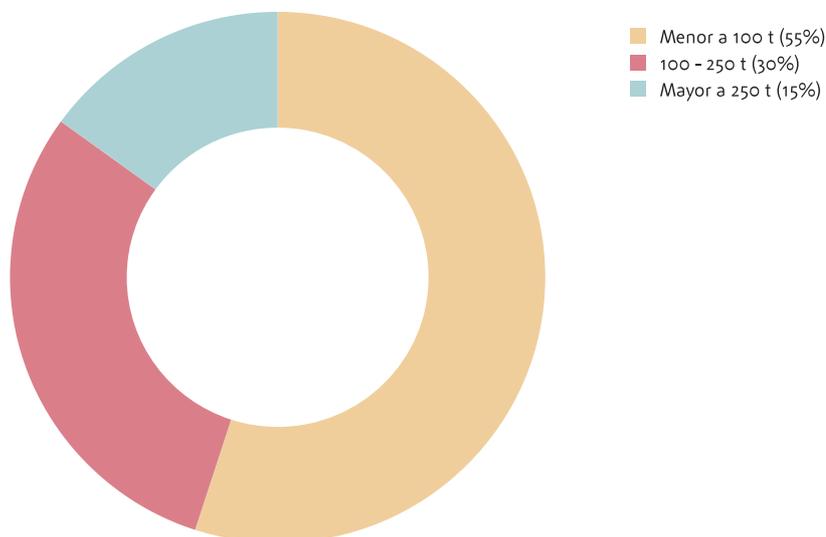


Figura 5: Distribución de los galpones de Mendoza en función del procesamiento anual actual de cereza. Se indica el porcentaje de cada categoría: Menor a 100 t anuales, entre 100-250 t anuales, y más de 250 t anuales.

Fuente: Censo Provincial de Galpones de Empaque Frutícolas y Frigoríficos 2008.

Estos datos, junto con otras informaciones de la temporada 2010, permitieron calcular las toneladas procesadas anuales promedio.

Para calcular la capacidad total potencial de procesamiento de los principales oasis productivos de la provincia, se tuvo en cuenta los kilos de cereza por hora capaz de procesar cada línea de procesamiento, tomándose como referencia, según datos de los empacadores, que una línea con capacidad de procesamiento de 800 kg/h, es capaz de trabajar en la temporada, como máximo, 350 t. Hay que tener en cuenta que al principio de la temporada la capacidad de proceso es mayor a la cosecha y que se satura, acumulándose en consecuencia cereza en las cámaras, hacia fines de noviembre (Tabla 5). Con esta premisa y en función a la capacidad de proceso de los empaques de Mendoza, se realizan las estimaciones que se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5: Capacidad potencial de procesamiento de los establecimientos elaboradores de cereza, nivel de subutilización de la infraestructura con respecto al total anual procesado actual y superficie factible de incrementar. Fuente: Elaborado sobre la base del Censo Provincial de Galpones de Empaque Frutícolas y Frigoríficos 2008, Censo Frutícola Provincial 2010, Censo Productivos de cereza 2008 y 2009, y entrevistas personales. (*) Se considera un rendimiento promedio de 7 t/ha y que toda la cereza es llevada a los empaques.

Oasis	Capacidad de procesamiento aproximado 2012 (t)	Total anual procesado promedio (t)	Nivel de subutilización de infraestructura en relación a 1 año de buena producción (%)	Superficie de cultivo factible de incrementar para saturar capacidad de procesamiento local* (ha)
Norte	1350	521,7	44	84
Valle de Uco	3550	1799,2	37	189
Mendoza	4900	2539,6	39	274

Líneas de procesamiento

Con respecto a las líneas de procesamiento, existen galpones de empaque que presentan líneas exclusivas para cereza destinada al mercado externo, y otras que sólo procesan para el mercado interno. En general, en la provincia, hay mayor número de líneas dedicadas al mercado externo, y cuando se procesa fruta para el mercado

interno, la capacidad de procesamiento es mayor dada la menor búsqueda de calidad. Cuando el objetivo son los mercados internacionales, la mayor minuciosidad en la selección y la búsqueda de la excelencia en la calidad de la fruta implican menor velocidad de selección y, en consecuencia, menor capacidad de procesamiento. Esto se refleja claramente en el oasis Norte, donde las líneas destinadas prioritariamente para el mercado externo presentan una capacidad de proceso promedio de 717 kg/h. Cuando se destinan a mercado interno, es de 1.000 kg/h.

En el Valle de Uco, la distribución es diferente, con mayor cantidad de galpones que solamente poseen líneas dedicadas al mercado interno. Estos galpones tienen la limitante de la tecnología de procesamiento. Incluso, hay establecimientos donde el tamañado se realiza en forma manual. Es por ello, que el promedio para el mercado interno es de 593 kg/h. Los galpones que exportan tienen una capacidad de procesamiento de 1.690 kg/h, en parte, porque la tecnología de procesamiento lo permite, y en parte porque se procesa fruta de gran calidad, poco defectuosa, que hace la selección más ágil.

Capacidad de frío

Como se comentó anteriormente, muchas empresas procesan cereza además de otras frutas. Para el almacenamiento de toda la fruta procesada, la mayoría cuenta con cámaras de frío, de las cuales, una proporción variable en cada temporada la utilizan con cereza, y el resto, para las otras frutas. El conjunto de los establecimientos que procesan cereza en Mendoza poseen, en total, 71 cámaras frigoríficas para su almacenamiento. Esto da una capacidad frigorífica total de 105.593 m³. Teniendo en cuenta que para el correcto almacenamiento de la fruta es necesario dejar corredores de aireación y pasillos de circulación dentro de las cámaras, el volumen efectivo es menor, 76.555 m³. En el caso que toda esta capacidad frigorífica sea ocupada únicamente con cereza, sería posible almacenar 28.353 toneladas en envases de 5 kilos. También es necesario destacar que la cereza tiene la importante ventaja de ser cosechada en una época en la cual aún no se produce el pico productivo de la provincia y, por lo tanto, no hay gran demanda de frío por otras especies. Además de esto, es un producto que por la demanda y características propias de la especie, permanece poco tiempo conservada en cámara.

Tabla 6: Capacidad de frío, número de cámaras totales de los establecimientos procesadores de cereza, volumen efectivo de cámara y cantidad de cereza almacenable por oasis productivo.

¹ Volumen total de cámaras de frío= Volumen de cada cámara de frío x número de cámaras de la propiedad x número de propiedades.

Fuente: Censo de Galpones de Empaque de Fruta y Frigoríficos de Mendoza 2008, IDR.

Oasis	Volumen total de cámara frigorífica ¹	Número de cámaras	Volumen efectivo de cámaras	Cantidad de cereza almacenable
	m ³	nº	m ³	t
Norte	36.094	30	26.168,2	9.691,9
Valle	69.499,2	41	50.386,9	18.661,8
Mendoza	105.193,2	71	76.555,1	28.353,7

Cámaras frigoríficas

Los galpones de cereza poseen entre 3 y 5 cámaras frigoríficas, en su gran mayoría, de operación automática. Además, existe una oferta de frigoríficos que proveen alquiler de frío a terceros.

En el oasis Norte, la mayoría de los establecimientos poseen una capacidad total menor a 2.500 m³. En el Valle de Uco, los establecimientos cuentan con mayor cantidad de cámaras y de mayores dimensiones, ya que el 56 % posee un volumen total entre 2.500 y 10.000 m³ (Tabla 7).

→ ver tabla en la página siguiente

Número de establecimientos (%)			
Volumen total de cámaras de frío (m³)			
Oasis	<2500	2500 - 10000	>10000
Norte	70%	10%	20%
Valle	33%	56%	11%
Mendoza	51,5%	33%	15,5%

Las cámaras de frío pueden ser usadas con producción propia (independiente del tipo de producto) y con la producción de terceros. En el caso de los galpones que procesan cereza en la provincia, el 79 % utiliza las cámaras para el almacenamiento de la producción propia. Sólo 3 galpones pertenecientes a la zona Norte declararon que un porcentaje del total de las cámaras también almacena producción de terceros, aparte de la propia. Un 5 %, ubicado en el Valle de Uco, utiliza las cámaras básicamente con producción de terceros.

Únicamente 2 galpones que procesan cereza declararon compartir el uso de las cámaras entre especies frutícolas y hortícolas. El resto usa exclusivamente las cámaras para frutas.

En cuanto a los materiales aislantes más usados, prácticamente la mitad de las cámaras de Mendoza utilizan poliuretano y la otra mitad telgopor. Las cámaras están construidas con paneles, mampostería y algunas pocas con chapa.

Con respecto al tipo de fluido frigorígeno utilizado, es posible actualmente encontrar cámaras que utilizan amoníaco, gases halogenados – freón, glicol, freón ecológico y otros tipos de productos. El glicol es más utilizado en la zona del Valle de Uco, en cambio, en la zona Norte se utiliza amoníaco o gases halogenados y freón. Sólo unas pocas cámaras utilizan freón ecológico (Figura 6).

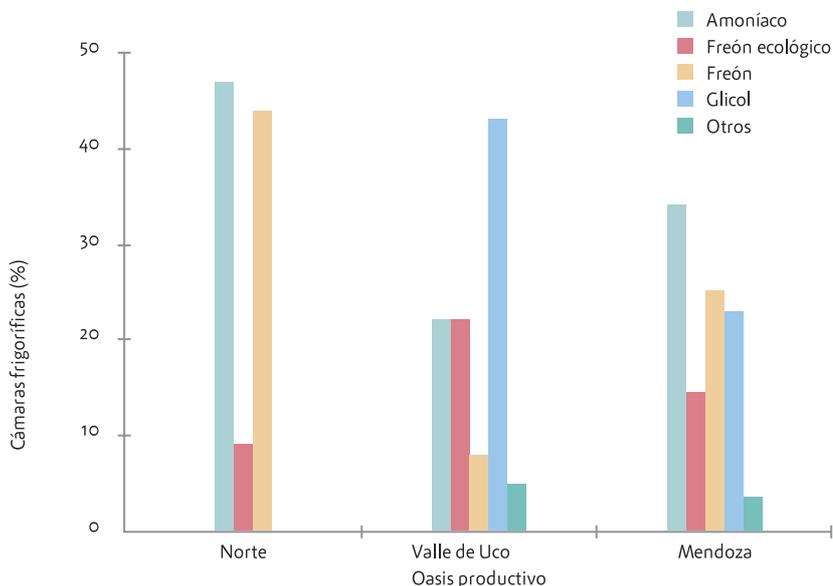


Tabla 7: Distribución de los establecimientos procesadores de cereza por oasis productivo según su volumen total de cámaras de frío¹. Los porcentajes están expresados sobre el total para cada oasis.

Fuente: Censo de Galpones de Empaque de Fruta y Frigoríficos de Mendoza 2008, IDR.

¹ Volumen total de cámaras de frío= Volumen de cada cámara de frío x número de cámaras de la propiedad.

Figura 6: Tipos de cámaras frigoríficas según el fluido frigorígeno para distintos oasis productivos. Los porcentajes están expresados sobre el total de cámaras para ese origen.

Fuente: Censo de Galpones de Empaque de Fruta y Frigoríficos de Mendoza 2008, IDR.

Integración y Certificación de Calidad

En los aspectos sociales relacionados a los galpones de empaque, se conocen diversos datos.

El 70 % de los galpones de la zona Norte y el 50 % de los del Valle de Uco afirma participar de exposiciones nacionales e internacionales y rondas de negocios.

La integración como estrategia de desarrollo conjunta ha dado muy buenos resultados en innumerables casos a nivel mundial. En este sentido, la integración horizontal con otros empaques es más común en oasis Norte que en el Valle de Uco, donde solamente 2 galpones están integrados con sus pares. La integración vertical con productores en forma ocasional o permanente parece ser mucho más aceptada. El 90 % de los galpones de la zona Norte y el 50 % de los del Valle de Uco mantienen contacto con los productores y proveedores de la fruta. Este dato es positivo ya que un seguimiento de la fruta desde la finca, asesorando tanto en el manejo del cultivo como en las prácticas agrícolas recomendadas, asegura una fruta de calidad que producirá ganancias luego de ser empacada.

En Mendoza, el 43 % de los galpones de empaque realizan servicios a terceros en exportación, logística y transporte.

El 61 % certifica normas de calidad.

El 72 % realiza capacitaciones anuales a operarios, principalmente, en temas relacionados con el manejo y el mantenimiento de la higiene, y tiene implementado un sistema de trazabilidad en general mediante sistemas informáticos. Los tratamientos de efluentes serían una cuenta pendiente en el sector ya que solamente un galpón lo realiza actualmente.

Con respecto a los profesionales que se desempeñan en los establecimientos, el asesoramiento en la mayoría de los casos es permanente.

LA PRÁCTICA DEL EMPAQUE DE CEREZAS EN MENDOZA

Con el fin de obtener mejoras en la competitividad de los productos se deben aplicar ciertas acciones en cuanto a la calidad, certificaciones y diversificación, entre otras. Estas medidas, en conjunto con la demanda de oportunidades comerciales y herramientas de comercio exterior, posibilita la exportación de frutas, así como de otros alimentos.

Para su comercialización en fresco, las cerezas deben ser acondicionadas. Con ese fin las empresas empacadoras llevan a cabo una serie de procesos que tienden a la obtención de un producto de buena presentación y marcada calidad de forma de satisfacer la demanda en el mercado nacional e internacional.

Es de suma importancia que en toda manipulación que sufra la fruta desde la cosecha en adelante, se siga un protocolo de trabajo que evite movimientos bruscos a fin de minimizar posibles golpes. Asimismo, deben evitarse demoras a la intemperie para impedir el aumento de temperatura y deshidratación de los frutos.

Las prácticas habituales en el acondicionamiento se pueden sintetizar en el siguiente diagrama de proceso (Figura 7).

→ ver gráfico en la próxima página

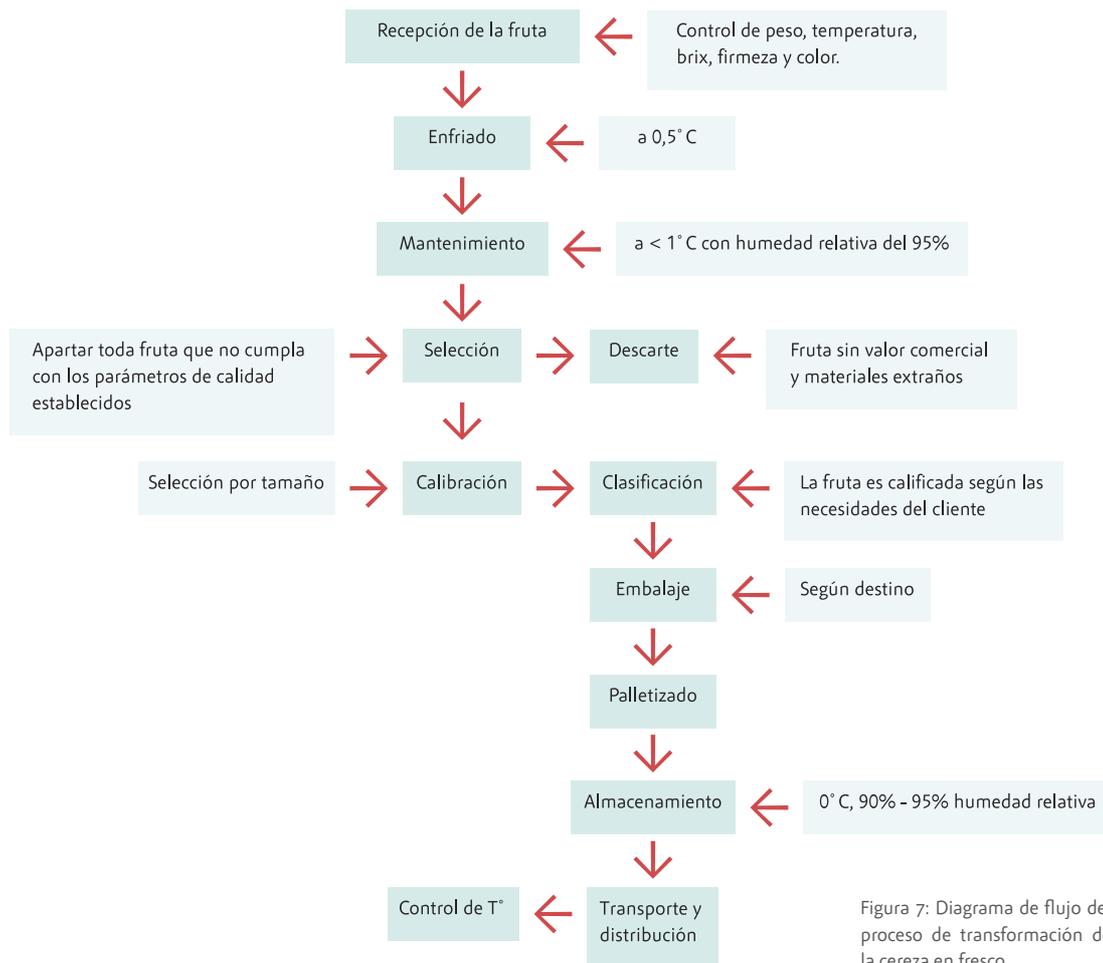


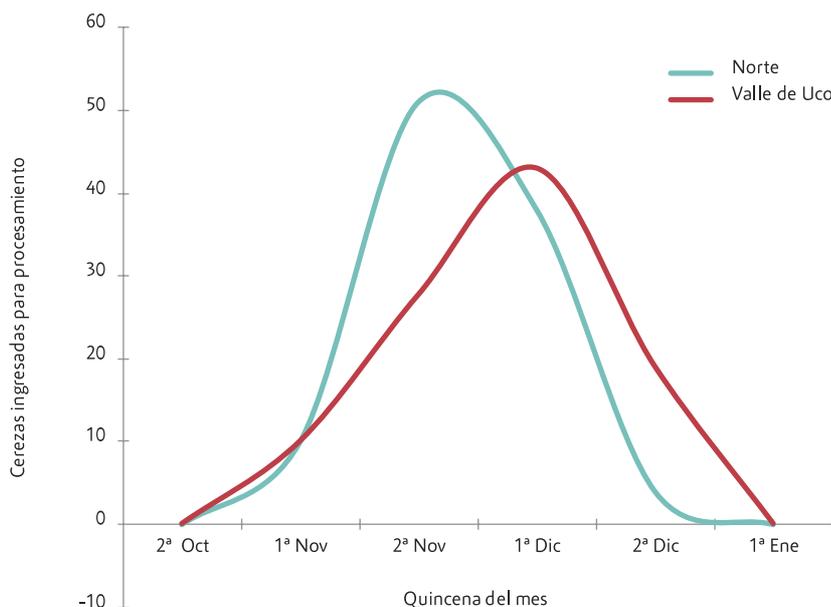
Figura 7: Diagrama de flujo del proceso de transformación de la cereza en fresco.

Ingreso de la fruta

Como se puede observar en la figura que sigue, el procesamiento de la cereza se inicia a partir de la última semana de octubre. Los galpones ubicados en la zona Norte tienen su pico de procesamiento antes que los del Valle de Uco, debido a que la maduración ocurre primero por cuestiones climáticas. En Mendoza, la mayor cantidad de la producción se concentra entre la segunda quincena de noviembre y la primera de diciembre, cuando se superponen las cosechas de ambos oasis productivos. La variedad Bing, la más extendida en la provincia, es una de las responsables de este fenómeno, determinando en gran medida el calendario de procesamiento. Uno de los objetivos de los productores para los próximos años es lograr una distribución más equilibrada de los volúmenes de cosecha extendiendo el calendario de cosecha y logrando cubrir nuevos nichos de comercialización (Figura 8).

→ ver gráfico en la próxima página

Figura 8: Cantidad de cereza ingresada a los galpones de dos oasis productivos por cada quincena de los meses de la temporada. (Oct: octubre; Nov: noviembre; Dic: diciembre; Ene: enero).
Fuente: Censo de Galpones de Empaque de Fruta y Frigoríficos de Mendoza 2008, IDR.



Apenas la fruta llega al galpón procesador, se procede a la descarga, la que puede ser manual caja por caja, o si las cajas vienen dispuestas sobre pallets se usa un autoelevador.

Posteriormente, se inician los controles de calidad con el fin de:

- Conocer la calidad de la fruta antes de ser procesada para identificar problemas que puedan afectar el rendimiento de la línea de empaque.
- Informar al productor los porcentajes de fruta de exportación, mercado interno y descarte esperados, resultantes del control de calidad.

Se debe aclarar cuál es la política de la empresa para determinar si una fruta es apta o no para los distintos mercados (externo, interno).

La cereza debe reunir los siguientes atributos de calidad:

- Color: uniforme, característico de cada especie y variedad.
- Sabor: característico de cada especie y variedad.
- Tamaño: depende de la variedad y el mercado de destino.
- Sanidad: libre de defectos, enfermedades o daños.
- Inocuidad: sana, libre de residuos de plaguicidas y cosechada bajo buenas prácticas agrícolas.

Control de calidad

Se muestrean 100 unidades por cada 400 - 500 kg de fruta y se realiza un análisis visual, uno físico y uno químico.

Análisis visual: fruto por fruto, se observa si presentan defectos y se separan los sanos de los que no lo están. A su vez, los frutos con defectos se diferencian en categorías para poder cuantificar en porcentaje (Tabla 8).

→ ver tabla en la próxima página

	Cultivo	Cosecha	Climáticos	Otros
Mal formación (fruto doble)	x			
Sin pedicelo		x		
Falta de madurez		x		
Exceso de madurez		x		
Blandos		x		
Golpes		x		
Russet	x			
Heridas		x		
Bajo calibre	x			
Rajaduras			x	
Podredumbre	x			
Picadura de aves				x

Tabla 8: Defectos observables en el ingreso de la fruta.

En general, en la Zona Norte, se ha observado que los defectos más frecuentemente encontrados son los asociados a la madurez. La falta y el exceso de madurez serían los más comunes, ya que se presentan en el 29 % y 20 %, respectivamente, del total de la fruta defectuosa de cada galpón. Le sigue en importancia el daño mecánico (golpes). En el Valle de Uco, en cambio, la mayor cantidad de fruta defectuosa está asociada a otro tipo de defectos, tales como fruta blanda y malformada (frutos dobles).

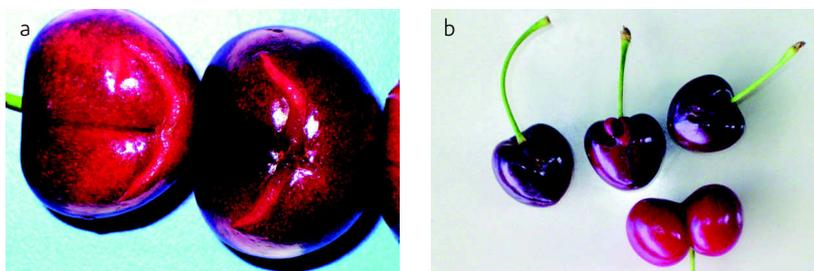


Foto 1: Defectos observables al ingreso de la fruta al galpón. (a) cv. Celeste, rajadura, (b) cv. Bing, frutos dobles.

Análisis físico: este análisis implica la medición del fruto con calibre, y la determinación de la firmeza.

Medición del Fruto con calibre: los frutos sanos se miden con un calibre para cerezas. Según el diámetro ecuatorial de las mismas existen distintas terminologías para diferenciarlas (Tabla 9).

→ ver tabla en la próxima página

Tabla 9: Denominación de los rangos de diámetro de las cerezas.

Diámetro (mm)	Denominación
Menor a 20	Bajo calibre
20 - 22	Medium (M)
22 - 24	Large (L)
24 - 26	Extra Large (XL)
26 - 28	Jumbo (J)
28 - 30	Extra Jumbo (XJ)
30 - 32	Extra Extra Jumbo (XXJ)
Mayor a 32	

Determinación de firmeza: con ayuda de medidor de firmeza como el Durofel 25, se logra conocer las presiones de las cerezas sin destruir los frutos. Según la escala del CTIFL (Centro Técnico Interprofesional de Frutas y Leguminosas de Francia), existen diferentes categorías de firmeza (Tabla 10).

Tabla 10: Clasificación en categorías según los valores de firmeza.

Valor de firmeza	Categoría
<56	Baja firmeza
56,1 - 63	Firmeza media
63,1 - 70	Firme
>70	Muy firme

Para las exportaciones aéreas, las presiones deben encontrarse entre 63,1 y 70,0 (Firme), mientras que para las exportaciones marítimas deben ser mayores a 70,0 (Muy firme). (Ing. Agr. Garofoli, Jimena, comunicación personal; Carleti S.A.).

Análisis químico: medición de sólidos solubles: con ayuda de refractómetro, se obtiene el contenido de azúcar en °Brix. Se toman frutos de diferentes colores (distinto grado de madurez) para que sea más representativa la fruta de la partida que se evalúa.

En nuestra provincia, el porcentaje de sólidos solubles siempre supera las exigencias mínimas del mercado extranjero (14 °Brix) debido al clima mendocino, caracterizado por una gran amplitud térmica diaria. Este es uno de los parámetros tenidos en cuenta para establecer el momento oportuno de cosecha (Tabla 11).

Tabla 11: Valores de sólidos solubles recomendados para algunas variedades.

Cultivar	% Sólidos solubles (Brix)
Bing	16 - 22
Brooks	18 - 22
Garnet	18 - 21
Royal Dawn	18 - 20
Santina	17 - 20

Acondicionamiento

Para realizar un adecuado acondicionamiento, es fundamental conocer las causas que llevan al deterioro del fruto que se embala. Las cerezas, a pesar de ser no climatéricas (no maduran una vez cosechadas), sufren un marcado deterioro debido a la respiración. Para el proceso respiratorio, la producción de energía proviene de la oxidación de las propias reservas de azúcares, por ello, una vez que las frutas son cosechadas, las reservas que pierden no se pueden reemplazar y la velocidad con que disminuyen es un factor de gran importancia en la duración de la vida de poscosecha del producto. La respiración es necesaria para la obtención de energía, pero parte de esa energía produce calor que debe ser disipado de alguna manera, o de lo contrario, el producto se calentará, sobreviniendo la degradación de los tejidos.

El etileno, presente en todas las frutas, es un hidrocarburo (C_2H_4) exhalado por una hormona y reconocido como el responsable de la maduración y senescencia de los frutos. Su acción se vuelve más lenta a medida que la temperatura es más baja. Por esto es que toda práctica que tienda a disminuir la tasa respiratoria y la producción de etileno permitirá una mejor y más duradera conservación. Entre las más usuales está el preenfriado.

Si bien la temperatura óptima de conservación de la fruta debe ser cercana a los 0 °C, el daño producido en el fruto durante la manipulación es superior a bajas temperaturas, siendo lo ideal provocar su descenso hasta un rango de 4 a 10 °C y no menos si va a procesarse inmediatamente para, luego, terminar su enfriado a 0 °C una vez embalada. (Candan, Fruticultura y Diversificación Año 12, N° 50).

Los sistemas de hidrogenfriamiento son los más rápidos y efectivos para bajar la temperatura de la cereza porque logran una refrigeración homogénea en la totalidad del producto. El enfriamiento del agua puede conseguirse a través de bancos de hielo o con intercambiadores de placas.

Bancos de hielo: existen distintos modelos según las necesidades. El más usado está formado por un tanque o tolva rectangular con serpentines ubicados en forma longitudinal por los que circula un medio refrigerante (como amoníaco). Con una capacidad de circulación de agua de 35 m³/h se obtiene un rendimiento total de 24.000 a 40.000 kg/jornada de fruta a 0 a 1 °C (Ing. Agr. Carbone, Ernesto, comunicación personal; Amigofruits). Se han reportado rendimientos de 40.000 a 48.000 kg/jornada, con un descenso de hasta 6 °C (Ing. Agr. Garofoli, Jimena, comunicación personal; Carleti S.A.).

Intercambiador de placas: consiste en un número de placas colocadas paralelas entre sí que sirven como superficies de transferencia de calor contenidas en un armazón para su apoyo. El medio refrigerante circula en el interior de la placa que se encuentra en contacto con el agua que se desea enfriar. La capacidad de circulación de agua es de 35 m³/h y se logra enfriar hasta 1° a 2 °C, 8.000 kg de fruta/jornada (Ing. Agr. Güizzo, Nicolás; Güizzo Frutas Frescas).

El sistema por inmersión es el sistema de hidrogenfriamiento menos agresivo para la fruta. Los frutos son transportados en cajas cosecheras por cintas sumergidas y contra un flujo de agua fría. Existen ejemplos de plantas que logran descender la temperatura a 7 u 8 °C con rendimientos de 8.000 kg/jornada con equipos cuya capacidad de circulación de agua es de 60 m³/h (Ing. Agr. Garofoli, Jimena, comunicación personal; Carleti SA).

El sistema de lluvia o aspersión es el preferido por la industria porque minimiza el riesgo de rajado de la fruta. Las cajas cosecheras son transportadas por cadenas que recorren el largo del equipo. A medida que avanzan, son mojadas por lluvia de agua enfriada que es recogida en una tolva ubicada debajo de las cadenas transportadoras. Una bomba ayuda al recirculado del agua (35 m³/h). Un ejemplo es el de Güizzo Frutas Frescas, donde la bomba traslada el agua hasta el intercambiador de placas permitiendo mantenerla cercana a los 0 °C. Mediante este sistema se logra disminuir la temperatura del fruto hasta un valor entre 1 a 2 °C

→ ver imagen en la próxima página

Foto 2: Sistema de hidrogenfriamiento mediante aspersión.
Fuente: IDR.



La utilización de hidrogenfriamiento admite el agregado de productos que logran mantener la calidad de la fruta que se procesa:

- el uso de desinfectantes, tales como la solución de hipoclorito en 100 a 200 ppm a pH 6,5 a 7 consigue reducir el desarrollo de patógenos como Botrytis, Rhizopus, Penicillium, entre otros.
- el fungicida Iprodione en una dosis de 100 g/l aumenta la resistencia al ataque fúngico (a partir del 2009 este producto no está autorizado en Argentina por SENASA, pero sí es aceptado por la Unión Europea).

Antes del proceso de selección, se debe llevar la fruta a cámara frigorífica con el fin de evitar la deshidratación de pedicelo y fruto. Para ello, es recomendable cubrir los pallets con una bolsa plástica perforada. La temperatura de la pulpa debe mantenerse entre -0,5 y -1° C, con una HR de 90 a 95 %, ya que la humedad alta es particularmente importante para evitar deshidratación y, en consecuencia, para conservar el color verde de los pedúnculos.

Línea de selección

Trabajar la fruta en línea de selección tiene como objetivos:

- Separar pedúnculos que hubieran quedado unidos entre sí, a fin de facilitar el posterior calibrado de las cerezas.
- Identificar los distintos defectos que presenta la fruta que se procesa y separar las cerezas afectadas.
- Seleccionar la fruta apta para el mercado que se trabaja.

El proceso consiste en una inspección ocular donde los operarios determinan las distintas calidades de la fruta para luego ser embalada de acuerdo al mercado de destino. Para realizar una buena selección y clasificación se debe contar con una excelente iluminación que resalte los pigmentos rojos y se observe claramente los defectos de los frutos.

La selección mediante cinta transportadora tiene como fin dejar pasar a la calibradora sólo aquellos frutos que reúnen los requisitos de calidad. Los frutos que no reúnen estas condiciones se extraen y depositan en otra cinta transportadora o en receptáculos, y constituyen el descarte.

Hay empresas que seleccionan a continuación del calibrado y, entre ambos procesos, realizan un nuevo hidrogenfriamiento de inmersión para mantener baja la temperatura de los frutos (3 °C) por más tiempo (Ing. Agr. Garofoli, Jimena, comunicación personal; Carletti S.A.). De la línea de calibrado surgen distintas mangas en las que la inspección ocular se vuelve más eficiente porque disminuye el volumen de fruta evitando superposición.

→ ver imagen en la próxima página



Foto 3: Selección en cinta transportadora.

Clasificación por tamaño

Concluida la selección, la fruta se separa en los distintos calibres. En los galpones de empaque locales se cuenta con tamañadoras electrónicas que calibran según volumen, y mecánicas de cables divergentes o de rodillos que separan la fruta según su diámetro. El tamañado también puede realizarlo un operario en forma manual. Las tamañadoras de cables divergentes y de rodillos expansibles requieren un re-calibrado manual posterior, porque cometen errores debidos a la diferencia de diámetro existente entre el diámetro mayor y menor de la fruta. Para ello, se disponen operarias a lo largo de las cintas de extracción cuya misión es corregir el calibre y algún error de selección.

Tamañadora de cables divergentes: consiste en dos ejes que portan poleas paralelas entre sí, separados a distancia conveniente. Entre cada par de poleas, en uno y otro extremo, se enrolla un cable o soga de material sintético (tipo multifilamento trenzado o monofilamento de poliuretano) guiado por canaletas de acero, creando carriles contiguos y divergentes. La apertura de los carriles aumenta a lo largo de la tamañadora, lo que permite a los calibres pequeños caer en las primeras mangas de extracción, y a los mayores, en las últimas. Por manga se obtiene una precisión del 60 %. Con calibradora de 4 líneas se procesan entre 400 a 600 kg/h (Ing. Agr. Güizzo, Nicolás, Güizzo Frutas Frescas).

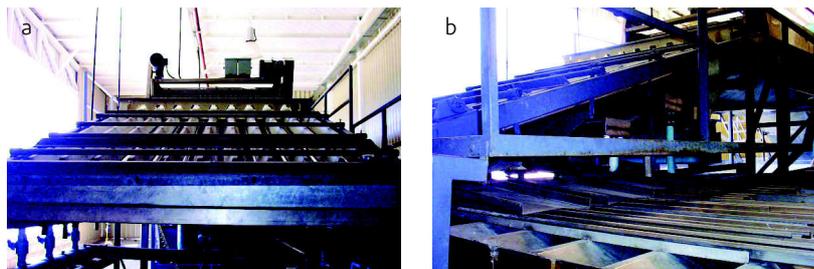


Foto 4: Tamañadora de cables divergentes.

Tamañadora de rodillos expansibles: este equipo consta de una serie de rodillos consecutivos y paralelos entre sí, unidos de sus extremos mediante una cadena que es arrastrada por sendas coronas cuyos ejes, paralelos entre sí, se disponen perpendicularmente a la cadena de rotación. Estos rodillos disponen de una guía de paso variable sobre el cuerpo cilíndrico que obliga a los rolos a variar la distancia entre sí. Como resultado, los frutos volcados van avanzando hasta que la distancia entre dos rodillos consecutivos es mayor a la del diámetro del fruto y, por ello, caen sobre canaletas por las que se hace circular agua. Con 20 rodillos que dan lugar a 10 canales, se obtienen rendimientos de 3.000 a 4.000 kg/h con una precisión del 80 % (Ing. Agr. Garofoli, Jimena, comunicación personal; Carleti S.A.).

→ ver imágenes en la próxima página

Foto 5: Tamañadora de rodillos expansibles. (a) Vista frontal, (b) Vista lateral oblicua.
Fuente: IDR.



Calibradora óptica: el sistema de calibración es por scan óptico, a partir de fotografías que el scan toma a las cerezas que pasan alineadas por una guía de rodillos de material polimérico de uso alimenticio. Las imágenes son analizadas en una computadora de acuerdo a los parámetros de color y tamaño prefijados por el usuario. Este sistema asegura un trato delicado de la fruta por la ausencia de acciones mecánicas para su calibración. Además, garantiza alta precisión por el sistema óptico de detección del calibre y del color, permitiendo separar calibres de hasta 35 mm y diferenciar hasta 4 colores. Dos empaques mendocinos cuentan con un modelo Multiscan 15 que procesa entre 800 y 1.000 kg/h, dependiendo del calibre medio de la fruta (Ilardo, Gustavo, comunicación personal; Natufrut SRL).

El personal ubicado al final de la línea debe recibir la fruta en tolvas provistas de embudos o canaletas que facilitan el llenado del envase correspondiente (en el caso de la empresa Natufrut, el llenado es automático).

Foto 6: Calibradora óptica.



Control de calidad en proceso

Mediante estos controles se puede:

- Asegurar que el producto cumpla con los requerimientos del mercado para el que se trabaja.
- Supervisar que el trabajo realizado sea el correcto, logrando determinar diariamente el rendimiento del proceso (corresponde a gran parte del costo del embalaje).

Los controles de calidad en proceso se realizan sobre los siguientes parámetros:

- **Color:** característico y homogéneo en todo el envase.
- **Calibrado:** homogéneo y coincidente con lo declarado en el envase, por lo general, y dependiendo del cliente, la tolerancia no debe superar el 10% bajo calibre correspondiente.
- **Temperatura:** la fruta no debe exceder los 7 °C y lo ideal es 0 °C.
- **Sanidad:** evitar la presencia de defectos. Estos están diferenciados según afecten calidad o estética de la fruta en: **mayores** (podredumbre, picadas, granizo, heridas húmedas, deshidratación, etc.), sin tolerancia, o **menores** (manchas, deformidades, etc.), con 5 a 10 % de tolerancia. Las variaciones dependen de las exigencias del cliente al que se le comercializa.

Embalaje

El embalaje debe proteger el producto del daño mecánico y de las condiciones ambientales durante su almacenamiento y distribución, además de identificar y brindar información útil. Debe informar: nombre de producto, marca, tamaño, variedad, peso neto, productor, empaque y país de origen.

El embalaje se realiza en bolsas a granel, microperforadas (que permiten un rápido enfriamiento de la fruta a la vez que se logra un ambiente húmedo) de diferentes capacidades (2, 2,5 y 5 kg), contenidas en envase secundario de cartón.

Como alternativa al uso de las bolsas microperforadas y, sobre todo en el caso de envíos marítimos, para extender las condiciones óptimas de frescura se utilizan bolsas de **atmósfera modificada (AM)**. La respiración de los frutos dentro de las bolsas permite una modificación de la atmósfera que resulta en la reducción del nivel de oxígeno (O_2) y en el incremento del nivel de dióxido de carbono (CO_2). Debido a la permeabilidad selectiva de los gases y el vapor de agua, en estas bolsas se logra una atmósfera con concentraciones deseables de CO_2 y O_2 que permiten controlar el desarrollo de hongos, a la vez que mantienen la firmeza y frescura de la fruta. Según recomendaciones del Ing. Agr. Zoffoli en el «Ciclo de Seminario Frutícola de Actualización Técnico Comercial» realizado en Santiago de Chile (Setiembre, 2004), las condiciones óptimas están dadas por concentraciones de 5 a 10 % CO_2 y 8 a 10 % O_2 , a temperatura de 0 a 1 °C.

Al comparar el sistema de bolsa microperforada con el de atmósfera modificada, se advierten ventajas de esta última por la reducción de la deshidratación del pedicelo, mantenimiento del color en el fruto y se logra evitar el desarrollo de podredumbre.

En bolsas de atmósfera modificada, además, se logra extender las condiciones óptimas de frescura durante 2 meses de almacenamiento, dependiendo de la variedad de cereza.

En cuanto a la elección del tipo de envase secundario de cartón corrugado (caja), se tiene en cuenta los requerimientos del cliente al que se destina la fruta que se procesa. Existen diversas opciones en cuanto a las dimensiones: 500 x 300 mm, 400 x 300 mm, 300 x 300 mm, 600 x 400 mm, etc. En los últimos años las empresas dedicadas al empaque de cerezas han incorporado envases de 2 y 2,5 kg para las cerezas de calidad superior. Las cajas que se ilustran a continuación son de cartón corrugado con onda en B e impresión Offset con tratamiento superficial de barniz. Para el caso del envase de 2,5 kg de Guizzo, la imagen es pentacromía (5 colores), para el de 5,0 kg de Guizzo y 2,0 kg de Carleti, es cuatricromía. Para las cajas de 2,5 kg y 5,0 kg de Carleti las cajas son de cartón corrugado con impresión flexográfica (dibujo plano), sin barniz.



Foto 7: Cajas de cartón para envases de cereza. (a) Caja de 2 kg de capacidad, (b) Caja de 2,5 kg, 300 x 300 x 75, (c) y (d) Cajas de cartón de 5 kg, 500 x 300 x 90 mm.

Terminación

Los objetivos de esta etapa son:

- Pesar los envases embalados.
- Corregir posibles desviaciones que se hayan producido.
- Presentar el envase que llegará al cliente.

Esta parte del proceso es de suma importancia ya que es el último paso para corregir cualquier error que se haya cometido. Incluye las operaciones de pesado, cerrado y etiquetado.

Pesado: según la tecnología utilizada, puede ser:

- Manual: los envases llegan llenos al sector de balanza donde son pesados. Los responsables corrigen el peso (en el caso de faltar debe completarse con fruta del mismo calibre y color).
- Automático: la caja a llenar se coloca sobre una balanza electrónica que vuelca la fruta hasta lograr el peso preestablecido.

Cerrado: una vez pesados, los envases son cerrados. Cuando se trabaja con bolsas de poca amplitud se tiene que considerar que la fruta debe hallarse esparcida para evitar su aplastamiento.

Etiquetado: las etiquetas hacen posible la trazabilidad del producto. Cuando son confeccionadas se tiene en cuenta:

- Especie y variedad.
- Peso neto.
- N° de productor.
- N° de lote.
- Fecha de procesamiento.
- N° RENSPA: Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios

Cuando se cierran las cajas, se coloca la etiqueta de trazabilidad, debiendo coincidir la lectura de la misma con las características del producto que identifica.

Paletizado

Otorga al producto un acopio firme para su movimiento durante el almacenamiento y su posterior traslado. Cuando las cajas están cerradas y etiquetadas se colocan en distintos pallets según el calibre. Esto se realiza al terminar la jornada y ayuda a contabilizar las cajas obtenidas de los distintos calibres. Se trata, en lo posible, que un pallet lleve cajas del mismo calibre, siempre que el stock así lo permita.

El paletizado se realiza colocando las cajas sobre un pallet o tarima, teniendo la precaución de no dejar espacios entre ellas. Primero se arma la base del pallet y, luego, se las apila en forma vertical hasta la altura que corresponda. Se colocan cuatro esquineros en los vértices del pallet, clavándolos a la tarima para dar mayor estabilidad; luego se usan zunchos plásticos y/o se enmalla con red elástica para dar mayor solidez y resistencia al conjunto. La altura de un pallet depende del envase, el destino y el tipo de transporte en el que se realiza el traslado. Para transporte aéreo debe ser de 1,6 m, y para marítimo, de 2,20 m.

Al terminar el paletizado, se coloca un rótulo provisorio que indica cantidad de cajas por envase y calibre, especie, variedad y fecha de proceso. Luego, al momento del despacho, se anexa una inscripción que indica el contenido del pallet y el destino (cliente) del mismo.

Los pallets utilizados en el comercio internacional deben ser tratados para cumplir con las exigencias de la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias (NIMF) N° 15 con el objetivo de reducir el riesgo de introducción de plagas cuarentenarias asociadas con los materiales de madera. El tratamiento consiste en la aplicación de calor de manera de lograr 56 °C durante 30 minutos en el centro de la pieza más grande.

Este proceso se registra mediante un software que mide las curvas de temperatura con sensores dentro de la madera y los correlaciona con test de ambiente dentro del horno. Todo esto se imprime y queda como antecedentes de trazabilidad del proceso. Luego, se sella cada pieza con un logo que identifica los pallets tratados. (De Rosas, Fernando; Natufrut sRL y www.senasa.gov.ar/contenido).

Almacenamiento

El objetivo es conservar la fruta para su comercialización en el momento oportuno, extendiendo el período de provisión de cerezas. Se debe mantener el frío para alargar la vida poscosecha del producto. A continuación se detallan las condiciones óptimas para cerezas en cámaras frigoríficas:

Condiciones en cámara		
T° ideal	HR ideal	Vida de almacenamiento
0°	90 - 95%	1 - 2 semanas

Tabla 12: Condiciones de almacenamiento óptimas para cereza en cámaras frigoríficas.

Enfriamiento de la fruta embalada

Mediante el enfriamiento, se logra la máxima vida de almacenamiento del producto. Se procura enfriar rápidamente la fruta para otorgarle la temperatura óptima. Es por eso que el uso de sistemas de enfriamiento rápido cobra importancia fundamental en la conservación.

Es conveniente tener en cuenta que mientras antes el producto alcance su temperatura óptima de almacenamiento, alrededor de 0,5 a -1,0 °C, más pronto estará bajo control la respiración, lográndose maximizar la vida útil. Esta disminución de temperatura puede requerir entre 6 y 10 horas, dependiendo del material de embalaje, del sistema de enfriado y de la temperatura inicial de la pulpa.

Dentro de los sistemas de enfriamiento se destacan los siguientes:

Túnel californiano

Está diseñado para maximizar la eficiencia del enfriamiento, asegurando el mayor contacto posible entre el aire frío y los productos mediante elevada presión, caudal y velocidad de aire, y evaporadores de gran superficie de intercambio. Su armado consiste en colocar dos hileras de pallets paralelas, tratando de no dejar espacios entre pallet y pallet. Entre las hileras se deja un pasillo del ancho del ventilador que se ubica en un extremo y, en el otro, se coloca un pallet.

Los pallets se cubren con un plástico a modo de techo y se tapan todas las aberturas que no sean los espacios entre las cajas por los que se pueda filtrar el aire. Al encender el ventilador eléctrico, se succiona el aire frío del medio a través del producto paletizado. Aunque el movimiento del aire ocasiona una mayor pérdida de agua de la fruta, el enfriamiento que se logra es muy rápido, reduciendo bruscamente la respiración.

Hay que tener en cuenta que es primordial conocer los cambios de temperatura que se producen en el túnel durante su funcionamiento, ya que se puede llegar a la temperatura deseada en la cara externa del pallet y, en el interior del túnel, tener aún diferencias de hasta 5 °C. El equilibrio de temperatura se consigue dando vuelta los pallets para lograr homogeneidad en todas las cajas.

En cámaras

En el caso de realizarse en el interior de una cámara frigorífica se usan ventiladores eléctricos móviles. La disposición y cobertura de los pallets es semejante a la del túnel californiano.

Estiba

Una vez que el producto ha sido enfriado a la temperatura requerida, debe ser ubicado estratégicamente, de tal manera, que el acceso sea fácil si está pronto a despacharse. Durante el almacenamiento prolongado, es importante que el aire de la cámara circule bien, de manera que la transpiración y la pérdida de agua del producto se reduzcan al mínimo. La temperatura de la cámara y la de la fruta almacenada debe ser vigilada cuidadosamente. En el caso de que la cámara no posea humidificador automático, de ser necesario, para conservar o aumentar la humedad relativa de la cámara, se deberá mantener húmedo el piso.

La forma de estibar en el almacenaje es importante porque siempre debe asegurarse una buena ventilación y circulación de aire para evitar la formación de áreas localizadas en donde se acumula el calor (focos de calor) y se produce un deterioro prematuro del producto. Las estibas deben disponerse de tal forma que permitan el control periódico durante el almacenamiento y, si fuera necesario, la eliminación del producto infectado, sobremaduro o deteriorado.

También es primordial que se conozca la ubicación de cada pallet con el fin de aumentar la eficiencia en el trabajo. Para esto, es necesario que todas las cajas almacenadas dentro de la cámara frigorífica estén identificadas y ordenadas.

Mantenimiento en Cámara

Para lograr un adecuado manejo de las cámaras se debe:

- Estibar de manera de hacer posible la rápida salida de algunos pallets, respetando las FIFO (siglas de la expresión en inglés «first in, first out», que recuerda que los primeros pallets que entraron deben ser los primeros en salir de la cámara), y de permitir la circulación del aire.
- Limpiar y desinfectar con el objeto de evitar contaminación y deterioro del producto sano.
- Entrenar y controlar al personal.

Control de calidad

Se busca detectar problemas de calidad antes del despacho con la finalidad de tomar medidas correctivas.

Los controles de calidad se deben realizar durante:

- Proceso: tomar cajas al azar, ya terminadas, pesadas, cerradas y etiquetadas.
- Almacenamiento: elegir cajas al azar de distintos pallets y fechas de proceso, tratando de controlar siempre las que llevan más tiempo.
- Despachos: controlar cajas de todos los pallets a despachar. La muestra debe ser representativa de la carga. Es aconsejable guardar una muestra por tipo de caja y calibre para tener de referencia.

Los controles que se realizan durante el almacenamiento y previo al despacho son los siguientes:

- Presentación del pallet: debe ser prolijo y firme.
- Presentación del envase y etiquetado: se debe observar bien cerrado y la fruta bien embalada sin amontonamientos ni aplastamientos.
- Peso de la caja: debe coincidir con lo que se declara en la etiqueta más el porcentaje por deshidratación (este porcentaje depende del mercado al que se despacha, por ejemplo a la UE al peso neto se le suma un 3 % por pérdida por deshidratación; si el destino es a clientes con más exigencias se aumenta a 5 a 8 %)
- Identificación de las cajas: se verifica que el calibre marcado en la etiqueta coincida con el calibre de la fruta que lleva el envase.
- Temperatura de la fruta: lo más cercana a 0 °C.
- Sanidad de la fruta: controlar la sanidad respetando las tolerancias anteriormente mencionadas.
- Color: observar homogeneidad.
- Sólidos solubles: controlar con ayuda de refractómetro.
- Calibrado: la fruta debe ser homogénea en el tamaño que declara la caja.

Despacho

Al momento del despacho, tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Verificar que se hayan realizado los controles de calidad.
- Otorgar a la fruta condiciones óptimas para su traslado hasta el destino dispuesto.
- Registrar todos los datos que permitan la trazabilidad del producto.
- Cumplir con las normas reglamentarias para el transporte de frutas frescas

Orden de despacho: el responsable del área comercial realiza la orden y la envía por mail al encargado de despachos. En ella se informa cual será el despacho a realizar, es decir: cantidad de pallets, cajas, calibres de la fruta, destino-cliente, hora de carga y datos del transportista. Una vez que el encargado posee todos estos datos, debe preparar la carga.

Preparación de carga: es importante que el stock de cámara, fuente principal de información para el armado de la misma, esté actualizado y que los pallets estén identificados con el romaneo y la fecha de proceso. Una vez corroborado el stock, se arma el pedido de carga, teniendo siempre en cuenta que debe salir lo primero que entró y cuya calidad responda a los parámetros del mercado para el que se despacha.

La temperatura de la fruta constituye un factor crítico; al momento de despacho y para envíos marítimos no debe ser mayor a 1 °C. Para envíos aéreos hay cierta tolerancia extendiéndose de 1 hasta 5 °C.

Cuando se realiza una carga debe evitarse la pérdida de frío. Un insumo adecuado para este fin es el uso de manta térmica (lámina de espuma de polietileno revestida de aluminio de 3 a 5 mm de espesor). Se cubre el pallet en forma de capuchón y se sella la terminación con cinta de embalar a fin de asegurar un buen aislamiento.

Carga en camiones o contenedores: Antes de proceder a la carga, es indispensable controlar la temperatura del transporte (contenedor, acoplado), la limpieza del mismo y la ausencia de olores que puedan afectar el aroma natural de la fruta. Además, es recomendable cubicar el transporte cuando se tiene alguna duda de la cantidad de pallets que se pueden cargar.

La manera más común de cargar los camiones o contenedores destinados al mercado local es colocar dos hileras de pallets, ubicando un pallet de espejo (lado más ancho del pallet) y uno de frente (lado más angosto), ya que de esta forma se traban y se asegura mayor estabilidad para su transporte. En contenedores para transporte marítimo el sistema de carga es el mismo, debiéndose, por un lado, evitar que queden espacios entre los pallets, y por otro, lograr que el aire frío circule entre las cajas.

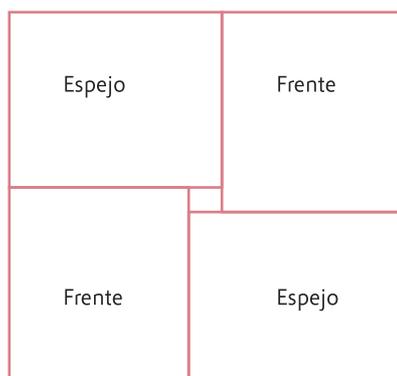


Figura 9: Modelo de carga de pallets en contenedores.

En el caso de un despacho de exportación marítima, al momento del despacho, se coloca un termógrafo dentro de una caja superior de uno de los pallets del centro de carga, a fin de registrar todo cambio de temperatura que afecte a la fruta durante el viaje. En el termógrafo se anota: fecha, nombre de la empresa exportadora y del

importador, identificación del contenedor y nombre de la naviera, todo esto, por triplicado, y siempre con copia para el empaque.

Cuidados personales e higiene

La calidad de un alimento no solo está dada por las características nutricionales y organolépticas, sino también por la inocuidad. Un punto fundamental, y no menos importante, es la higiene y los cuidados personales. En toda industria alimenticia se debe contar con un procedimiento de limpieza o POES (sus siglas: Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento). Ver «Guía de higiene para establecimientos manipuladores de frutas frescas» (Abril 2010, Área de Comunicaciones de la EAAA Alto Valle del INTA).

Para hablar de higiene se deben cumplir dos acciones: limpieza y sanitización. Limpieza es la eliminación de todo tipo de suciedad adherida o no a la superficie. Según el tipo de suciedad es el método y el producto que se utilizará. Sanitización es el proceso de reducción de la carga microbiana.

Mantener una apropiada higiene de las maquinarias e instalaciones, como también de la superficie de la fruta, es fundamental para el control de microorganismos y para lograr así la disminución de contaminaciones indeseables. Es importante tener en cuenta la higiene personal, y la higiene y sanitización tanto de maquinarias como de las instalaciones sanitarias.

Higiene personal: todo el personal encargado de la manipulación de la fruta debe:

- Utilizar uniforme básico (cofia, chaqueta)
- Llevar el cabello recogido, perfectamente cubierto por la cofia.
- Evitar el uso de alhajas (aros, cadenas, anillos, etc.)
- Evitar el uso de fragancias (perfumes, desodorantes, colonias, etc)
- Evitar fumar durante la jornada laboral.
- Lavar las manos y antebrazos antes de comenzar la jornada y al cambio de cualquier actividad.
- Mantener las uñas cortas para evitar dañar la fruta.

El lavado de las manos se realiza con jabón para manos líquido, inodoro y con sanitizante incluido. No se utiliza jabón en barra para evitar la posterior contaminación.

Limpieza y sanitización de maquinarias: a la hora de limpiar y sanitizar las maquinarias, se debe tener buen conocimiento de los productos que se emplean, dado que deben estar aprobados por la entidad reguladora que los controla (SENASA). En todos los casos, se deberá seguir las recomendaciones de uso mediante sus fichas técnicas y utilizar las dosis indicadas. Además, se deberá saber, para cada producto, si requiere enjuague o no. Las secuencias de limpieza y sanitización deberán definirse en cada caso, ya que no todas las superficies necesitan igual trato. En el caso de las superficies que están en contacto con la fruta, es primordial su higienización cada vez que hay un corte, y si no lo hubiera, se programa para evitar contaminación por grandes partidas. Si la superficie no está en contacto con la fruta, la higienización se realiza con una frecuencia menor, al igual que la limpieza y sanitización de paredes, cámaras, etc.

Limpieza y sanitización de instalaciones sanitarias: la frecuencia de limpieza y sanitización en el caso de baños, se establecerá de modo de garantizar un adecuado mantenimiento y abastecimiento de los insumos (jabón, toallas, papel higiénico, etc.). Dependerá, básicamente, de la cantidad de personal presente en el establecimiento y de la cantidad de horas que permanezcan en el lugar.

EL PROCESAMIENTO DE LA CEREZA PARA INDUSTRIA

El proceso de elaboración de las cerezas con destino industrial, en almíbar o al marraschino, se sintetiza básicamente en las siguientes etapas: sulfitado en tanques, despalillado, calibrado, descarozado, lavado, coloreado, confitado, envasado (con esterilizado), adición de almíbar o marraschino, desairado y tapado de los envases. Se describirán brevemente cada una de estas etapas:

Sulfitado

Las cerezas se almacenan en recipientes que pueden ser tanques de fibra de vidrio de 4000 kg, tambores plásticos de 220 kilos, entre otros. La conservación se realiza sumergiendo la fruta en una solución conservante de metabisulfito de sodio que mantiene la textura de los tejidos y desprende con mayor facilidad la pulpa del carozo. En estas condiciones se conservan entre 45 días hasta por un período de 3 años. Inclusive muchos productores desarrollan esta práctica directamente en la finca, almacenando los tambores en un sector de la propiedad.

Cuando se decide iniciar el proceso de industrialización, se sacan las cerezas de los tanques de almacenamiento a través de bombas de succión. Posteriormente, ingresan a la planta de procesamiento.

Las concentraciones de productos recomendadas para el sulfitado son las siguientes: Metabisulfito de sodio: se usa en reemplazo de dióxido de azufre para decolorar o para mantenimiento después del decolorado. El sulfuroso se usa al 1,5 a 1,8 % como tal, en caso de usar metabisulfito de sodio, hay que tener en cuenta que del peso agregado solo libera el 50 % como dióxido, por lo que se adiciona el doble. A modo de ejemplo, se colocan 2, 5 kilos de este producto, en 80 litros de agua en los tambores de 200 kilos.

Cloruro de Calcio: Se adiciona 1,5 a 2,0 kilos en la solución de agua, resultando una concentración de 1,8 %.

Sorbato de Sodio: Se usa solo en caso de que la cereza esté dañada, si está sana no hace falta. Está permitido hasta 1.000 ppm.

Es muy común que los mismos productores realicen el sulfitado de la fruta. Esta manera de conservación constituye el «escape» los años de alta producción. La fruta de menor calibre o los descartes de galpón de empaque son destinados a esta finalidad. Luego, los años de escasez de fruta, son vendidos.

Es importante aclarar que para industria los calibres ideales no son los grandes, sino, los chicos y medios (entre 20 y 24 mm).

Despalillado, calibrado y descarozado de la fruta

Consiste en la extracción de los cabos en forma mecánica. El éxito de esta etapa, con reducida proporción de lesiones, está directamente relacionado con el tiempo de almacenamiento en metabisulfito. Se realiza también la calibración, conforme normas internacionales. El descarozado mecánico consta de un cilindro rotativo, cuya superficie tiene alvéolos de goma o plástico ordenados linealmente. La rotación del cilindro es intermitente, y coincide la detención de su movimiento cuando bajan y actúan los punzones, obligando a los carozos a pasar por el orificio que tienen los alvéolos.

Lavado

Las cerezas son lavadas para retirar la solución de metabisulfito de sodio mediante ducha de agua por 1 hora.

Coloreado

Las cerezas lavadas son cargadas en el cocedor en una solución de colorante (eritrosina) y preservante donde permanecen durante 2 días a 60- 80 °C. También se adiciona al agua de tinte, bicarbonato de sodio. Se monitorea la penetración total del colorante. Cuando se alcanza este punto, se lavan las cerezas con agua caliente durante 2-3 minutos para eliminar el exceso de colorante y se incorpora la solución ácida fijadora de color.

Confitado

Se introduce la fruta ya coloreada en un jarabe de sacarosa, glucosa de 20 a 30 grados Brix, (a una temperatura de 60 grados), que contiene 80 a 100 gramos de ácido cítrico por 100 Kg. de cerezas, lográndose de esta forma la precipitación del colorante. La densidad del almíbar es controlada permanentemente con un densímetro. Cuando ha llegado a los 55° Brix, se desconecta el equipo y se deja en reposo para, luego, proceder a su vaciado.

Envasado

En la línea de envasado se separan las cerezas enteras de la rotas a través de una cinta de inspección. Luego se llenan los diferentes envases (latas, baldes o frascos), que previamente deben haber sido esterilizados en un túnel de calor – frío.

Adición de almíbar o marraschino

Los envases llenos de cerezas son completados con un almíbar especial para darle el sabor final al producto según su destino de venta. También se le puede agregar en esta etapa el sabor marraschino, solución alcohólica muy utilizada en las conservas de cereza.

Desairado

Se procede a exhaustar los envases abiertos en el equipo desairador, en donde por la acción del calor reinante, se libera el aire contenido en el almíbar. En el túnel de vapor, 80 a 90 grados durante 10 a 20 minutos, según el tamaño del envase.

Tapado de los envases

Finalmente se procede al tapado y/o remachado de los envases. Este paso es inmediato, ya que en el caso del marraschino, se debe evitar al máximo las pérdidas por volatilización.

También se realizan en todo el proceso, controles de calidad, tanto en el laboratorio interno de cada establecimiento como los controles llevados a cabo por organismos oficiales.

CONSIDERACIONES FINALES

El procesamiento es una etapa cardinal en el negocio de la cereza, no solamente porque es el eslabón clave entre la producción agrícola y la comercialización, sino también porque en la calidad de las operaciones y el valor agregado que se le otorgue al tratamiento de la fruta radica el potencial beneficio económico. Si bien cada establecimiento evalúa el tipo de tecnología que es capaz de adquirir, en virtud de su formato, el concepto rector debe ser siempre la obtención final de un producto con los mejores atributos comerciales. Los años de experiencia de los establecimientos procesadores de la provincia confirman que la excelencia en la producción sólo garantizará el éxito si es acompañada de una recepción de la fruta cuidadosa, con una concienzuda selección y clasificación, con embalajes que aseguren la conservación de las propiedades organolépticas, acorde con el destino objetivo, y un almacenamiento bajo las condiciones estandarizadas.

LA CAPACIDAD DE FRÍO PERMITE RECIBIR APROXIMADAMENTE UN 40 % MÁS DE LA PRODUCCIÓN ACTUAL. Esta infraestructura implica la posibilidad de incrementar la superficie implantada contando con una capacidad de conservación frigorífica asegurada y algún margen en el procesamiento, que por otra parte, es fácilmente incrementable. La ventana de oportunidades que se abre a partir del aumento de la superficie productiva, sobre la base de la experiencia de muchos años, tanto en cultivo como en el procesamiento, avisa un futuro prometedor para el negocio de la cereza

Los procesos descritos en el presente capítulo son, en términos generales, los más utilizados en los empaques de Mendoza. Es importante destacar que, si bien puede haber variaciones entre los establecimientos, las operaciones que se realicen deberán siempre tender a la obtención de un producto de la más alta calidad. A través de años de experiencia en empaque de cerezas, ha quedado demostrado que las operaciones llevadas a cabo durante el procesamiento de la fruta influyen directamente en la posterior conservación y calidad comercial.

Con la introducción por parte de empresas empacadoras de calibradoras ópticas, que separan las cerezas por color y tamaño, se ha logrado un producto más homogéneo que garantiza una mejor presencia tanto en mercados locales como externos.

LECTURA ADICIONAL

- ÁREA DE COMUNICACIONES DE LA EEAA ALTO VALLE DEL INTA.** 2010. Guía de higiene para establecimientos manipuladores de frutas frescas.
- CANDAN, FRUTICULTURA Y DIVERSIFICACIÓN,** 12, 50 pp.
- CARBONE, E.** Comunicación personal.
- CICLO DE SEMINARIO FRUTÍCOLA DE ACTUALIZACIÓN TÉCNICO COMERCIAL-** Santiago de Chile.
- DE ROSAS, F.;** Comunicación personal, Natufrut S. R. L.
- FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION.** 2011. <http://www.fao.org/about/es/> Página web consultada en mayo-noviembre 2011.
- GAROFOLI, J.** Comunicación personal; Carleti S.A.
- GÜIZZO, N.** Comunicación personal, Güizzo Frutas Frescas.
- IDR INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL.** 2005. Censo Provincial de Cereza, 44 pp.
- IDR INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL.** 2008. Censo Provincial de Galpones de Empaque Frutícolas y Frigoríficos 2008, 54 pp.
- IDR INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL.** 2008. Censo Productivo Provincial de cereza 2008, 8 pp.
- IDR INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL.** 2009. Censo Productivo Provincial de cereza 2009, 16 pp.
- IDR INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL.** 2011. Censo Provincial de Cereza 2010, 56 pp.
- IDR INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL.** 2011. Censo Frutícola Provincial 2010, 190 pp.
- ILARDO, G.** Comunicación personal; Natufrut S. R. L.
- SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA:** www.senasa.gov.ar/contenido
- RÍOS VERA, M.** Comunicación personal, IDR Instituto de Desarrollo Rural en la región.

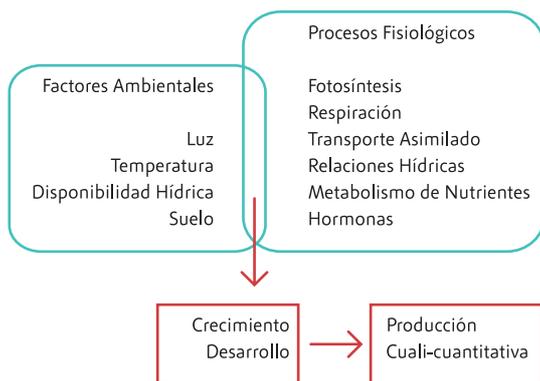
ECOFISIOLOGÍA DEL CEREZO | 4

ING. AGR. BRUNO CAVAGNARO.
Profesor Fisiología Vegetal de F.C.A. UNCuyo.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento y desarrollo de un árbol frutal es un proceso totalmente regulado en el cual intervienen factores internos y externos al vegetal. La fisiología de cualquier planta incluye una serie de procesos (fotosíntesis, respiración, transporte y partición de asimilados, relaciones hídricas, nutrición mineral, metabolismo hormonal, etc.) que actúan en forma simultánea y coordinada con los factores ecológicos (clima, suelo, manejo) presentes en ese hábitat.

La interacción entre factores internos y externos determina el crecimiento y el desarrollo de las plantas de un cultivo, lo que se traduce en la producción, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo de ese cultivo. Aunque dichos procesos ocurren simultáneamente e interaccionan entre sí, por razones didácticas, debemos tratarlos en forma separada.



METABOLISMO DEL CARBONO

El primer aspecto a considerar es el metabolismo del carbono en el cultivo del cerezo. Esto incluye varios aspectos: fotosíntesis, respiración, y el transporte y partición de asimilados dentro de la planta.

FOTOSÍNTESIS

La fotosíntesis es el proceso fisiológico por el cual las plantas superiores y otros organismos autótrofos utilizan la energía lumínica del sol para transformar compuestos inorgánicos, como el CO_2 y el agua, en productos orgánicos (hidratos de carbono). Para efectuar esa función fundamental, no sólo desde el punto de vista productivo sino también desde el punto de vista biológico, las hojas de las plantas captan fotones de luz, los cuales transfieren su energía a los pigmentos contenidos en los cloroplastos, y éstos a ciertas moléculas especiales de clorofila a (centros de reacción), las cuales desencadenan una serie de reacciones que finalmente producen la lisis de la molécula de agua, con liberación de O_2 y formación de compuestos rico-energéticos como ATP y NADPH 2. Estos compuestos son utilizados, luego, para fijar el dióxido de carbono CO_2 de la atmósfera transformándolo en moléculas de hidratos de carbono (Hdc), a partir de las cuales se originan todos los compuestos orgánicos presentes en los vegetales. Se puede resumir todo el proceso por la ecuación:



La inversa de esta ecuación refleja el proceso respiratorio, en el cual, los Hdc en la fotosíntesis son oxidados a CO_2 y H_2O . Esa oxidación produce sustancias intermediarias de muchos procesos y la energía necesaria, en forma de ATP, para llevarlos a cabo, procesos que culminan con el crecimiento y desarrollo de los organismos.

Esta ecuación general que representa la fotosíntesis puede inducir a errores, pues en realidad el proceso está integrado por numerosas reacciones de tipo fotoquímico y bioquímico que ocurren, básicamente, en el cloroplasto y donde se forman otros

compuestos intermedios que no están representados en esta fórmula general (triosas-P, glucosa, almidón, etc.). La sacarosa, a diferencia de otros HdC, se sintetiza en el citoplasma a partir de triosas-P que salen del cloroplasto hacia el citoplasma donde se produce la síntesis. En la mayoría de las especies, el principal HdC que se transporta, vía floema, desde las hojas al resto de los órganos de la planta, es la sacarosa. En cambio, en el caso de los frutales de la familia Rosáceas, como el cerezo, el sorbitol constituye una proporción destacable de la savia floemática.

El CO_2 es una sustancia muy escasa en la naturaleza. Aunque su concentración viene aumentando en las últimas décadas, sólo constituye el 0,038 % de los gases de la atmósfera (380 ppm) y, por lo tanto, es un factor limitante de la fotosíntesis para la mayoría de las especies vegetales. El cerezo, como casi todos los cultivos frutícolas de zonas templadas, es una especie de tipo C_3 . En plantas C_3 , la fijación neta de carbono se afecta notablemente cuando la concentración de CO_2 a nivel del cloroplasto disminuye por efecto de sequía o de alta temperatura, pues, en esas circunstancias, se produce fotorespiración, proceso por el cual, las plantas pierden parte del CO_2 ya fijado disminuyendo la eficiencia fotosintética.

Las hojas son los órganos fundamentales para realizar fotosíntesis, aunque los frutos verdes también tienen la capacidad de fijar CO_2 .

La actividad fotosintética se expresa como moles o gramos de CO_2 fijado por unidad de superficie de hoja y por unidad de tiempo. En el caso del cerezo dulce se han determinado valores de hasta 17,9 $\mu\text{moles de CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (De Jong and Doyle, 1985), mientras que para guindo, los valores son aún mayores, 21,5 $\mu\text{moles de CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. El aumento de la productividad de cualquier cultivo requiere optimizar la fotosíntesis, pues el establecimiento y crecimiento de los frutos y del resto de los órganos depende directamente de la disponibilidad de foto-asimilados. Para lograr este objetivo, es importante conocer los factores que la afectan, entre ellos: edad de la hoja, intensidad lumínica, contenido hídrico, nivel de nutrimentos, temperatura, concentración de CO_2 , etc.

La radiación útil para la fotosíntesis se denomina radiación fotosintéticamente activa (RFA; PAR en inglés); corresponde a los fotones entre 400 y 700 nm y coincide con la luz visible para el hombre. La forma aceptada en fotobiología para medir la intensidad lumínica es la densidad de flujo de fotones fotosintéticos (FFF; PPF en inglés) por unidad de superficie foliar y por unidad de tiempo, y la manera más común de expresarla es en $\mu\text{moles de fotones por m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (1 mol de fotones = 1 Einstein), o bien, en Watts por m^2 . En Mendoza, en un día claro de verano, a mediodía, las plantas reciben 2.000-2.200 $\mu\text{moles de fotones PAR por m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. La RFA se mide con un radiómetro, equipo de uso muy común en ecofisiología vegetal.

A medida que la intensidad lumínica aumenta, luego de la salida del sol, la fotosíntesis aumenta, al comienzo, linealmente y luego, en forma asintótica hasta alcanzar un máximo con el 40 a 50 % de la máxima intensidad. Las hojas individuales de las plantas C_3 como el cerezo, no son capaces de utilizar la totalidad del flujo de fotones y saturan su capacidad fotosintética con, aproximadamente, 800 a 1.000 $\mu\text{moles por m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (40 a 50 % del máximo), es decir, desaprovechan una porción importante de la luz disponible. Esto se debe, básicamente, a que existe otro factor limitante, la concentración de CO_2 , que impide obtener la máxima capacidad fotosintética, aún cuando exista RFA disponible. En cualquier planta C_3 , si se aumenta la cantidad de CO_2 de la atmósfera aumenta la fotosíntesis, como se representa en la figura 1.

→ ver gráfico en la próxima página

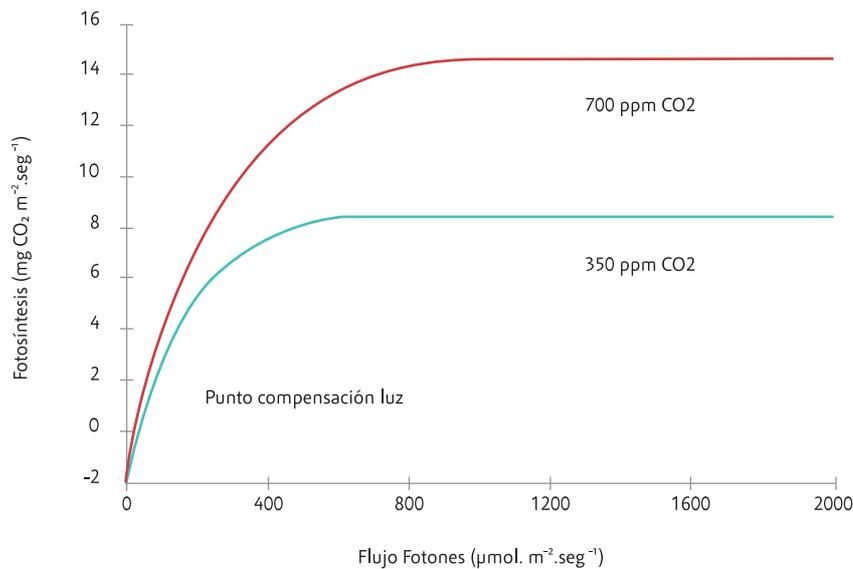


Figura 1: Curva modelo de la fotosíntesis neta en función de la intensidad lumínica de una planta C₃, bajo dos concentraciones de CO₂.

La Figura 2 muestra la variación de fotosíntesis a medida que aumenta la intensidad de radiación PAR (De Jong 1983). En esa figura se aprecia que la saturación lumínica se produce con 800 μmoles de fotones por $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (aproximadamente 40 % del máximo). También se indica el punto de compensación luz del cerezo, que ocurre a 75 a 80 $\mu\text{moles} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (Layne y Flore 1992), es decir, por debajo de ese valor, las hojas respiran más de lo que fijan. Esta situación ocurre diariamente en las horas del crepúsculo (matutino y vespertino) y en las zonas de la planta donde las hojas están muy sombreadas.

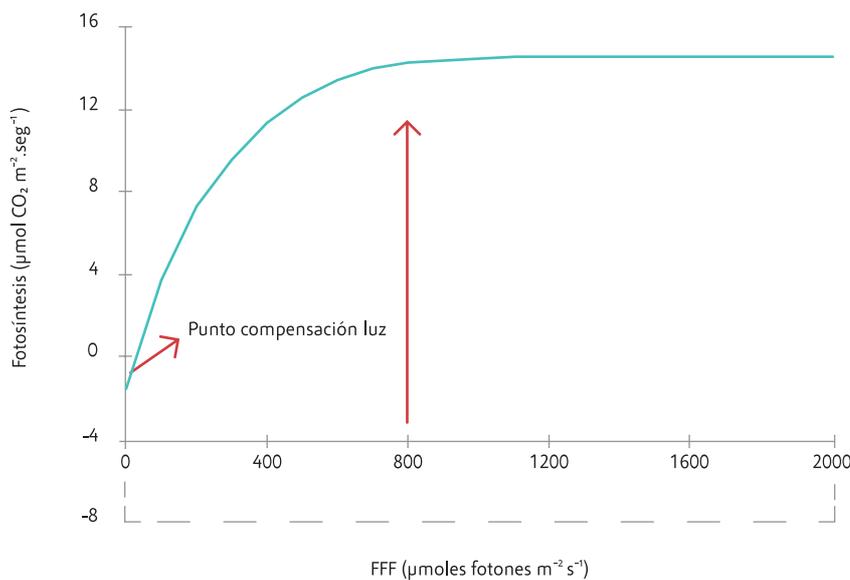
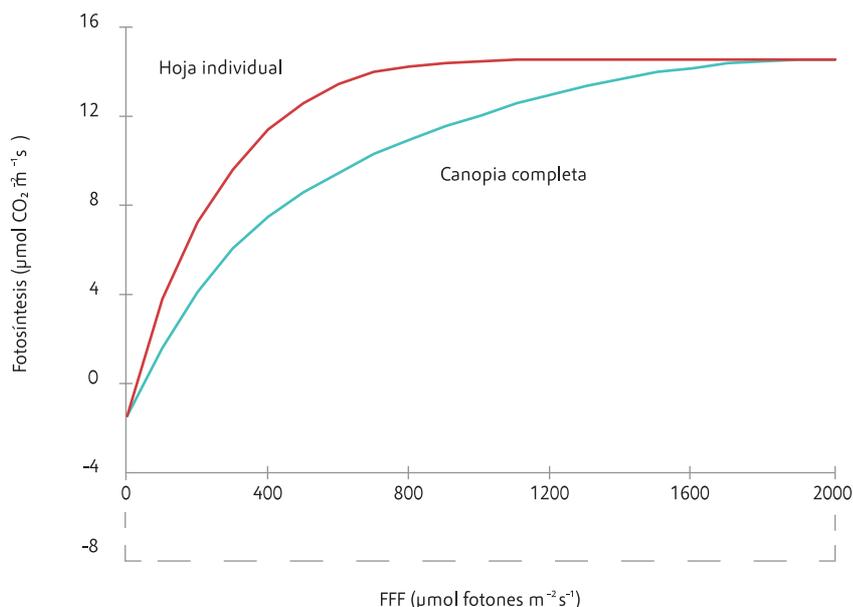


Figura 2: Variación de la fotosíntesis neta al aumentar el flujo de fotones fotosintéticos (FFF).

En la figura se observa el punto de compensación luz y el FFF en el que se produce la saturación lumínica. (Re-elaborado a partir de DeJong, 1983). Las mediciones fueron realizadas a 27 °C y con la concentración ambiental de CO₂ (320 ppm).

Sin embargo, cuando se considera la canopia completa, la fotosíntesis máxima se logra con valores cercanos a los 2.000 μmoles de fotones por $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (Figura 3).

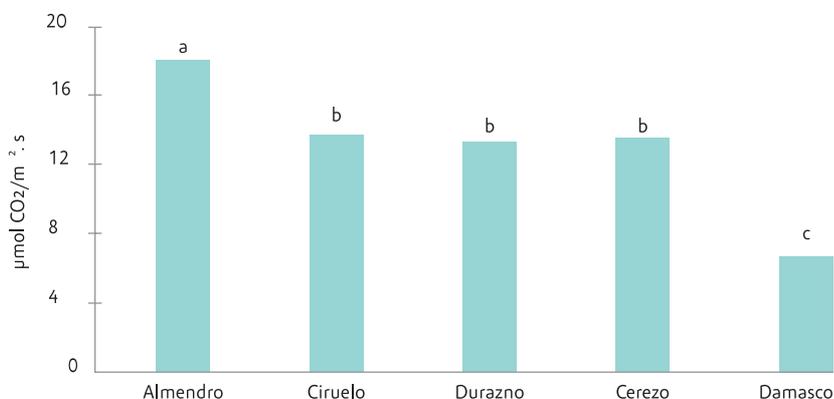
Figura 3: Fotosíntesis neta de una hoja individual y de la canopia completa de una planta.



Observar en la figura 3 las diferencias en los niveles de saturación lumínica para ambos casos.

Al comparar la fotosíntesis de 5 especies de Prunus, De Jong (1983) encontró valores muy similares en cerezo, ciruelo y duraznero (entre 13 y 15 µmoles de CO₂.m-2.s-1), mientras que almendro y damasco se ubicaban en los extremos con 18 y 8 µmoles de CO₂.m-2.s-1 respectivamente (Figura 4). Además, demostró que la intensidad fotosintética de cada especie estaba directamente relacionada con el contenido de nitrógeno foliar, como ocurre en la mayoría de las plantas.

Figura 4: Actividad fotosintética de 5 especies de Prunus. (Reelaborado a partir de De Jong, 1983). Las mediciones fueron realizadas a 27 °C y con la concentración ambiental de CO₂ (320 ppm).



Los HdC producidos por fotosíntesis en un cultivo dependen de la cantidad de luz interceptada por las hojas. La luz que no es absorbida por los tejidos fotosintéticos es luz desperdiciada para la producción de materia orgánica. Sin embargo, en cultivos frutícolas, se debe mantener un equilibrio entre la cantidad de follaje para producir HdC (área foliar) y la necesidad de penetración de luz a las distintas zonas de la planta, pues canopias muy densas actúan deprimiendo la diferenciación de estructuras fructíferas.

El Índice de Área Foliar (IAF) mide la relación entre la superficie foliar del árbol y la superficie proyectada de la copa en forma perpendicular al suelo. En general, a medida que aumenta el IAF aumenta la interceptación de luz por el follaje y, consecuentemente, la fijación de CO₂. Flore and Layne (1990) encontraron una relación directa entre interceptación de luz y rendimiento en cerezo agro Montmorency. Sin embargo,

cuando el IAF es excesivamente alto la fotosíntesis total del árbol disminuye pues las hojas exteriores provocan demasiada sombra sobre las interiores, y éstas se convierten en órganos poco eficientes para la fotosíntesis. En esos casos, las hojas sombreadas aumentan su superficie, son más delgadas, tienen más clorofila por unidad de área foliar y son menos eficientes para la fotosíntesis (Flore and Layne, 1999). Durante el crecimiento de los frutos, la falta de luz produce frutos de menor tamaño, menor color, menor contenido de sólidos solubles y menor rendimiento. Según los autores anteriores, para una floración apropiada se requiere, al menos, recibir 20 % de la luz solar máxima en las zonas productivas. La formación de yemas florales, el crecimiento de los frutos y la aclimatación a frío también son afectados por el sombreado.

Es importante remarcar que si bien la cantidad Hdc producidos por fotosíntesis son la base para tener buenos rendimientos, en realidad, la producción de frutos dependerá del índice de cosecha (IC), es decir, de la relación entre la parte económicamente vendible y el total de MS producida por fotosíntesis. El IC tiene una componente genética, pero también depende de factores de manejo que optimicen el equilibrio entre producción de frutos y de tejidos vegetativos. El logro de ese equilibrio, en gran parte, depende de la capacidad técnica de quien conduce el cultivo.

Para el cultivo del cerezo, Cittadini, determinó para la zona de la Patagonia Argentina, un IAF óptimo, en el momento de cosecha, entre 2,9 y 3,2 dependiendo de la ubicación geográfica y el sistema de plantación. Este valor de IAF corresponde a una intercepción óptima de la luz solar incidente del 75 %. En su interesante y útil trabajo, este autor señala que «los árboles óptimos a nivel de chacra son aquellos con óptimos IAF y óptima relación F:AF (relación número de Frutos/Área Foliar)». Para la zona de Chubut, Cittadini et al (2005) determinaron que el mayor valor bruto de la producción (USD/ha) se logró con un IAF a cosecha de 3,07 y una relación de 80 frutos por metro cuadrado de área foliar ó su equivalente de 125 cm² por fruto. Según este autor, una hoja tiene una superficie aproximada de 40 cm², es decir, que se necesitarían 3 hojas de esta superficie para sostener el crecimiento de cada fruto.

EFFECTO DEL ESTADO HÍDRICO

Las relaciones hídricas del cerezo serán considerados integralmente en el capítulo de riego.

Respecto al efecto del estado hídrico en la fotosíntesis, se debe recordar que la falta de agua conduce a la planta a un estado de estrés hídrico. El primer proceso afectado por el déficit hídrico es el crecimiento celular, lo cual se traduce en menor desarrollo del área foliar (disminución del IAF), es decir, menor superficie fotosintética. Si la deficiencia hídrica continúa, se produce al cierre estomático, disminuye la difusión de CO₂ al interior de la hoja, y la fotosíntesis se afecta con mayor o menor intensidad según el tiempo que los estomas permanezcan cerrados.

La apertura y el cierre estomático es un proceso osmótico. Los estomas se abren al aumentar la turgencia de las células oclusivas, generalmente, durante el día, (excepto en plantas CAM) y se cierran durante la noche al salir agua de estas células y disminuir su turgencia.

Los estomas pueden cerrarse durante las horas de luz, lo cual ocurre cuando las plantas están en condiciones de estrés hídrico. En este caso, las raíces son los órganos que captan el bajo contenido hídrico del suelo, lo que provoca una disminución de la turgencia de las células de la raíz. Esta disminución produce algunos cambios químicos a nivel del xilema de la raíz: a) aumenta la concentración de una hormona, el ácido abscísico (ABA); b) disminuye el contenido de citocininas (CT) y c) aumenta el pH de la savia xilemática. Estas tres señales químicas son transmitidas desde la raíz hacia las hojas por el flujo transpiratorio. En las hojas, estas señales producen la salida de ABA, almacenado en los cloroplastos. El ABA migra hacia las células oclusivas y en ese lugar, inhibe a la ATPasa de membrana, cesa el aporte de protones y el K⁺ de las células oclusivas se mueve hacia las células subsidiarias. Esto provoca un aumento del potencial osmótico y del potencial agua, lo cual hace que se salga agua desde las células oclusivas, disminuya la turgencia, el estoma se cierre y se evite la pérdida de agua.

Como consecuencia de ello, al estar el estoma cerrado, no se produce la entrada de CO₂ y la fotosíntesis disminuye o se detiene.

El estrés hídrico aplicado a plantas juveniles de cerezo dulce, redujo la tasa fotosintética máxima a 18 $\mu\text{moles de CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, un 50 % inferior que los testigos bien regados que mostraron tasas muy altas, de 36 $\mu\text{moles de CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (Centritto, 2005). La respiración de las hojas también disminuyó por efecto de la falta de agua, pasando de - 1,45 $\mu\text{moles de CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ en las regadas a - 1,10 $\mu\text{moles de CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ en las que tenían déficit hídrico.

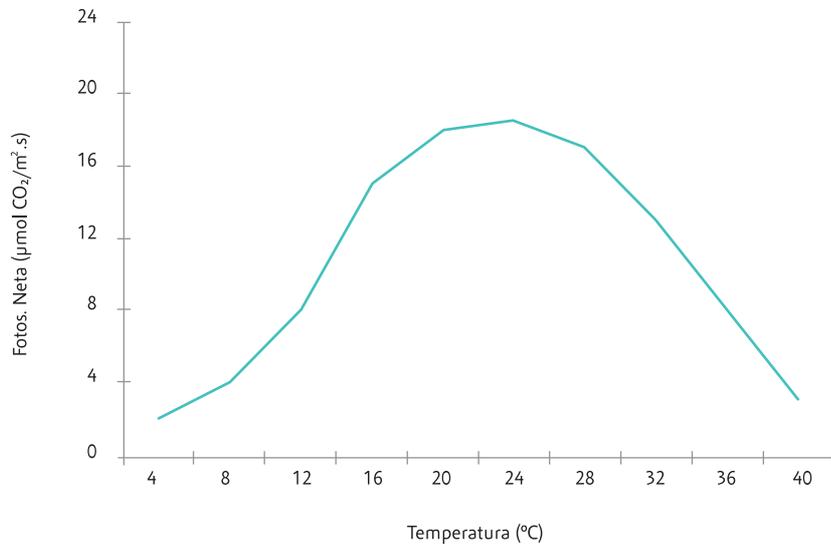
Además, el déficit hídrico aumentó significativamente el contenido de sorbitol, tanto en raíces como en hojas respecto a otros azúcares. Los autores interpretan que este aumento tuvo efectos favorables en las relaciones hídricas de las plantas sometidas a estrés pues el sorbitol es el principal compuesto que participa en el ajuste osmótico y en consecuencia las plantas con más sorbitol, serían capaces de lograr un mayor ajuste osmótico.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA

La respuesta de la fotosíntesis a la temperatura es de tipo parabólico (Figura 5). Las temperaturas óptimas para la fotosíntesis están entre 17 y 30 °C (Sams and Flore, 1983). En cerezo, como en la generalidad de las plantas C_3 , cuando la temperatura supera cierto umbral se aprecia una disminución acelerada de la asimilación neta de las hojas. Esto se debe a que la respiración, que consume H₂C, sigue aumentando con temperaturas altas y sobre todo, al gran aumento de la fotorespiración. La fotorespiración es un proceso que se inicia en el cloroplasto, debido a que la enzima que produce la fijación del CO₂, llamada Rubisco, bajo condiciones de alta temperatura o de estrés hídrico, también puede actuar como oxigenasa. En este caso, en lugar de fijar CO₂, provoca la pérdida del mismo. Este proceso de fotorespiración en algunas especies como la vid puede llegar a producir la pérdida del 50 % del total fijado por fotosíntesis (Zufferey et al, 2000).

Las bajas temperaturas también pueden afectar el proceso al causar una fotoinhibición que, normalmente, se produce en climas con alta radiación lumínica cuando ocurren temperaturas entre 0 y 6 °C durante varios días.

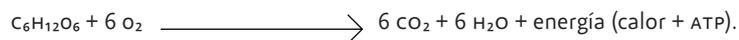
Figura 5. Variación de la fotosíntesis neta con la temperatura.



RESPIRACIÓN

Parte de los hidratos de carbono (H₂C) producidos en las hojas son utilizados en las mismas hojas, y otra gran parte de ellos transportados al resto de los órganos de la planta. Los H₂C son utilizados en todas las células vivas de todos los órganos mediante el proceso de la respiración.

La ecuación general de la respiración a partir de la glucosa es la siguiente:



Como se aprecia en la ecuación, la respiración implica una óxido-reducción, en la cual, la glucosa es oxidada a CO_2 , y el O_2 absorbido es reducido a H_2O . En este proceso, a la inversa de la fotosíntesis se absorbe oxígeno y se libera CO_2 . Además de la glucosa, también el almidón, los fructanos, sacarosa u otros azúcares, las grasas, los ácidos orgánicos, y en ciertas condiciones, incluso, las proteínas pueden servir como sustrato para respirar.

Parte de la energía se libera como calor, pero lo más importante de este proceso es la energía almacenada en forma de ATP (adenosin trifosfato) que se utiliza para la síntesis de sustancias fundamentales (proteínas, ácidos nucleicos, etc.) y para procesos esenciales para la vida de la planta, como la división y alargamiento celular, la incorporación de iones, el transporte de fotoasimilados, etc.

La ecuación general de la respiración no es una reacción simple. La componen más de 30 reacciones, cada una catalizada por enzimas diferentes, que permite convertir la energía en ATP. Durante esta oxidación, se producen esqueletos carbonados intermediarios que son utilizados en la síntesis de sustancias esenciales para la planta. Estas incluyen alfa-cetoácidos para la formación de aminoácidos que se derivan a la síntesis de proteínas; pentosas y nucleótidos para la síntesis de ácidos nucleicos; precursores de los pigmentos porfirínicos (como clorofilas y citocromos) y para grasas, carotenoides y pigmentos flavonoides (como las antocianinas), y compuestos aromáticos como la lignina, etc.

A nivel de planta, la respiración puede utilizar hasta un 40 % del carbono fijado por fotosíntesis como fue medido por Schulze et al. (1977) en plantas de damasco. Esta proporción se mantuvo tanto en árboles con déficit hídrico como en aquellos bien regados, aunque la cantidad total de carbono respirado fue mayor en los regados (Citado por Faust, 1989.). Este consumo de Hdc es fuertemente dependiente de la temperatura ambiente. Proctor et al. (1976) mostraron que la respiración de hojas de manzano se incrementaba linealmente con la temperatura. Así, a 14 °C era de 0,10 g $\text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, mientras que a 28 °C era de 0,45 g $\text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$. Los mismos autores también determinaron grandes diferencias en la proporción respirada por diferentes órganos: los frutos sólo consumían el 3,2 % del total respirado, mientras que hojas y troncos respiraban, aproximadamente, 40 % cada uno, y las raíces, el 17 % remanente.

TRANSPORTE Y PARTICIÓN DE FOTOASIMILADOS

El proceso fotosintético se cumple, básicamente, en el cloroplasto. Allí se producen diferentes tipos de Hdc (triosas-P, glucosa, fructosa, almidón etc). Pero los Hdc que se mueven desde las hojas al resto de los órganos se sintetizan en el citoplasma, a partir de triosas-P que migran del cloroplasto al citoplasma. En la gran mayoría de las especies el Hdc transportado por el floema es, básicamente, la sacarosa. Pero en los frutales de la familia Rosaceae, como el cerezo, se ha encontrado en el floema una proporción importante de polialcoholes, especialmente, sorbitol. El sorbitol es un alcohol de 6 átomos de carbono que proviene de la reducción de la glucosa y que en el caso del ciruelo puede constituir un 33 % del CO_2 fijado por las hojas (Faust, 1989).

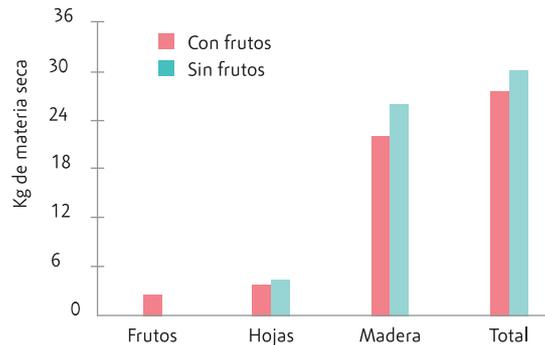
PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y RESERVA DE FOTOASIMILADOS

La partición de los asimilados entre los distintos órganos de una planta resulta de la producción de esos asimilados en los órganos fuente del vegetal y su distribución a los órganos destino. Los órganos fuente por excelencia son las hojas, aunque otras partes verdes de la planta pueden contribuir en mucha menor medida a generar hidratos de carbono, como por ejemplo, los frutos en crecimiento. Los asimilados producidos en las hojas son en parte utilizados para el crecimiento y mantenimiento de las mismas fuentes, y el resto son distribuidos a órganos de reserva y al resto de los órganos en crecimiento de la planta (hojas, flores, frutos, raíces, ramas, yemas y troncos).

La producción de fotoasimilados depende de la fotosíntesis. La actividad fotosintética del cerezo es relativamente alta dentro de las especies del género *Prunus* (17,9 moles de $\text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) para hojas maduras y bien iluminadas (Flore and Layne, 1999). Las hojas originadas en condiciones de sombra tienen mayor área foliar, son más delgadas y tienen mayor clorofila por unidad de peso (Flore and Layne, 1999). Este tipo de hojas tienen menor punto de compensación y menor tasa fotosintética (Flore 1980). Varios factores influyen sobre la tasa fotosintética, entre ellos:

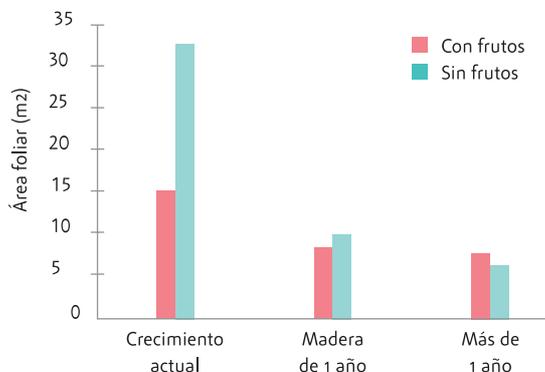
- **Edad de la hoja:** La fotosíntesis aumenta a medida que se produce la expansión foliar, llega a un máximo antes del tamaño definitivo y luego se mantiene en ese nivel por algunas semanas antes de comenzar a declinar paulatinamente. Sin embargo, en el mismo árbol, pero en años diferentes, las hojas pueden mostrar tasas fotosintéticas distintas según la fuerza de los destinos; cuanto mayor es la cantidad de órganos en desarrollo (hojas y frutos), mayor será la fotosíntesis. Al comienzo del crecimiento, la hoja se comporta como un destino, atrayendo fotoasimilados de los órganos de reserva o de otras hojas maduras, pero en cierto momento cada hoja deja de importar y comienza a exportar fotoasimilados, es decir, se transforma en un órgano fuente. Pero no todas las hojas cambian su condición de destino a fuente en igual estado de expansión; la hoja 7^o comenzó a exportar con el 17 % de su expansión final mientras que la hoja apical comenzó a exportar cuando llegó al 51 % de su expansión final (Kappes and Flore, 1989). El pasaje a hoja exportadora indica que la fijación de CO₂ supera la cantidad necesaria para respirar y mantener las estructuras de esa hoja.
- **Fotosíntesis de los frutos:** Se ha medido la fotosíntesis en frutos de guindo (Kappes and Flore, 1989). Los resultados de estos investigadores pueden asimilarse por cercanía de ambas especies, al cerezo. La tasa máxima de fotosíntesis se obtuvo con una radiación de 1000 μmoles FFF por m⁻² s⁻¹. El aporte diario de la fotosíntesis del fruto siempre fue inferior a la respiración del mismo, aunque la fotosíntesis contribuyó con el 19 %, 30 % y 1,5 % de los hidratos de carbono usados durante las fases I, II y III, respectivamente, del crecimiento del fruto.
- **Influencia de los frutos en la partición de asimilados de la planta:** La presencia o ausencia de frutos en árboles de 7 años de la var. Lambert fue estudiada por Kappel (1991). Los árboles con frutos (CF) tuvieron una reducción del largo de los brotes, del área foliar (LA) y de la materia seca acumulada en la parte aérea de la planta, respecto a los árboles sin frutos (SF). El incremento anual de materia seca acumulada por árbol fue de 13,4 kg en CF, y de 16 kg, en SF. Cuando se midió la biomasa de distintas partes de la planta en árboles CF y SF (Figura 6), se encontró que los SF superaron significativamente a los que tuvieron frutos en todos los órganos.

Figura 6: Biomasa seca total de árboles de cerezo cv. Lambert con y sin frutos al momento de caída de hojas. Fuente: Elaborado a partir de datos de Kappel, 1991.



La determinación del área foliar correspondiente a tejidos de crecimiento actual en madera de un año y en madera de más de un año se representa en la figura 7. El AF total de los árboles con frutos al final del ciclo fue de casi 50 m² en los SF, y de sólo 30 m², en los CF. Esa gran diferencia se debió, fundamentalmente, al AF desarrollada en los tejidos del año.

Figura 7: Área foliar de árboles de cerezo cv. Lambert con y sin frutos al momento de caída de hojas. Elaborado a partir de datos de Kappel, 1991.



La figura 8 muestra la proporción de materia seca que corresponde a distintos tejidos de árboles CF y SF de la var. Lambert respecto al crecimiento total del árbol, medidos, en este caso, al momento de la cosecha.

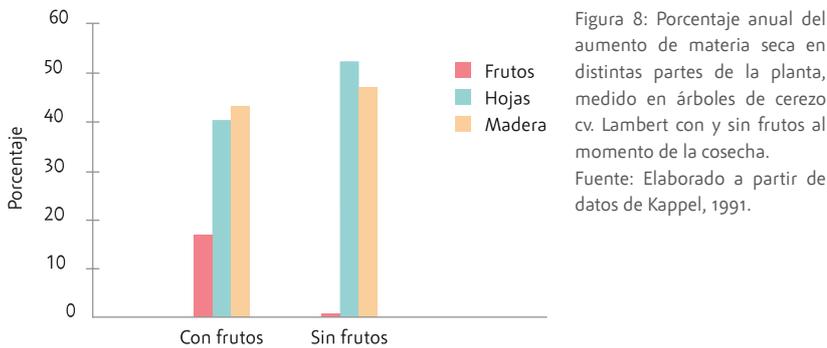


Figura 8: Porcentaje anual del aumento de materia seca en distintas partes de la planta, medido en árboles de cerezo cv. Lambert con y sin frutos al momento de la cosecha. Fuente: Elaborado a partir de datos de Kappel, 1991.

De los distintos órganos aéreos de la planta, hojas y madera concentran la mayor parte de la producción de materia seca del año. Es interesante remarcar que los frutos sólo constituyen el 16,8 % del total de materia seca. En los árboles sin fruto, los fotosimilados se direccionaron a hojas y madera.

ALMACENAJE DE CARBOHIDRATOS

Parte de los fotosimilados producidos se acumulan en diferentes órganos de la planta que soportan el crecimiento de yemas, flores y frutos en los estadios iniciales del crecimiento cada primavera, durante la dormición y durante situaciones de estrés. Los carbohidratos de reserva se denominan carbohidratos no estructurales (CNE) para diferenciarlos de los estructurales, tales como la celulosa, que no participa en el metabolismo en esos momentos. Los CNE principales son almidón, sorbitol, sacarosa, glucosa, fructosa y rafinosa. El mayor contenido de CNE en los órganos de reserva se registra al momento de abscisión de hojas, al final del ciclo vegetativo. Antes de la brotación disminuye fuertemente el contenido de CNE en todos los órganos de reserva excepto en los dardos, donde aumentan. Esto indicaría que en pre-brotación la planta envía sustancias de reserva a los órganos más importantes para la etapa siguiente: floración e inicio de brotación. A partir de la emisión de hojas en cada ciclo, las reservas aumentan lentamente en todos los órganos hasta cosecha. De allí en adelante, la tasa de acumulación se hace más rápida al desaparecer un destino competidor como son los frutos.

En el caso del cerezo, cuya cosecha ocurre al final de la primavera o inicio del verano la planta tiene un largo período para acumular CNE, nitrógeno, fósforo y otras sustancias que serán fundamentales en la etapa de floración y brotación de la primavera siguiente. Sobre esta base se fundamenta la importancia de la fertilización otoñal, para asegurar una buena fotosíntesis al final del ciclo anual y consecuentemente el envío de CNE a los órganos de reserva. Es interesante remarcar acá la importancia de las sustancias de reserva para sostener todo el proceso de crecimiento de yemas (punta verde, punta blanca), inicio y floración plena, cuajado e inicio de crecimiento de frutos, inicio de emisión de hojas y etapas iniciales del crecimiento foliar pues todas esas etapas se realizan en base a reservas de la estación anterior.

DORMICIÓN

Excepto en las zonas cercanas al ecuador, existen grandes variaciones de temperatura entre las distintas estaciones del año. Esas variaciones son más acentuadas a medida que aumenta la latitud y, como consecuencia de ello, hay una alternancia regular de épocas favorables y desfavorables para el crecimiento. Las plantas de esas zonas, a través de sus procesos evolutivos, han desarrollado mecanismos de ajuste que les permiten sobrevivir a condiciones adversas como congelamiento, sequía, etc.

Para sobrevivir en condiciones de climas extremos las plantas han evolucionado con distintos mecanismos, pero que, básicamente, pueden ser agrupados en dos grandes grupos: a) desarrollo de resistencia al factor adverso (resistencia al congelamiento, a

la sequía, a la salinidad, al anegamiento, etc.) que les permite vegetar durante esos períodos o b) desarrollo de mecanismos que le permiten evadir o permanecer inactivas durante el período desfavorable. Incluidas en este último grupo, tenemos un inmenso número de especies que escapan al efecto adverso entrando en un estado de dormición o reposo vegetativo. Estas especies son resistentes al factor adverso durante el estado de dormición, pero son sensibles a ese factor en estado de crecimiento activo.

El fenómeno de dormición tiene una gran importancia, no sólo para plantas silvestres, sino también, para cultivadas de clima templado. La entrada en dormición de la planta entera o de algunos de sus órganos (yemas, semillas, bulbos, tubérculos, etc) es una característica, fijada a través del proceso evolutivo, que les permite a las especies vegetales sobrevivir períodos climáticos adversos. En este capítulo se referirá a dormición de yemas.

En la literatura del tema existe mucha confusión sobre la utilización de términos para definir la dormición y también los distintos tipos de ella. Con el objeto de unificar terminología y mejorar el sentido fisiológico de los términos usados en este proceso, Lang et al (1987) publicaron una serie de trabajos al respecto. Las definiciones y términos siguientes se basan en esos autores:

Definición: la dormición es un estado temporario de suspensión del crecimiento visible de cualquier estructura de una planta que contenga un meristema.

Tomando en cuenta *la reacción inicial* que controla esa suspensión del crecimiento, encontramos tres tipos de dormición: endo-dormición, para-dormición y eco-dormición.

· *Endo-dormición*: la falta de crecimiento se debe a un factor inicialmente localizado dentro («endo») de la estructura que presenta la dormición y que actúa a ese nivel. Por ej. acumulación de inhibidores en el meristema como respuesta al fotoperíodo o a bajas temperaturas. Es decir, regulados por factores fisiológicos dentro de la estructura afectada.

· *Para-dormición*: en este caso, la falta de crecimiento involucra un factor o una señal bioquímica originada en otro lugar («para») distinto a la estructura afectada. Por ejemplo, la acumulación de inhibidores en pérulas o brácteas que rodean al meristema, o la suspensión del crecimiento en yemas axilares de ramas por efecto de la yema apical o de las sustancias producidas en esa zona apical. Es decir, regulado por factores morfológicos ó fisiológicos fuera de las estructuras afectadas.

· *Eco-dormición*: incluye todos los casos de dormición debido a uno ó más factores ambientales («eco»), generalmente no específicos, que afectan el metabolismo de una planta. Por ejemplo, la falta de agua, de nutrimentos, temperaturas inadecuadas, etc.

En resumen, regulado por factores ambientales, cuando el órgano dormido se coloca en condiciones ambientales adecuadas se reinicia el crecimiento.

Algunas sinonimias entre esta clasificación y las anteriores:

Endodormición = Dormición innata = Dormición espontánea = Dormición Verdadera
Reposo (rest) = Dormición invernal = Dormición intrínseca, etc.
Paradormición = Predormición = Dormición correlativa = Dormición temporaria
Ecodormición = Quiescencia = Posdormición = Pos-reposo = Dormición externa

La dormición ha sido un tema muy estudiado, sin embargo, aún hoy existen vacíos de conocimiento o dudas de cuánto se sabe sobre este proceso y cuánto queda aún por responder. Una de las razones es que no todas las especies arbóreas de zona templada responden igual o se ajustan exactamente a los resultados obtenidos con otras especies. La mayoría de los investigadores coincide en que la dormición se instala gradualmente por efecto de factores ambientales. De allí en adelante, algunos investigadores consideran que esos cambios ambientales producen cambios en el nivel y balance de las distintas hormonas, mientras otros le asignan a las hormonas un rol secundario (Denis 1994).

La variación del fotoperíodo y la disminución de la temperatura son los aspectos climáticos más predecibles, y los vegetales han desarrollado adaptaciones fisiológicas para detectar o «medir» los cambios futuros y prepararse para las condiciones adver-

sas del clima. Es interesante notar que los vegetales deben desarrollar este mecanismo antes de que ocurran las bajas temperaturas. Es decir, se requiere que el vegetal se anticipe al cambio del clima para desarrollar una serie de cambios morfológicos y fisiológicos, de forma tal que cuando el factor adverso se presente, la planta se encuentre protegida contra él. De igual forma, el mecanismo debe estar coordinado para que las yemas no reinicien su crecimiento hasta que las condiciones climáticas permitan un crecimiento y desarrollo normal.

Hay que remarcar que estos mecanismos de entrada, permanencia y salida de dormición, tanto en aspectos morfológicos como fisiológicos, son procesos graduales y acumulativos en el tiempo.

Cuando los días comienzan a acortarse (después del 21 de diciembre para el hemisferio sur) los árboles de muchas especies forestales y algunos frutales comienzan rápidamente a disminuir su tasa de crecimiento y a producir cambios morfológicos y fisiológicos en la yema apical y en las yemas axilares. Con el avance de los días cortos, el meristema que se encuentra dentro de cada yema se recubre de estructuras protectoras como pelos, pérulas, brácteas para aumentar el aislamiento térmico y prevenir la deshidratación de los meristemas presentes en esas yemas, que son las estructuras necesarias para reanudar el crecimiento en la primavera siguiente.

En la mayoría de las especies, las hojas son los órganos encargados de captar el acortamiento de los días, y en este proceso están involucrados los fotocromos.

Los cambios morfológicos van acompañados de cambios fisiológicos y hormonales. Dos hormonas han sido las más propuestas en la regulación de la dormición de yemas. Por un lado, el ácido abscísico (ABA) como inductor de la dormición, y por otro lado, las citocininas como hormonas que eliminan la dormición.

Algunos autores han mostrado que a comienzos del verano disminuye la síntesis de giberelinas, citocininas y auxinas, y, correlativamente, comienza a aumentar rápidamente la síntesis de ABA. Al final del verano la concentración de ABA en las yemas es elevada, mientras que las otras hormonas del crecimiento tienen una baja concentración en ese momento.

Según algunos autores, el ácido abscísico (ABA), cuya síntesis se aumenta en condiciones de día corto, sería el responsable de inducir la entrada en dormición. Las hojas en día corto sintetizan ABA que es enviado a las yemas donde disparan varios procesos. Altos niveles de ABA en yemas de forestales y algunos frutales se correlaciona negativamente con la brotación. Ensayos con *Acer pseudoplatanus* han demostrado claramente que días cortos y ABA inducen la formación de yemas en dormición. *Para apoyar la hipótesis del ABA se mencionan ensayos donde la eliminación de las hojas antes de la caída normal producen yemas que brotan más rápido. También se ha demostrado que la sequía, que provoca un aumento de ABA, contribuye a imponer la dormición.*

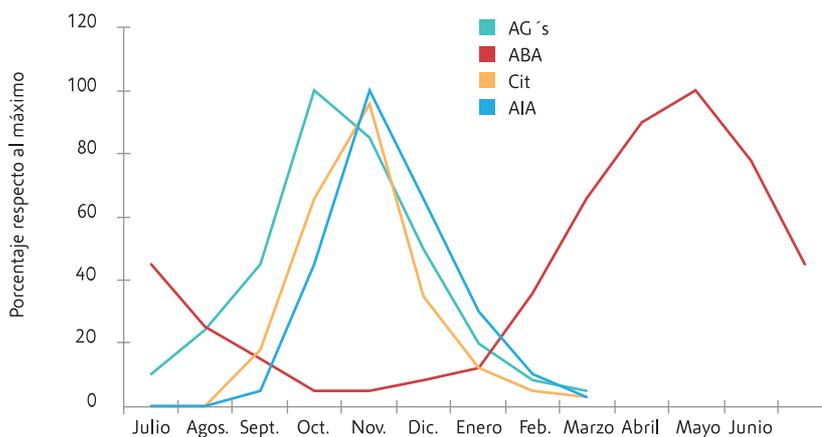


Figura 9: Modelo estimativo del contenido de diferentes hormonas y su relación con la dormición de yemas.

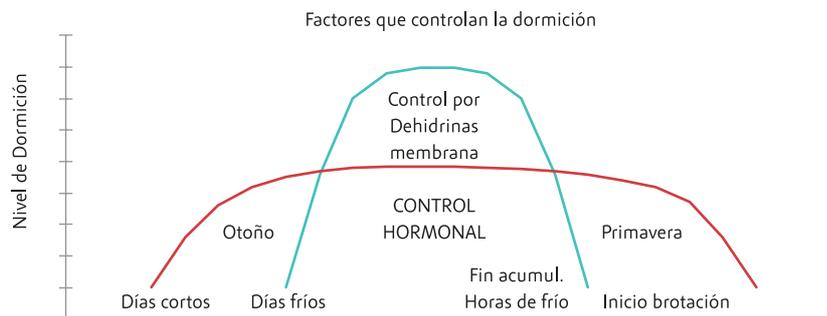
Sin embargo, este modelo general de influencia de las hormonas en la dormición de yemas no se aplica en todas las especies. Por ejemplo, en duraznero, el grupo de

Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Río Cuarto (Bottini y colaboradores) ha demostrado que no existe correlación entre concentración de ABA y el grado de dormición de las yemas. Es decir, en esta especie el mecanismo de entrada en dormición no está determinado por ABA. Posiblemente, otro inhibidor sea el responsable de la dormición en esa especie.

Como se ha detallado más arriba, dos aspectos del clima influyen categóricamente en esta adaptación: a) el fotoperíodo (días cortos) y b) la disminución de la temperatura. Los días cortos son la señal para iniciar los cambios, pero las bajas temperaturas son el factor que hace peligrar la supervivencia de las especies. Ambos actúan en forma sobre-impuesta con los cambios disparados por los días cortos. Para los interesados en profundizar estos aspectos se recomienda el trabajo de Faust et al. (1967).

Además de los cambios hormonales descritos para la entrada en dormición, también se producen cambios a nivel de las células del meristema en: a) estado del agua y b) composición de las membranas plasmáticas.

Figura 10: Esquema del efecto hormonal y de la acción sobre-impuesta de las dehidrinas en la dormición de yemas de frutales.



El gráfico anterior esquematiza el efecto hormonal, que es uniforme durante toda la dormición, y el efecto de las dehidrinas sobre el estado del agua de las membranas, que se instala cuando comienzan a actuar las bajas temperaturas, lo que determina un estado de dormición más profundo.

ESTADO DEL AGUA EN LAS CÉLULAS Y CAMBIO EN LAS MEMBRANAS

Durante la endodormición el agua está fuertemente asociada con macromoléculas. Este fenómeno puede registrarse con imágenes de resonancia magnética nuclear. Las condiciones de día corto y bajas temperaturas aumentan el nivel de agua ligada en yemas de duraznero. Esta agua es gradualmente liberada durante el periodo de dormición, cuando actúa la acumulación de frío, y es rápidamente convertida en agua libre cuando se dispara la brotación. En yemas para dormidas de manzano, el Thidiazuron (TDZ) provoca una liberación del agua y el ácido indolacético (IAA) la mantiene ligada, aun con el tratamiento de TDZ.

Se han identificado ciertas proteínas hidrofílicas, llamadas dehidrinas, en las yemas florales de blueberry que desarrollan en otoño cuando las temperaturas disminuyen. Las dehidrinas son proteínas que soportan la ebullición y que se inducen durante estrés de frío o deshidratación. Estas proteínas son grandes candidatas a ser las moléculas que fijan el agua como agua ligada durante el estado de dormición. Las dehidrinas permanecen durante el período de acumulación de frío y luego desaparecen en el momento que se reinicia el crecimiento. Es interesante remarcar que la síntesis de dehidrinas se puede inducir por agregado de ABA.

El agregado de TDZ a yemas laterales con paradormición produce cambios en galactolípidos y fosfolípidos, como así también, en la relación de ácidos grasos insaturados a saturados en las membranas celulares (Wang and Faust 1988,1989). Además, se ha comprobado que una vez que se completan los requerimientos de horas de frío en yemas de manzano, el ácido linoleico (18:2) disminuye drásticamente y aumenta el ácido linolénico (18:3). Durante la brotación disminuye la relación esteroides/fosfolípidos y aumenta la relación stigmasterol / sitosterol, lo cual indica que hay un cambio en las membranas favoreciendo la permeabilidad de solutos y agua al citoplasma.

También se ha notado que durante la entrada en dormición hay bloqueo gradual de la comunicación entre la yema y los tejidos vecinos.

En resumen, todos estos conceptos permiten inducir que hay varios procesos que interactúan: los días cortos inducen la síntesis de ciertos reguladores del crecimiento (ABA u otros inhibidores) que inician parte de los mecanismos de dormición y resistencia al frío. Sobre impuesto con el efecto de los días cortos se desarrolla, luego, por acción de las bajas temperaturas, la síntesis de proteínas hidrofílicas que mantienen las macromoléculas bien hidratadas y que también incluye aumento de ácidos grasos poli-insaturados en las membranas, lo cual favorece la permeabilidad aun a bajas temperaturas.

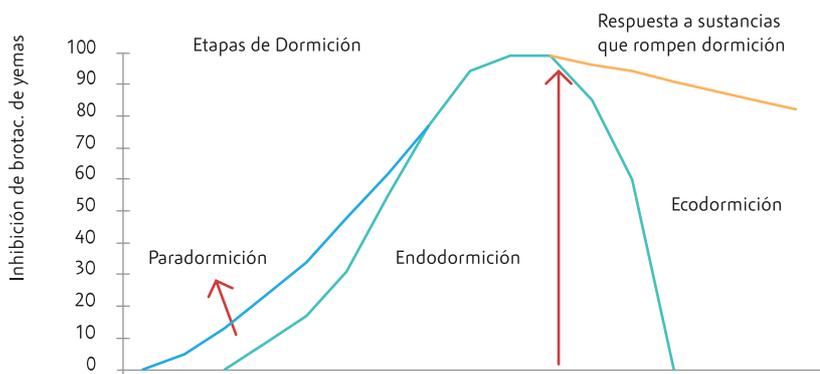


Figura 11: Inhibición de la brotación en distintas etapas de la dormición. Observar el momento en que las sustancias que rompen dormición pueden actuar.

En este estado también ocurre una pérdida de conexión entre la yema y otros órganos vecinos. Luego de la exposición más ó menos prolongada a bajas temperaturas (aprox. 6 °C) el sistema comienza a cambiar lentamente, el agua se va liberando y la permeabilidad de las membranas permite otra vez el crecimiento. En este momento, el mecanismo hormonal que estaba enmascarado vuelve a ser activo y las citocininas son capaces de promover la brotación.

RUPTURA O SALIDA DE LA DORMICIÓN

Un aspecto destacable del mecanismo de *dormición* es que *se elimina mediante la acumulación de cierto número de horas de frío*, diferente para cada especie y/o variedad. Las horas de frío actuarían degradando el ABA u otros inhibidores del crecimiento presentes en las yemas y permitiendo, de esa forma, la brotación de las yemas. En realidad, no es conveniente hablar de horas de frío sino de *unidades de frío*, pues según las temperaturas que inciden sobre las plantas, no siempre una hora de frío equivale a una unidad de frío. En el capítulo 6, Agroclimatology de Mendoza, en las tablas 3 y 4, se muestra cómo deben computarse las unidades de frío según las distintas temperaturas, es decir, hay temperaturas que son afectadas por un factor distinto de 1, lo que resta eficiencia a las horas de frío. La figura 12 muestra este concepto donde se aprecian las temperaturas que se consideran promotoras y las que influyen negativamente (chilling negation). Existen algunas preguntas relacionadas con la dormición: cuándo está determinada la endodormición y desde cuándo se debe comenzar a medir la acumulación de unidades de frío. Esto es importante, ya que las horas de frío en cierto momento (entrada en dormición) intensifican la dormición, pero desde cierto momento en adelante, son las encargadas de producir la salida de ese estado.

Respecto de cuándo se produce la salida de endodormición, según Dennis Jr. (1994), realmente termina cuando el agregado de nuevas unidades de frío ya no acelera la brotación. Luego que las yemas salen de endodormición la brotación sólo se produce si a continuación se alcanzan temperaturas suficientes para producir el crecimiento del meristema de la yema. Esas temperaturas se miden como acumulación de grados días, es decir, acumulación de horas por encima de un umbral que depende de la especie y/o variedad.

Por ese motivo, en condiciones naturales puede suceder que las yemas hayan recibido suficiente cantidad de unidades de frío y hayan salido de la endodormición, pero

que no broten por estar sometidas a temperaturas muy bajas, es decir, se encuentren en ecodormición.

Mahmood et al. (2000) realizaron un detallado estudio para determinar los requerimientos de frío de las variedades Stella, Sunburst y Summit. Para ello, sometieron estacas de un año a diferentes temperaturas y longitud del período de frío. Las temperaturas aplicadas (°C) fueron: -1,2; 3,8; 6,8; 9,4; 11,9 y 15,4 °C. Las estacas estuvieron a esas temperaturas durante: 0, 168, 336, 504, 672, 840, 1008, 1176 y 1334 horas. Con temperaturas de : -1,2; 3,8; 6,8 y 9,4 °C, la brotación se incrementó con el número de horas de aplicación hasta, aproximadamente, 1000 horas, pero con mayor tiempo se redujo la brotación. Las estacas sin tratamiento de frío y las que tuvieron sólo 168 horas no rompieron dormición. Tampoco rompieron dormición las estacas mantenidas a 11,9 °C y a 15,4 °C. Un modelo desarrollado a partir de los datos arrojó que las temperaturas óptimas para romper dormición eran 3,2 °C para Stella, 3,2 °C para Sunburst y 3,7 °C para Summit. El requerimiento de frío para estas variedades se saturó con 1.131, 1.081 y 1.241 horas respectivamente. Estos resultados muestran claramente que las yemas deben recibir temperaturas frías dentro de un determinado rango y durante un tiempo mínimo para romper dormición.

Existen distintos métodos para calcular los requerimientos de bajas temperaturas de las variedades más cultivadas en una región determinada. Esos métodos serán desarrollados en otro capítulo.

Es importante señalar que existen trabajos regionales sobre dormición de cerezo, desarrollados por Tersoglio y colaboradores en la EEA Mendoza del INTA (ver listado bibliográfico).

Sólo parte de este requerimiento de frío puede ser sustituido por otros medios. Erez et al (1979) han señalado que la acumulación de horas de frío es un proceso reversible por efectos de altas temperaturas, pero sólo si las horas de frío se suministran en ciclos cortos. Es decir, hay un punto en la acumulación de frío en el cual el proceso se hace irreversible, indicando la fijación de este efecto.

En su revisión sobre dormición, Saure (1985) ha sintetizado el conocido efecto de las citocininas en la ruptura de la paradormición (dominancia apical) provocado por la yema apical. También se ha mostrado que la aplicación de análogos de citocininas como el TDZ, permiten acelerar la salida de dormición. Las citocininas también aumentan en la savia xilemática de manzano antes de la brotación. Asimismo, se ha mostrado que algunos productos químicos que reemplazan el efecto del frío como DNOC (di-nitro orto cresol) y la cianamida ácida, aumentan la concentración de citocininas en savia xilemática, 5 semanas antes de que este aumento ocurra en el testigo. Otros ensayos con NO₃K, que rompe dormición en algunas especies, han mostrado que disparan la síntesis de citocininas en las raíces de los árboles tratados.

Sin embargo, los productos como TDZ, cianamida ácida, etc. que aumentan concentración de citocininas en xilema, no son igualmente efectivos para romper dormición en cualquier momento de la endodormición. Estos químicos son capaces de romper dormición sólo después que las plantas han recibido un 65 a 75 % de las horas de frío requeridas por esa especie. Esto indicaría que las yemas tienen que estar receptivas para responder a sustancias que rompen dormición e inducen síntesis de citocininas. Ese estado receptivo sólo se lograría después que se haya eliminado parte de los inhibidores por efecto del frío.

Otro grupo de hormonas, las auxinas, son reconocidas por su participación en la dominancia apical (paradormición), pero no en los casos de endodormición.

→ ver gráfico en la próxima página

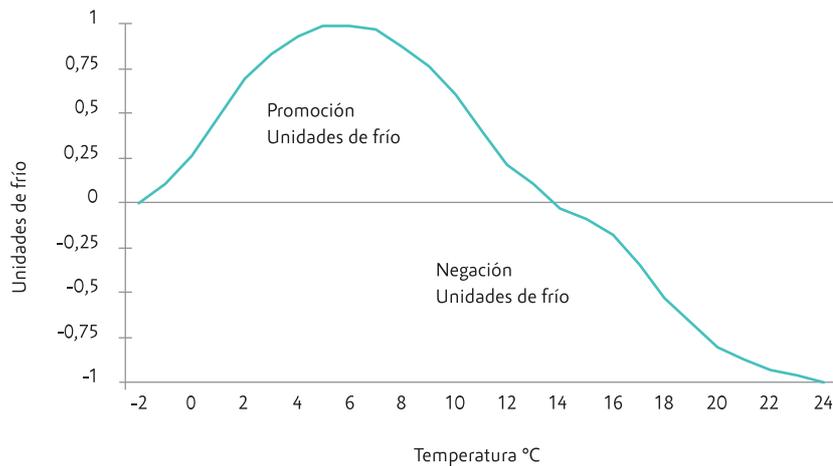


Figura 12: Eficiencia de conversión de horas de frío en unidades de frío.

Las temperaturas por encima de 13-14 °C no suman horas de frío sino que las disminuyen, pues multiplican por un factor negativo.

FLORACIÓN DE ESPECIES FRUTALES

En este capítulo sólo nos referiremos a las etapas iniciales por las cuales una yema vegetativa cambia sus características y se transforma en una yema de flor. En el capítulo 5 se desarrollan las etapas posteriores de floración, polinización, fertilización y cuaje.

Sin embargo, es importante remarcar acá que las yemas florales que sostienen la producción del presente ciclo, se formaron en el ciclo anterior. Como veremos más abajo el inicio de diferenciación de esas yemas fructíferas en cerezo Bing se produjo, aproximadamente, 2 semanas después de la cosecha del año anterior.

Inducción y diferenciación floral

Periodo juvenil: Las plantas de cerezo (y de cualquier frutal) generadas a partir de semilla, poseen un periodo juvenil que puede durar varios años. Durante ese estado juvenil la planta no puede ser inducida a florecer por ningún medio (Faust, 1989). Lo único que acelera la transición de estado juvenil al estado adulto es la tasa de crecimiento. Cuanto mayor sea la tasa metabólica en los primeros años más rápido se logrará el estado adulto. En el periodo juvenil, la planta se caracteriza por tener una actividad metabólica muy alta, tanto más alta cuanto más joven es el individuo. Esa actividad metabólica está relacionada con la necesidad de formar nuevas células, tejidos y órganos. Es decir, la etapa juvenil muestra una tasa muy alta de crecimiento vegetativo. También se caracteriza, en la mayoría de las especies, por presentar una mayor facilidad para el enraizamiento de estacas. En *Prunus avium* propagados por semilla, las plantas comienzan a formar flores recién a los 4 a 5 años (Oliveira and Browning, 1993). Estos autores citan trabajos que postulan a las giberelinas producidas en la raíz como la causa de mantener el estado juvenil. El propio trabajo de estos investigadores mostró que plantas originadas de semilla de 3 a 4 años tratadas con giberelinas inhibieron la floración a pesar de tener edad para pasar al estado adulto. También demostró que ápices juveniles de *Prunus avium* injertados en pies maduros, produjeron ramas fructíferas, pero, en cambio, ápices de plantas adultas injertados en pies juveniles no produjeron flores. Por otro lado, plantas originadas por enraizamiento de estacas adultas del cv. Stella florecieron durante la primera estación de crecimiento.

En los frutales propagados en forma asexual (injerto, acodos o estacas) no existe una verdadera etapa juvenil, pues normalmente se utiliza material de propagación proveniente de tejidos que ya han superado ese estado, excepto que se tome como material para propagar tejido juvenil proveniente de plantas en ese estado.

La transición de yema vegetativa a reproductiva en frutales incluye las etapas de inducción diferenciación y expresión floral.

La etapa de inducción floral ocurre como consecuencia de un estímulo fisiológico poco definido, que cambia la calidad del meristema apical de esa yema, que, de allí en adelante, está capacitado para formar yemas florales. Según algunos autores, esta inducción se produce con cierto balance hormonal, mientras otros lo atribuyen a cambios nutricionales en el meristema apical (Faust 1989). Según Westwood (1993), la señal química que produce la inducción actuaría cuando el nivel de giberelinas disminuye por debajo de un nivel crítico inhibitorio. Para apuntalar este concepto, la aplicación de retardantes como daminozide, utilizados para inhibir la síntesis de giberelinas, provocan la iniciación floral de cerezo Bing y peral (Ryugo, 1986). Esta inducción floral se debería a una señal de tipo hormonal transmisible desde las hojas al ápice, vía floema, a la cual se la llamó «florigen» aunque nunca fue identificada químicamente. Luego del desarrollo de la biología molecular, se postuló a un mRNA como la molécula que se mueve por floema desde las hojas al ápice y, allí, desencadena la floración. Posteriormente, en el año 2007 Zeevart, luego de revisar varios trabajos, propuso que el compuesto universal que induce floración en todas las plantas es de naturaleza proteica y se llama proteína FT, la cual se mueve por floema y actúa en el ápice.

Diferenciación floral: Una vez que el meristema apical de una yema ha sido estimulado para florecer, el primer cambio detectable es el aumento en la síntesis de ADN y ARN (Faust, 1989), y a continuación se produce la diferenciación floral, etapa en la cual es posible observar con ayuda del microscopio cambios morfológicos en el ápice de la yema. Mediante el uso del microscopio electrónico de barrido, Guimond et al. (1998) estudiaron la iniciación floral en árboles de cerezo Bing de 8 años de edad. Dentro del estudio observaron yemas provenientes de dardos (D), yemas basales de brotes de la estación sin podar (SP) y yemas basales de brotes de la estación podados 45 días después de plena floración (CP). El primer signo de diferenciación floral es el cambio del ápice a una forma más redondeada, tipo domo. Las yemas provenientes de brotes podados (CP) fueron las primeras que mostraron cambios morfológicos a mediados del mes de julio, entre 91 y 105 días después de plena floración (DDPF). La cosecha se había realizado 79 DDPF. Es decir, la primera evidencia de diferenciación en las condiciones de Washington, USA, se produjo varios días después de la fecha de cosecha. Las yemas D y SP se comportaron de igual forma, mostrando diferenciación recién a los 119 DDPF. Las yemas CP mostraron primordios de sépalos 20-25 días después de la aparición del domo (6 agosto) mientras que las yemas D y SP tardaron 20 días más en llegar al mismo estado de diferenciación. Al final de agosto, el nivel de diferenciación era similar en todos los tipos de yemas, pero el diámetro del meristema siempre fue mayor en las CP que en las D y SP, posiblemente, porque al eliminar la parte apical del brote hubo más foto-asimilados para las yemas fructíferas en formación.

En conclusión, la fecha de inicio de la diferenciación floral no sólo tendrá variaciones debidas a la variedad, al manejo previo y al lugar donde se encuentra el cultivo, sino que, además, puede variar según el tipo de yema dentro del árbol.

Otros autores han reportado que la formación del domo ocurre 28 días después de antesis (Díaz et al. 1981), es decir, varios días antes de la maduración del fruto, mientras que Westwood (1993) opina que la inducción se produce luego de maduración.

Factores que afectan inducción y diferenciación floral

· Factores ambientales: Entre ellos podemos mencionar la intensidad de luz, el estado hídrico, los nutrientes minerales, etc. Intensidad de luz: la luz no sólo es necesaria para el proceso fotosintético; si la cantidad de radiación PAR es deficitaria a nivel de yemas en el momento de la inducción y diferenciación floral (por exceso de sombra) la fructificación del siguiente año será afectada. Además, las zonas del árbol con falta de luz, paulatinamente disminuyen también la producción de yemas vegetativas y el árbol se va despoblando de ramas. Estado hídrico: en el caso de severo estrés hídrico con disminución aguda de la producción de HdC, la producción de yemas fructíferas será afectada. En cambio, según Gariglio et al. (2007), un estrés hídrico moderado puede ser beneficioso, pues en ese caso se frena el crecimiento del ápice y más HdC estarían disponibles para la inducción y diferenciación floral. Nutrientes minerales: la escasez aguda de cualquiera de los nutrientes minerales esenciales afectará la inducción y diferenciación de yemas.

· Hormonas y reguladores del crecimiento: Como ya se mencionó, se ha demostrado

el efecto negativo que tienen las giberelinas en la inducción y diferenciación floral (Oliveira and Browning, 1993; Faust, 1989). En sentido opuesto, los retardantes como daminozide y paclobutrazol, al interferir en la biosíntesis de las giberelinas, aumentan la inducción y diferenciación floral. También el etileno por su acción antagónica con las giberelinas tiene un efecto similar.

· Presencia de frutos: En muchas especies frutales, la presencia excesiva de frutos durante la etapa de inducción y diferenciación floral, se traduce en una disminución importante de yemas fructíferas al año siguiente, dando origen a la alternancia de cosechas entre años o «vecería». La falta de inducción floral se ha demostrado que se debe a la alta producción de giberelinas por la semilla de los frutos en crecimiento, que migran hacia las zonas de diferenciación de yemas y, allí, inhiben el proceso (Greene 1996). La forma más común de evitar estas fluctuaciones anuales en la fructificación es efectuar raleo de flores o de frutos en los años de alta carga mediante compuestos químicos o en forma manual. Este fenómeno es bastante común en olivo, manzano y peral. En el caso del cerezo, aunque se producen alternancias en la floración, no es tan marcado ni tan grave, probablemente, porque los frutos son cosechados unos días antes de la inducción y diferenciación floral.

· Crecimiento vigoroso de los brotes: También pueden contribuir a disminuir la inducción y diferenciación floral, no sólo por efecto de la sombra, sino porque los ápices en crecimiento son fuertes productores de giberelinas. En cerezo pueden ocurrir casos de este tipo en años de heladas tardías de primavera que eliminan las flores y/o los pequeños frutos, y el crecimiento de los brotes es muy vigoroso. También la poda invernal intensa genera al año siguiente excesivo crecimiento vegetativo aumentando la competencia entre inducción floral y crecimiento de brotes. (La poda de verano, en cambio, produce el efecto contrario, disminuyendo el vigor, mejorando, en consecuencia, la inducción floral).

HORMONAS Y REGULADORES DEL CRECIMIENTO

A partir de mediados del siglo xx se descubren las primeras hormonas vegetales y con ellas se produce una verdadera revolución en el entendimiento y explicación de los procesos fisiológicos.

Actualmente, la fisiología le asigna un papel importantísimo a las hormonas en la regulación de todos los procesos que hacen al crecimiento y desarrollo de los vegetales.

Se definen como hormonas aquellos compuestos orgánicos naturales que producidos en un lugar de la planta pueden actuar en ese lugar o ser transportados a otro lugar, donde producen un efecto fisiológico determinado en concentraciones muy bajas (10^{-5} a 10^{-12} molar).

Se definen como reguladores del crecimiento a compuestos naturales o sintéticos que en concentraciones fisiológicas (10^{-4} a 10^{-9} molar) promueven, inhiben o regulan, con o sin manifestaciones cualitativas el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Hoy se reconocen varios grupos de hormonas: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico, brasinosteroides, jasmonatos, poliaminas y salicilatos. Los reguladores del crecimiento más difundidos en agricultura son: las auxinas sintéticas utilizadas para enraizamiento de estacas o como herbicidas; los retardantes de crecimiento cuya función específica es interferir en la síntesis de giberelinas; compuestos que aceleran o uniformizan la brotación de yemas (como la cianamida ácida, tiazurón, daminozide, etc.), posiblemente, porque activan la síntesis de citocininas; ethephon que en los tejidos vegetales se transforma en etileno y puede ser utilizado para acelerar la abscisión de frutos en cosecha mecánica, o bien, para madurar frutos climatéricos.

Por razones de espacio, no se desarrollará acá los aspectos teóricos y los procesos en los cuales intervienen cada una de las hormonas, y sólo se tratará algunas aplicaciones de hormonas y de reguladores del crecimiento en el cultivo del cerezo o de otros frutales de clima templado.

APLICACIONES AGRONÓMICAS DE HORMONAS Y REGULADORES DEL CRECIMIENTO

Giberelinas: El ácido giberélico, también conocido como AG₃, ha sido utilizado en agricultura desde hace varias décadas. En el cultivo del cerezo específicamente, se lo utiliza en forma casi rutinaria para mejorar la calidad del fruto y retrasar maduración aplicado al comienzo del periodo III del crecimiento del fruto, en una concentración de 30 mg/L (Lenahan and Whiting 2006). La mejora de la calidad se debe a un aumento de la firmeza del fruto, del peso y de los sólidos solubles como ha sido demostrado por Kappel and McDonald, 2002; Facticeau et al., 1985; Proebsting et al. 1973.

Lenahan and Whiting (2006) estudiaron el uso de AG₃ y AG₄+7 para inhibir la inducción floral y aumentar la calidad del fruto. Utilizaron dosis de 50 y 100 mg/L aplicadas al final de la fase I de crecimiento del fruto, al final de la fase II y en ambos momentos. En el año de aplicación del GA, la maduración se retrasó en forma proporcional a la dosis. Al año siguiente de la aplicación, la densidad de floración y el rendimiento se redujo en forma inversa con la concentración de AG₃ aplicada, pero tuvieron mayor contenido de sólidos solubles, mayor firmeza y mayor peso. La floración se redujo un 65 % y el rendimiento un 50 % con 100 mg/L. Sin embargo, ningún tratamiento mejoró el valor de la producción por árbol. El valor máximo de la producción se obtuvo con el testigo, porque la mejora de la calidad no alcanzó a compensar la reducción en el rendimiento al año siguiente. Sí se demostró el beneficio de la aplicación de giberélico en el manejo de la floración al año siguiente. Es importante remarcar que a nivel regional, el tema ha sido estudiado por Podestá et al (2002) durante dos temporadas en la var. Bing. El ácido giberélico aumentó el tamaño de los frutos, incrementó la resistencia a la formación de grietas en la piel y retrasó la coloración. En este trabajo, el Ca no aumentó la resistencia al agrietamiento ni la calidad del fruto.

Citocininas y Giberelinas: El efecto de las citocininas en la ruptura de dominancia apical ha sido demostrado hace muchos años. Una derivación de este conocimiento es el uso de la hormona para estimular la ramificación de plantas de cerezo en el vivero antes del trasplante. En ese proceso se usa un producto comercial, «Promalina» que es una mezcla que contiene 1,8 % (v/v) de una citocinina (6-benzil amino purina, 6-BA) y 1,8 % (v/v) de las giberelinas AG₄ + AG₇. La pulverización de Promalina sobre los plantines de vivero cuando tienen 40-50 cm de alto, en una concentración de 500 ppm, produjo 4 veces más de ramas laterales que el despuntado mecánico de los plantines (Looney 1996). Según este autor, la Promalina ha sido muy usada para acelerar la ramificación y la aparición de dardos en cerezos jóvenes conducidos en alta densidad, es decir, para aumentar la precocidad. Aplicado con pinceles a las ramas laterales de árboles de 3 años de la var. Napoleón, triplicaron el rendimiento por árbol el primer año (6,3 kg y 8,1 kg/árbol con una concentración de 0,5 % y 1,0 % respectivamente). Los rendimientos al año siguiente fueron de 29-1, 36.9 y 42.2 kg/árbol para el testigo, Promalina 0,5 % y Promalina 1,0 %, respectivamente.

Retardantes: El paclobutrazol (PBZ) es un potente inhibidor de la síntesis de giberelinas, que ha sido utilizado con éxito para inhibir el crecimiento de los brotes de cerezo. Se lo ha aplicado como pulverizaciones conteniendo 500 a 1000 mg/L de producto activo, o en riego por goteo, con dosis mucho menores, pues la absorción por raíz es muy eficiente. También se han reportado aumentos en el número de yemas de flores con PBZ aplicado por raíces. En este caso, las dosis muy altas de PBZ afectaron el cuajado de esas flores. Además, los dardos de plantas tratadas con PBZ fueron productivos por más tiempo que los de plantas testigos (Looney 1996).

LECTURA ADICIONAL

CENTRITTO M. 2005. Photosynthetic limitations and carbon partitioning in cherry in response to water deficit and elevated CO₂. Agric. Ecosystem Environ, 106:233-242.

CITTADINI E.D. Ecofisiología y potencial productivo del cerezo.

CITTADINI E.D., VALLÉS, M.B., RODRIGUEZ M.J., VAN KEULEN M., DE RIDDER N., AND PERI P.L. 2005. Effect of fruit number to leaf area ratio on fruit quality and vegetative growth ej «Bing» sweet cherry trees at optimal LAI. Proceedings V International Cherry Symposium. Bursa. Turquía. Res. P. 124.

DENNIS F.G. 1994. Dormancy – What we know (end don't know). Hortscience 29:1249-1255.

DEJONG T.M. 1983. CO₂ assimilation characteristics of five Prunus tree fruit species. J.

Amer. Soc. Hort. Sci. 108 :303-306.

DIAZ D.H., RASMUSSEN H.P. AND DENNIS F.O. 1981. Scanning electron microscope examination of flower bud differentiation in sour cherry. J- Amer. Soc. Hort. Sci. (106 :513-515).

EDIN M., LICHOU J ., SAUNIER R. 1997. Cerise, les variétés et leur conduite. Pp. 238. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (Ctilfl). Paris.

FACTEAU T.J., ROWE K.E. AND CHESNUT N.E. 1985. Firmness of sweet cherry fruits following multiple applications of gibberellic acid. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 110:775-777.

FAUST M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees- John Wiley & sons. NY. Pp. 338.

FAUST, M., EREZ A., ROWLAND L.J. WANG S.Y. AND NORMAN H.A. 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance and release. HortScience 34(2):623-629.

FLORE J.A. 1980. The effect of light on cherry trees. Annu. Rpt. Mich. State Hort. Sci. 110:119-122.

FLORE J.A. & D.R. LAYNE. 1990. The influence of tree shape and spacing on light interception and yield in sour cherry (*Prunus cerasus* cv. Montmorency). Acta Hort. 285:91-96.

FLORE J.A. & D.R. LAYNE. 1999. Photoassimilate production and distribution in cherry. Hortscience 34(6): 1015-1019.

GARIGLIO F. OIKATTI R.A. Y FONFRÍA M.A. 2007. Requerimientos ecofisiológicos de los árboles frutales. Cap. 2. 42-82. En: Árboles frutales. Ecofisiología cultivo y aprovechamiento. G.O. Sozzi (Ed.). Edit. Fac. Agronomía, UBA, BS. AS. PP. 805.

GIL-ALBERT VELARDE F. 1991. Tratado de arboricultura general. Vol. I. Morfología y fisiología del árbol frutal. Pp. 104. Edic. Mundi-Prensa. Madrid.

GIL-ALBERT VELARDE F. 1992. Tratado de arboricultura general. Vol. II. La ecología del árbol frutal. Pp. 248. Edic. Mundi-Prensa. Madrid.

GOOD FRUIT GROWERS. 1996. Tree fruit physiology: growth and development. Eds. Maib. K.N., Preston A.K., Lang G.A. and Mullinis K. Pp. 165. Good Fruit Growers Publ. Pp. 165. Yakima, Washington.

GREENE D.W. 1996. Flower development. Pp. 91-98. In: Tree fruit physiology: Growth and development. Maib K.N., Preston A.K., Lang G.A. and Mullinis K. (Eds.). Good Fruit Growers Publ. Pp. 165. Yakima, Washington.

GUIMOND C.M., ANDREWS P.K. AND LANG, G.A. 1998. Scanning electron microscopy of floral initiation in sweet cherry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123:509-512.

JACKSON D.I. AND LOONEY N.E. 2003. Producción de frutas de climas templados y subtropicales. Pp. 382. Ed. Acribia SA. Zaragoza. España.

KAPPES H.M. AND FLORE J.A. 1989. The influence of phyllotaxy and the stage of leaf and fruit development on the initiation and direction of gross carbohydrate export from sour cherry (*Prunus cerasus* L. Montmorency) leaves. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 114:642-648.

KAPPEL F. 1991. Partitioning of above-ground dry matter in Lambert sweet cherry trees with or without fruit. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 116:201-205.

KAPPEL F. AND McDONALD R.A. 2002. Gibberellic acid increases fruitfirmness and delays maturity of «Sweetheart» sweet cherry. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 56:219-222.

LANG, G.A., EARLY J.D, MARTIN G.C. AND R.L. DARNELL. 1987. Endo, Para and Ecodormancy: Physiological terminology and classification for dormancy research. HortScience 22(3):371-376.

LENAHAN O.M. AND WHITING M.D. 2006. Gibberellic acid inhibits floral bud induction and improves Bing sweet cherry fruit quality. Hortscience 41(3):654-659.

LOONEY N.E. 1996. Principles and practice of plant bioregulator usage in cherry production. Pp. 279-295. In: (Webster A.D. and N.E. Looney Eds.). 1996. Cherries: crop physiology, production and uses. Pp.513. CABI publishing. Oxford. UK.

MAHMOOD K, CAREW J.G., HADLEY P. AND BATTEY N.H. 2000. The effects of chilling and post chilling temperatures on growth and flowering of sweet cherry. J. Hort. Sci. & Biotechnology 75(5):598-601.

MAHMOOD K, CAREW J.G., HADLEY P. AND BATTEY N.H. 2000. Chill unit models for the sweet cherry cvs. Stella, Sunburst, and Summit. J. Hort. Sci. & Biotechnology 75(5): 602-606.

NARANJO G., Y TERSOGLIO E. 2010. Estimación de la disponibilidad de frío invernal para cerezos de la zona norte de la provincia de Mendoza, Argentina. Agriscientia Vol. XXVII:35-42.

OLIVEIRA C.M. AND BROWNING G. 1993. Studies on the induction of flowering I juvenile *Prunus avium*, L. Journal Hort. Sci. 68:731-739.

PODESTA L., RODRIGUEZ M.E. GIL F. AND ARJONA C. 2001. Efecto del ácido giberélico y

del calcio sobre el tamaño, agrietamiento y otros parámetros de calidad en frutos de cerezo (*Prunus avium* L.) cv. Bing. *Inv. Agraria, Prod. Y Protec. Veg.* 16(1):37-48.

PROCTOR J.T.A., WATSON R.L. AND LANSBERG J.J. 1976. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101:579-582.

RAZETO MIGLIARO B. 1992. Para entender la fruticultura. Pp. 303. Vivarium. Chile.

RYUGO K. 1986. Promotion and inhibition of flower initiation and fruit set by plant manipulation and hormones. A review. *Acta Hort.* 179:301-307.

RYUGO K. 1993. Fruticultura, ciencia y arte. Pp. 458. A.G.T. Editor. Mexico, D.F.

SAMS C.E. AND FLORE J.A. 1983. Net photosynthetic rate of sour cherry (*Prunus cerasus* L. Montmorency) during the growing season with particular references to fruiting. *Photosynt. Res.* 4:307-316.

SANCHEZ E. 1999. Nutrición mineral de frutales de pepita y de carozo. INTA. E.E.Agrop. Alto Valle de Rio Negro. Argentina.

SCHULZE E.D., LANGE O.L., BUSHBOM U., KAPPEN L., AND EVENARI M. 1972. *Planta* 108:259-270.

TERSOGGIO E. 2002. Perspectivas del cerezo en la Argentina. EEA Mendoza, INTA.

TERSOGGIO E., NARANJO G., RIVERO L., Y QUIROGA M. 2006. Requerimiento de frío invernal y de calor en variedades de cerezo. *ITEA* 102(3): 251-259.

TERSOGGIO E., Y NARANJO G. 2007. Características del frío invernal de las zonas productoras de cerezas de Mendoza, Argentina. Parte I. *ITEA* 103(4):186-197.

TERSOGGIO E., Y NARANJO G. 2007. Modelo de estimación de disponibilidad de frío invernal de áreas productoras de cerezas de Mendoza, Argentina. Parte II. *ITEA* 103(4):198-211.

WEBSTER A.D. AND N.E. LOONEY. 1996. Cherries: crop physiology, production and uses. Pp.513. CAB International, Oxford. UK.

WESTWOOD, M.N. 1993. Temperate-zone pomology, physiology and culture. 3rd. ed. Timber press. Oregon.

ZEEVART J.A.D. 2007. FT protein, not mRNA, is the phloem-mobile signal for flowering. Essay in: *Plant Physiology*. Taiz and Zeiger (Eds). Sinauer Assoc., 3rd. Edition. MA, USA.

ZUFFEREY V., MURISIER F. AND SCHULTZ H.R. 2000. A model analysis of the photosynthetic response of *Vitis vinifera* L. cvs Riesling and Chasselas leaves in the field: I. Interaction of age, light and temperature. *Vitis* 39(1): 19 -26.

FLORACION, POLINIZACIÓN Y CUAJE DEL CEREZO | 5

ING. AGR. CONCEPCION ARJONA. Profesora Titular Fruticultura.
Facultad Ciencias Agrarias. UNCuyo

INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental del monte frutal es la producción de fruta. El fruto resulta de la fecundación y desarrollo de la flor, por lo tanto, floración, polinización, fecundación y cuaje son factores de cultivo muy importantes y definen en primera instancia el rendimiento o nivel de producción del cultivo.

Los resultados de la polinización y el cuaje del cerezo son muy erráticos en Mendoza y pueden atribuirse a diversas causas:

Características genéticas propias de la especie:

- Autoincompatibilidad (AI); muchas variedades, entre ellas la tradicional y muy difundida cv. Bing, no pueden autofecundarse y necesitan de la presencia de otras variedades para fructificar.
- Poca longevidad de los óvulos por lo tanto su período efectivo de polinización es muy corto.

Acción de factores climáticos adversos:

- Inviernos suaves que resultan en falta de cumplimiento de horas de frío
- Primaveras muy inestables por efecto de viento Zonda, lluvia o entradas muy frecuentes de frentes fríos que, sin bien, aún en el caso de que no se produzcan temperaturas bajo cero (heladas), determinan temperaturas medias diarias muy bajas, afectando la actividad de las abejas, la germinación de los granos de polen y el crecimiento del tubo polínico, sin alcanzar a fecundar los óvulos de la flor.

En todas las especies frutales en general, y en el cerezo en particular, se deben considerar y analizar cuidadosamente los factores que afectan la floración y polinización para asegurar un buen cuaje.

FLORACIÓN

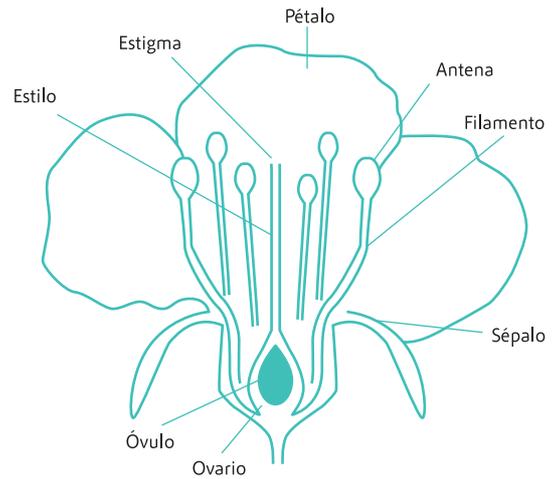
Luego de la inducción y diferenciación floral (diciembre-enero), cumplidos los requerimientos de horas de frío propios de cada variedad para lograr el completo desarrollo de las yemas y superado el umbral térmico, en la primavera se produce la floración. (Ver capítulo 6. Agroclimatología).

El cerezo presenta dos a cinco flores hermafroditas por yema. Las yemas florales están ubicadas en la base de las ramas de un año o en ramilletes sobre madera de más edad. La corola está constituida por cinco pétalos blancos, insertos en un cáliz de cinco sépalos verdes, protegidos por hojas tipo brácteas. El pistilo (órgano sexual femenino) está formado por el estigma, el estilo y el ovario con dos óvulos potencialmente fértiles; sólo uno de ellos evoluciona luego de fecundado para formar la semilla y desarrollar el fruto. Los órganos sexuales masculinos están formados por treinta estambres con sus correspondientes anteras portadoras del polen.

En todos los casos de polinización cruzada, la abeja es el principal agente de transporte de polen. Como la secreción de néctar se produce en la base del pistilo, las abejas están obligadas a introducirse en la flor donde se impregnan del polen de las anteras que es transportado a otras flores y allí, efectúa la polinización.

→ ver gráfico en la próxima página

Figura 1: Esquema partes de la flor.



Luego del receso invernal, la floración define una etapa del cultivo de mucha importancia, por lo que debe valorarse muy cuidadosamente para asegurar producciones con buen rendimiento y calidad de fruta. El período de floración varía en función de la variedad y manejo del cultivo (portainjerto, sistema de conducción) y, sobre todo, de las condiciones climáticas. En términos generales, dura entre diez y veinte días, resultando muy importante definir tanto el inicio de floración (3-5 % de flores abiertas) como los estados de plena floración (50 al 75 % de flores abiertas) y fin de floración o inicio de caída de pétalos para optimizar una adecuada polinización y cuaje.

Figura 2: Estados fenológicos durante la floración e inicio de la fructificación del cerezo dulce. Fuente: acorde a Baggiolini (1952), modificado por Lichou et al, 1990.





El registro de la fenología genera una información muy útil, por ejemplo, para elegir la polinizadora adecuada (coincidencias de floración), establecer el momento oportuno para introducir las colmenas en el cultivo y/o definir los estados críticos o de mayor sensibilidad al frío (defensa activa contra heladas), (tabla 1). La Fundación Instituto de Desarrollo Rural de Mendoza (IDR) ha realizado durante varios años la medición del ciclo de floración de algunas variedades de las diferentes especies frutales, obteniéndose de ellos una información de mucho valor como para establecer las diferencias regionales y correlacionar problemas climáticos con el estado de la floración.

Estado	LT 10	LT 90
Yema hinchada	-8,3	-15
Punta verde	-4	-10
Primordio cerrado	-3,3	-8,3
Primordio abierto	-2,8	-6,1
Punta blanca	-2,8	-4,4
Inicio de floración	-2,2	-3,9
Floración plena	-2,2	-3,9
Post floración	-2,2	-3,9

Tabla 1: Tabla valores críticos de temperatura por estado fenológico.

Fuente: Longstroth, M.; R. L. Perry

→ ver tabla en la próxima página

Tabla 2: Calendario de floración (PF) de las variedades de cereza más difundidas en Mendoza.

Variedad	Fecha de plena floración
Garnet	16 Septiembre
Brooks	19 Septiembre
Lapins	20 Septiembre
Sweet Heart	20 Septiembre
Royal Down	21 Septiembre
Santina	20 Septiembre
Marvin 470	22 Septiembre
Bing	23 Septiembre
Celeste	23 Septiembre
Van	23 Septiembre
Newstar	23 Septiembre
Sunburst	23 Septiembre
Giorgia	23 Septiembre
Ferrovía	23 Septiembre

POLINIZACIÓN

La polinización consiste en el traslado del grano de polen desde las anteras hasta el estigma de la flor. El líquido estigmático permite la germinación del polen y la emisión del tubo polínico a través del estilo para fecundar el óvulo, formar la semilla y desarrollar el fruto.

Si el óvulo no se fertiliza no hay cuaje. La falta de cuaje puede deberse a diversas causas, como por ejemplo:

- Falta de horas de frío invernal (mal desarrollo de los órganos florales);
- Deficiencias nutricionales: de N (poca longevidad del óvulo), de Ca (baja germinación del grano de polen en el estigma de la flor) o de B (lento crecimiento del tubo polínico);
- Frío durante la floración: situaciones de baja temperatura (sin llegar a ser críticas para producir daños o efecto de heladas) significan muchas veces tasas de crecimiento de fruto tan bajas, que aun aquellas flores que se ven visiblemente fecundadas no llegan a establecerse como fruto, y las caídas representan porcentajes de cuaje tan bajos que comprometen marcadamente el nivel de producción;
- Competencia entre flores: cuando el período de floración es muy largo y el porcentaje de flores fecundadas también es alto, las diferencias iniciales en tamaño pueden significar situaciones de caídas importantes que no permiten llegar a cosecha completa o a los rendimientos esperados. En estos casos una aplicación de complejos nutricionales y hormonales, vía foliar, resulta beneficiosa.

Si el polen de los estambres fertiliza el óvulo de la misma flor, la variedad es autocompatible y la polinización es autógama. Si no es posible la fecundación, la variedad es autoincompatible y la polinización es halógama. Para obtener producción con variedades autoincompatibles hay que intercalar en el cultivo variedades polinizadoras con polen afín y coincidente fecha de floración.

La causa más común de la incompatibilidad en cerezo es genética y está regulada por un solo gen (S) y varios alelos (S1, S2, S3, S4 y otros) (Figura 3). Cuando el tubo polínico lleva uno o los dos alelos en común con el tejido somático del pistilo, habrá rechazo y no se producirá la fecundación. Por lo tanto, el polen de una flor no podrá fertilizar

el óvulo de la misma flor (autoincompatibilidad) pero podrá ser fértil en otra flor (de otra variedad) que no posea los mismos alelos.

Variedades que presentan los mismos alelos se comportan, entonces, como interincompatibles.

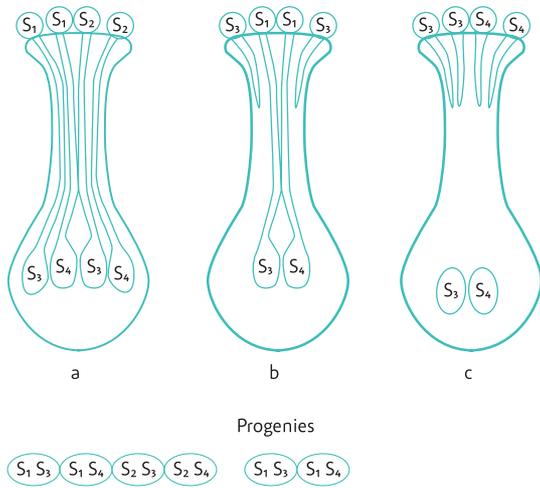


Figura 3: Representación esquemática. a) autocompatibilidad (AC): los alelos del polen (S_1S_2) y del pistilo (S_3S_4) son diferentes, b) compatibilidad parcial: afinidad del alelo S_1 (polen) y los alelos S_3 y S_4 (pistilo) y c) autoincompatibilidad (AI): el polen y el pistilo presentan los mismos alelos (S_3S_4).

Existe una clasificación por grupos de variedades portadoras de alelos comunes confirmando situaciones de interincompatibilidad, por ejemplo Bing y Napolitana.

En Inglaterra, lograron por irradiación de polen inducir un gen de autocompatibilidad (S-fértil). Stella fue la primera cultivar autocompatible desarrollada en la Estación Experimental de Summerland en Canadá, muy utilizada en los programas de mejoramiento y a partir de la cual se han obtenido otras variedades como Newstar, Lapins y Sunburst. Estas variedades autofértiles se comportan como dadoras universales de polen, exigiendo solamente coincidencia de floración con la variedad principal para seleccionarse como polinizadoras.

Con pequeñas diferencias en la fecha de floración, resultan intercompatibles las siguientes cultivares: Bing, Burlat, Van, Lapins, Newstar, Sunburst, Sweetheart, Rainier, Brooks, Marvin 470, Ruby, Garnet.

Período efectivo de polinización - PEP

Se define como la diferencia entre el tiempo (días) que demora el polen en germinar y llegar al óvulo y la longevidad o viabilidad del óvulo. El PEP en cerezo es muy corto, porque genéticamente la viabilidad de los óvulos es menor que la de otros frutales (3-4 días, versus 10-15 días en manzano). El PEP está fuertemente influenciado por factores nutricionales y climáticos. Las flores de plantas bien nutridas mediante una fertilización otoñal con N presentan una mayor longevidad del óvulo, y si no hay deficiencias de Ca y B, el grano de polen germina bien y el tubo polínico crece rápidamente, por lo tanto el período efectivo de polinización es más largo. El PEP también está afectado por la temperatura: a mayor temperatura es menor porque, aunque el crecimiento del tubo polínico es más rápido, también se pierde prontamente la viabilidad del óvulo. Un manejo adecuado del monte frutal (riego, nutrición, sanidad) complementado con condiciones climáticas favorables, propicia un alto cuaje.

PEP (días): longevidad del óvulo (días) – germinación polen y el crecimiento tubo polínico (días).

Para situaciones, por ejemplo, con igual período de receptividad del estigma (6 días) y la misma velocidad de crecimiento del tubo polínico (2-3 días), las flores de plantas con bajo contenido de N presentarán menor longevidad del óvulo (2-3 días) y por lo tanto un menor PEP (1 día o menos) respecto de flores de plantas con mayor nivel de N, en las cuales la longevidad del óvulo puede llegar a 4-5 días, resultando por ello un PEP mayor (2-3 días).

La lluvia en el momento de polinización afecta negativamente el cuaje, no sólo porque dificulta el vuelo de las abejas, sino también porque se produce el lavado del líquido estigmático y, por lo tanto, se compromete la germinación del grano del polen. En general las lluvias se presentan con temperaturas bajas, afectando la energía germinativa del polen y la velocidad de crecimiento del tubo polínico, y aunque el óvulo pueda permanecer más tiempo viable no siempre alcanza a ser fecundado, perdiéndose así el cuaje. La temperatura óptima para el cuaje está entre 18 y 25° C. (Ver capítulo 6, Agroclimatología de Mendoza).

La presencia de mayor cantidad de polen en el estigma, sobre todo de polen distinto y por supuesto compatible, favorece la germinación del polen y la velocidad de crecimiento del tubo polínico. Por ello, se recomienda disponer de suficientes y variadas polinizadoras y de muchas abejas para efectivizar y optimizar la polinización.

Elección y distribución de polinizadoras

Como en la mayoría de las especies frutales, el cerezo necesita fecundación cruzada e incluso en situaciones de cultivo con variedades autocompatibles, es conveniente intercalar variedades polinizadoras para mejorar el cuaje.

La variedad polinizadora debe cumplir ciertas exigencias para su elección:

- Compatibilidad floral, o sea que el polen sea afín.
- Coincidente y amplio período de floración y polen abundante.
- Buen valor comercial, o sea semejante al de la variedad principal.

Por las características propias del fruto y de su destino comercial para consumo en fresco, la cosecha de cereza es siempre manual, por lo tanto, altamente exigente en disponibilidad de mano de obra calificada. Es por ello recomendable seleccionar más de una variedad con diferentes épocas de maduración y que se interpolinicen. La proporción de las mismas deberá estar en función, principalmente, del potencial valor de mercado, ya sea por su condición de primicia, por sus características organolépticas y/o por su aptitud o comportamiento poscosecha, (Fernández Escobar, 1988).

La proporción mínima de plantas polinizadoras es del 11 %. Generalmente, se utiliza como diseño dos hileras de la variedad principal y en una tercera hilera la distribución de una polinizadora cada dos plantas, de forma tal que siempre la polinizadora esté rodeada de ocho plantas a polinizar, o sea de la variedad principal (Figura 4).

Figura 4: Polinizadora al 11%. 0 (variedad principal), X (polinizadora)

0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	0	X	0	0	X	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	0	X	0	0	X	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	0	X	0	0	X	0	

A medida que el valor comercial de la polinizadora sea mayor, puede incrementarse la proporción hasta un 25 %, con una o dos variedades polinizadoras (Figuras 5 y 6).

En caso de que sean de igual valor comercial, se puede llegar al 50 % (Figuras 7, 8, 9 y 10), restando sólo definir la mejor distribución en el monte para optimizar la actividad de las abejas sin comprometer la facilidad de manejo del cultivo, sobre todo para la cosecha.

0	X	0	0	0	X	0	0	0	X
0	X	0	0	0	X	0	0	0	X
0	X	0	0	0	X	0	0	0	X
0	X	0	0	0	X	0	0	0	X

Figura 5: Polinizadora al 25%. 0 (variedad principal), X (polinizadora)

0	X	0	0	0	Y	0	0	0	X
0	X	0	0	0	Y	0	0	0	X
0	X	0	0	0	Y	0	0	0	X
0	X	0	0	0	Y	0	0	0	X

Figura 6: Polinizadoras al 25%. 0 (variedad principal), X e Y (polinizadoras)

0	X	X	0	0	X	X	0	0
0	X	X	0	0	X	X	0	0
0	X	X	0	0	X	X	0	0
0	X	X	0	0	X	X	0	0

Figura 7: Polinizadora al 50%. 0 (variedad principal), X (polinizadora). Dos hileras de cada una.

0	X	X	0	0	Y	Y	0	0
0	X	X	0	0	Y	Y	0	0
0	X	X	0	0	Y	Y	0	0
0	X	X	0	0	Y	Y	0	0

Figura 8: Polinizadoras al 50%. 0 (variedad principal), X e Y (polinizadoras). Dos hileras de cada una.

0	X	X	X	0	0	0	X	X	X	0
0	X	X	X	0	0	0	X	X	X	0
0	X	X	X	0	0	0	X	X	X	0
0	X	X	X	0	0	0	X	X	X	0

Figura 9: Polinizadora al 50%. 0 (variedad principal), X (polinizadora). Tres hileras de cada una.

0	X	X	X	X	0	0	0	0	X	X	X	X	0	0	0	0	X	X	X	X	0
0	X	X	X	X	0	0	0	0	X	X	X	X	0	0	0	0	X	X	X	X	0
0	X	X	X	X	0	0	0	0	X	X	X	X	0	0	0	0	X	X	X	X	0
0	X	X	X	X	0	0	0	0	X	X	X	X	0	0	0	0	X	X	X	X	0

Figura 10: Polinizadora al 50%. 0 (variedad principal), X (polinizadora). Cuatro hileras de cada una.

Agente polinizante

Bajo las condiciones ambientales de Mendoza, el mejor agente es la abeja, Apis melífera. Siempre la abeja visita las flores para recolectar polen y néctar para cubrir las necesidades

de la colmena y no para polinizar, por ello su acción es indirecta pero muy valiosa y altamente efectiva.

Es importante establecer tanto la cantidad de colmenas como el momento oportuno para llevarlas al monte. Existen factores que definen la cantidad de colmenas:

- Cantidad y atractividad de las flores a polinizar
- Condiciones climáticas
- Calidad de la colmena
- Proporción y distribución de polinizadoras
- Cultivos frutales vecinos
- Presencia de malezas en floración

El factor más importante a considerar para definir la cantidad de colmenas en el monte de cerezo es, sin lugar a dudas, la cantidad de flores presentes. En plantaciones jóvenes de 3 - 4 años, la proporción será menor que en plantaciones adultas donde la densidad de flores es superior y, por lo tanto, mayor el número necesario de abejas visitando flores. Las flores de cerezo son muy atractivas para las abejas debido a la alta concentración de azúcar (50 %) en el néctar.

Foto 1a y 1b: Densidad de flores del cerezo.



Las condiciones climáticas afectan no sólo la flor, sino también la actividad de las abejas, operando mejor bajo condiciones favorables: días con sol, sin viento ni lluvia y con una temperatura media de 20° - 22° C. La actividad de las abejas es reducida con temperatura inferior a 15° C y viento a 20 km/h, y es directamente nula con vientos de 40 km/h, al igual que en presencia de lluvia.

La abeja visita en cada vuelo (salida y entrada a la colmena), aproximadamente 70 flores, siendo importante resaltar la constancia floral en su acción. La abeja no cambia de especie floral hasta no agotarla, por lo tanto, si inicia pecoreando flores de malezas u otra especie frutal, por ejemplo manzano, no visitará las flores de cerezo hasta agotar aquellas. Por ello, es importante mantener el suelo sin malezas con flores atractivas e introducir las colmenas en el monte cuando hay suficientes flores de cerezo, para evitar la distracción de las abejas.

La calidad de la colmena se cuantifica en función de la cantidad de marcos con cría, abiertos o sin opercular y con abejas adultas. Para una colmena de un alza, se espera encontrar sin opercular 6 a 8 marcos, y con abejas adultas, 7 a 8 marcos. Las abejas son más eficientes como polinizadoras cuando buscan polen, lo que depende de la necesidad de alimento proteico para las larvas. Si se alimenta la colmena con un jarabe diluido para estimular a las abejas, éstas saldrán luego a buscar polen sin necesidad de pecorear buscando néctar, por lo que es recomendable esta práctica.

En términos generales, se emplean 4 - 5 colmenas/ha, siendo necesario aumentar ese número hasta 8 - 10 en montes con muy alta densidad de flores, poca proporción de polinizadoras y/o condiciones climáticas adversas.

Momento oportuno de colocación, forma y orientación en el monte

En teoría, debería introducirse el 20 - 25 % de las colmenas al inicio de floración (5 % flores abiertas) e ir incrementando el número conforme avanza la floración. Sin embargo, como generalmente en la práctica esto no es posible, se recomienda incorporar la totalidad de las colmenas cuando hay un 10 % de flores abiertas. El riesgo de tener pocas flores y muchas abejas en el monte es que éstas vayan a visitar flora competitiva

(malezas) u otro monte. La situación contraria es la pérdida de oportunidad de polinizar las primeras flores abiertas por falta de abejas en el cultivo.

Respecto de la ubicación y distribución en el monte, se recomienda que estén agrupadas para asegurar competencias entre las mismas abejas, y que la piquera esté orientada hacia el N-E, aprovechando el efecto de la luz y el calor de los primeros rayos solares para asegurar vuelos tempranos. Además, deben estar lo más protegidas posible de los vientos fríos del sur.

Polinización artificial o asistida

Esta práctica puede implementarse mediante el agregado de polen viable en la piquera de las colmenas, obligando a las abejas a impregnar sus patas en él. Otra forma sería espolvorear o atomizar mecánicamente talco mezclado con polen sobre las plantas en plena floración. Existen diseños de «sobre piqueras» que obligan a pasar a las abejas por el polen colocado en recipientes especiales.

Aplicación de agroquímicos

El productor debe asumir un compromiso primordial con el apicultor, evitando hacer tratamientos fitosanitarios con productos tóxicos para las abejas mientras éstas permanecen en el monte. Si bien, muchas veces, no se puede evitar el tratamiento, se le debe comunicar al apicultor para que retire las colmenas. Es por ejemplo el caso del tratamiento de trips, que producen el mayor daño en el período de floración e inicio de cuaje.

CUAJE

La relación entre el número de frutos que se desarrollan a partir de las flores presentes al inicio de la antesis mide la eficiencia de la polinización y fecundación, y determina el cuaje.

Porcentaje de cuaje: $\text{número de frutos} / \text{número de flores} \times 100$.

La transición entre la fecundación del óvulo y el desarrollo del ovario a expensas de los reguladores de crecimiento producidos por el embrión se define como cuaje. El mecanismo del cuaje es de naturaleza desconocida, pero hormonas como giberelinas, auxinas, citocininas y etileno, juegan un rol fundamental en el proceso. El porcentaje de cuaje para definir una cosecha comercial varía entre especies y cultivares, resultando necesario en cerezo un 15 – 20 % y aún más (Denis, 1996).

Para que haya buen cuaje, debe haber en primer lugar yemas florales bien desarrolladas, condiciones climáticas apropiadas para garantizar la polinización y fecundación de las flores, y finalmente, el aporte de fotoasimilados y hormonas para que el ovario inicie su desarrollo. Sin ese crecimiento inicial de fruto se produce su desprendimiento o abscisión. En general, los frutales presentan tres o cuatro caídas fisiológicas naturales y su cuantificación es importante para establecer finalmente la carga.

La primera caída se produce inmediatamente después de la abscisión de pétalos y corresponde, principalmente, a flores no fecundadas, por ello, no debería llamarse caída de frutos porque la causa principal es la falta de fecundación o estímulo inicial para el cuaje. Esta primera caída está relacionada con la mejor respuesta a la polinización y fecundación; fallas en la polinización o condiciones climáticas adversas pueden significar una caída muy importante, superior al 80 % en algunos casos.

La segunda caída natural se produce como respuesta de regulación propia de la planta y está en proporción directa con el número de frutos cuajados. Si la primera caída fue mínima, los frutos que se establecen o cuajan son muchos, por lo tanto, la planta regula (por competencia nutricional y hormonal) esa alta carga inicial con una abscisión importante de frutos. Esta segunda caída está siempre relacionada con un aumento de producción de etileno, y los frutos de tamaño visible, de coloración pardo amarillento y caen con el pedúnculo adherido. Esta caída está precedida por una disminución de la tasa inicial de crecimiento de frutos, ya sea por competencia nutricional (pobre desarrollo foliar y falta de asimilados) y/o condiciones ambientales desfavorables (baja temperatura, aún sin llegar a situaciones críticas de riesgo de heladas). Una

fertilización foliar con productos compuestos por macro y micronutrientes y reguladores de crecimiento, puede controlar el grado o nivel de esta segunda caída, garantizando un mejor cuaje o carga inicial.

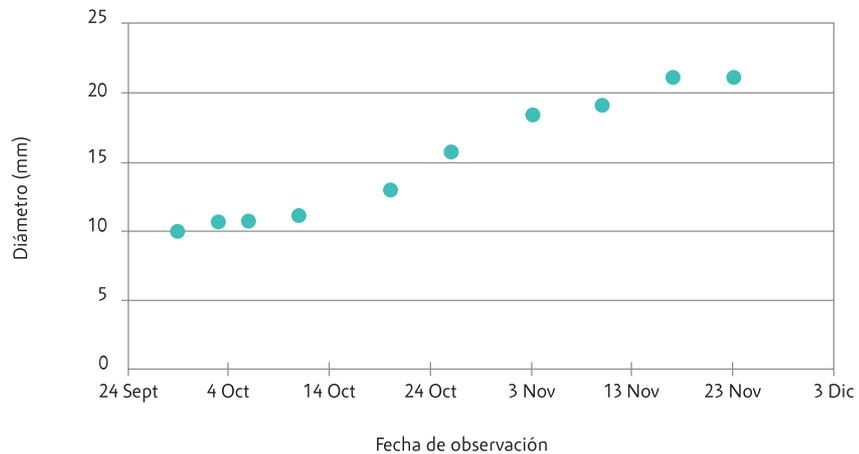
La tercera caída no se presenta en todos los frutales, se la denomina «june drop» o «caída de junio» en referencia al mes de ocurrencia en el hemisferio norte. La cuarta caída o caída de precosecha se presenta también en algunas especies. El cerezo, en general, no tiene ninguna de estas dos últimas caídas.

CRECIMIENTO DE FRUTOS

El crecimiento y tamaño final de un fruto está definido, en primer lugar, por una etapa de división o multiplicación celular (Etapa I) y por la expansión o aumento de tamaño de las células (Etapa II). Entre ambas fases hay un período que corresponde al endurecimiento del carozo y al completo desarrollo del embrión durante la cual se estabiliza el crecimiento del fruto (Etapa III). Este patrón de crecimiento (curva doble sigmoidea) es propio de los frutales de carozo, entre los que se encuentra el cerezo.

El ciclo de crecimiento de los frutos de cerezo (cuaje a cosecha) es muy corto, por lo tanto la tasa de crecimiento es muy alta, tanto en la etapa I (mm/día), que dura aproximadamente 4 semanas, como en la etapa II (g/día). En la etapa III se manifiesta muy bien la pérdida de peso de cosecha que significa adelantar la cosecha recogiendo los frutos sin el grado de madurez apropiado (Figura 11).

Figura 11: Curva de crecimiento de frutos, cv. Bing, en mm de diámetro mayor. Fuente: IDR



Antes de finalizar la etapa I, es determinante ajustar la carga frutal mediante el raleo de frutos, sobre todo en situaciones de muy alto cuaje, como puede darse en algunas temporadas bajo condiciones climáticas favorables y en cultivares autocompatibles. En cerezo, este ajuste de carga con raleo de frutos es difícil de aplicar, porque aún no se ha estabilizado la segunda caída natural, presentándose en la planta frutos de tamaño muy variable y disperso y no siempre visibles, pero es en esta etapa en la que hay mejor respuesta fisiológica sobre la tasa de multiplicación o división celular. Mientras más tarde se practique el raleo menor será el efecto sobre el potencial tamaño de frutos.

En cerezo, finalizada la etapa I hay una corta detención aparente del crecimiento de frutos que determina el endurecimiento del carozo y el desarrollo del embrión (Etapa II), luego se re-inicia y visualiza nuevamente el crecimiento de fruto (Etapa III); en este estado el aporte de agua de riego resulta fundamental para alcanzar los calibres esperados a cosecha. Prontamente también durante esta etapa deben ser aplicados foliarmente los aportes nutricionales para completar el programa de fertilización establecido y los tratamientos de ácido giberélico con o sin calcio, previstos para contrarrestar el efecto negativo de la lluvia sobre el cracking o rajadura de frutos.

RALEO DE FRUTOS

El tamaño de fruto es considerado por los consumidores como un importante atributo de calidad, además del sabor, del color y del grado de inocuidad cada vez más exigidos.

El tamaño final de las cerezas está determinado, en primer lugar por el potencial genético de la variedad, luego el manejo del cultivo, principalmente la poda (rebaje y/o extinción de ramilletes) como práctica fundamental para regular la carga, además del riego y la nutrición.

Frente a situaciones de baja carga inicial en el cultivo de variedades autoincompatibles de cereza como la Bing, el raleo de frutos para mejorar tamaño no estaba contemplado. Sin embargo, con la difusión de variedades autocompatibles de elevada y constante carga y con un manejo tecnológico más crítico y seguro en cuanto a poda, riego y nutrición, se presentan temporadas o campañas con alta carga inicial en las que el riego y la fertilización no son suficientes para obtener tamaño de fruto con valor comercial. Las exigencias actuales de los consumidores determinan que sólo los calibres mayores a 24 mm tienen valor para el mercado de fruta en fresco, destinando los calibres menores sólo a la industria. El raleo de frutos en variedades como Lapins o Sweet Heart resulta entonces una práctica efectiva para asegurar rendimientos (kg/ha) y calidad (tamaño).

LECTURA ADICIONAL

DENIS, F.G. 1996. Fruit set. In: Tree Fruit Physiology: Growth & Development. Ed. Maib, K.; Andrews, P.; Lang, G. and Mullinix, K. pp. 99-106.

FERNÁNDEZ ESCOBAR, R. 1988. Planificación y diseño de plantaciones frutales. Madrid. Ed. Mundi Prensa.

FUNDACIÓN DE DESARROLLO RURAL. Mendoza. Informe Final Fenología de Frutales. www.idr.org.ar

LONGSTROTH, M; R.L. PERRY. 1996. Selecting the orchard site, orchard planning and establishment. In: Webster, A.D.; N.E. Looney. Cherries: Crop physiology, production and uses. Reino Unido. CAB Internacional. pp. 203-221.

PODESTÁ L. 2007. Floración, Polinización y Cuaje. In: Árboles Frutales: Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento. Argentina. Ed. G. Sozzi. pp. 283-305

THOMSON M. 1996. Flowering, Pollination and Fruit Set. En: Webster A.D., N.E. Looney (Eds). Cherries. Crop physiology, production and uses. Reino Unido. CAB International. Cambridge. pp. 223-242.

AGROCLIMATOLOGÍA DE MENDOZA.
UN ANÁLISIS DESDE EL PUNTO DE
VISTA DEL CULTIVO DEL CEREZO

6

ING. AGR. FABIO TACCHINI.

INTRODUCCIÓN

La agroclimatología es una ciencia relativamente reciente que se ha desarrollado como una necesidad a partir de la relación que existe entre la agricultura y los fenómenos climáticos, que influyen de forma determinante para la viabilidad y producción del cultivo. En pocas semanas, días e incluso minutos, los efectos climáticos se vuelven cruciales en los resultados de las cosechas.

El cerezo responde a un cultivo de zona templado-fría, siendo el clima de Mendoza en ciertas regiones, limitrofe y condicionante. Si bien la necesidad de frío invernal de esta especie de hoja caduca está bastante cubierta por las bajas temperaturas invernales de gran parte de la provincia, ciertos años con escasez de frío invernal, pueden ser limitantes. Además, los fuertes calores del verano y la baja humedad de las zonas norte y este del oasis del río Mendoza, constituyen condiciones climáticas adversas para la especie en estudio.

En este capítulo se describirán las características climáticas de los oasis norte de la provincia de Mendoza, que en esta obra se denominaron como Zona primicia A o temprana, Zona primicia B o intermedia y Zona media o del Valle de Uco (Ver Capítulo 18), con datos de temperatura, horas de frío y precipitación de diversas estaciones meteorológicas locales. Este trabajo ha sido posible gracias a la enorme cantidad de datos climáticos tomados por las estaciones de Contingencias Climáticas Mendoza del Gobierno de Mendoza. Se suman los registros de temperaturas invernales de fincas de varios productores, entre las que se incluye la del autor, obtenidos con la colaboración del Instituto de Desarrollo Rural (IDR) y los seguimientos de temperaturas nocturnas de las noches con probabilidad de heladas que el autor recolectó en algunas propiedades, con el objeto de dar alerta para la defensa.

Se evalúa y se ofrece información fundamentalmente acerca de los cuatro aspectos más influyentes en la producción de cereza: aporte de frío invernal, heladas tardías, precipitación primaveral y granizo.

La información aportada sirve como guía para la selección de tierras y variedades adecuadas para las futuras implantaciones de cultivos.

LOS FACTORES CLIMÁTICOS Y EL CEREZO

Santibañez, F. (2005), aporta un interesante resumen de cómo afectan los diversos factores climáticos al cerezo en sus diversas etapas. Para su entendimiento, algunos conceptos deben ser previamente aclarados:

Temperaturas cardinales (o características):

Temperatura vital mínima (umbral térmico inferior) (T_u): temperatura desde la cual la planta comienza a crecer. A esta temperatura o menor, un organismo puede vivir en estado latente. Es la temperatura umbral o base a partir de la cual el vegetal activa su función de crecimiento y/o desarrollo; varía con la especie y condición fisiológica (Daubenmire, 1974). Puede determinarse haciendo una regresión entre la temperatura media y la tasa de desarrollo; la temperatura base será aquella en que la tasa de desarrollo del cultivo sea nula (Arnold, 1959). Santibañez (2001) señala que para el cerezo **$T_u = 5^\circ\text{C}$** , mientras que otros autores considera **$T_u = 4,5^\circ\text{C}$** .

Temperatura óptima (T_o): en la que se produce la mayor velocidad de crecimiento. Es diferente para los distintos procesos que tienen lugar dentro de un mismo organismo: germinación, fructificación, floración. Se estima para cerezo un valor medio de **$T_o = 22^\circ\text{C}$** .

Temperatura vital máxima (umbral térmico superior) (T_{xc}): temperatura de mayor intensidad calórica a la cual la especie ya deja de crecer, aunque puede seguir viviendo (**$T_{xc} = 30^\circ\text{C}$**).

Temperaturas letales

Causan daños duraderos y muerte de tejidos.

Temperatura límite superior (T_{xt} o T_{ls}): luego de la cual comienza la muerte de tejido

por stress térmico $T_{xt} = 45^{\circ}\text{C}$, aunque sobre 36°C se observa muerte de tejido por escaldamiento, sobre todo, en hojas y tallos del año.

Temperatura inferior (Th o Tli): donde comienza el daño de tejido por frío $T_h: -25^{\circ}\text{C}$. Es la temperatura más baja que pueden soportar las plantas.

Temperaturas críticas

Santibañez considera tres temperaturas críticas:

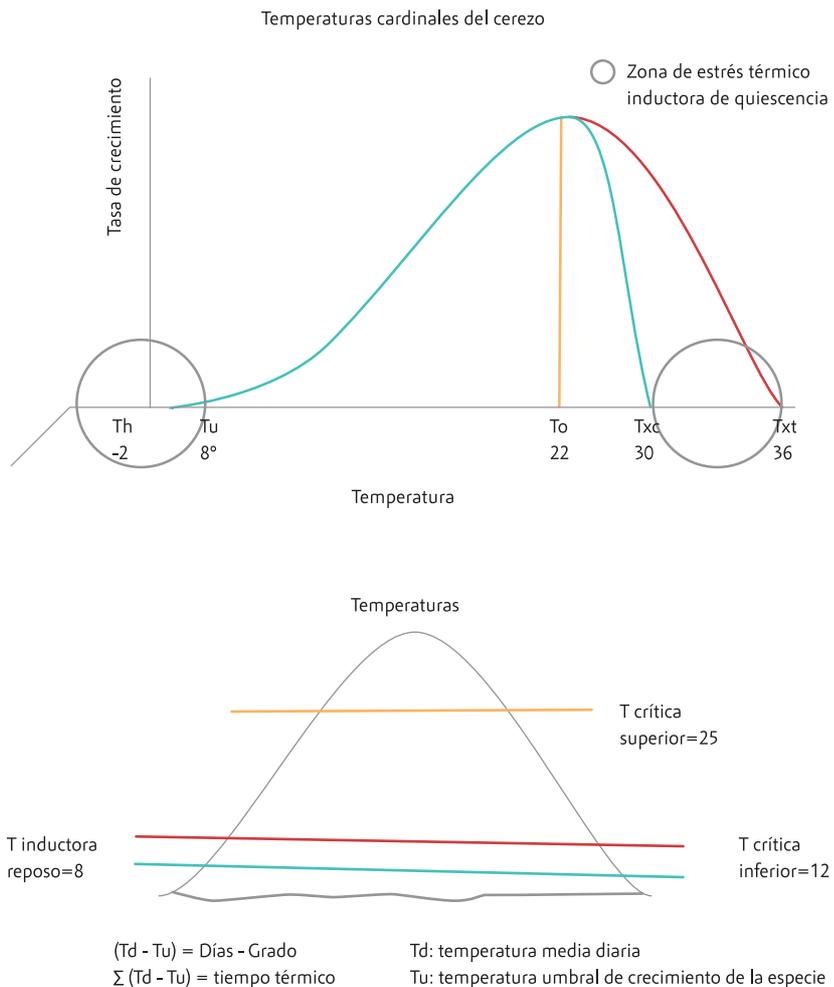
Temperatura inductora de dormancia (Td): si las temperaturas permanecen por varios días por debajo de la temperatura mínima de crecimiento, pero por sobre la mínima tolerada, no hay muerte de tejido, pero se induce un estado de quiescencia. Esta quiescencia desaparece tan pronto desaparece el factor adverso, no obstante esto, si perdura más allá de un cierto período, se pueden desencadenar fenómenos irreversibles como la abscisión de las hojas e incluso la muerte de la planta. Los límites superior e inferior del rango de quiescencia inferior son $T_d = 8^{\circ}\text{C}$; $T_h = -2^{\circ}\text{C}$.

Temperatura crítica inferior (Tci): es la temperatura debajo de la cual disminuye drásticamente la tasa de crecimiento $T_{ci} = 12^{\circ}\text{C}$.

Temperatura crítica superior (Tcs): es la temperatura sobre la cual disminuye drásticamente la tasa de crecimiento $T_{cs} = 25^{\circ}\text{C}$.

En la Figura 1 se muestran las temperaturas cardinales y críticas del cerezo y las temperaturas críticas de crecimiento e inductora de reposo.

Figura 1: Temperaturas cardinales y críticas del cerezo.
Fuente: Santibañez, 2005.



ETAPAS DEL CICLO ANUAL DEL CEREZO (ADAPTADO DE SANTIBAÑEZ, 2005). PRINCIPALES PUNTOS A TENER EN CUENTA EN RELACIÓN A LA AGROCLIMATOLOGÍA.

Reposo invernal

- Las yemas reinician la cuenta regresiva de horas de frío en espera de la próxima primavera.
- La entrada en reposo debe ser inducida por un descenso gradual de las temperaturas.
- Temperaturas altas tardías en otoño retardan la entrada en reposo, conduciendo a un reposo poco profundo.
- Análogamente temperaturas que descienden muy bruscamente no permiten una adecuada entrada en reposo.
- Acumulación de Unidades de frío.
- Temperaturas sobre 20°C no son deseables en lugares con limitada disponibilidad de frío.
- Receso fisiológico: bloqueadores químicos impiden el crecimiento.
- Bloqueadores bioquímicos disminuyen gradualmente, aumentando las hormonas inductoras por efecto del frío invernal.



Reinicio de la actividad. Mediados de julio:

- Se reinicia el crecimiento de las raíces ($T_{\text{suelo}} > 8^{\circ}\text{C}$).
- Los órganos aéreos reciben las señales de reinicio de la actividad.
- El suelo no debe estar saturado de agua para permitir la adecuada oxigenación.
- Las señales hormonales (citokininas conectan la raíz con la parte aérea).

Yemas hinchando. Mes de agosto:

- Los tejidos meristemáticos rompen el reposo y se reinicia la actividad.
- La sensibilidad de las yemas aumenta sostenidamente, la temperatura crítica de heladas se acerca a -2°C .
- Se reinicia lentamente el flujo de savia y la absorción de minerales.

Floración: entre 2 y 25 de septiembre:

- La temperatura crítica sube a -2°C .
- Precipitaciones por más de 3 días lavan los estigmas impidiendo la polinización. El estigma permanece receptivo por 3 a 4 días.
- Temperatura óptima para la polinización 18 a 25°C . Bajo 15°C comienza a retardarse la liberación de polen y no permiten su germinación.
- La temperatura se hace crítica para la polinización.
- Temperaturas bajas impiden el trabajo de las abejas.
- Temperaturas entre 15 y 23 son óptimas para la germinación del polen.
- Temperaturas mayores a 30°C e provocan la ruptura del tubo polínico y el aborto de flores.

Cuajo y fruto pequeño: entre 10 de septiembre y 5 de octubre

- Temperatura crítica llega a -1°C se, pueden morir los embriones u obstruirse el pedúnculo.
- Temperaturas máximas menores a 12°C conducen a frutos pequeños.
- Se inicia un período de fuerte demanda nutricional.
- El calibre está determinado en gran medida en este período, pues se determina el número de células del fruto.

Crecimiento del fruto: Entre el 1 de octubre y el 10 de diciembre

- Fase 1: Los frutos aumentan de tamaño por expansión celular. Esto requiere de un máximo flujo de agua.

- En este período se establece el tamaño final del fruto.
- Cuando el fruto ha alcanzado su tamaño final, las lluvias pueden deteriorarlo.
- Durante esta fase se produce una fuerte competencia entre frutos, brotes y las yemas que se comienzan a inducir.
- La competencia hace que los frutos más débiles tengan un desarrollo retardado o incluso detenido.
- Sequías: en este período pueden deteriorar la continuidad del crecimiento reduciendo el calibre.

Madurez: Entre el 1 octubre y el 20 de Diciembre

- Noches frescas gatillan la síntesis de antocianinas mejorando el color.
- Las lluvias pueden deteriorar los frutos.
- La exposición de las yemas a las altas temperaturas o a la radiación directa del sol durante la inducción floral tiene como resultado la formación de pistilos dobles. Si ambos pistilos de flores afectadas son polinizadas y los óvulos son fertilizados, los ovarios con semillas se funden a lo largo de las suturas ventrales y se hacen dobles.

Período pos cosecha. Reservas y senescencia floral:

- Una vez producida la cosecha el árbol deriva los carbohidratos hacia la acumulación de reservas.
- El sistema radical retoma el crecimiento a la vez que recibe las reservas de carbohidratos y aminoácidos.
- Las hojas inician un proceso de senescencia, el que es acelerado por deficiencias nutricionales, sequías y bajas temperaturas.

Inicio de caída de hojas

Se generaliza la senescencia foliar, lo que coincide con los primeros fríos de otoño ($T < 8^{\circ}\text{C}$).

Tabla 1: Resumen de temperaturas referenciales para el ceceo y algunos de sus estados fenológicos

Temperatura	Sigla	°Celsius	Observaciones
Vital mínima	Tu	4,5	
Óptima	To	22	
Vital máxima	Txt	36	
Letal mínima	Tli	-25	Árbol
Letal máxima	Tlm	45	Árbol
Crítica inferior	Tci	12	Menos de 12°C disminuye abruptamente el crecimiento
Crítica superior	Tcs	25	Más de 25°C disminuye abruptamente el crecimiento
Inductoras de dormancia	Td	8 y 30	Bajo 8°C, sobre 30°C.
Óptima polinización		18 - 25	
Óptima germinación polen		15 - 23	
Crítica polinización		15	Menor temperatura no germina el polen.
Crítica polinización		30	Con temperaturas mayores se presenta ruptura de polen
Crítica crecimiento fruto		12	T° máx. diarias inferiores a 12°C producen frutos pequeños

EL CLIMA Y LA RUPTURA DE LA DORMANCIA

La necesidad de frío invernal: ruptura de la dormancia

El frío invernal es esencial para muchas plantas perennes de climas fríos (Erez, 2000). Para evitar el daño causado por las temperaturas bajo cero grados centígrados durante el invierno, muchas plantas (caducifolias) detienen su crecimiento entrando en un estado de «dormancia» o «quiescencia invernal». Esto sucede hasta cumplir cierto requerimiento de frío que permite el nuevo crecimiento primaveral, luego de cierto estímulo causado por altas temperaturas de la salida del invierno. Una vez que las yemas han entrado en estado de dormición total, se vuelven tolerantes a temperaturas muy bajas y no se expanden en respuesta a periodos cortos de calor en la temporada invernal. Al parecer, durante este periodo, la planta continúa manteniendo su actividad, especialmente, en lo que se refiere al desarrollo de las yemas y movimiento de reservas (ver capítulo 4). El requisito de acumulación de frío es un factor decisivo en la adaptación de las especies a su ambiente.

Lang et al. (1987) definieron la dormición como la suspensión temporal del crecimiento, al menos en forma visible, de cualquier estructura meristemática de la planta (tejido no diferenciado de activo crecimiento). En este estado, la actividad o desarrollo se encuentra reducido o frenado. Además, propuso una nomenclatura unificada para las distintas fases de la dormición, que puede ser aplicada en el caso de los árboles frutales:

Ectodormancia: cese de crecimiento de algún órgano, causado por factores fisiológicos externos a la estructura afectada.

Endodormancia: relacionada con factores internos a la estructura afectada, que en el caso de los frutales son las yemas.

Ecodormancia: es la dormición condicionada por un medioambiente desfavorable. Muchos investigadores separan reposo de la quiescencia (Linkosalo, 2000). Sarvas (1974) definió «reposo» como un periodo en el cual las yemas están en estado de dormición debido a condiciones fisiológicas (por ejemplo yemas florales durante el verano) y «quiescencia» como un periodo en el que las yemas parecen dormidas debido a condiciones medioambientales desfavorables, por ejemplo, por temperaturas bajas primaverales o muy altas del verano (sinónimo de Ecodormancia, ver más detalles en Capítulo Ecofisiología).

Es necesario además aclarar el concepto de vernalización de las especies herbáceas y los requerimientos de frío de los frutales caducifolios, ya que ambos procesos ocurren dentro del mismo rango de temperatura. La vernalización es el requerimiento de frío necesario para la inducción de la etapa reproductiva, pudiendo ser de tipo cualitativo o cuantitativo. En cambio, el requerimiento de frío de las plantas frutales caducifolias es necesario para romper la dormición, tanto de las yemas vegetativas como florales, y es siempre un proceso cuantitativo.

El receso se puede inducir en algunas yemas tan temprano como 5-7 semanas después de la brotación, cuando el crecimiento vegetativo vigoroso ha terminado. Las yemas terminales o apicales lo hacen al final del verano. Es un proceso progresivo; las yemas se van aletargando paulatinamente y ello implica que, al principio, el proceso puede revertirse si son estimuladas correctamente.

El receso es inducido por diversos factores, siendo el más importante de ellos la baja temperatura. Como se detalló previamente, algunos investigadores indican que las temperaturas menores a 12 °C inducen el proceso sin importar el largo del día (fotoperiodo). Se ha visto que los días largos estimulan la formación de entrenudos largos y no afectarían la entrada en receso. Las bajas temperaturas inducen, además del cese del crecimiento, la formación y el reforzamiento de las escamas de las yemas (brácteas), la senescencia y la caída de hojas.

El frío acumulado en el otoño debe presentar ciertos requisitos para que sea efectivo en el logro de un adecuado estado de dormancia, dependiendo de las condiciones previas del receso:

- Idealmente las condiciones climáticas del fin del verano y del otoño deben empeorar gradualmente, para una perfecta aclimatación de las yemas, de manera de aumentar su resistencia.

- Cuando la temperatura es alta al final del verano y parte del otoño, la yema entra en receso, pero necesita más horas de frío para salir de éste. Las yemas bien «maduradas» a tiempo tienen menos requisitos de frío que las yemas terminadas de entrar en receso tarde.

En cerezales vigorosos, de crecimiento tardío, así como en plantas de vivero que entran en receso muy tarde, forzadas a crecer todo el verano y parte del otoño a fin de conseguir adecuada ramificación, altura y diámetro, los requisitos de frío invernal aumentan.

Ciertas investigaciones indican que no existiría relación entre la presencia de hojas y la entrada en receso, siendo más importantes las bajas temperaturas graduales en otoño (menores a 2°C) que la caída de hojas. Sin embargo algunos profesionales otorgan gran importancia a la caída de hojas, incluso, aconsejando su abscisión por medios químicos.

No existe consenso en cuanto a las exigencias de frío de los distintos tipos de yemas. Mientras para algunos investigadores las yemas florales son más exigentes que las vegetativas, otros autores han determinado que las primeras son las menos exigentes.

Se sabe que las yemas frutales se forman más temprano y entran antes en receso que las vegetativas. En cuanto a las yemas vegetativas, las laterales, formadas más temprano en la temporada, son en general, más exigentes que las terminales del brote, formadas después.

La experiencia ganada en áreas tropicales con frutales de zonas templadas indica que la remoción de hojas tres semanas después de cosecha inmediatamente desencadena la brotación, sin la necesidad de dormición (Janick, 1974; Notodimedjo et al., 1981). Esto demuestra que el inhibidor de brotación es producido en las hojas y transportado a las brácteas antes de la abscisión de las hojas. Si las hojas son removidas previamente al transporte de los inhibidores a las yemas, la inhibición de la brotación no ocurre.

Cannel (1989) discutió acerca de las claves medioambientales para la floración y la brotación. Propuso cuatro bases de los modelos de cuantificación de frío:

- Un tiempo de frío fijo debe ocurrir previo a la acumulación de un tiempo térmico.
- La brotación ocurre luego de un tiempo termal fijo (por ejemplo, la acumulación de unidades de calor).
- Los puntos 1 y 2 están interrelacionados.
- Las condiciones otoñales, el frío, el tiempo térmico y el fotoperiodo pueden ser combinados en el modelo.

CONSECUENCIAS DE LA FALTA DE FRÍO INVERNAL

Diversos efectos pueden ser observados con la falta de frío invernal, tanto en el desarrollo vegetativo como floral. Algunos de ellos son:

En la vegetación:

- La brotación se retrasa y es desuniforme.
- Muchas yemas vegetativas no brotan, quedando latentes, aunque pueden hacerlo más tarde. Las yemas laterales no abren y la planta presenta un desarrollo más vertical (acrotonía). Recordar que las yemas laterales de los brotes son más exigentes en frío que las terminales, por lo que son las primeras en mostrar este síntoma.
- Los brotes que crecen son más débiles.

En las flores:

- La floración se retrasa, se extiende y se desuniformiza.
- Como consecuencia de lo anterior, las variedades no coinciden en el tiempo de

floración, afectando el cuaje.

- Las flores más débiles caen antes de cuajar, tienden a ser deformes, multi-ovuladas.
- Polen poco viable y menos desarrollado.

En los frutos:

- Reducida carga frutal, caída temprana de la fruta.
- Maduración irregular
- Menor tamaño, color y firmeza.



Imagen 1: Variedad Bing en la zona central de Chile. Obsérvese a la izquierda lo desuniforme de la floración y la falta o déficit de energía de brotación de muchas yemas de hoja, debido a la falta de frío invernal.

RUPTURA DEL ESTADO DE DORMANCIA

Durante ya más de 200 años de investigación sobre cómo las plantas rompen el estado de dormancia, los procesos fisiológicos y genéticos aún no han sido del todo dilucidados (Luedeling y Brown, 2011), siendo el factor primordial la acumulación de frío durante el invierno.

En cuanto a la acción de las bajas temperaturas invernales y para interpretarla, se han realizado modelos basados en la acumulación del frío invernal que son puramente empíricos, basados en observaciones a campo (Linkosalo et al, 2008) o controlados por ensayos de temperatura (Fishman, 1987). Algunos de estos modelos serán descritos más adelante.

La ruptura de la dormición invernal implica, además del mencionado período de acumulación de frío durante los meses invernales, otro de calor al final del invierno, que estimula la brotación. El momento real de floración durante la primavera depende en gran medida de las temperaturas cálidas de los últimos días invernales y se expresa como «requerimiento de unidades de calor».

El requerimiento de calor de un cultivar dado está usualmente determinado genéticamente. Algunos cultivares florecen a temperaturas promedio de 8°C, y otros, no lo hacen hasta que la temperatura media alcance por lo menos los 15°C. Cultivares de floración temprana requieren mucho menos unidades de calor para florecer que otros de floración tardía.

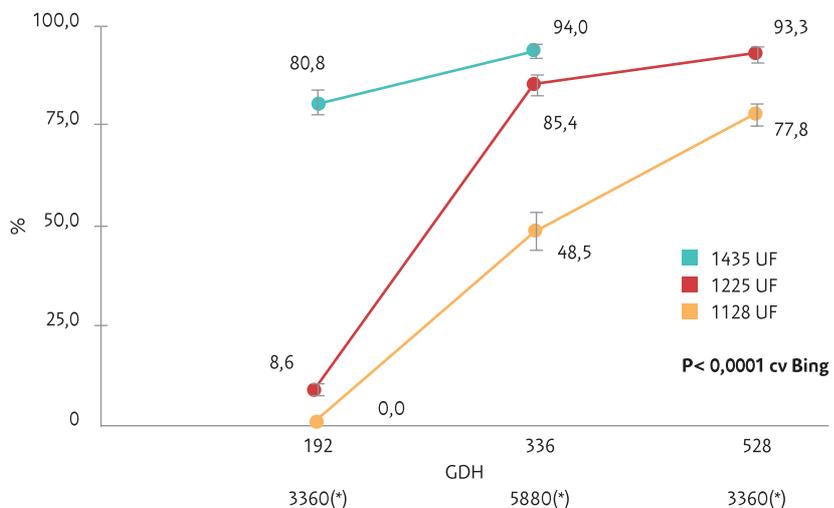
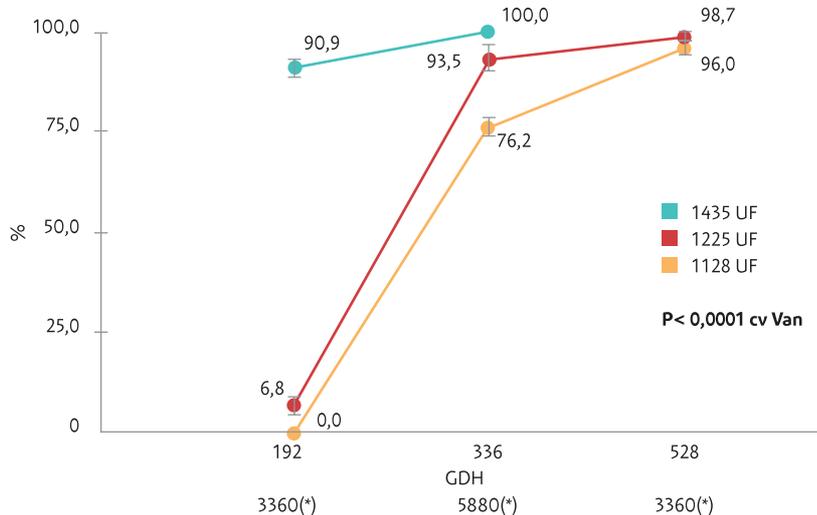
Un concepto clave es que la cantidad real de calor requerido frecuentemente varía con la condición fisiológica de la planta. Plantas con los requerimientos de frío parcialmente cubiertos necesitan mucha más acumulación de calor que plantas que ya lo han cumplido antes (Richardson et al. 1975). En contrapartida, frío extra otorgado después de completar la dormición reduce la necesidad de acumulación de calor para florecer. Los requerimientos de calor son frecuentemente expresados como grados días de crecimiento (GDD) o grados horas de crecimiento (GDH) (Richardson, 1974). Usualmente, se considera 4,5 °C (TU: umbral de crecimiento) como la temperatura base sobre la cual los grados días u horas son calculados. Días grado se calculan como la diferencia entre la temperatura media diaria y la temperatura base (Ver Figura 2). Se muestra un ejemplo de cálculo en la Tabla 2.

Tabla 2: Ejemplo de cálculo de días grado (GDD).
Nota: El cálculo de los Grados Hora (GDH) es igual, solamente que se realiza con una frecuencia horaria.

Día	Temperatura media diaria en °C (a)	Temperatura base cerezo en °C (b)	Diferencia (sólo si es positiva)
17-08	10	4,5	5,5
18-08	8	4,5	3,5
19-08	3	4,5	0
20-08	9	4,5	4,5
Total			13,5

Los GDHs se calculan como la sumatoria de todas las temperaturas positivas medias horarias menos la temperatura umbral de crecimiento, esto es, 4,5°C (Alburquerque et al, 2008). Estos autores para realizar su conteo inician la acumulación cuando el 50% de las flores han alcanzado el estado 2 de la escala de Baggioini y finalizan cuando se abre el 50% de las flores. Encuentran que los requerimientos de calor para brotación en 7 variedades están aproximadamente entre los 7300 y 9500 GDH y Tersoglio et al, 2006, verifica el efecto de la combinación de horas de frío y horas grado en cultivares de Mendoza, resultando del trabajo la Figura 2.

Figura 2: Porcentaje de brotación según UF y GDH, Lujan de Cuyo. Tersoglio et al, 2006.
(* Grados hora estimados por el autor del presente capítulo para ser comparados con la tabla de Alburquerque et al, 2008.
Fuente: Datos estimados del mismo trabajo de Tersoglio et al, 2006., donde se establece que las estacas fueron sometidas respectivamente a 8, 14 y 21 días a 22° C. (22-4,5 (T.basal) x 24 h x 8,14 y 21d).



Se puede observar en la Figura 2 que cuando la acumulación de frío invernal es mayor, hay mejor brotación a una determinada acumulación de grados de calor. Este efecto es clave, e indica que cuando el invierno ha generado escasas horas de frío, serán necesarias más horas de calor para lograr una brotación uniforme y viceversa. De este concepto puede establecerse que los años con escasez de acumulación de frío invernal, dejarán al cultivo más expuesto a problemas de floración cuando la primavera es fría o con temperaturas inestables.

En los frutales, la ruptura de la dormancia será además influenciada por factores ajenos a lo climático. Entre otros:

- Cultivar
- Portainjerto
- Clase de yema (vegetativa o flor) y posición de la yema en el árbol
- Prácticas de producción (fertilización, riego)
- Tratamientos químicos invernales de ruptura de la dormancia.

RUPTURA QUÍMICA DE LA DORMANCIA

Existen muchos compuestos utilizados en aplicaciones invernales para acelerar el quiebre de la dormición (Erez et al. 1971). Un aspecto a tener en cuenta es que la utilización de agentes de ruptura de la dormancia (RBA) suele tener efectos colaterales indeseables. Así como la falta de frío, los tratamientos para romper la dormición pueden producir caídas de yemas de flor. Además, hay que tener en cuenta que las floraciones se producen en la primavera temprana cuando la temperatura es aun relativamente baja con probabilidades de heladas tardías, y al adelantar la apertura floral, probablemente, se aumenta el riesgo de daño.

Los compuestos químicos más utilizados en el mundo se muestran a continuación. Entre los productores de Mendoza sólo se ha utilizado comercialmente la cianamida hidrogenada (Dormex™).

COMPUESTOS PARA RUPTURA DE DORMICIÓN

- Cianamida hidrogenada 0.5-4% con aceite mineral 1-4%. Se aplica 6 a 8 semanas antes de la floración y al menos 4 semanas antes de brotación (ver detalle más adelante).
- Dinitroortocresol (DNOC) 0.2- 0.6% en aceite mineral 2-3% como pulverización en dormición. La aplicación puede diferirse hasta el momento de yema hinchada.
- Nitrato de potasio (KNO₃) 5-7% en julio-agosto. Promueve mayor apertura de yemas florales, mejores resultados con temperaturas superiores a 20 °C.
- Thiourea 2% no menos de 2 semanas previas a brotación. Promueve mayor apertura de yemas foliares.
- Benzyladenina 500 ppm. No se transloca, crecimiento limitado.
- Giberelina 50-200 ppm. Más efectivo en cerezo para industria y pera.
- Can17 (Nitrato de Ca y Amonio)

Para lograr un efecto adecuado con la aplicación de la cianamida hidrogenada, hace falta que previamente se haya cumplido cierta acumulación de frío que elimine gran parte la endodormancia, aproximadamente un 65% (ver capítulo 4). Para ello, trabajos de las unidades de extensión de Davis (Southwick, 2002) en el valle central de California, han determinado el momento óptimo en porciones de frío, y que responde para Bing a las 45 porciones (en el procesamiento de los datos de las estaciones de Mendoza, puede determinarse la fecha media en la que se logra esta cantidad de frío para cada estación, y que ronda el 25 de julio).

En cuanto a las dosis, los resultados serán muy variables acorde a como se haya presentado el invierno y sobre todo la primavera. Una experiencia personal positiva es el dividir la propiedad en tres sectores. A uno no se le aplica cianamida hidrogenada (Do), al otro Do 2% y por último Do 4%, rotándose los sectores al año siguiente (el sector de 4% debe tener un descanso de un año para evitar fitotoxicidad). De esta manera, se consiguen diversas épocas de floración y mayor probabilidad de lograr, al menos en una parte de la propiedad, que coincida la floración con un período climático adecuado para el cuaje.

MODELOS PARA MEDIR LA ACUMULACIÓN DE FRÍO INVERNAL

Conocer cuándo finaliza el periodo de dormición en relación a cómo ha sido la acumulación de frío es importante debido a las implicancias en el desarrollo y la productividad de la planta, detalladas anteriormente. Un adecuado conocimiento de la evolución otoñal e invernal del frío de la temporada permite intensificar las prácticas culturales apropiadas para paliar los efectos de una posible insuficiencia de frío.

Aún no existe un consenso sobre cuándo se inicia o finaliza la acumulación de frío y, en consecuencia, qué sistema debe ser aplicado (Southwick, 2002). Se describen, a continuación, los más utilizados.

INICIO DE LA ACUMULACIÓN DE FRÍO. CUÁNDO EMPEZAR EL RECuento.

Para fines prácticos, algunos autores consideran que la acumulación de frío invernal comienza cuando el 50% de las hojas han caído.

Otros autores consideran que el inicio es 6 días luego de la primera helada.

En California, las agencias de extensión de la Universidad de Davis, utilizan como sistema para medir el inicio de la acumulación de frío el modelo de «porciones de frío» e, independientemente del estado fenológico, comienzan el conteo cuando el frío otoñal produce resultados positivos acorde al modelo matemático del sistema.

Otros autores utilizan fecha fija, que para el hemisferio sur puede ser el 1 o el 15 de mayo. En los cálculos del presente trabajo, se muestran los resultados de diversos métodos.

FINALIZACIÓN DE LA ACUMULACIÓN DE FRÍO

Fisiológicamente, el efecto del frío sobre los inhibidores de brotación se mantiene mientras estos estén presentes, hasta haberse finalizado completamente la ruptura de la dormición, lo que está indicado en el cerezo por el desencadenamiento de la floración. En consecuencia, como normalmente en Mendoza se produce entre el 5 y 15 de septiembre, se suele tomar como referencia el 15 de septiembre. Alburnquerque et al, 2008, considera como finalización de la acumulación de frío el hinchado de las yemas, cuando alcanzan un incremento de peso del 20%, que corresponde como observación visual al alcanzar, en el 50% de las yemas, el estado dos de la escala de Baggioini, 1952 (ver capítulo 5, figura 2). En Mendoza, ocurre normalmente hacia fines de agosto o principios de setiembre, por lo que parece práctico y razonablemente representativo, considerar como fecha de finalización el 1 de setiembre.

En Chile, la floración se adelanta en relación a Argentina, por lo que los autores suelen considerar el conteo solamente hasta el 30 de julio.

Esta discrepancia demuestra que a la hora de comparar datos de diversos autores, es muy importante tener en cuenta las fechas de inicio y finalización consideradas para los conteos. Caso contrario, las comparaciones pueden resultar en conclusiones equivocadas.

La búsqueda de un modelo que se adapte a las condiciones medioambientales de las diversas localidades es un tema que ha inquietado a científicos de todo el mundo. El primer paso hacia la resolución de los interrogantes que han surgido en torno a este tópico, es realizar una revisión de los modelos que la comunidad científica mundial ha propuesto para especies frutales, así como también, los antecedentes que existen en cerezo dulce.

Dentro de los modelos que intentan explicar el fenómeno de ruptura de la dormición, encontramos los que se denominan «modelos secuenciales», en los cuales se describe la ruptura del reposo por frío, seguido de un periodo de temperaturas cálidas que fuerzan la superación de la dormancia. Por otro lado, se encuentran los «modelos paralelos» en los cuales se solapa la acumulación de frío con las temperaturas que promueven la salida de la dormición (Hanninen, 1987; Lang, 1987).

Chandler et al. (1937) y Lamb (1948) indicaron que el rango de temperatura de 0-7, 2 °C fue el más efectivo para el enfriamiento. Brown (1960) y Weizenberg (1954) registraron que los periodos tibios intermitentes revierten el frío acumulado. Erez y Lavee (1971) fue

ron los primeros en usar un concepto de unidades de frío que tomó en cuenta la efectividad diferencial de las diferentes temperaturas a las cuales las yemas están expuestas, sumado al concepto de fijación del frío luego de un determinado período de tiempo.

Las investigaciones acerca de los requerimientos de bajas temperaturas para la ruptura de la dormición de las yemas de los árboles frutales se iniciaron hace más de medio siglo. Weinberger (1950) acuñó el término «horas de frío» para referirse a aquellas horas transcurridas a temperaturas inferiores a 7,2°C (45°F), y correlacionó por primera vez las horas de frío con la cantidad de frío requerida para la ruptura de la dormición y el posterior crecimiento normal de los árboles frutales. De su trabajo surgió la expresión «requerimiento de frío» para cada especie y variedad.

Los primeros modelos consideraron que las temperaturas superiores a 7 °C no tienen efecto sobre la salida del reposo invernal, y que todas las inferiores a ese umbral tienen el mismo efecto. Posteriormente, surgieron otros modelos que contemplan rangos de temperaturas con diferente eficiencia en la acumulación de frío.

Temperaturas por debajo de 0° C se consideraron sin efecto para quebrar la dormancia. Posteriormente, en 1967, se sugirió que el efecto del frío fue parcialmente reversible, al observarse un retraso de la brotación cuando se presentaron elevadas temperaturas en los meses de invierno.

Modelo de Utah Richardson et al. (1974) (UF). Se propuso el «modelo de Utah», en el que se asigna a cada temperatura o intervalos de temperaturas un nivel de eficiencia para contribuir con la ruptura de la dormición. Según este modelo, 1 HF (hora de frío) es equivalente a 1 unidad de frío (UF) solamente en el intervalo de temperaturas comprendido entre 2,5 y 9,1°C. Las temperaturas inferiores a 1,4°C no resultan efectivas para la ruptura de la dormición y, por eso, no tienen incidencia en la acumulación de frío. Las temperaturas entre 1.5 y 2.4 °C, o entre 9.2 y 12.4°C tienen una eficiencia del 50%, y las temperaturas iguales o superiores a 16°C producen un efecto negativo, restando unidades de frío a la sumatoria diaria. Las UF diarias se obtienen mediante la sumatoria de las UF de cada hora del día por lo que, para utilizar este método, se requieren datos horarios de temperatura. En el caso de que no se cuente con los registros horarios de temperatura, este modelo plantea una estimación de temperatura por el método del triángulo. Para estimar la temperatura de cada hora, se supone que la temperatura mínima diaria registrada ocurre a las 00:00 horas y la máxima, a las 12:00 am. La temperatura aumenta linealmente de 00:00 a 12:00 y disminuye linealmente de 12:00 a 24:00. La temperatura media horaria, según esta función, se produce al final de cada hora.

Según el modelo, la acumulación de frío ocurre desde el verano, cuando las temperaturas así lo permiten y comienzan a establecerse valores positivos. El requerimiento de horas de frío está dado por la diferencia entre las unidades de frío acumuladas desde este punto y la fecha de brotación.

Otros modelos más recientes consideran que existen cambios en la temperatura óptima de acumulación de frío durante el período de dormición, ya que se producen modificaciones en la sensibilidad al frío del árbol frutal.

T°	Unidades de frío
<1,4	0
1,5 - 2,4	0,5
2,5 - 9,1	1
9,2 - 12,4	0,5
12,5 - 15,9	0
16 - 18	-0,5
>18	-1

Tabla 3: Unidades de frío acordes a la temperatura (Richardson, 1974)

El modelo de Utah ha sido modificado a medida que la información acerca del tema se ha visto disponible. Entre estas modificaciones, la que más de destaca es la de Seedley, 1996, que establece la escala de la Tabla 4. El modelo de Utah ha sido aplicado exitosamente y es el más utilizado y referenciado con mayores o menores modificaciones, en las zonas templado frías. Sin embargo, en las zonas templado cálidas y subtropicales, o en zonas con inviernos suaves, no tiene buena adaptación y aparentemente el sistema de porciones de frío tiene mejor correlación con la realidad.

Tabla 4: Unidades de frío acordes a la temperatura (Richardson, 1974), modificado por Seedley, 1996

T°	Unidades de frío
<1,1	0
1,2 - 2,1	0,5
2,2 - 8,9	1
9- 12,2	0,5
12,3 - 15,6	0
15,7 - 18,3	-0,5
>18,3	-1

DYNAMIC MODEL (EREZ Y COUVILLON, 1987) (CHP)

El modelo de Fishman et al. (1987 a,b) fue desarrollado en Israel. Asume que el completar cierto grado de dormancia depende de un factor de ruptura que se acumula en las yemas en dos pasos. El primero, implica la generación de un precursor termolábil, que se genera con las bajas temperatura siguiendo una campana de Gauss, pero que durante un cierto período es revertido por la acción de las altas temperaturas. Una vez formado y superada la etapa crítica, se pasa a una segunda etapa, donde esa «porción» de factor de ruptura de dormancia es fijado, haciendo su acción irreversible, ya no afectada por las altas temperaturas posteriores. Una porción de frío equivale a una exposición a 6°C durante 28 horas. Este modelo complejo adiciona, en relación al clásico de Utah, el concepto de análisis de un cierto período de reversibilidad acotada. Parece adaptarse mejor a zonas con inviernos suaves, poco frío, como es el caso de Israel, California y posiblemente de ciertas regiones o años de Mendoza.

El cálculo es complicado y se basa en ciertas constantes que, según los autores (Fishman et al. 1987a, b), deben ajustarse acorde a la práctica de cultivo, especie y cultivar. En este trabajo se utilizaron las constantes originales estándar.

Las porciones de frío (CP) varían mucho menos que las horas de frío calculadas por otros métodos, de un lugar a otro, e inclusive entre años. Por otro lado, los productos químicos formulados para provocar la ruptura de la dormición han tenido mejores resultados para el caso de cerezo cuando se aplican dentro de un cierto rango de CP (Glozer, 2007).

OTROS MÉTODOS

Existen otros métodos como Low Chilling Model (LCM)- Modelo de bajas necesidades- (Gilreath y Buchanan, 1981), North Carolina Model (NC)- Modelo de Carolina del Norte- (Shaltout et al. 1983), Positive Chill Units Model (PCU) (Linsley –Noakes et al., 1995), que no se describen en la presente publicación pero que deben ser estudiados para nuestras condiciones. En los procesamientos de temperaturas que se mostrarán en este capítulo, se estimó acumulación de frío acorde a los tres primeros modelos descritos por considerarse los más difundidos y, por lo tanto, con mayores referencias.

APLICACIÓN DE LOS MODELOS EN CEREZO. ALGUNOS RESULTADOS

Durante los últimos años se ha avanzado en los conceptos de requerimiento de frío invernal para el desarrollo óptimo de las características productivas de las especies

frutales, investigación sobre todo impulsada por los productores en la búsqueda de avanzar con los cultivos sobre zonas primicias. Sin embargo, no son muchos los antecedentes que se encuentran acerca de ajuste de los métodos a la fisiología del cerezo, especialmente dentro de los frutales de carozo.

Los tres métodos utilizados en la presente publicación son extensamente comparados con datos mundiales por Luedeling y Brown, 2011. El estudio muestra que los tres métodos no son equivalentes, y que los factores de conversión entre ellos varían sustancialmente acorde a la región del globo, indicando que los datos de requerimiento de frío deben ser suplementados con información local, y con las condiciones en que fueron determinados. Por ejemplo, hay que acordar las fechas de inicio y final de toma de datos.

Albuquerque et al. (2008) evaluaron los cultivares de cerezo dulce Cristobalina, Brooks, Ruby, Marvin, Burlat, New Star y Somerset, bajo condiciones de clima mediterráneo de Murcia, España. No encontraron diferencias significativas entre CU y CH. El modelo dinámico (porciones de frío) y el modelo de Utah tienen una buena correlación, y las diferencias entre años fueron menores. Las correlaciones con el modelo de CH horas de frío (Weinberger, 1950) y los otros modelos evaluados presentaron diferencias significativas entre años, por lo que se descarta este método. En cuanto a los requerimientos de calor estimados como necesarios para provocar la floración de los cerezos no difirieron entre años y fueron muy similares entre cultivares, entre 7326 y 9450 GDH. En la Tabla 5 se muestran los resultados de estos autores.

Tabla 5: Fechas de floración, requerimientos de frío y de calor para siete cultivares de cerezo dulce, calculados en Abarán (Murcia) para Cristobalina y Jumilla (Murcia) para el resto de los cultivares (Albuquerque et al, 2008).

*Letras distintas implica diferencia significativa por LSD test ($P \leq 0.05$). Los datos son medias de dos años consecutivos.

Cultivar	$h < 7^{\circ}\text{C}$	Unidades de frío	Porciones de frío	GDH	Fecha de floración (50% flores abiertas)	Fecha de floración equivalente hem. sur
Cristobalina	176,0 _a	397,0 _a	30,4 _a	9195,0 _{ab}	14 de marzo	14 de septiembre
Brooks	411,5 _b	556,0 _b	36,7 _b	7863,2 _{ab}	27 de marzo	27 de septiembre
Ruby	618,0 _c	806,0 _c	48,0 _c	7326,2 _a	29 de marzo	27 de septiembre
Somerset	618,0 _c	806,0 _c	48,0 _c	8625,2 _{ab}	3 de abril	3 de octubre
Burlat	618,0 _c	806,0 _c	48,0 _c	8750,2 _{ab}	4 de abril	4 de octubre
New Star	709,5 _{cd}	900,3 _d	53,5 _d	8257,0 _{ab}	4 de abril	4 de octubre
Marvin	788,0 _d	1001,5 _c	57,6 _c	9449,7 _b	9 de abril	9 de octubre

En la tabla 6 se muestran los requerimientos de frío expresados como porciones de frío para algunas variedades.

Variedad	Porc. de frío
Brooks ^a	36,7
Rainier ^b	45
Lapins ^b	35
Ruby ^a	48
Burlat ^a	48
New Star ^a	53,5
Marvin ^a	57,6

Tabla 6: Requerimientos de frío expresado en porciones de frío (Erez, 1998) de algunas variedades de cereza, citado por Jarvis-Shean, 2009.

^a Albuquerque et al, citado por Jarvis-Shean, 2009, Murcia, España).

^b Trabajos no publicados, no asociados a un estudio estadístico de variabilidad.

Los datos sobre necesidades de horas de frío para los distintos cultivares de cerezo son escasos. Se realizó un relevamiento bibliográfico con cuyos datos se elaboró la Tabla 7. Si bien los autores son de diversas regiones del mundo y los datos no son del todo comparables, el resumen permite visualizar una escala de necesidades de frío de las principales variedades. Es destacable que en Mendoza se ha observado muy buena productividad de las variedades de bajos requerimientos de horas de frío, pero además, en general, coinciden con las autocompatibles. En cuanto a las de altos requerimientos de horas de frío, algunas producen erráticamente como Bing o Garnet, pero otras, como Stella o Sumburst, son muy productivas. No se puede, entonces, establecer un criterio determinante al respecto.

	Tesoglio 2006 R. modificado	Tesoglio et al 2005	Mahamood et al 2000	Lyon 1989	Cortés, A. 2002 2006	García Montiel 2009	García Montiel 2009	Albuquerque 2008	Glozer 2008	PROMEDIO
Bing	1375								1200	1288
Sumburst			1214							1214
Garnet		-1200								1200
Stella			1131							1131
Marvin 470		-1200						1002		1100
Summit			1081							1081
Van	1260			805						1033
Celeste	1050				750					900
Burlat	1260			905		700	800	806		894
Ruby	950				683	800		806		810
Lapins						800				800
Sonata						800				800
Sweet Heart						700	900			800
Sylvia						800				800
Newstar					520					715
Santina						700		909		700
Brooks					540	500		556		532

Tabla 7: Necesidad de Unidades de frío Richardson aproximadas de algunas variedades de cerezo acorde a diversos autores. El realizar la media de los datos sólo constituye una estimación para establecer un orden aproximado de las necesidades de frío de las diversas variedades. Diversos requerimientos pueden deberse a interacciones con la región geográfica donde fueron medidos o diversos clones varietales.

INCREMENTO DE HORAS DE FRÍO MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE MICROASPERSIÓN

La acumulación de horas de frío según el modelo de UTHA (Richardson, 1973) implica considerar que las temperaturas mínimas extremas por debajo de 1,5° C no suman acumulación, y las superiores a 16 °C, disminuyen horas, «borrando» la acumulación producida en las horas nocturnas. El modelo de Erez también sostiene esta premisa, considerando que el efecto inhibitorio hormonal no es fijado si coexisten diariamente temperaturas altas. Si bien la metodología de conteo es distinta en diversos modelos, está comprobado el problema causado por las temperaturas altas para la ruptura de la dormancia. De ello surgió la práctica de utilizar microaspersores superiores a las plantas para disminuir la temperatura, asperjando el ambiente cuando las temperaturas son elevadas. Para esta práctica se puede utilizar la misma estructura que para combatir la helada mediante microaspersión.

En USA se utiliza este sistema, conectando los aspersores al equipo de riego por goteo, unidos a un sensor que los enciende cuando la temperatura supera los 16° C. Es factible mantener la temperatura en 16° C hasta los 19° ambientales, o sea, disminuir aproximadamente 3° C.

Para cuantificar el posible efecto de dicha práctica, se realizó una estimación teórica con datos locales. Se tomó como premisa que se logra disminuir las temperaturas máximas invernales a 16°C hasta los 19°C y restar solamente 3°C cuando se supera este valor. Como referencia se tomaron los datos del año 2007 en una finca de la zona este de Mendoza, en donde, se acumularon 979 unidades de frío UTHA. Si se hubiese conseguido el efecto buscado mediante microaspersores, se hubiesen alcanzado 1108 horas, un 13% más. Aplicando en el modelo los datos de los últimos 8 años, se encontró una diferencia promedio menor (10,5%), siendo el año de menor efecto el 2004 donde la diferencia fue de aproximadamente el 7%.

Esto indica que la práctica colaboraría con la acumulación de horas de frío. Futuros trabajos demostrarán si es económicamente factible.

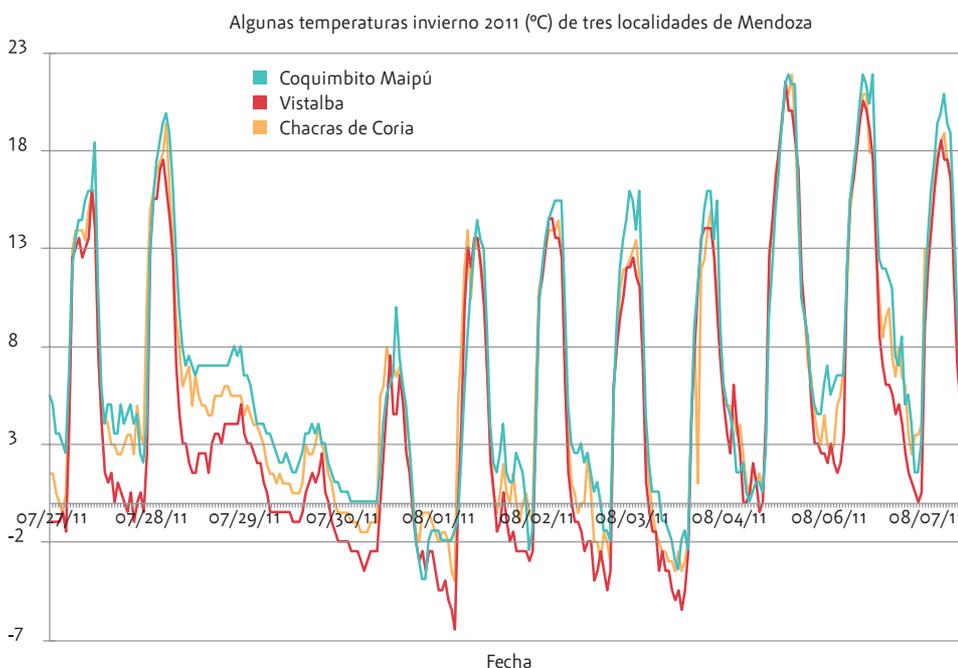
BREVE ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TEMPERATURAS INVERNALES EN LOS OASIS NORTE DE MENDOZA Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE CEREZAS.

Por ser una de las problemáticas cruciales para el logro de cosecha de ciertas variedades de cerezas, y haberse observado, en localidades relativamente cercanas del oasis norte, diferencias significativas en el inicio de la fructificación y, sobre todo, en el inicio de la cosecha, se realizó un análisis comparativo de temperaturas y oferta de horas de frío de diversas localidades.

Lo primero que se destaca es la enorme diferencia de temperaturas mostradas por las diversas localidades, a pesar de la escasa distancia entre ellas. Esto es fundamentalmente ocasionado por la diversa altitud y cercanía a la Cordillera de Los Andes, ya que topográficamente los oasis, ubicados en cuenca sedimentarias, muestran importantes diferencias a medida que las localidades se acercan al oeste, hacia el cordón montañoso.

Como ejemplo, en la Figura 3, se muestran temperaturas invernales de tres propiedades de cerezo ubicadas en Vistalba (la más al oeste), en Chacras de Coria (la central) y en Coquimbito, Maipú (la más al este). Puede observarse cómo las curvas de temperaturas diarias se acompañan, siendo más elevadas a medida que más al este está la propiedad. Las diferencias medias se observan en la Tabla 8.

Figura 3: Evolución de las temperaturas en tres localidades del oasis norte de Mendoza.



Localidad	Coordenadas	MSNM	Temperatura °C promedio invierno				
			Media (a)	Máxima	Mínima	Media corregida a la altitud de Coquimbito (b)	Diferencia (a-b)
Coquimbito, Maipú	32°57'33,98"S 68°43'24,39"O	723	8,7	17,7	1,3	8,7	0
Ch. de Coria, Luján de Cuyo	32°58'44,50"S 68°52'39,40"O	926	7,5	16,8	0,3	7,7	+0,2
Vistalba, Luján de Cuyo	33°00'49,98"S 68°54'23,94"O	979	5,8	15,3	-1,8	7,4	+1,6

Tabla 8: Temperaturas máximas mínimas y medias invernales 2011 de tres localidades de Mendoza. Diferencias acorde a la altitud a Corregida utilizando como base Coquimbito, + 0,5 °C cada 100 metros menos de altitud (msnm).

Como muestra la Tabla, estas importantes diferencias de temperatura entre las diversas localidades no son totalmente explicadas por la diferencia de altitud, siendo la cercanía al cordón cordillerano y su aporte de aire frío nocturno, una variable de mucha influencia. La diferencia entre las temperaturas de Chacras de Coria y de Coquimbito pueden explicarse prácticamente en su totalidad por la diferencia de altura, pero la diferencia entre Vistalba y Chacras de Coria, de casi 2°C de media, no responde a los escasos 50 metros de desnivel.

Estas mismas diferencias ocurren durante todo el año, provocando al momento de la cosecha, una diferencia en el inicio de cosecha de aproximadamente 3-4 días entre Coquimbito y Chacras de Coria, y 7 días más con Vistalba, lo que se traduce notablemente en el valor de la fruta a favor de la primicia.

Otra relación interesante resultó de comparar lo que sucede con la producción de cerezo en el Valle Central de California y lo que sucede en la provincia de Mendoza. El autor del presente informe realizó durante el año 2008 un viaje a USA organizado por la Comisión de Cereza Mendoza, en el que se visitaron productores y empaques de todas las zonas productoras de California, desde las zonas más tempranas (Bakersfield, Arvin, situadas aproximadamente en la latitud de Los Ángeles), hasta las zonas más tardías (Lodi), cercanas a la latitud de la Ciudad de San Francisco. Las observaciones de los cultivos en California, tanto en el aspecto de las plantas como en la época de cosecha, indican una coincidencia entre lo que sucede en el norte del oasis y el Valle de Uco. En el año de la visita (2008), la cosecha se inició en Bakersfield el 12 de mayo para Brooks (equivalente a 12 de noviembre), y en Lodi para Bing el 30 de mayo (equivalente a 30 de noviembre), fechas muy similares a las esperadas en Mendoza respectivamente en la zona temprana y en Tupungato. En el caso californiano las diferencias climáticas se explican mayormente por la diferencia de latitud, mientras que las de Mendoza, como fue explicado anteriormente, por la altitud y/o cercanía al aporte de aire frío del cordón cordillerano.

→ ver tabla en la próxima página

	Porciones de frío (Chill Portions*)				Unidades de frío (UTHA)**				H. frío (-7,2)***						
	11%				16%				15%				5%		24%
Diferencias porcentuales	AA	CC	Lodi	Arvin	AA	CC	Lodi	Arvin	AA	CC	Lodi	Arvin			
Med		66	74	66	1419	1196	1433	1220	1566	1487	1070	813			
MIN		63	64	56	1228	976	1181	998	1289	1247	895	643			
MAX		70	84	72	1629	1443	1586	1439	1902	1771	1177	981			
2003	n/d	64	n/d	n/d	1381	1118	1473	1283	1385	1289	n/d	829			
2004	n/d	70	n/d	n/d	1629	1443	1585	1439	1674	1733	n/d	729			
2005	n/d	65	n/d	n/d	1508	1355	1561	1277	1557	1565	895	643			
2006	n/d	64	64	56	1497	1273	1181	998	1289	1314	1137	981			
2007	n/d	69	75	71	1227	976	1214	1123	1902	1771	1177	869			
2008	n/d	63	84	72	1269	1011	1586	1198	1588	1247	n/d	826			

Con el intercambio realizado con los profesionales californianos, se destacó que en sus análisis se referían a las zonas como agro-climáticamente diversas, y los modelos tecnológicos que en consecuencia utilizan son distintos. En Mendoza, en cambio, tradicionalmente se utiliza el mismo paquete tecnológico en las dos zonas. De ello surgió como una asignatura relevante analizar estadísticamente los datos climáticos con el objeto de comprobar si existe correspondencia con las zonas climáticas del país del norte. Para ello, se buscaron datos estadísticos de 5 años y se compararon las horas de frío de puntos representativos de las dos zonas, resultando los valores de la Tabla 10. Del análisis de los datos resalta una importante diferencia entre las horas de frío de Mendoza y las de California, siendo las de la provincia Argentina muy superiores a las californianas. La observación de las temperaturas mínimas invernales muestra claramente que el oasis norte de Mendoza es más «frío» que el valle central de California, cuyas temperaturas son menos extremas debido al aporte de humedad del Pacífico, similar a lo que sucede en Chile. Sin embargo, cuando se comparan las unidades de frío (Richardson et al, 1973), los valores medios y extremos son llamativamente similares. Esto se debe a que el clima de Mendoza es más continental o «desértico» que el de California, siendo las temperaturas mínimas inferiores y con muchas horas por debajo de 2°C.

Tabla 9: Comparación tres metodologías de acumulación de frío en 4 localidades.

A.A: Agua Amarga, Tupungato Argentina. Lodi y Arvin son localidades de California USA.

C.C: Chacras de Coria, Lujan de Cuyo Argentina

(*);(**);(***) : Diversos sistemas para medir horas de frío explicados en el texto.

Localidades	Temp. mínima promedio 4 meses invernales	Temp. máxima promedio 4 meses invernales
Arvin	3,9	16
Lodi	2,7	15,1
Chacras de Coria	-0,4	14,4

Tabla 10: Temperaturas máximas y mínimas. Grados Celsius promedio de 4 meses en 3 localidades, datos medios de 5 años.

Cuando se estiman las unidades de frío por la escala Richardson, se está considerando el rango de temperaturas entre 1,5 y 16° centígrados. Temperaturas inferiores no se consideran efectivas. Por ello, es que las unidades de frío resultan similares.

La diferencia de unidades de frío entre Lodi y Arvin es de un 15%, casi igual a la diferencia entre Chacras de Coria y Tupungato. Con esta diferencia los norteamericanos las consideran regiones ecológicamente diversas y, consecuentemente, su modelo de cultivo es distinto, sobre todo en lo que se refiere a la selección varietal. Otra inquietud que surgió de la visita a California, es que en este Estado, se ha comprobado una mejor correlación entre el ciclo de las plantas y el modelo de medición de cantidad de frío por Porciones de Frío, que con el de Richardson. Por ello, el autor contactó a el Dr. Erez de

Israel, quien gentilmente envió el modelo matemático para el cálculo de las porciones de frío. Los resultados, que se muestran en la tabla, no evidencian mayores diferencias proporcionales entre los valores medios. Sin embargo, los comportamientos anuales, las variaciones encontradas con el modelo denominado «Porciones de Frío» es diferente al Richardson. Por ejemplo, en Chacras de Coria, según el modelo Richardson, durante el invierno del 2008 se acumuló más frío que en el del 2007, en cambio según el modelo de Erez, fue a la inversa. Deberán realizarse más mediciones y correlacionarlas con la brotación para validar uno u otro modelo. Por una cuestión de practicidad y de referencia histórica, en este trabajo se utilizará el modelo Utah de Richardson.

ZONIFICACIÓN DEL NORTE DE MENDOZA ACORDE A LOS APORTES DE HORAS DE FRÍO

Desde el año 1998, el Gobierno de Mendoza, a través de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas (DACC), organismo público dependiente del Ministerio de Producción, Tecnología e Innovación del Gobierno de Mendoza, toma datos horarios de parámetros climáticos en estaciones meteorológicas repartidas en toda la zona de riego de la provincia. Estos datos son publicados en la red (<http://www.contingencias.mendoza.gov.ar/>) y pueden ser accedidos libremente, incluso los datos históricos. Entre otros parámetros ofrecidos por la página web, se muestra el histórico de datos mensuales de acumulación de unidades de frío, estimados según el método de Richardson modificado. Utilizando la totalidad de los datos de todas las estaciones (según estación entre 5 y 14 años), correspondientes a los oasis del río Mendoza y Tunuyán, se estimaron las unidades de frío promedio (ver Tabla 11). Para calcular los valores anuales, se consideraron todas las unidades de frío mensuales, considerándose los meses de mayo a agosto, y hasta el 15 de setiembre. Si bien la diferencia entre los años de registros no permite dar aún un dato de confiabilidad estadística, para comparar se consideraron los 5 años de registros comunes a todas las estaciones, esto es entre 2007 y 2012. Se graficaron los datos correspondientes a los valores medios y a los percentiles 100, 80 y 60; los gráficos obtenidos se muestran en la figura 4.

Tabla 11: Resumen de Unidades de frío promedio (Richardson modificado) estaciones agrometeorológicas de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas Mza. (<http://www.contingencias.mendoza.gov.ar/>)

Estación	Departamento	MSNM	Media Horas de frío	Años de toma de datos	Media 2007-2012
Agua Amarga	Tunuyán	970	1453,4	13	1339,8
Cordón del Plata	Tupungato	1000	1363,1	11	1443,8
El Peral	Tupungato	1074	1492,7	14	1356,1
La Consulta	San Carlos	940	1299,8	10	1177,6
Tres Esquinas	San Carlos	850	1101,8	14	914
Tres Porteñas	San Martín	650	930,3	12	805,1
Montecaseros	San Martín	650	1038,1	5	1038,1
Los Campamentos	Rivadavia	600	992,4	5	992,4
Las Catitas	Santa Rosa	590	814,4	5	814,4
El Mercado	Santa Rosa	600	734,6	5	734,6
Gustavo Andre	Lavalle	600	760,4	5	760,4
Jocolí	Lavalle	900	955,6	5	955,6
Las Violetas	Lavalle	960	980,9	5	980,9
Perdriel	Luján de Cuyo	960	1127,8	6	1127,8
Russell	Maipú	850	1184,4	5	1184,4
Valores medios			1088,6	9	1031,0

La observación de las figuras muestra claramente como la zona más fría de los oasis norte de Mendoza es la que corresponde a la zona alta del Valle de Uco, con alrededor de 1300 unidades de frío y cómo, a medida que se consideran las estaciones hacia el este de la zona irrigada, bajan las unidades de frío hasta aproximadamente 700 horas año-1. Los percentiles, indicarían que más hacia el este de Junín, solamente pueden utilizarse variedades de bajo requerimiento de frío como Brooks, New Star o Lapins. Variedades de alto requerimiento como Bing, sólo tendrán un 80% de probabilidad de cumplir adecuadamente con los requerimientos en el Valle de Uco, y hacia el centro del oasis, sólo un 60% de los años.

Tabla 12: Unidades de frío Richardson, Russell, Maipú Mendoza (Estación de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas Mza. (<http://www.contingencias.mendoza.gov.ar/>)). (*) Niveles productivos alcanzados, en base a estadísticas provinciales

Mes	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Promedio	DS
Mayo	271	75	205	300	250	188	203	213	73
Junio	347	340	345	417	397	236	276	337	63
Julio	312	355	318	352	317	292	359	329	26
Agosto	320	290	150	262	300	271	271	266	55
TOTAL	1249	1059	1018	1330	1263	987	1108	1145	
Carac. prod (*)	Baja	Media	Muy baja	Media	Muy alta	Baja	Muy baja		

En Mendoza, otro dato que llama la atención, es que las unidades y horas de frío de los últimos 6 años, no han mostrado mayor correlación con las producciones. Más bien, parece que el cuaje ha sido independiente del frío invernal. Por ejemplo en el año 2007, que presenta una acumulación de frío relativamente alta, se observó mal cuaje, resultando en una producción muy baja. En el 2008, con una cantidad de horas de frío limitada, se produjo una excelente producción, tanto en cantidad como en calidad.

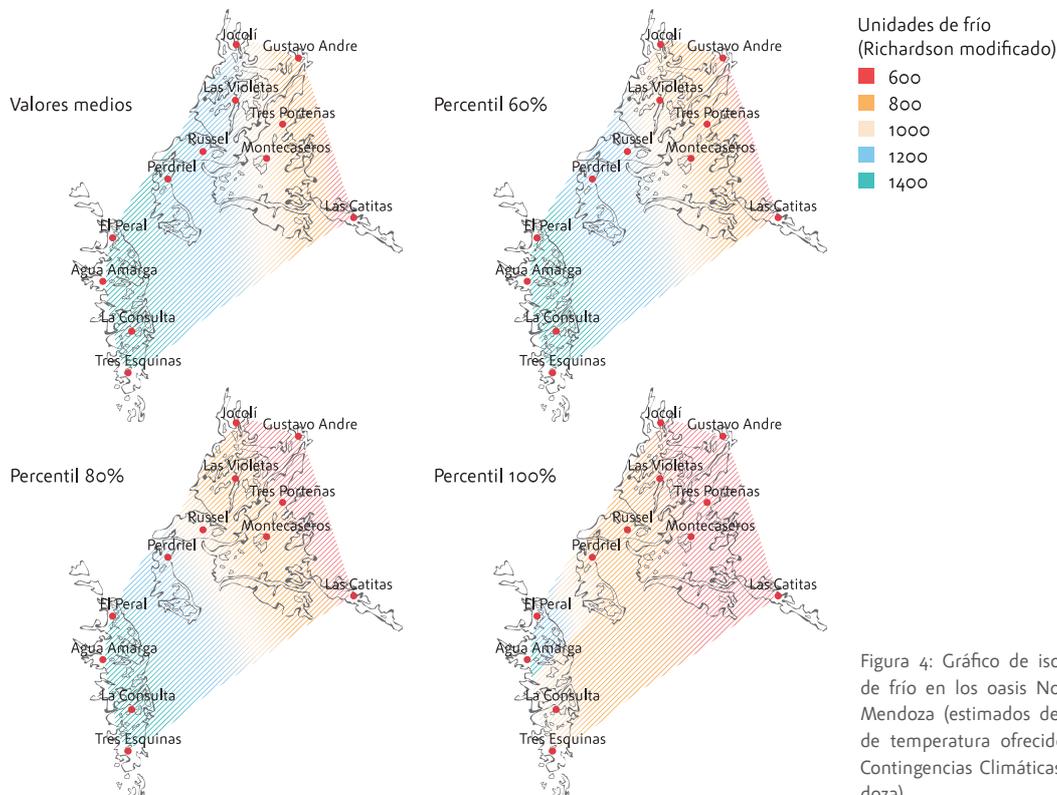


Figura 4: Gráfico de iso-horas de frío en los oasis Norte de Mendoza (estimados de datos de temperatura ofrecidos por Contingencias Climáticas Mendoza)

EL CALOR PRIMAVERAL EN MENDOZA

Como ya fue detallado anteriormente, para lograr la ruptura de la dormición, además de la necesidad de frío invernal, hace falta la acumulación de horas de calor durante la primavera, que usualmente se miden como grados hora (GDH), factores ambos que interactúan y completan en el logro de un buen cuajado de las flores primaverales. Las primaveras mendocinas suelen ser inestables, muy influenciadas por los avances de frentes fríos provenientes del sur o, a veces, afectadas por el conocido viento Zonda, con ráfagas muy fuertes, cálidas y secas, que perjudican la viabilidad de las flores. Por ello, se decidió, como algo inédito, realizar un ejemplo de la evolución de los GDH en una localidad mendocina, como un primer paso para hacer apreciaciones al respecto.

Según se muestra en la Tabla 5, Alburquerque et al, 2008, midieron acumulación de GDH entre la detección del grado 2 de la escala de Baggiolini (2Ba) y la apertura del 50% de las flores F50%, comprendidas entre 7300 y 9500 GDH. Para Mendoza, IDR ha medido para algunas variedades la fecha F50% (aproximadamente 20-25 de setiembre), pero aún no se ha establecido la fecha de inicio de la acumulación, acorde al estado 2Ba. Para realizar el análisis, en base a observaciones del autor, se consideró el 20 de agosto. Como un primer paso para analizar la evolución de los GDH en Mendoza, se graficó su acumulación en la localidad de Russell en el Departamento de Maipú (Estación de Contingencias Climáticas Mendoza), considerando 5 años de datos del período comprendido entre las fechas de inicio y fin establecidas precedentemente.

La figura 5 muestra la evolución de la acumulación de GDH, con resultados similares para cuatro años de los considerados, a diferencia del año 2013, donde la acumulación de GDH fue menor. Si se relaciona con la Tabla 5 donde se presentan algunas estimaciones de necesidades de GDH, puede observarse que el cumplimiento de aproximadamente los 8500 GDH que necesitan las variedades existentes en Mendoza se produce hacia el 25 de setiembre, y recién hacia principios de octubre se alcanzan los aproximadamente 9500 GDH que necesitan variedades como Marvin, lo que puede explicar la floración tardía de esta variedad.

De estos 5 años, dos de ellos presentaron cuaje y producciones elevadas (2008 y 2011), y tres años, de cuaje y producción baja (2007, 2009 y 2013). Sólo como una primera apreciación, se observa que los años de buen cuaje fueron de una primavera más constante, resultantes de temperaturas más estables.

En el año 2013 se alcanzaron solamente 7134 GDH al 30 de setiembre. Particularmente este año fue el de peor cuaje y cosecha recordado por los productores. El 17 de setiembre se produjo una fuerte helada general (entre -4 y -6°C durante 4 a 5 horas), que prácticamente dejó sin cosecha frutícola a la provincia. A pesar de esto, en ciertas localidades y algunas variedades, el daño no fue total, e incluso, propiedades con defensa contra helada no tuvieron daño. Sin embargo, el cuaje fue muy bajo, seguramente resultante de la falta de calor.

En contraste, un año con horas de frío similares como el 2011 tuvo una temporada de excelente cuaje. Para adelantar más detalles al respecto del fenómeno climático primaveral, se realizó un análisis más detallado, comparándose la acumulación de calor y datos de temperaturas de estos dos años, cuyos resultados se muestran en la Figura 6. Se grafica además de los GDH las horas diarias con temperaturas óptimas para la polinización. Se destacan dos fenómenos:

- Notable diferencia de acumulación de GDH, a partir de mediados de setiembre. A nivel de observación fenológica, se reflejó en un fuerte atraso en la apertura floral.
- Durante el 2011 solamente un día no presentó horas favorables para la polinización, mientras que en el 2013, 8 días sobre 30 no presentaron temperaturas óptimas, produciendo además ciclos de dos o tres días donde probablemente la mayor parte de las flores no pudieron ser polinizadas.

Se puede, en consecuencia, inferir procesos negativos: a) desarrollo lento de los órganos florales que dificulta volumen de polen y sincronización de polinizadores b) falta de calor para un óptima efectivización de la polinización y vuelo de abejas. Ambos fenómenos explicarían la falta de producción casi completa del 2013, más allá de las

pérdidas de flores por la helada del 17 de setiembre.

En consecuencia a los cálculos y observaciones realizadas puede inferirse que gran parte de los problemas de falta de producción derivan más de las primaveras con temperaturas inadecuadas que del efecto de la falta de ruptura de la dormancia. No debe olvidarse el fenómeno de interacción de ambos fenómenos explicado anteriormente y que podría resumirse como: «**menor ruptura de dormancia implica mayor sensibilidad a la falta de calor primaveral**».

Cabe destacar que los resultados y observaciones del presente trabajo no han sido aún demostradas estadísticamente y representan solamente observaciones no concluyentes del autor, que espera actúe como elemento disparador para futuros estudios.

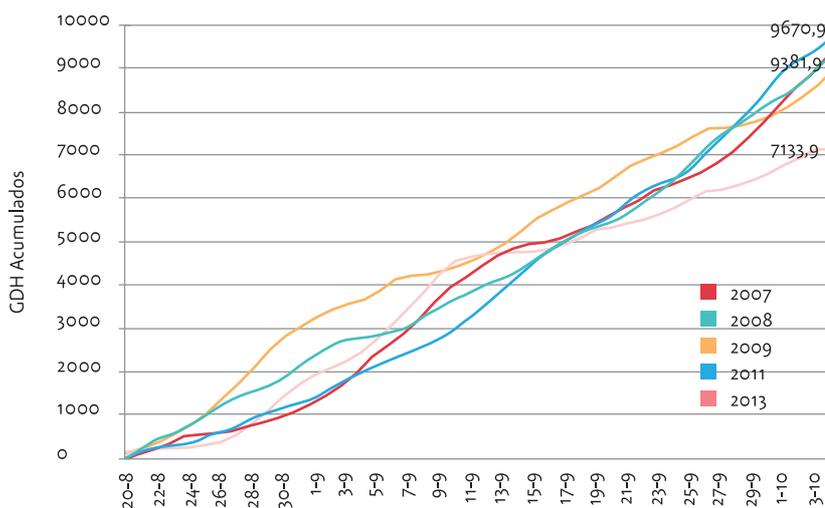


Figura 5: GDH Russell, Mendoza.

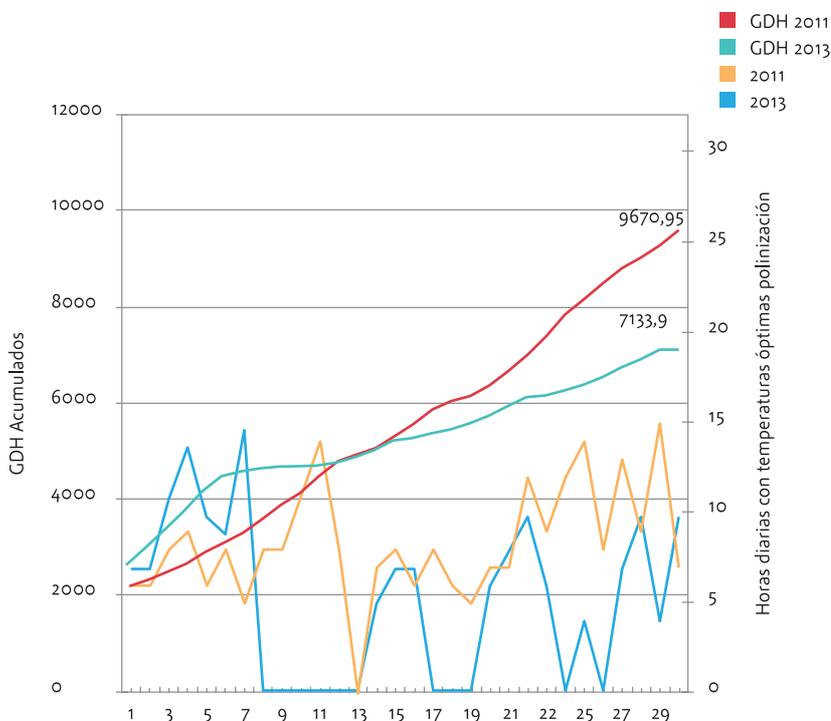


Figura 6: Grados hora (GDH) acumulados desde el 20 de agosto y horas diarias con temperaturas óptimas para la polinización del cerezo (15-23°C) en Mendoza. Comparación entre 2011 (producción alta) y 2013 (producción baja).

LLUVIAS DURANTE LA COSECHA

La ocurrencia de lluvias desde el momento en que la fruta ha alcanzado aproximadamente un tenor azucarino superior al 10-12% (equivalente a un grado 3 de la escala CITIFIL (ver capítulo 3), puede provocar la ruptura de la piel de la fruta (cracking), transformándola en parte del descarte en la transformación y comercialización de la cereza en fresco. Peor aún, aunque no toda la fruta esté dañada, la imposibilidad de eliminar en el empaque la totalidad de los frutos con problemas, hace que la comercialización de toda la fruta, aún la no dañada, sea muy dificultosa. El llamado internacionalmente «cracking» proviene de un desorden fisiológico, producido por el excesivo ingreso de agua al fruto, sobre todo en la zona de la depresión alrededor de la inserción del pedicelo, que provoca la partidura de la piel, generalmente en un semianillo alrededor del pedúnculo. Mientras más cercana a la madurez esté la fruta más susceptible será a las lluvias o a la elevada humedad ambiente, siendo las altas temperaturas predisponentes.

Fotografía 2: Rajadura típica producida por lluvia.



Los peores daños se observan cuando las lluvias son fuertes durante la noche o durante un período aún mayor y, luego, sin presencia de viento, se despeja y se eleva bruscamente la temperatura. Condiciones de viento (barrido del agua superficial y aumento de la transpiración) disminuyen el daño, como también, el cielo nublado pos lluvia, que impide la subida rápida de la temperatura y el consiguiente aumento violento de la presión dentro de la planta.

Se cita además que el riego irregular en la última etapa del desarrollo frutal, puede ocasionar cambios abruptos en el crecimiento favoreciendo la aparición de rajaduras.

En la Tabla 11 se muestran datos de precipitación de los oasis de interés para Mendoza. Puede observarse que la lluvia total anual es escasa, característica de zonas semidesérticas, siendo la lámina media del mes de cosecha apenas superior a 20mm. Se estimó que el 50 % de los años la precipitación supera esta cantidad, siendo los problemáticos 1 de cada 3 o 4 años, con lluvias individuales mayores a 10-15 mm y ocurridas en períodos críticos. Esta frecuencia es de una incidencia similar a la que se presenta en países competitivos como Chile, superior a otras zonas como Patagonia e inferior a muchas otras regiones del mundo donde se cultiva la cereza, por lo que Mendoza no es crítica en este aspecto.

Para evitar el cracking se han utilizado métodos químicos, como aspersión con calcio o con ácido giberélico, sin haberse, hasta ahora, comprobado resultados ciertos (Podestá, 2001).

La defensa pasiva consiste en la utilización de variedades con mayor resistencia. En la Tabla 12 se muestra un listado de variedades y su susceptibilidad según bibliografía, aunque es importante destacar que debería ser comprobada localmente. Por ejemplo, en Mendoza, el cultivar Brooks se ha comportado como medianamente susceptible, similar a otras variedades como Celeste y menor a otras como Garnet, aunque los datos bibliográficos la muestran como la variedad sensible por antonomasia.

Estación	Localidad	msnm	Promedio anual de todos los datos (*) mm	Promedio anualmsnm 2007-2012 (*) mm	Años de toma de datos	mm de lluvia mes de cosecha (**)
Vista Flores	Tunuyán	980	346,2	237,6	14	17,6
Tunuyán	Tunuyán	869	378	324,5	14	23,6
Agua Amarga	Tunuyán	970	378	324,5	13	20,7
El Peral	Tupungato	1074	374,8	238,6	14	12,9
La Consulta	San Carlos	940	299,4	244,2	10	23,8
Tres Esquinas	San Carlos	850	273,7	235	14	37,8
Tres Porteñas	San Martín	650	173,4	124,1	12	11,6
Montecaseros	San Martín	650	283,3	283,3	5	25,6
Junín	Junín	653	190,4	163,8	14	20,7
Los Campamentos	Rivadavia	600	295,2	295,2	5	23
Las Catitas	Santa Rosa	590	239,4	239,4	5	31,6
El Mercado	Santa Rosa	600	198,5	198,5	5	26,3
Gustavo Andre	Lavalle	600	165,2	165,2	5	18,9
Jocolí	Lavalle	900	128,6	128,6	5	20,3
Las Violetas	Lavalle	960	269	267,3	5	28,2
Russell	Maipú	850	109,4	109,4	6	22,9
Valores medios			256,4	205,3	5	22,8

El método más eficaz es la utilización de coberturas o mantas plásticas que, además, al ser transparentes, producen un efecto invernadero que permite adelantar la cosecha; este método se está difundiendo actualmente en Chile.

Tabla 13: Resumen de precipitación en mm medidas en estaciones agrometeorológicas de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas Mza. (<http://www.contingencias.mendoza.gov.ar/>).

(*) El promedio general responde a diverso número de años. El promedio 2007-2012 responde a datos de los mismos años en todas las estaciones.

(**) En estaciones al sur del Río Mza. es la mitad del mes de noviembre más la mitad del mes de diciembre. En otras estaciones es la correspondiente al mes de noviembre.

→ ver tabla en la próxima página

Tabla 14: Susceptibilidad a la partidura por lluvias de algunas variedades de cerezo.

Nivel de susceptibilidad	Bajo	Medio	Alto
Bing		XXX	
Sumburst		XXX	
Garnet			XXX
Stella		XXX	
Marvin 470			XXX
Chelan	XXX		
Van		XXX	
Celeste			XXX
Burlat			XXX
Lapins		XXX	
Sonata		XXX	
Sweet Heart		XXX	
Sylvia		XXX	
Newstar		XXX	
Santina		XXX	
Brooks			XXX

El autor del presente capítulo realizó una cobertura experimental de 2000 m² en la localidad de Coquimbito, Maipú (ver figura 7), durante los años 2008-9, que permitió estimar los costos y establecer parámetros de productividad y rentabilidad (ver Tabla 16). Se realizó un análisis económico, considerando que se evitaba el 50% de daño por lluvia cada 5 años y simulando adelantos de producción de 4 días, que en la práctica se logró con la variedad Celeste. El costo total de inversión para la estructura, tela antigranizo y plástico de la cobertura fue de 27.419 USD.ha⁻¹. Si bien con los parámetros logrados no se obtuvo un rendimiento económico satisfactorio, la modelización de la Tabla 16 demuestra que el objetivo sigue siendo de interés y viable y, en el caso de lograr producciones elevadas, se justifica plenamente. Por último, hay que remarcar que el resultado financiero directo no es la única razón que puede respaldar esta inversión. El hecho de obtener una producción de primicia, aún con rédito puntual menor por su alto costo, permite a los empacadores-exportadores ingresar primero en el mercado, hacer conocer su marca y concretar los primeros negocios de la temporada, abriendo las puertas de las futuras ventas y generando fidelidad en los clientes.

Tabla 15: Análisis de sensibilidad de la TIR al adelanto de producción por la utilización de cobertura plástica en cerezo (Tacchini, 2009) (*)

(*) En la experiencia realizada en Coquimbito, Maipú, se logró adelantar 4 días la cosecha de la variedad Celeste.

Premisas: se considera costo constante. Se modeliza variando el ingreso total por mayor adelanto de cosecha y diversa producción promedio/ha. Valores resaltados: zona de rentabilidad (TIR > 8%).

Producción en t/ha	Días de adelanto logrado					
	4	5	6	7	8	9
4	—	—	-6,7%	1,6%	9,9%	18,6%
6	-6,7%	5,7%	18,6%	32,8%	49,4%	69,7%
8	9,9%	27,9%	49,4%	77,6%	117,0%	176,3%

	Ingresos		Gastos			Total Ingresos	Total gastos	Diferencia
	Ingreso Extra	Valor Residual	USD/ha	Detalle				
						94.568	105.243	-10.674
Año 0	7200		27.419	Estructura + tela + polietileno	3.820 *	7.200	31.239	-24.039,08
Año 1	7200				1.910 **	7.200	1.910	5.289,98
Año 2	7200		8.230	Renovación polietileno	3.820 *	7.200	12.050	-4.850,08
Año 3	7200				1.910 **	7.200	910	5.289,98
Año 4	7200		8.230	Renovación polietileno	3.820 *	7.200	12.050	-4.850,08
Año 5	7200				1.910 **	7.200	1.910	5.289,98
Año 6	7200		8.230	Renovación polietileno	3.820 *	7.200	12.050	-4.850,08
Año 7	7200				1.910 **	7.200	1.910	5.289,98
Año 8	7200		11.585	Renov. polietileno + renov. tela	4.668 ***	7.200	16.254	-9.054,41
Año 9	7200				1.910 **	7.200	1.910	5.289,98
Año 10	7200	15368	8.230	Renovación polietileno	3.820 *	22.568	12.050	10.518,88
Valor en finca estructura con tela			(*) Mano de obra, colocación y retiro de polietileno (**) Mano de obra para envolver y desenvolver polietileno (***) Mano de obra, colocación y retiro de polietileno + cambio tela antigranizo			8% VAN: -USD 13.841, 57 TIR: -6,7%		

Tabla 16: Flujo de fondos Cobertura plástica y tela antigranizo cerezos 2008-9.
Premisas: Se considera un ingreso extra de \$ 7200 por mayor valor de venta (Adelanto de comercialización). Se mantiene el valor de la estructura al año 10, que igualmente puede utilizarse para tela antigranizo. Flujo de fondo a 10 años. Valores en USD/ha.

→ ver gráfico en la próxima página

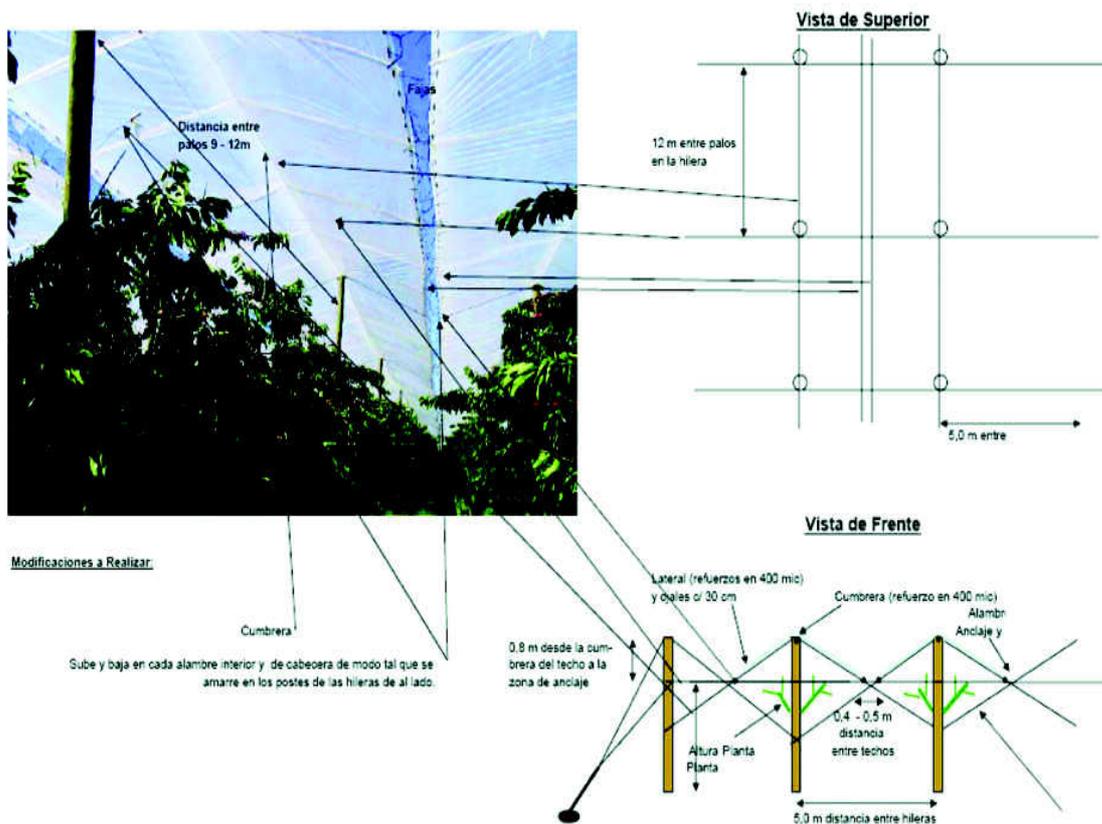


Figura 7: esquema de estructura de cobertura plástica en cerezos. Finca Don Giorgio.

HELADAS

La helada, como contingencia agrícola, ocurre cuando la temperatura del aire desciende a un valor bajo que produce un daño considerable en las plantas o su muerte. El término «helada» ha servido comúnmente para destacar tanto la observación de escarcha o congelamiento del rocío en los pastos y hojas de las plantas, como también los registros de temperaturas iguales o inferiores a 0°C . El agua o el vapor de agua que está en el aire se congela.

Varias son las definiciones que puede indicar la literatura, pero la siguiente engloba las ideas recurrentes en ellas: «se considera helada meteorológica cuando la temperatura del aire existente a 1,50 m. del suelo desciende a un valor igual o inferior al punto de congelamiento del agua, es decir, a $0,0^{\circ}\text{C}$, independientemente de su duración o intensidad». Sin embargo, es necesario señalar que para fines más específicos del agro, puede indicarse la existencia de la helada agronómica, la cual se define como aquella en la que el descenso de la temperatura del aire a un nivel crítico para los cultivos ocurre sin llegar necesariamente a 0°C o, en otros casos como el de cerezo, con temperaturas inferiores.

A medida que la temperatura desciende y la helada se prolonga, los daños en los vegetales aumentan. Generalmente, la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol, que es el momento de la temperatura más baja. Sin embargo, en invierno es muy frecuente que su duración sea de varias horas, con lo que el riesgo de daños se acrecienta significativamente.

Desde el punto de vista agrícola la helada produce daño cuando se forman cristales de hielo dentro del protoplasma de la estructura vegetal, fenómeno que, por efecto del llamado «descenso crioscópico» de los solutos vegetales, en general, ocurre a temperaturas inferiores a 0°C . El daño es «directo» cuando se produce dentro de las células e «indirecto» cuando los cristales son externos. Lo que realmente daña las plantas no son las temperaturas frías sino la formación de hielo. Se cree que la formación de hielo intracelular causa una «ruptura mecánica de la estructura protoplásmica» (Levitt, 1980).

La extensión del daño debido a la congelación intracelular depende principalmente de la rapidez del enfriamiento y la intensidad del enfriamiento antes de congelarse. Una vez que el agua ha comenzado a congelarse, la cristalización es función de la velocidad de enfriamiento. Si la velocidad de congelación es lenta, los núcleos de cristalización son muy pocos, por lo que los cristales de hielo crecen ampliamente, lo que puede provocar un rompimiento de las células y su colapso parcial o total. Si, en cambio, la velocidad de congelación es mayor, el número de cristales aumenta y su tamaño disminuye, evitando de esta manera el gran daño celular. Hay poca o ninguna evidencia de que la duración de la congelación afecte al daño. Sin embargo, Levitt (1980), indica que en la naturaleza, el daño por congelación resulta de la formación de cristales de hielo extracelular y que no hay evidencia de congelación intracelular.

Aunque la evidencia no es contundente, parece que el ritmo de deshielo después de una congelación está parcialmente relacionado con la intensidad del daño. Los citricultores del sur de California normalmente creen que haciendo más lento el proceso de calentamiento después de una noche de congelación se puede reducir el daño por helada. De hecho, los fruticultores justifican la puesta en marcha de ventiladores durante más tiempo por la mañana después de una noche de congelación para hacer más lento el proceso de deshielo. Yoshida y Sakai (1968) sugirieron que el ritmo de deshielo hace más lenta la rehidratación de las células de las plantas que han experimentado congelación extracelular y se reduce el daño debido a un rápido deshielo. En coincidencia, los agricultores de Mendoza sostienen, quizá con acierto, que el daño mayor se produce cuando luego de las heladas, clásicas de noches secas y totalmente despejadas, sobreviene un sol radiante que rápidamente eleva la temperatura.

CLASIFICACIÓN DE LAS HELADAS

Según su génesis:

Heladas advectivas o de advección: son las más dañinas. Son producidas por una masa de aire frío tan grande en superficie como en altura, desde la superficie hasta niveles medio de la atmósfera, que hace prácticamente imposible contrarrestar sus efectos adversos en los cultivos, pues la inestabilidad atmosférica existente impide la generación de una inversión térmica en los niveles inferiores, resultando muchas veces imposible modificar artificialmente el comportamiento térmico. Se producen principalmente en invierno y con menor frecuencia en primavera y otoño. Se originan por una invasión de una masa de aire frío, con una temperatura inferior al punto de congelación. Suelen afectar a amplias zonas y por sus características los métodos de lucha contra este tipo de helada acostumbran a ser ineficaces. En Mendoza son más frecuentes estos fenómenos en las propiedades más cercanas a la cordillera, por ejemplo en el Valle de la Carrera.

Heladas radiativas o de radiación: ocurren cuando hay un enfriamiento intenso de la superficie del suelo, por pérdida de energía durante las noches. Este tipo de heladas se da en noches de cielo despejado, sin viento o muy leve (0 a 7 km/h) y cuando la masa de aire que predomina en una determinada región es muy estable. Esta situación se puede detectar por la existencia de una marcada inversión térmica por subsidencia en los niveles inferiores de la atmósfera. Bajo tales condiciones, el descenso de la temperatura se produce por una constante pérdida de calor que parte desde la misma superficie terrestre. Durante el día, la temperatura en la superficie se mantiene sobre la de congelamiento; durante la noche, la pérdida de energía de la superficie por emisión de radiación de onda larga se acentúa, provocando una caída rápida de la temperatura del aire próximo a la superficie del suelo. Estas heladas se producen preferentemente en invierno, principios de primavera y finales de otoño. Este tipo de heladas es factible de combatir, por cuanto la sola existencia de una inversión térmica por subsidencia, indica que a muy baja altura existe aire más cálido y por lo tanto, basta con iniciar un calentamiento desde la superficie, para que se inicie un proceso convectivo en los niveles inferiores de la atmósfera que, conjuntamente con el aporte de calor al medio ambiente, haga también rotar el aire cálido existente en los niveles inmediatamente superiores y evite que el enfriamiento superficial prosiga.

Helada de evaporación: a veces la literatura cita este tipo de heladas que se produce al evaporarse el agua depositada sobre las plantas, con el consiguiente enfriamiento al ser absorbido del aire el calor latente necesario para la evaporación. Si después de una precipitación desciende la humedad relativa del aire, lo que es frecuente después

del paso de un frente frío, el agua que recubre los vegetales se evapora rápidamente. La intensidad de estas heladas depende de la cantidad de agua que se evapora, de la temperatura del aire y de la humedad relativa. No se presentan en Mendoza.

Heladas mixtas: más que un tipo de heladas, las denominadas heladas mixtas corresponden a una etapa de transición entre la invasión de aire muy frío e inestable y el restablecimiento de las altas presiones que conduce a la subsiguiente estabilidad de la masa en cuestión. De acuerdo a lo anterior, se puede aducir que la etapa inicial de una helada mixta se produce cuando en una determinada región, después de haber sido invadida por una masa de aire muy frío, se despeja el cielo y permite un enfriamiento adicional (presencia de masa fría + pérdida de calor por radiación desde la superficie terrestre), comenzando recién a generarse una inversión térmica por subsidencia, que por muy débil, no permite que la helada sea combatida con efectividad. En la medida que pasa el tiempo, la masa de aire comienza a modificar sus características iniciales, tornándose cada vez menos fría, mientras que por otra parte, la inversión térmica subsiste cada vez más, dando lugar a la posibilidad de iniciar un control más efectivo.

BREVE REFERENCIA A LA DEFENSA CONTRA LAS HELADAS

Sin ser el objetivo del presente capítulo tratar sobre los sistemas de defensa contra heladas, resulta aclaratorio citar algunas referencias sobre la realidad de la provincia y hacer algunas recomendaciones al respecto. Las heladas representan el mayor riesgo climático, representando probabilísticamente una merma de cosecha entre el 20 y el 35% según la zona (Tacchini et al 2013). La mayor parte de los daños suelen ocurrir en setiembre, y generalmente en la primera quincena donde las yemas se encuentran en el estado 2 de la escala de Baggiolini. En este estado si bien se observan daños porcentuales elevados, las flores no dañadas aún tienen posibilidad de compensar con su cuaje las pérdidas sufridas. Más grave es la presencia de heladas en el momento de cuaje hacia fines de setiembre o primeros días de octubre, donde la sensibilidad es máxima y ya no hay forma de compensación.

Las probabilidades de heladas son mayores en la zona de Valle de Uco, aunque las diferencias producidas por las elevaciones orográficas características de la zona pedemontana, hacen muy variables los efectos de los frentes fríos. En la parte alta de Tupungato por ejemplo, la mayor pendiente hace a las fincas de la zona más seguras que aquellas del Valle de Tunuyán, donde el estancamiento del aire frío se marca fuertemente.

En la Figura 8 se muestran ejemplos registrados de descensos de temperaturas en una misma noche en diversas localidades de Mendoza. El autor, luego de años de experiencias en la defensa contra heladas, y a sabiendas de que la temperatura de daño sobreviene luego de menos dos grados centígrados, recomienda que aquellos agricultores que realicen defensa contra heladas, lleven, durante las noches con probabilidades, registros horarios y proyecten los descensos de temperatura en forma semejante a los de la figura. El encendido de los calefactores se realiza en función del descenso, decisión que obviamente necesita de la experiencia previa con el sistema de defensa, para conocer el tiempo necesario para detener la caída de temperatura. En el caso de la figura, la proyección indica que hacia las 7:00 es esperable una temperatura de daño, por lo que se recomienda el encendido de los calefactores en las propiedades de Vistalba y Giagnoni; no, en cambio, en Coquimbito y Chacras de Coria, donde el descenso fue más paulatino.

→ ver gráfico en la próxima página

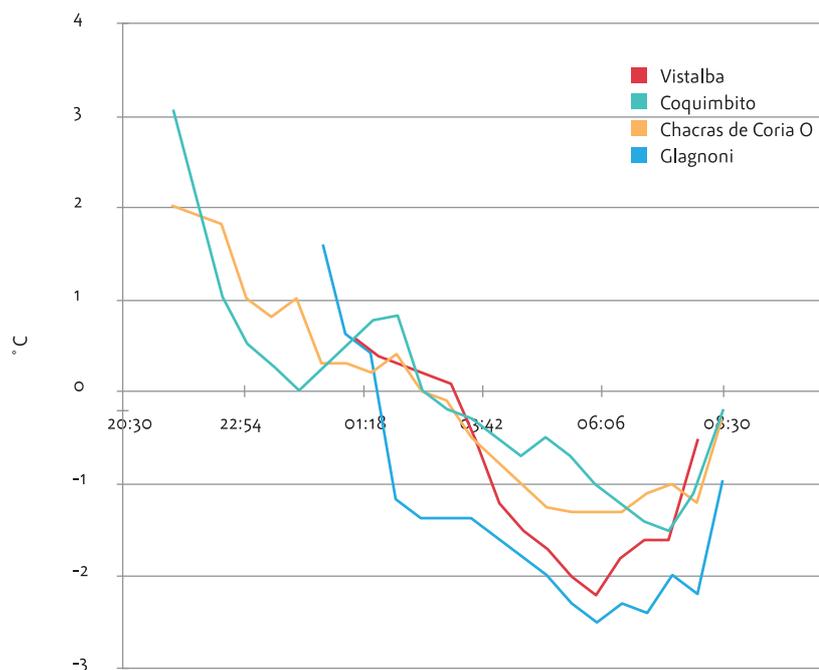


Figura 8: Ejemplo de descensos nocturnos de temperaturas en una noche de helada en diversas propiedades de Mendoza, 05 septiembre.

DAÑO DE HELADA EN FLORACIÓN-CUAJE

Los daños por helada no siempre se manifiestan exteriormente en los pétalos o las estructuras externas de las flores. Muchas veces, luego de las heladas, debe inspeccionarse los estigmas y estambres de las flores para apreciar el daño. Como se muestra en la fotografía 4, debe realizarse el corte de las flores.

DAÑO EN YEMAS DE CEREZO

El daño por helada puede afectar a toda la planta y provocar incluso la muerte cuando el frío supera la temperatura crítica (en cerezo es -25°C), temperatura de la que no se registran antecedentes en la actual zona de cultivo de Mendoza.

En los oasis mendocinos, generalmente, los daños encontrados suceden en las estructuras florales. Si bien se citan posibles daños durante el otoño con las heladas tempranas y aún invernales en yema dormida, las pérdidas de cosecha están asociadas a los daños provocados por las heladas tardías ocurridas entre el 20 de agosto y hasta los primeros días de noviembre.

La resistencia de las estructuras florales del cerezo se muestran en la Tabla 17, donde puede observarse que la sensibilidad de los órganos aumenta hasta el momento de fruto recién cuajado, donde la resistencia es mínima, de tan solo $-1,1^{\circ}\text{C}$.

Dentro de la estructura floral, la sensibilidad también es diversa. El autor ha encontrado que la máxima sensibilidad es la de los pistilos, luego siguen las anteras y, posteriormente, pétalos y sépalos. Por ello, los agricultores deben aprender a observar las estructuras y su daño. Tanto en yema hinchada como en flor apenas abierta, donde la resistencia en teoría es mayor que la de flor abierta, una vez ocurrido el fenómeno climático deben buscarse daños dentro de las yemas realizando cortes transversales, como los mostrados en la fotografías 3. Al corte, cuando se ha producido daño en los estigmas, se observan puntos marrones o negros que responden a los estilos o estigmas acorde a la altura del corte. Pueden presentarse en todas las flores de la yema o en algunas. Si hay daño en anteras, éstas presentan un tono amarronado en lugar del amarillo típico. Cuando la flor está abierta, la presencia de daños en pétalos o sépalos, está relacionada a un importante daño en la estructura reproductora.

Fotografía 3: Daño de helada en estructuras florales, observadas 24 horas luego de la contingencia.

a) Puntos negros de los pistilos observados al corte de la yema floral (3 flores). Necrosis en estambres y polen.

b) Corte longitudinal de yema floral, pistilo totalmente ennegrecido.

c) Daño en pétalos.

d) Pistilo dañado, polen sin daño.

e) Pistilo sin daño, polen deshidratado, con daño.

f) Estructuras florales sin daño.



Tabla 18: Temperaturas críticas y que producen daño por frío (°C).

(Washington (wsu) and Michigan (msue) Extension Bulletins. Sweet Cherries - wsu EB1128, Tart Cherries - msu Research. Rpt. 220. Portions of these bulletins are posted at Greg Lang's Fruit Bud Hardiness Page at the msu Horticulture Department).

Fuente: <http://cherries.msu.edu/critical-temp.htm>

Fuente	Inicio Floración	Floración	Fruto recién formado
1	-2.4	-2.1	-1.0
2	-4.5	-2.0	-1.0
3	-4.0	-2.0	-1.0
4	-3.9	-2.2	-1.6
5	-3.0	-2.0	-1.0

→ ver tabla en la próxima página



	Yema cerrada turgente	Lado verde	Primer verde	Racimo ajustado	Racimo abierto	Primer blanco	Primera flor	Floración completa	Fruto cuajado
Temperatura crítica	-5	-5	-3,9	-2,2	-2,2	-1,7	-1,7	-1,7	-1,1
10 % mortandad	-8,3	-5,6	-3,9	-2,3	-2,8	-2,8	-2,2	-2,2	-2,2
90 % mortandad	-15	-12,8	-10	-8,3	-6,1	-4,4	-3,9	-3,9	-3,9

CONSIDERACIONES FINALES

Las condiciones agroclimáticas para el cultivo de cerezo en Mendoza pueden considerarse limítrofes para las condiciones promedio de las variedades de cerezo, tanto por su aporte de unidades de frío como, y sobre todo, por las primaveras inestables. Cuando se compara con otras regiones consideradas adecuadas por su alta producción y constancia, se destaca la inestabilidad primaveral, con excesivos avances de frentes fríos alternados con períodos cálidos, que más que afectar por cierta frecuencia de heladas tardías, común en tantas zonas productoras, generan durante la floración períodos fríos que dificultan el cuajado de los frutos. En consecuencia, una de las pocas herramientas que existen para enfrentar este problema, es la utilización de variedades autocompatibles o un diagrama de cultivo con alta proporción de polinizadoras y adecuada sincronización de producción de polen, que permitan aprovechar las ventanas temporales de buen tiempo primaveral.

Más allá de las ventajas o desventajas climáticas analizadas en el presente capítulo, está demostrado que existen variedades que se adaptan perfectamente a las condiciones de Mendoza, como Van, Lapins, New Star, Brooks, etc. y que, por lo tanto, la producción de cereza es técnicamente viable. También queda claro que hay variedades que no producen adecuadamente y sobre cuyo cultivo se ha insistido, como por ejemplo la variedad Bing, siendo en parte responsable del desaliento de la actividad en la provincia. Como todo fenómeno con interacción biológica, efectos y causas aún no están del todo dilucidados y, en consecuencia, muchas de las elecciones deben realizarse en función de la experiencia local, que ya es mucha, y que permite la selección de variedades que hoy se adaptan a las condiciones mendocinas.

Se deberá establecer con mayor precisión mediante trabajos adicionales cuáles son los parámetros agro climáticos que desestabilizan las producciones de ciertas variedades, con el fin de ensayar manejos que las hagan viables. Mientras tanto, la realidad impone la selección e impulsa reformas varietales que los productores deberán realizar para adaptarse a una agroclimatología complicada pero aceptable, que como gran virtud, permite la producción de primicia, la más apreciada en el mundo para la contra estación del hemisferio norte.

LECTURA ADICIONAL

- ALBURQUERQUE, N., F. GARCIA-MONTIEL, ET AL.** (2008). Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Environmental and Experimental Botany* 64: 162-170.
- ARNOLD, C.Y.** (1959). The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. *Prod. Am. Soc. Hort. Sci.* 74: 430-445.
- ALLAN P., RUFUS G., LINSLEY STOKES G., MATHEE G.,** 1993. Winter chill models in a mild subtropical area and effects of constant 6°C chilling on peach budbreak. *Acta Hort.* 409:9-17.
- ANDERSON, J.L., E.A. RICHARDSON, G.L. ASHCROFT, R.E. GRIFFIN, G. HANSON AND J. ALFARO.** 1973. Color by cooling. *Utah Sci. Agric. Exp. St.* 34:107.
- ANSTEY, T.H.** (1966) Prediction of full bloom date for apple, pea, cherry, peach and apricot.

Tabla 17: Temperaturas críticas para el cerezo. Fuente: 1 Ecal (1962). 2 Perraudin (1964), 3 Elías (1963), 4 Saunier (1960), 5 De Vilelle, 1988. Tomado de Hernández, 1995.

cot from air temperature data. Proc. Amer. Soc. hort.

CANNEL. 1989. Chilling, thermal time and the date of flowering trees. Manipulation of fruiting, London. 99-

DAUBENMIRE, R.F. (1974). Plant and Environment. A text-book of autoecology. John Wiley and Sons, New York, USA: 424

EREZ, A. 2000. Bud dormancy: Phenomenon, problems, and solutions in the tropics and subtropics. In:

EREZ, A. (Ed.) Temperate Fruit Crops in Warm Climates. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht

EREZ, A.; COUVILLON G.A., Characterization of the influence of moderate temperatures on rest completion in peach. J.Am. Soc. Hort. Sci. 112:677-680.

EREZ, A., FISHMAN, Z, COUVILLON G.A. 1988. Evaluation of winter climate for breaking bud rest using the dynamic model. Acta Hort. 232:76-89

EREZ, A. FISHMAN S., LINSLEY NOAKES G.C.; ALLAN P. The dynamic model for rest completion in peach buds. Acta Hort 276:165-173.

FISHMAN, S., EREZ A., COUVILLON G.A. 1987. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: Two step model involving co-operation transition. J. Theor. Bio. 124: 437-483.

FISHMAN, S., EREZ, A., AND COUVILLON G.A., (1987a) The temperature dependence of dormancy breaking in plants: Two-step model involving a co-operation transition. J. Theor. Bio. 124: 437-483.

FISHMAN, S., EREZ A., AND COUVILLON G.A. (1987b) The temperature dependence of dormancy breaking in plants: Computer simulation of processes studied under controlled temperatures. J.Theor. Bio. 126: 309-321.

Glozer K. Rest breaking alternatives for sweet cherries and update on Chill accumulation. Dept. of Plant Sciences. U C Davis.

HERNÁNDEZ. L. M. 1995. Daños por helada en plantaciones frutales en floración. Bol. San. Veg. Plagas, 21: 377-394, 1995.

JARVIS - SHEAN, K. 2009. Fruit & Nut Crop Chill Portions Requirements. Chill Portions Requirements, Calculated using the Dynamic Model. Dept. of Plant Sciences, uc Davis <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/files/89983.pdf>

LANG G.A., EARLY, J.D., MARTIN G.C. Y DARNELLI R.L. 1987. Endo-, para- y ecodormancy: Physiological terminology and classification for dormancy research. Hortscience, vol. 22(3):371-377.

LEVITT, J. 1980. Responses of plant to environmental stresses. London: Academic Press. 297 p.

LINSLEY – NOAKES, G.C., LOW, M., ALLAN, P., 1995. Estimating daily positive Utah Chill units from maximum and minimum temperature. J. S. Afr. Soc. Hort. Sci. 5(1), 19-24.

LINKOSALO, T. 2000. Mutual regularity of spring phenology of some boreal tree species: Predicting with other species and phonological models. Can. J. For. Res. 30, 667-673

LUEDELING E.; BROWN, P. H. 2011. A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. Int J Biometeorol 55:411–421 (2011)

MAHMOOD K., CAREW J.G., HADLEY P., BATTEY N.H. 2000. Chill unit model for the sweet cherry cvs. Stella, Sunburst and Summit. Journal of horticultural science and Biotechnology. Vol 75 (5) 602-606.

PODESTÁ, L.; RODRIGUEZ, M.E., GIL, F. Y ARJONA, C. 2001. Efecto del ácido giberélico y del calcio sobre el tamaño, agrietamiento y otros parámetros de calidad en frutos de cerezo. Invest. Agr. : Prod. Veg. Vol. 16 (1), 2001.

RICHARDSON, E.A., ANDERSON J.L., CAMPBELL R.H. 1986. The omnidata biophenometer: a chill unit and growing degree hour accumulator. Acta Hort. 184: 90-95

SANTIBAÑEZ, E., URIBE, J. 2001. Climatología agrícola p.117-138 en Agenda del Salitre. Sociedad Química y Minera de Chile S.A. Santiago 2001.

SOUTHWICK S., KHAN Z.; GLOZER K. Evaluation of chill models from historical rest-breaking spray experiments. on «Bing» Sweet Cherry. <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/files/67017.pdf> Ing. 04/02/2013.

TACCHINI J. Y TACCHINI F. 2012. Producción de cerezo en Mendoza: viabilidad técnico-económica, basada en un modelo de simulación. Rev. FCA UNCUYO 2012. 44(2): 241-253.

TERSOGLIO, E.; NARANJO, G.; RIVERO, L.; QUIROGA, M. 2006. Requerimiento de frío invernal y de calor en variedades de cerezo. ITEA (2006), Vol.102 (3), 251-259.

WEINBERGER J.H. 1950. Chilling requirement of peach varieties. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 56. 122:128.

ZALOM, F.G., GOODELL, P.B., WILSON, W.W., BENTLEY, W.J. 1983. Degree days: The calculation and the use of heat units in pest management. Leaflet n 21373. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, Davis.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES, MANEJO Y PRINCIPIOS DE LA FERTILIZACIÓN | 7

ING. AGR. ESTELA ZAINA. Productora de cerezas.
ING. AGR. NOELIA PASQUALE. Consultor independiente.

INTRODUCCIÓN

La nutrición mineral es el conjunto de procesos a través de los cuales se produce la remoción de los elementos del suelo, su transporte y redistribución dentro de la planta a órganos donde son funcionales para mantener un medio adecuado para el metabolismo.

Como labor cultural, la fertilización constituye una de las prácticas más eficientes para asegurar a la planta la posibilidad de expresar su potencial genético al producir frutos abundantes y de excelente calidad. Su finalidad es poner a disposición las cantidades adecuadas de aquellos elementos esenciales para que las plantas puedan realizar sus funciones vitales (fisiológicas).

Desde el punto de vista de la fruticultura, un suelo es fértil cuando brinda a las plantas los nutrientes necesarios en calidad y cantidad para su crecimiento, no tiene capas compactas en el perfil, es profundo, los niveles de salinidad son bajos y no está anegado o erosionado. Esto significa que el medio, además de ser rico, debe ofrecer una relación agua-aire adecuada para facilitar la penetración y el desarrollo del sistema radical, que es la vía de acceso a una buena nutrición natural o exógena (hay casos de suelos que solamente tienen fertilidad física y no química, o viceversa).

CLASIFICACIÓN DE LOS NUTRIENTES DENTRO DE LA PLANTA

Existen elementos esenciales en la composición de los tejidos vegetales, sin los cuales las plantas no podrían crecer ni desarrollarse. El carácter de esencial está dado por las siguientes particularidades:

- Su carencia detiene el crecimiento vegetativo y reproductivo de la planta.
- Tienen acción específica en determinadas funciones.
- No pueden ser reemplazados por otros elementos.
- Actúan dentro de la planta nutriéndola y generando un proceso de resistencia a condiciones desfavorables del medio.
- Son imprescindibles para el crecimiento y desarrollo de la planta.

A su vez, pueden clasificarse teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1 Según la proporción que representan en el peso seco del vegetal:

- Macronutrientes: Carbono (c), hidrógeno (H), Oxígeno (o), Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Azufre (S), Magnesio (Mg).
- Micronutrientes: Hierro (Fe), Cobre (Cu), Cinc (Zn), Boro (B), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Selenio (Se).

Los macronutrientes son usados en grandes cantidades y su cuantificación dentro de la planta se expresa en g/g de materia seca. Los micronutrientes se utilizan en pequeñas cantidades y su expresión está dada en mg/kg de materia seca (ppm). La carencia de cada uno de ellos produce síntomas diferentes y consecuencias distintas sobre el potencial productivo de la planta.

2 Según la movilidad:

- Móviles: son los que una vez incorporados a la planta por algún órgano, se pueden movilizar a otro que los necesite. Son de fácil redistribución. Ej: N, P, K, Mg, S.
- Inmóviles: no se redistribuyen con facilidad dentro de la planta, como Fe, Ca, B, Zn.

3 Según su función:

- Elementos formadores de materia orgánica y de partes vegetales en mayor proporción (Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Azufre).
- Elementos activadores de enzimas, como Potasio, Calcio, Magnesio, Manganeso, Sodio y Cloro.
- Elementos formadores y activadores de procesos metabólicos tales como Fósforo, Boro, Hierro, Cobre, Molibdeno y Zinc.

FUNCIÓN E IMPORTANCIA DE CADA NUTRIENTE

Para iniciarnos en este tema, debemos considerar que la mayor demanda de minerales se concentra en la primavera cuando se inicia la actividad y crecimiento de

nuevas raíces, que son las más activas en el proceso de absorción. Estudios de Rodríguez (1974) y de Smith (1988) muestran que en esta época hay especies, entre las que se encuentra el cerezo, que absorben el 60 % de N, y el 50 % de P, K y Ca. En otras especies, el 65 % de la acumulación de reservas anuales en hojas se produce en las 10 primeras semanas desde el inicio de la actividad.

Nitrógeno

El N se encuentra en el suelo como nitrato (NO_3^-), amoníaco (NH_3), amonio (NH_4^+); también existe como nitrógeno (N_2) como proteínas (en la materia orgánica) o como urea. Las plantas absorben cualquiera de los iones nitrogenados, pero principalmente el NO_3^- , por lo que resulta de suma importancia el nivel de aireación u oxigenación del suelo, lo que permite la transformación de las distintas fuentes nitrogenadas a este ión.

Niveles adecuados de nitrógeno en planta incrementan el tamaño de las hojas y el índice de fotosíntesis temprano, dando lugar a una mejora de la iniciación de yemas florales.

Su deficiencia provoca crecimiento lento, hojas pobremente desarrolladas, escasas y cloróticas; defoliación prematura, floración precoz y abundante, pero con un porcentaje bajo de fructificación; frutos pequeños y coloreados, de maduración prematura y caída precoz.

El exceso de este elemento sensibiliza los árboles al ataque de enfermedades y plagas, disminuye la fertilidad de las yemas (al aumentar la sombra por mayor crecimiento vegetativo), afecta al cuaje y calidad de los frutos.

Fósforo

El fósforo interviene en todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta (ADP; ATP) y es un componente vital de las sustancias que forman los genes y los cromosomas.

De lo anteriormente citado, se desprende su importante papel en el desarrollo radical, en la floración y en el cuajado de los frutos.

Potasio

Está relacionado con la regulación de la transpiración (actúa en el mecanismo de apertura y cierre estomático) y el transporte de carbohidratos. Según Fisher et al (1959), el crecimiento del fruto por expansión celular (etapa III) se ve seriamente afectado por una deficiencia de potasio.

A diferencia del calcio, el magnesio, el nitrógeno y el fósforo, el potasio se acumula en grandes cantidades en los frutos.

La carencia de este elemento se manifiesta inicialmente con un brillo metálico en las hojas. Luego, evoluciona a un moteado clorótico y, en caso de que la deficiencia continúe, a un enrollamiento de los bordes de las hojas, de afuera hacia adentro, culminando en un necrosamiento que aparece tanto en los bordes como en las puntas. Los frutos se vuelven inconsistentes y pierden la capacidad de tolerar bajas temperaturas. A su vez, cuando la deficiencia es severa (<1 % en hojas) el crecimiento de los brotes puede verse también afectado.

Calcio

Es, quizás, uno de los elementos nutricionales más importante en la determinación de la calidad de los frutos en lo referente a conservación, ya que actúa en el mantenimiento de la integridad celular. Además, interviene en la regulación del pH celular y mantiene baja la tasa de producción de etileno y de respiración, retrasando, de esta manera, el proceso de maduración y envejecimiento de la fruta.

Es muy poco móvil y su deficiencia produce muerte de los puntos apicales en crecimiento, exceso de brotes laterales y clorosis marginal de hojas jóvenes.

Magnesio

Este elemento juega un rol muy importante en la fotosíntesis porque forma parte de la molécula de clorofila. Su deficiencia en hojas produce rigidez y clorosis internerval, comenzando siempre por las hojas adultas (ya que es móvil). Puede haber pigmentación antociánica y necrosis.

Es antagonista con el calcio; su exceso reduce la concentración de este último, manifestándose los problemas típicos de deficiencia de Ca.

Boro

Juega un rol importante en el transporte de hidratos de carbono y en el crecimiento del tubo polínico en el momento del cuaje. Se le atribuye, además, una fuerte influencia entre los períodos de formación de yemas florales y el momento de cosecha (Hanson et al., 1985). En la mayoría de las plantas, los requerimientos de boro para el desarrollo reproductivo son mucho más altos que para el vegetativo.

A su vez, incrementa la elasticidad de las membranas y paredes celulares previniendo la ruptura de los tejidos y reduciendo el porcentaje de cracking en un 25 - 50 % si se aplica 15 a 30 días antes de cosecha (Andris, 2003).

Su deficiencia produce necrosis meristemática, disminución del cuaje, menor fijación y desarrollo de frutos y disminución de las cosechas, tal como ocurre con tantos otros factores.

Zinc

En la planta cumple funciones de activación de enzimas y está muy relacionado con los procesos de crecimiento y cuaje de frutos.

Su deficiencia hace que las hojas nuevas sean pequeñas y los entrenudos de los brotes cortos, tomando la clásica forma de roseta. En casos de deficiencias graves, hay caída de hojas terminales.

MANEJO DE LOS DISTINTOS NUTRIENTES EN EL PLAN DE FERTILIZACIÓN

Para comenzar en este tema, se debe recordar que las necesidades nutricionales, tanto en tipo de elemento requerido como en sus cantidades, varían de acuerdo con la edad de la planta. Durante las primeras etapas, el desarrollo vegetativo tiene mayor importancia que el de fructificación o producción de frutos, mientras que posteriormente, esta relación se iguala o invierte.

En una descripción general sobre el ciclo productivo de frutales perennes, se establecen los siguientes períodos:

- Juvenil, correspondiente a los primeros 18 -24 meses de vida de la planta.
- Crecimiento, caracterizado por el inicio de producción de frutos y un acentuado crecimiento de la planta.
- Plena producción, que se caracteriza por una etapa creciente de floración y fructificación.
- Período de producción, en el cual la planta mantiene los rendimientos del período anterior, pero con propensión a disminuirlos paulatinamente al pasar los años.

La duración de cada una de estas etapas depende del sistema de conducción adoptado y del manejo del monte.

En líneas generales, durante los procesos de crecimiento vegetativo (a y b), el nitrógeno (N) constituye el nutriente más importante, mientras que el fósforo (P) y el potasio (K) participan en los procesos de floración y fructificación. Es aconsejable abonar durante el período de formación con NPK en forma equilibrada y, a partir de la entrada en fructificación, aumentar la dosis de fósforo y potasio, y reducir nitrógeno.

El nitrógeno

El N sólo puede ser tomado por el árbol después de iniciada la brotación. Por esta razón, todos los procesos tempranos en los que está involucrado dependerán de las reservas que están en forma de proteínas dentro de la planta (la velocidad de la hidrólisis de tales proteínas dependerá de la temperatura de primavera).

El cerezo corresponde a aquellas especies donde las reservas invernales son muy importantes, debido al poco tiempo que transcurre de floración a cosecha. Se ha establecido que las necesidades cruciales para la floración son cuantitativamente modestas, y pueden ser cubiertas mayoritariamente por las reservas del árbol (ciclo interno del nitrógeno). Aún así, mientras más frío esté el suelo en primavera (menos de 15°C), menor será la absorción de nutrientes y más dependerá del uso de las mismas.

La fertilización de primavera influye principalmente en el crecimiento de brotes y en la composición de la fruta. A partir de la fase floración-cuaje, las necesidades crecen regularmente con y para el desarrollo de brotes y frutos. Cuando el crecimiento de brotes se detiene, las necesidades se estacionan y bajan después de la cosecha. De hecho, según Righetti (1993), no se verifica absorción de N vía raíz en este momento. Al final de la estación vegetativa, las necesidades de nitrógeno, almacenadas bajo forma orgánica en los órganos de reserva del árbol (raíz, tronco, ramas), deben ser satisfechas por las razones expresadas en el primer punto. La reconstitución del almacén de reservas del árbol se realiza, entonces, desde que las hojas están bien desarrolladas. No obstante, es a partir de la parada vegetativa y, sobre todo en la post cosecha, cuando el nitrógeno que continúa absorbiéndose se acumula en el árbol bajo forma de reservas. Las reservas se constituyen en todas las partes del árbol, pero mayoritariamente en las raíces, ya sea por absorción directa o indirectamente gracias al retorno del 40 - 60 % del nitrógeno orgánico contenido en las hojas al momento de su caída.

Es importante asegurar una buena alimentación nitrogenada del árbol en post-cosecha. Se estima que, aproximadamente, se debe aportar un 15-20 % de las necesidades totales entre mediados de febrero y mediados de marzo. Si se abona más tarde, se corre el riesgo que el nitrógeno no sea totalmente absorbido.

Como resumen se puede concluir:

Existen tres periodos críticos:

- Floración.
- Crecimiento activo de brotes y frutos.
- Parada vegetativa (cosecha)-caída hojas (post-cosecha).

Las necesidades cuantitativas de nitrógeno son diferentes para cada período:

- 20 % desde movimiento de yemas a floración (reservas)
- 60 % desde cuajado de fruto a parada crecimiento brotes y frutos.
- 20 % desde parada crecimiento (brotes y frutos) a caída de hoja.

*NOTA: Tener en cuenta la relación con el vigor de la combinación variedad-portainjerto para definir los momentos óptimos de fertilización:

- Combinaciones injerto-porta injerto vigorosas: 100% en primavera.
- Combinaciones injerto-porta injerto débiles: $\frac{1}{3}$ en post cosecha; $\frac{2}{3}$ en primavera.

Fuentes de nitrógeno

Para cubrir los requerimientos se pueden utilizar fuentes orgánicas (tener en cuenta velocidad de mineralización y disponibilidad) e inorgánicas como urea (46 % de N), NH_4SO_4 (21 % de N), fosfato diamónico (18 % de N), fosfato monoamónico (10 % de N), $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (15 % de N), KNO_3 (13 % de N). Ver tabla 1.

La fuente más adecuada deberá evaluarse en base al tipo de suelo, agua y manejo de riego. Los fertilizantes amoniacales deben ser incorporados al suelo con rastra o mediante el agua de riego; los que contienen nitratos pueden ser aplicados sobre la superficie húmeda del suelo ya que tienen alta solubilidad y una forma no volatilizable de N.

Fertilizante	Fórmula	N	P	K	Ca
Nitrato de potasio	KNO_3	14	0	14	0
Sulfato de amonio	$(NH_4)_2SO_4$	21	0	0	0
Sulfonitrato de amonio	$NH_4NO_3 \cdot (NH_4)_2SO_4$	30	0	0	0
Nitrato de calcio	$Ca(NO_3)_2$	13	0	0	46
Urea	$CO(NH_2)_2$	46	0	0	0
Nitrato de amonio	NO_3NH_4	34	0	0	0

Tabla 1: fuentes inorgánicas de N y sus concentraciones porcentuales de elementos.

El fósforo

Tal como acontece con el N, el rol de las reservas es fundamental en el reparto inicial de P en primavera, por lo que son importantes las aplicaciones otoñales (2° pico de crecimiento radical) antes de la caída de hojas.

En el suelo existe el fósforo adsorbido en la superficie de las partículas, que es intercambiable con el de la solución, y el fósforo no intercambiable en el interior de las partículas de arcilla. Cuando se agrega el fertilizante fosforado aumenta el fósforo adsorbido y luego el fijo, pero también aumenta algo el fósforo en la solución, lo que es mayor cada vez que se fertiliza nuevamente (Barrow, 1983³. Citado por Gil Salaya, 2000).

El P es absorbido por la planta principalmente como ion ortofosfato primario (H_2PO_4), pero también se absorbe como ion fosfato secundario (HPO_4); la absorción de esta última forma se incrementa a medida que se sube el pH.

Como se ha descrito en el párrafo anterior, la movilidad del P en el suelo es escasa, por lo que su absorción es también dependiente de un buen desarrollo radical (Gil Salaya, 2000). En la mayoría de las plantaciones establecidas, resulta más eficiente manejar el desarrollo radical que recurrir a la fertilización; sólo si la concentración foliar es inferior al rango óptimo recomendado (ver curvas, figura 3) y el suelo es pobre en fósforo para el sistema de riego elegido (ver tabla 2) se deberá fertilizar.

Aportes según tipo de riego

Montes con riego gravitacional

Es clave el momento y el modo de aplicación. En plantaciones tradicionales, el P se aplica antes de la brotación o luego de la cosecha. Ambos periodos son igualmente efectivos. No se justifica dividir la aplicación, ya que por tratarse de un elemento inmóvil en el suelo, es muy poca la variación de disponibilidad en un corto período. Será necesaria una aplicación mecánica a 10 cm de profundidad en función de las necesidades anuales de la planta y la riqueza del suelo.

Montes con riego presurizado

En el caso de fertirriego, la situación es completamente diferente y es racional repartir el fertilizante acorde a la demanda de la planta. El modo de aplicación dependerá de la textura del suelo y del manejo del riego (asociado a la profundidad radical). En montes con riego por aspersión o riegos cortos y periódicos, donde la mayor absorción se produce en los primeros centímetros del bulbo, la aplicación mediante fertirriego resulta eficiente. Caso contrario, si las raíces están a más de 10 cm, es necesaria la incorporación mecánica del P.

Igualmente, la movilidad del P en el bulbo húmedo depende de la textura del suelo. En suelos de textura ligera es posible lograr la penetración del P a una profundidad de 30-40 cm, primero en sentido vertical y luego en sentido lateral. Lo opuesto ocurre en suelos pesados.

Para finalizar, se puede decir que es menos frecuente observar respuestas a la fertilización con P en sistemas de cultivo convencionales donde se riega toda la superficie del suelo. En estas condiciones y en ausencia de limitantes físicas o químicas, la raíz es capaz de explorar un gran volumen de suelo. En cambio, en sistemas con riego por goteo, donde el crecimiento radical se restringe principalmente al espacio ocupado por el bulbo húmedo, el P debe ser parte del programa anual de fertilización.

En todos los casos, más allá de estas generalidades, se recomienda hacer un análisis anual del suelo y verificar los niveles de P, ya que valores óptimos de este elemento en otoño fomentan el desarrollo radical, la absorción de nutrientes, el incremento de reservas minerales y el suministro mineral a partir de las reservas en la temporada siguiente.

Visto desde este ángulo, el concepto más o menos generalizado de que el P no es un elemento importante para los frutales, debería ser erradicado.

Tabla 2: Valores normales de P como elemento, (ppm por método Olsen) en suelo, según la textura y el tipo de riego. Fuente: Marín, 2003.

Textura y tipo de riego	Valores de P (%) como elemento en suelo				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Secano					
Arenoso	0 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 20	>20
Franco	0 - 6	7 - 12	13 - 18	19 - 30	>30
Arcilloso	0 - 8	9 - 16	17 - 24	25 - 40	>40
Riego extensivo					
Arenoso	0 - 6	7 - 12	12 - 18	19 - 30	>30
Franco	0 - 8	9 - 16	17 - 24	25 - 40	>40
Arcilloso	0 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 50	>50
Riego intensivo					
Arenoso	0 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 50	>50
Franco	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 60	>60
Arcilloso	0 - 20	20 - 35	36 - 50	51 - 70	>70

Como fuentes de fertilizantes pueden usarse: superfosfatos, fosfato mono y diamónico, ácido fosfórico, adecuando la elección a cada caso particular (suelo, riego y manejo cultural). Ver tabla 3.

Tabla 3: Fuentes inorgánicas de fósforo y sus concentraciones.

Fertilizante	Abreviatura	N	P	K	Ca
Superfosfato simple	SPS	0	18 - 22	0	12 - 15
Superfosfato triple	SPT	0	44 - 48	0	0
Fosfato monoamónico	MAP	12	61	0	0
Fosfato diamónico	DAP	13	53	0	0
Fosfato granulado		18	46	0	0

El potasio

El nivel de potasio en planta durante la primavera está estrechamente relacionado con las reservas.

En el suelo, el potasio se encuentra disponible en la solución del suelo como catión K^+ , que es así absorbido por las raíces. Esta forma se encuentra en equilibrio con el K intercambiable retenido por las partículas de arcilla.

El K disponible, entonces, guarda una alta relación con la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y con el tipo de suelo (tabla 4): los suelos arcillosos contienen más y fijan más K que los arenosos, por eso, en los primeros se demora más tiempo la aparición de las deficiencias en las plantas y se requiere de altas dosis para reponerlo, mientras que en los arenosos se produce deficiencia con frecuencia, pero es fácilmente corregible con dosis bajas (Silva y Rodríguez 1995).

CIC (meq / 100g)	K (ppm)	Textura de suelo
5	40	Muy arenoso
6 - 10	120	Arenoso
10 - 14	160	Franco
11 - 20	200	Arcilloso
15 - 20	>240	Arcilloso con mica

Tabla 4: Capacidad de intercambio catiónico (CIC), concentración suficiente de K y tipo de suelo. Silva y Rodríguez, 1995.

Por ser un elemento poco móvil la absorción es también dependiente de un buen desarrollo radical y, tal como se mencionó para el fósforo, en muchas oportunidades resulta más eficiente manejar el desarrollo radical que recurrir a la fertilización.

Además, más allá de considerarse el contenido de K en el suelo, debe analizarse la proporción que este elemento guarda con respecto al resto de las bases: Calcio, Magnesio y Sodio. Si bien a nivel internacional se recomiendan niveles cercanos al 5 % del total de las bases, en Cuyo son normales valores cercanos al 2 %, con los cuales los cultivos suelen no manifestar deficiencias.

Elemento	Internacional	Cuyo
Ca	75 - 85%	85%
Mg	10 - 15%	9%
K	5 - 7%	2%
Na	<3%	4%

Tabla 5: Valores normales de Ca, Mg, Na y K disponibles (solución suelo + intercambiables).

Aportes según tipo de riego

Montes con riego gravitacional

En plantaciones tradicionales, el K se aplica en primavera después del cuaje y/o luego de la cosecha para reponer las reservas.

Al igual que en el caso del P, las aplicaciones pueden hacerse de manera concentrada en un solo momento, ya que por tratarse de un elemento poco móvil en el suelo el K^+ quedará retenido en el perfil hasta su consumo. Por esta escasa movilidad, es aconsejable enterrarlo de manera mecánica, localizándolo siempre en la zona cercana a las raíces.

Montes con riego presurizado

En el caso de fertirriego, la situación es completamente diferente y es racional repartir el fertilizante acorde a la demanda de la planta.

Por tratarse de un elemento fuertemente demandado por el fruto, sus requerimientos y distribución serán similares a los planteados para el nitrógeno. La diferencia radica en que el nitrógeno es muy importante en el momento de división celular post cuaje, mientras que el potasio se utiliza a posteriori para el llenado del fruto (expansión celular). Por este motivo, el N se aplica siempre desde el momento del cuaje, mientras que la alta demanda de potasio tiene lugar en el momento de endurecimiento de carozo y, de ahí, hasta el envero (período de llenado del fruto).

Tabla 6: Interpretación de los niveles normales de K, Ca y Mg en suelo, según la CIC (Capacidad de Intercambio catiónico).
Fuente: Martín, 2003

CIC	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Potasio (meq / 100g)					
<10	<0,04	0,04 - 0,08	0,08 - 0,15	0,15 - 0,25	>25
10 - 20	<0,13	0,13 - 0,26	0,26 - 0,45	0,45 - 0,77	>77
>20	<0,19	0,19 - 0,38	0,38 - 0,77	0,77 - 1,28	>1,28
Magnesio (meq / 100g)					
<10	<0,04	0,04 - 0,08	0,08 - 0,20	0,20 - 0,50	>0,50
10 - 20	<0,16	0,16 - 0,33	0,33 - 0,66	0,66 - 1,48	>1,48
>20	<0,25	0,25 - 0,50	0,50 - 1,00	1,00 - 2,50	>2,50
Calcio (meq / 100g)					
<10	<0,50	0,50 - 1,00	1,00 - 2,50	2,50 - 4,00	>4,00
10 - 20	<2,50	2,50 - 5,00	5,00 - 8,00	8,00 - 12,00	>12,00
>20	<5,00	5,00 - 10,00	10,00 - 15,00	15,00 - 20,00	>20,00

Como fuentes fertilizantes pueden usarse: Cloruro de potasio (KCl), Sulfato de potasio (K₂SO₄) o Nitrato de potasio (KNO₃). Ver tabla 7.

Tabla 7: Fuentes inorgánicas de K y sus concentraciones.

Fertilizante	Fórmula	N	P	K	Ca
Cloruro de potasio	KCl	0	0	60 - 62	0
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄	0	0	48 - 52	0
Nitrato de potasio	KNO ₃	13	0	46	0
Nitrato de potasio y magnesio	MgKNO ₃	12	0	42	0

Con respecto a los aportes de K realizados por el agua, estos carecen de importancia, ya que para una lámina de 1.000 mm anuales, y considerando la calidad de agua del Río Mendoza, normalmente se incorporan de 7 a 8 kg/ha (en el mejor de los casos).

Calcio

Los frutos son órganos que generalmente no tienen una buena alimentación cálcica porque su transpiración es escasa, comparada con la de las hojas. El calcio es un elemento netamente inmóvil dentro de la planta. En cerezo, la fijación ocurre en la primera fase de crecimiento del fruto ya que es el único momento en que su transpiración supera a la de los brotes (por ser estos últimos aún pequeños).

En caso de deficiencias, es común realizar la aplicación directamente dirigida a los frutos en sus primeras etapas de desarrollo con cloruro de calcio al 0,3 % o nitrato de calcio al 0,5 %. Las nuevas formulaciones en las cuales este nutriente está asociado a un carrier (ácidos húmicos, fúlvicos, etc.) han demostrado tener movilidad y llegar satisfactoriamente a todos los órganos que lo requieran.

Ensayos realizados en Alto Valle y Mendoza muestran que las aplicaciones de calcio en distintas variedades mejoran el comportamiento post cosecha respecto a pitting y «craqueo» de los frutos, pero disminuyen su diámetro y peso a cosecha (Podestà, 2001).

Magnesio

Si bien no es usual la fertilización con este elemento, en zonas áridas como Cuyo, donde el contenido de Ca en suelo es alto, pueden aparecer deficiencias. Algunos productores locales como Carletti, Guizzo y Tachini han encontrado un mejoramiento en el color verde de la hoja como respuesta a la fertilización con este elemento.

La corrección puede hacerse vía foliar con sulfato de Mg al 1-2 % u otras fórmulas foliares. También puede ajustarse vía fertirriego con fórmulas que lo incluyan, considerando siempre una relación Ca/Mg cercana a 2 en la solución de fertirriego.

* NOTA: con porta injerto МАХМА 14 realizar 2 a 3 aplicaciones a partir de los 30 días de plena floración.

Boro

Es importante iniciar el ciclo con niveles de boro en flor del orden de 50 ppm a 80 ppm para asegurar un alto porcentaje de cuaje. Para esto, se puede incluir en el programa de fertilización dos aplicaciones foliares que coincidan con:

- Botón blanco.
- Plena floración: 50 % flor abierta.

En las pulverizaciones foliares para mejorar cuaje se lo suele asociar con el Ca.

Zinc

El cerezo es una especie sensible a su deficiencia, por lo que muchas veces se recomienda incluir 1 a 2 aplicaciones, vía foliar, en primavera temprana (caída de pétalos) y verano. Existe el concepto de que aplicaciones foliares de otoño son ineficientes (según Boaretto el 92-93 % del zinc aplicado al follaje en otoño cae al suelo con las hojas); sin embargo, los productos con formulaciones de alta performance han demostrado tener cierta movilidad, mejorando los resultados de las aplicaciones otoñales.

COMO PRIMERAS CONCLUSIONES

Al momento de establecer un programa de fertilización en frutales se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Edad de la plantación y nivel de producción: se deben considerar como base los rendimientos promedios existentes en cada zona o lugar en correspondencia con la edad de la plantación, plantear un aumento de la producción y estimar el aumento en el plan de nutrición correspondiente.
- Estado nutricional del cultivo: los análisis de suelo y foliares constituyen una de las técnicas más empleadas para esta evaluación.

Además, no hay que olvidar que la producción del monte no está únicamente relacionada con la nutrición, sino también con otros aspectos igualmente importantes como:

- La absorción de agua: el agua es el solvente y el medio de transporte de los nutrien-

tes en el suelo y en la planta, por lo tanto, será importante asegurar que el estado hídrico del bulbo sea el óptimo antes de pensar en el programa de fertilización. Si el agua no se maneja adecuadamente, nunca se podrá lograr buenos resultados con la fertilización.

· La luz solar: la sombra (25 %-50 % de luz incidente) reduce la fructificación, el tamaño del fruto, el color y los sólidos solubles, y aumenta la caída de frutos pequeños (Flore, 1994, 1996).

· El área foliar: es el factor de mayor responsabilidad en la calidad de las cerezas: en el árbol el crecimiento del fruto y el vegetativo se producen simultáneamente y compiten por los mismos nutrientes. Es frecuente ver en árboles con deficiencias nutricionales, una marcada caída post cuaje correspondiente a la segunda caída que se produce por competencia nutricional entre frutos y brotes en activo crecimiento. Según menciona el ingeniero Gonzalo Gil Zalaya, 2000, en su Tratado de Fruticultura, la mayoría de las cerezas se producen en ramilletes de 4 a 6 frutos y 5 a 7 hojas. Cada uno se desarrolla al mismo tiempo que los brotes terminales, estableciéndose entre ellos una estrecha competencia. El potencial propio de cada ramillete es sólo para 2 o 3 frutos. En caso de ser más, los hidratos de carbono para su alimentación deben proveerlos los brotes o las hojas de otros ramilletes sin fruta (ver capítulo 4, «Necesidades ecofisiológicas del cerezo»). En definitiva, este factor deberá tenerse en cuenta a la hora de pensar en el sistema de conducción, los planes de poda y fertilización.

NUNCA OLVIDAR LA LEY DE LIEBIG

Según la ley de Liebig, llamada «Ley del mínimo», los rendimientos son directamente proporcionales a la cantidad del elemento nutritivo que se encuentra en menor proporción, por lo tanto, será importante, no sólo observar los principales elementos que consume el cultivo, sino el balance completo.

LA IMPORTANCIA DEL FACTOR SUELO: LA MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica es la parte de suelo cuyo origen no es mineral. Se define como el conjunto de componentes orgánicos de origen animal o vegetal, que se encuentra en diferentes estados de descomposición o transformación. Es una porción activa del suelo. Incluso cuando su participación es muy pequeña (0,5 al 5 % en el suelo), es responsable de una adecuada estructura en el suelo, aumenta la porosidad, mejora las relaciones agua-aire y reduce la erosión ocasionada por el agua y el viento.

Gracias a la acción de los microorganismos, se produce una descomposición, que se divide en dos etapas, generando compuestos de distinta naturaleza y con funciones diferentes.

La primera etapa es la humidificación, de donde derivan macromoléculas orgánicas diferentes y más estables que los compuestos de donde provienen; constituyen al humus e incluyen los ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR). Dentro de la planta, se comportan como reguladores de crecimiento, lo que explicaría una actividad similar a la presencia de hormonas. Según Abba (1993), el uso de ácidos húmicos y fúlvicos aumenta la formación de raíces nuevas por un estímulo de la diferenciación celular en los puntos de crecimiento.

La segunda etapa es la mineralización, que produce la liberación de los minerales contenidos, dejándolos a disposición en el suelo para ser nuevamente absorbidos por las plantas.

Según la Sociedad Agropecuaria de Productos Húmicos, en su informe «Sustancias húmicas y su importancia en la Agricultura Sustentable», los principales efectos de estos compuestos son:

Modificación de las propiedades químicas

- Actúan como una reserva de nutrientes para las plantas.
- Movilizan al Fe, Al, Co, Zn, Mg y Mn, a través de la formación de quelatos, transformándolos en asimilables para las plantas.
- Por su carácter coloidal aumentan la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo, incrementando su fertilidad potencial y disminuyendo la pérdida por lixiviación de los nutrientes aplicados en las fertilizaciones.

- Evitan el proceso de «Retrogradación del Fósforo» como consecuencia de la formación de sales solubles de humo-fosfatos. Esto permite reducir dosis de fertilizantes químicos debido a un mayor aprovechamiento del fósforo aplicado.
- Ejercen una acción reductora sobre el hierro, pasándolo de su estado férrico (insoluble) a su estado ferroso (soluble). Este hecho, junto a la formación de quelatos de hierro explica la eficacia de las sustancias húmicas sobre la clorosis férrica.
- Disminuyen la acción de sustancias tóxicas en el suelo provocando su bloqueo.

Modificación de las propiedades físicas

- Favorecen la agregación de las partículas del suelo como consecuencia de la floculación de los minerales de la arcilla, provocando una mejora en la estructura del suelo.
- Aumentan la capacidad de retención de agua debido a su carácter coloidal.
- Tienen a equilibrar el sistema poroso aumentando los mesoporos en suelos arcillosos y los microporos en suelos arenosos.
- Incrementan la absorción de energía radiante al oscurecer el suelo y atenúan las fluctuaciones de temperatura por tener mayor calor específico que la fracción inorgánica.

Modificación de las propiedades fisico-químicas

- Contribuyen a liberar Fe, Co, Mn y otros nutrientes de los minerales del suelo formando con ellos sales solubles (humatos y fulvatos) y dejándolos disponibles para las plantas.
- Actúan como fuente de energía de los procesos microbianos estimulando el crecimiento de las colonias que actúan en la descomposición de restos orgánicos en general.

Modificación de las propiedades bioquímicas

- Elevan la intensidad respiratoria de las raíces, favoreciendo un mayor crecimiento y actividad de las mismas.
- Aumentan la actividad de enzimas sintetizantes como la aldolasa y sacarasa, que generan la acumulación de azúcares (carbohidratos solubles) en los distintos órganos de las plantas. Este efecto es de mucho interés en cultivos como: papa, remolacha, caña de azúcar, batata o camote, frutilla, cítricos, etc.

Modificación de las propiedades fisiológicas

- Favorecen la germinación de las semillas y el crecimiento radicular debido a su acción de tipo auxínico.
- Incrementan la permeabilidad de las membranas celulares favoreciendo así la absorción de N, P y K en los distintos órganos de las plantas.
- Desarrollan una mayor resistencia de las plantas en períodos de sequía gracias al aumento de la presión osmótica causado por la acumulación de azúcares mencionada anteriormente.

En resumen, la presencia de materia orgánica tiene efecto sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y causan una mejora directa sobre las condiciones de la rizósfera.

En el caso de los cerezos, los niveles óptimos de materia orgánica en suelo son del 2,5%. Estos niveles no se encuentran en nuestras zonas de cultivo por lo que se debe incorporar con frecuencia abonos verdes o guanos. En el caso de incorporación de material vegetal fresco, se debe tener en cuenta el agregado de un suplemento nitrogenado de rápida disponibilidad que será usado para la multiplicación de los microorganismos responsables de la descomposición (50 a 80 Kg urea /ha). Es importante conocer que una vez incorporado el abono, se produce inicialmente una fase de inmovilización de N (debido a la multiplicación de los microorganismos) hasta que, una vez concluido el proceso de mineralización, el N queda liberado al medio. La velocidad de este proceso depende de varios factores, entre ellos, humedad, temperatura, etc., pero en promedio y por lo general, se recomienda incorporar el suplemento orgánico (guano, verdeo, etc.), al menos unos 30 días antes del momento de mayor demanda de la planta.

LA FERTILIZACIÓN FOLIAR COMO SUPLEMENTO DE LAS APLICACIONES AL SUELO

La absorción de nutrientes por las raíces puede ser un factor limitante para lograr un adecuado desarrollo y rendimientos rentables. Esto puede suceder, sobre todo, en períodos críticos de desarrollo para la planta como la floración o primera fase de la fructificación, o frente a condiciones ambientales perjudiciales (sequía, temperatura de suelo extremas, etc.). Bajo estas condiciones la fertilización foliar es ventajosa como se plantea a continuación:

· Se suplementa el nutriente requerido directamente a la zona de demanda en las hojas y, además, la absorción por esta vía es más rápida.

Tabla 8: Tiempo medio de absorción de nutrientes por vía foliar.

Nutriente	Tiempo para que se absorba el 50%
Nitrógeno (como urea)	½ - 2 horas
Fósforo	5 - 10 días
Potasio	10 - 24 horas
Calcio	1 - 2 días
Magnesio	2 - 5 horas
Zinc	1 - 2 días
Manganeso	1 - 2 días

· Es independiente de la absorción radicular: durante el momento de llenado del fruto en cultivos de alto rendimiento, se produce una fuerte competencia por los asimilados (producto de la fotosíntesis) entre los distintos sumideros de la planta (brotes, frutos y raíces). En esta etapa, las raíces no se encuentran bien provistas de la energía en forma de carbohidratos (necesaria para la absorción de nutrientes) y la adquisición de nutrientes no es suficiente para satisfacer la demanda. La aplicación foliar, en este caso, suplementa esta necesidad. Además, la absorción de nutrientes por las raíces puede inhibirse por la incidencia de factores externos que reducen su actividad: bajas temperaturas, compactación, falta de oxígeno, sequía, alta salinidad, pH extremos, etc.

· Alta capacidad de fijación de nutrientes por el suelo: en el caso de suelos con extrema capacidad de fijar o precipitar nutrientes, la aplicación foliar puede ser una buena alternativa. Este es el caso de las aplicaciones de micronutrientes en cultivos de zonas áridas o semiáridas, cuyos resultados ya se han comprobado.

· Posibilidad de aplicaciones precisas de nutrientes en el tiempo: en ciertas etapas del cultivo existen requerimientos más altos de nutrientes específicos. La aplicación directa a las hojas es la mejor manera en este tipo de casos. Normalmente, estas etapas de alta demanda ocurren durante el período de floración y polinización. Por ejemplo, es común realizar aplicaciones de Zn y B en el momento de floración y pre cuaje para asegurar un alto nivel de cuaje en el cultivo.

· Por último, no hay que olvidar aquellos elementos que, por tener una movilidad reducida, deben aplicarse directamente al órgano sumidero. Es el caso de las aplicaciones de calcio dirigidas al fruto para mejorar la conservación en post cosecha.

A continuación se presentan los nutrientes que normalmente se aplican por esta vía y su modo de aplicación.

Calcio

Como ya se mencionara anteriormente, la aplicación de este nutriente tiene por objeto evitar la aparición de disturbios fisiológicos en pre y post cosecha relacionados con el tenor de Ca en el fruto y, por ende, con su calidad y conservación. La aplicación

debe realizarse a partir de los 5 días desde el estado de fruto cuajado, a razón de 200 g de Ca/100 l agua en cada aplicación o en la dosis recomendada según producto.

Manganeso

Sólo en caso de deficiencia en los niveles foliares, se debe corregir mediante la aplicación de sulfatos, quelatos u óxidos de manganeso a razón de 150 g Mn/100 l agua. Debe dosificarse en 3 momentos: a caída de pétalos y dos aplicaciones más, distanciadas 10 días cada una. Actualmente, es común utilizar formulaciones mixtas de Zn y Mn (Zn 35 % - Mn 15 %) por tratarse de elementos sinérgicos.

Magnesio

Rara vez este nutriente resulta deficiente. En caso de que el análisis foliar arroje valores bajos, debe corregirse mediante aplicaciones foliares de nitrato, sulfato, óxido u otros productos que lo contengan, a razón de 50 a 300 g Mg/100 l agua. Se debe comenzar en caída de pétalos y repetirse cada dos semanas, unas 3 ó 4 veces.

Este nutriente puede corregirse también vía fertirriego. En este caso, es necesario lograr una relación Ca/Mg=2 en el fertirriego para que su absorción resulte eficiente. Analizando la concentración de estos nutrientes en el agua de riego, podrá determinarse para cada caso si su corrección por esta vía resulta económicamente accesible o es conveniente una corrección foliar. No hay que olvidar tener en cuenta la capacidad de maquinarias de la propiedad, costos operativos en cada caso, etc. antes de tomar una decisión al respecto.

Boro

Su aplicación normalmente se realiza para estimular el crecimiento del tubo polínico y obtener mayores niveles de cuaje. Con este objetivo, las aplicaciones pueden realizarse en el período de floración y/o en la post cosecha.

La aplicación en el período de floración no debería sobrepasar los 35 g B/100 l agua.

Zinc

Son comunes las aplicaciones desde botón rosado, con el mismo objetivo que las de boro (aunque en este caso, el zinc incide sobre la división celular y no sobre la elongación del tubo polínico) en 3 dosis de 20 a 80 g Zn/100 l agua cada una.

Hierro

Para corregir las deficiencias de este elemento se pueden aplicar quelatos o sulfatos de Fe a muy bajas dosis (30 g Fe/100 l agua), ya que dosis excesivas producen toxicidad. Sin embargo, las aplicaciones foliares sólo mejoran temporalmente la situación y deben repetirse cada 2-3 semanas. En el caso que la planta haya manifestado ya los síntomas de deficiencia, la aplicación debe hacerse vía suelo aplicando 1 a 2 Kg/planta de sulfato ferroso, localizado en las raíces a 20-30 cm de profundidad. Además, frente a una deficiencia de hierro, resulta muy importante conocer o estimar las causas que la provocan, ya que es muy común encontrar montes con marcados síntomas, debidos a manejos inadecuados del suelo y el riego. Cuando de estas causas se trata, es común que el análisis de Fe total a nivel foliar no muestre la deficiencia, sino todo lo contrario. Para estos casos debe solicitarse el análisis de hierro activo, en vez de Fe total.

RECOMENDACIONES PARA DISEÑAR EL PLAN DE FERTILIZACIÓN

La fertilización debe participar de un plan integral de manejo del cultivo.

Es importante poder cuantificar las posibilidades de aumento del rendimiento y determinar los factores que lo están limitando, como por ejemplo, salinización, baja eficiencia del riego, presencia de malezas, etc., los que deben ser previamente controlados antes de corregir las deficiencias de fertilidad del suelo.

En cultivos permanentes es indispensables corroborar a través de análisis foliar los elementos que pueden estar bajos o deficientes.

ESTRATEGIAS PARA LA FERTILIZACIÓN

Reposición del total exportado según la cosecha obtenida

Según esta estrategia se repone el total exportado sin tomar en cuenta lo aportado por el suelo. Este criterio es más aplicable en cultivos con riego presurizado, donde la exploración radical está concentrada en un volumen acotado que se explora por completo.

Para el cálculo de la reposición, tomaremos en cuenta los valores promedio propuestos por varios autores, que se citan en la siguiente tabla.

Se considera un rendimiento promedio de 10 tn/ha. La extracción para cada nutriente se expresa en kg del elemento puro extraídos por cada tonelada de fruta cosechada.

Tabla 9: Cantidad del elemento puro a reponer, en kilos, por tonelada de fruta producida.

Nitrógeno	Fósforo	Potasio
8 - 10 Kg/t	0,75 - 1,15 Kg/t	15 - 20 Kg/t

Reposición según lo exportado a cosecha pero considerando el aporte potencial del suelo, según análisis

Según el Ing. Milton González 1999, EEA.INTA Luján de Cuyo, las bases para el cálculo de la disponibilidad de N, P, K del suelo dependen de:

- La disponibilidad y movilidad de los elementos
- La tasa de mineralización de N
- Zona del suelo explorada por las raíces
- Posibilidad de captación de nutrimentos
- Aprovechamiento por parte de cultivo del fertilizante agregado.

Bases para el cálculo de fertilizante

Cálculo del peso del estrato de suelo de mayor exploración. Ejemplo: En un perfil de 60 cm de profundidad el estrato de exploración de mayor densidad de raíces es de 30 cm, suelo de textura media PEA (peso específico aparente) de 1,4 y se calcula el peso de ese estrato para 1ha. (4.200.000 kg)

Suelos con mayor contenido de arena tienen un PEA mayor. Puede llegar hasta 1,8, lo que aumenta el peso del estrato de mayor exploración de raíces. Son menores las cantidades proporcionales de N; P; K resultante en los análisis y además hay que tener en cuenta que en los suelos arenosos hay mayores pérdidas de N y disminuye la CIC según se muestra en cuadro 2.

Cálculo de las cantidades de Nitrógeno. Nitrógeno disponible proveniente del suelo

A partir del análisis del Nitrógeno total del suelo (Método Kjeldahl), se calcula la disponibilidad anual mediante una tasa de mineralización variable, según la cantidad de N total presente. Así, para suelos en cultivo con 200 ppm, la tasa de mineralización considerada es del 2 % y va en aumento para contenidos mayores, siendo del 4 % para 600 ppm, 4,5 % para 700 ppm, y así hasta alcanzar 8 % con suelos de 1.500 ppm.

Del Nitrógeno mineral así calculado, asumimos que sólo el 60 % puede ser absorbido por las plantas. Ejemplo:

- N según análisis: 700 ppm
- Peso de la zona de mayor densidad de raíces (10.000 m² x 1,4 x 30 cm) = 4.200.000 kg
- Tasa de mineralización: 4,5 %
- Entonces el N disponible será = 700 x 4,2 x 4,5 / 100 = 132,2 kg/ha
= 132 kg x 60/100 = 79 kg/ha

Las plantas sólo pueden obtener el 60 % del N mineral liberado. El resto será necesario agregarlo como fertilizante.

Cálculo de N agregado como fertilizante

Se aplicará un factor de corrección (fc) =1.69 para cantidades de menos de 100 kg y disminuye hasta 1,2 cuando los requerimientos son del orden de los 300 kg/ha.

Ejemplo:

- Para un requerimiento de reposición de 120 kg/ha el factor de corrección será de 1,5 lo que da 50 % más de fertilizante calculado.
- Nuestro cálculo final sería=N requerido-N aportado por suelo
- N a aportar = 120kg N/ha -79kg N/ha = 41kg N/ha x (fc1,5) = 61 kg N/ha

Cálculo de las necesidades de Fósforo

Se toma la misma base de cálculo de N pero teniendo en cuenta las siguientes particularidades. Del valor encontrado por análisis de extracción carbónica (relación suelo: agua 1:10) la planta solo capta el 30%. Por su escasa movilidad se aplica un factor de corrección fc=5 para requerimientos de hasta 10 kg P /ha ,4 para 15 kg/ha y así hasta 3 para 30 kg/ha. Ejemplo:

- Para una extracción de 18 kg/ha de P.
- P disponible según análisis de 5 ppm.
- Disponibilidad real= 4,2 kg/ha x 5 ppm x 30/100= 6,3 kg/ha
- P a agregar = P necesario – P disponible real
= 21 kg/ha -6,3 Kg/ha =11,7 Kg/ha x (fc=4)= 46,8 kg/ha

Cálculo de las necesidades de Potasio

Del valor encontrado por extracción carbónica en extracto acuoso (relación suelo-agua 1:10) la planta aprovecha el 40%. El factor de corrección es fc=2 hasta 60 kg de k a agregar y decrece hasta 1,2 para valores cercanos a 200 kg/ha . El cálculo es igual que para N y P.

Tomando esta metodología como base de cálculo, el Laboratorio de Suelos de la EEA. INTA ha elaborado una tabla de doble entrada que facilita la obtención de datos en forma inmediata después de que se ajustan los valores para determinado suelo.

Con el dato de necesidad de reposición en kg/ha se ingresa en columnas y con el de análisis en filas. El valor obtenido en la intersección es la cantidad del elemento considerado que se debe agregar. Con estos valores se toma la decisión del fertilizante a usar.

Se debe tener en cuenta en qué valor esta expresado cada fertilizante y convertirlo al elemento.

P expresado en P₂O₅ para transformarlo en P se debe dividir por 2,29.

K expresado en K₂O hay que dividirlo por 1,2 para transformarlo en K elemento.

***Guía tentativa para el cálculo de las exigencias de fertilización de acuerdo a la disponibilidad en el suelo (Ing. Agr. Milton González INTA Luján).**

→ ver tabla en la próxima página

Tabla 10: Requerimiento de fertilización con nitrógeno de acuerdo al contenido de nitrógeno en el suelo y el N extraído en la cosecha.

N total ppm suelo	Nitrógeno en Kg/ha extraído por la cosecha									
	30	45	60	75	90	105	120	135	150	
100	42	67	92	108	132	150	172	182	203	
200	33	58	83	101	124	142	165	175	196	
300	12	37	62	81	104	123	146	157	178	
400	0	8	33	54	77	97	120	133	154	
500	0	0	16	38	61	82	104	118	139	
600	0	0	0	23	46	67	89	104	125	
700	0	0	0	0	16	38	61	78	99	
800	0	0	0	0	0	6	29	48	69	
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 11: Requerimiento de fertilización con Fósforo (P) de acuerdo al contenido de P en el suelo y el P extraído en la cosecha.

P disponible ppm suelo	Fósforo en Kg/ha extraído por la cosecha									
	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	
1	19	31	44	51	62	65	75	74	83	
2	12	25	37	45	56	60	70	70	79	
4	0	12	25	34	45	50	60	61	70	
6	0	0	12	22	33	40	50	52	61	
8	0	0	0	11	22	30	40	43	52	
12	0	0	0	0	0	10	20	26	35	
15	0	0	0	0	0	0	4	13	21	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

K disponible ppm suelo CO ₂ 1:10	Potasio en Kg/ha extraído por la cosecha									
	30	45	60	75	90	105	120	135	150	
15	10	40	70	90	117	128	152	154	175	
20	0	23	53	75	102	114	138	142	163	
25	0	6	36	59	86	101	125	130	151	
30	0	0	19	44	71	87	111	118	139	
35	0	0	2	29	56	74	98	107	128	
40	0	0	0	14	41	60	84	95	116	
45	0	0	0	0	26	47	71	83	104	
50	0	0	0	0	11	34	58	71	92	
60	0	0	0	0	0	7	31	48	69	
70	0	0	0	0	0	0	4	24	45	
80	0	0	0	0	0	0	0	1	22	
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 12: Requerimiento de fertilización con Potasio (K) de acuerdo al contenido de K en el suelo y el K extraído en la cosecha.

Ejemplo: Para un monte en plena producción con 8.000 Kg/ha de rendimiento se tiene lo siguiente:

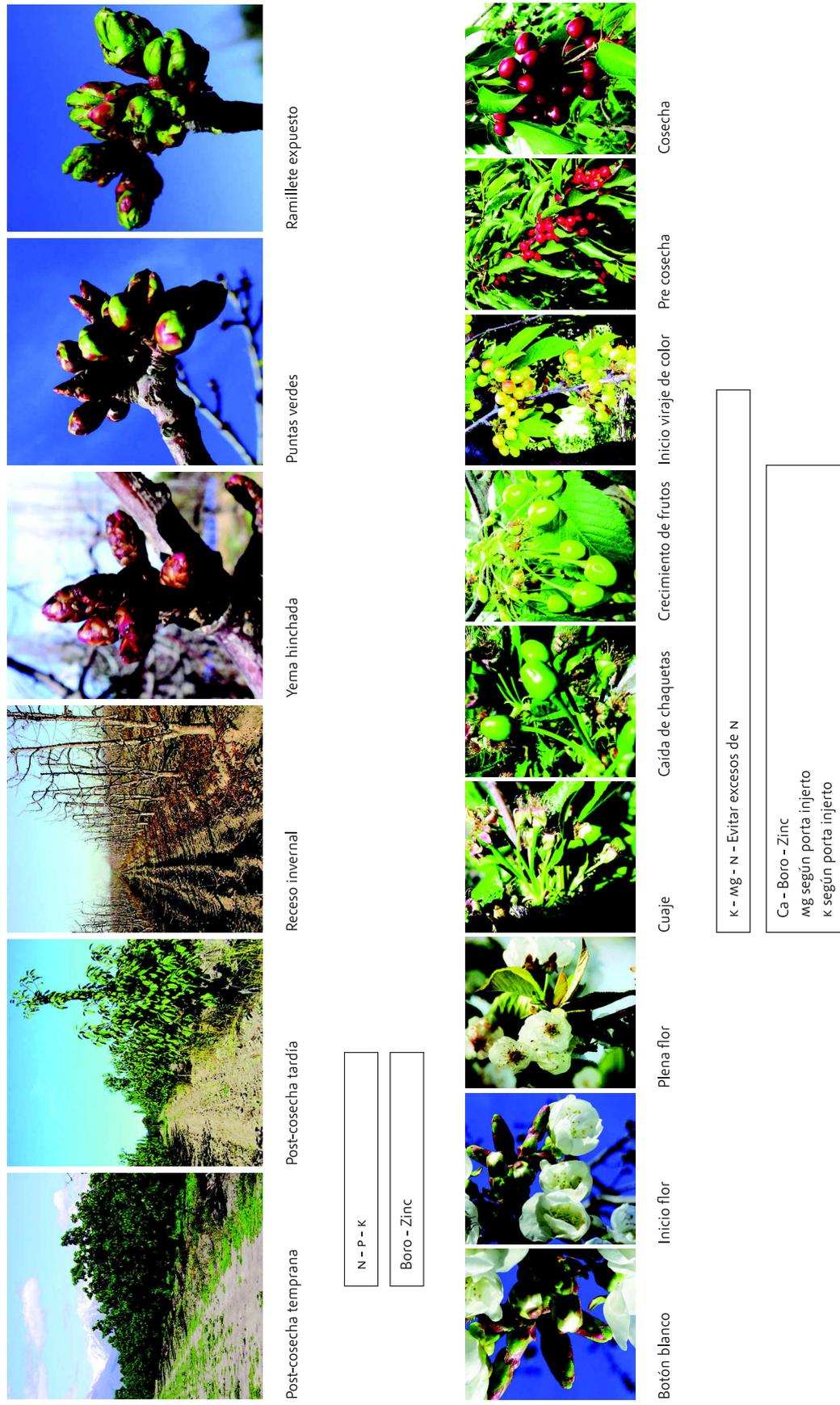
Elemento	Extracción para 8 tn	Disponible en suelo ppm	Cantidad a reponer kg/tn
Nitrógeno (N)	80	500	61
Fósforo (P)	12	4	34
Potasio (K)	160	45	104

Tabla 13: Ejemplo de cálculo de reposición.

Luego, según el tipo de fertilizante utilizado, serán las cantidades a incorporar en cada caso. Además, para ambas estrategias debe tenerse el tipo de riego (eficiencia), textura de suelo, profundidad de raíces, portainjerto, etc. para ajustar estos valores a la realidad de cada monte.

→ ver tabla en la próxima página

FIGURA 1: ESQUEMA DE REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN LAS DISTINTAS ETAPAS FENOLÓGICAS



Se observa a continuación valores de referencia foliares de los elementos indicados, para el cultivo del cerezo.

Fecha de Muestreo: 18 semanas después de plena floración.

Elemento		Deficiente	Bueno	Normal	Alto	Excesivo
Nitrógeno		<1,7	1,7 a 2,1	2,2 a 2,6	2,7 a 3,4	>3,4
Fósforo		<0,09	0,09 a 0,13	0,14 a 0,25	0,26 a 0,40	>0,40
Potasio	%	<1	1 a 1,5	1,6 a 3	3,1 a 4	>4
Calcio		<0,8	0,8 a 1,3	1,4 a 2,4	2,5 a 3,5	>3,5
Magnesio		<0,2	0,2 a 0,29	0,3 a 0,8	0,81 a 1,1	>1,1
Hierro		<60	60 a 99	100 a 250		
Manganeso		<20	20 a 39	40 a 160	161 a 400	>400
Cobre	mg/kg	<3	3 a 4	5 a 16	17 a 30	>30
Zinc		<15	15 a 19	20 a 50	51 a 70	>70
Boro		<20	20 a 24	25 a 60	61 a 80	>80

Tabla 14: Valores Foliares de Referencia para el Cultivo de Cerezo.

Fuente: Laboratorio de Suelos y Riego, EEA INTA Luján de Cuyo, sobre la base de bibliografía mundial de varias zonas productivas.

Variación de los Niveles de N, K y Ca foliar, expresados en Porcentaje de Materia Seca

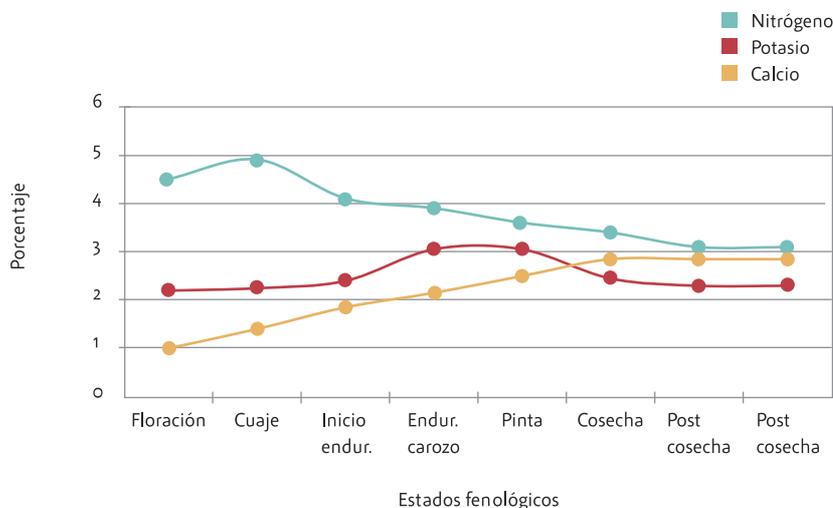


Figura 2: Niveles de N, K y Ca foliar en porcentaje (%) Variedad Bing- Valle de Uco según estado fenológico.

→ ver gráfico en la próxima página

Figura 3: Niveles de P y Mg foliar en %. Variedad Bing- Valle de Uco según estado fenológico.

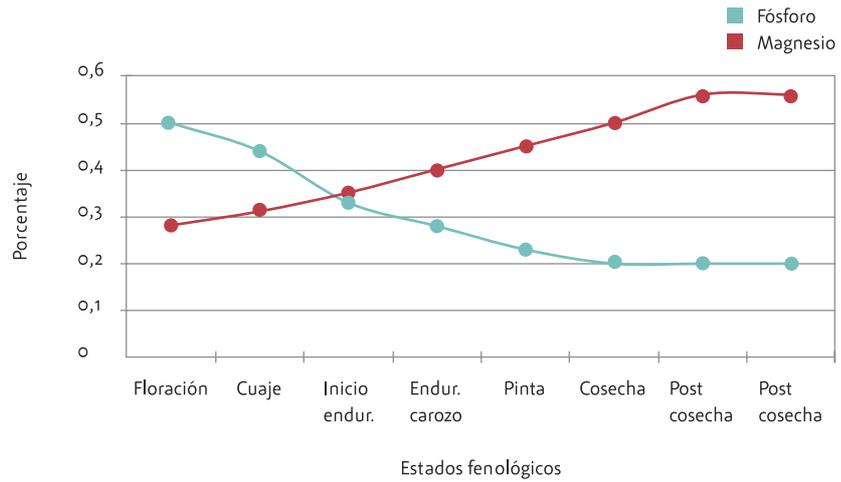


Figura 4: Niveles de Manganeso y Hierro foliar en ppm. Variedad Bing - Valle de Uco según estado fenológico.

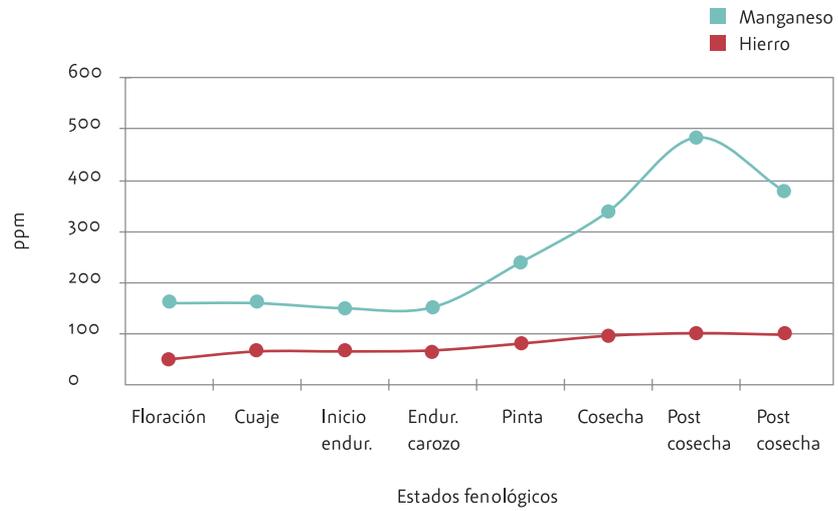
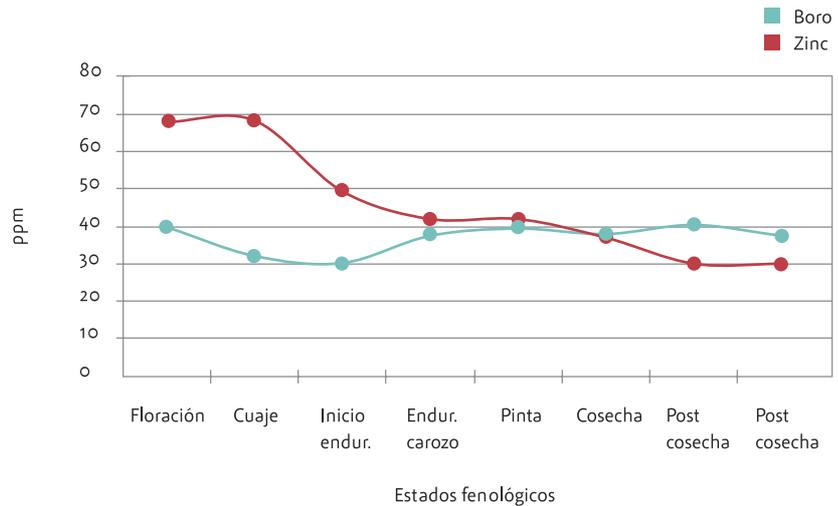


Figura 5: Niveles de Boro y Zinc foliar en ppm. Variedad Bing - Valle de Uco según estado fenológico.



Si bien estas curvas realizadas en Mendoza, requieren de un posterior ajuste, cuando se comparan con las curvas normalmente usadas en Chile (rendimiento de 12 t/ha) se encuentra que:

- Los niveles de N son inferiores durante toda la temporada (0,5-1 % de diferencia según el estado fenológico).
- Si bien los niveles de potasio arrancan bien, sufren de una fuerte caída desde el momento en que comienza la extracción por parte de la fruta, existiendo una notoria inferioridad en el momento de mayor demanda (llenado de fruto). Lo mismo sucede con el fósforo que muestra niveles muy bajos en el mes de noviembre, momento en que probablemente se produce el pico de crecimiento radicular.

CONSIDERACIONES FINALES

Los datos y recomendaciones expuestos en el presente capítulo deben ser tomados como una referencia de un cultivo que produce normalmente y en buenas condiciones de suelo. No se pueden establecer reglas fijas, y más que aplicar una receta nutricional, es aconsejable tomar los conceptos aquí expuestos y armar el plan de nutrición tomando como base la realidad de cada finca (edad, producción, fecha de cosecha, utilidad de cada nutriente y momento de mayor demanda, etc.) y evaluar luego ese plan para ver si requiere de un nuevo ajuste. Se debe recordar que la realidad año a año puede cambiar (niveles de producción, heladas, granizos, etc.) lo que implicará también una modificación oportuna del plan.

No se debe dejar de evaluar los resultados de análisis foliares y de suelo (entre otros). Resulta imposible saber cuál es la situación del cultivo si no se realizan mediciones.

LECTURA ADICIONAL

- ASTUDILLO HORMAZABAL, F.** 2004. Respuesta del cerezo (P. avium.L.) cv. Lapins a aplicaciones foliares de productos a base de boro. Universidad de Concepción Facultad de Agronomía- Chile.
- ASSAF, R.** 1985 L'irrigación et la fertirrigación du pommier en Israël. Arboric. Fruit .371 (fevr) 45-50
- BARROW, N. J. A** mechanistic model for describing the sorption and desorption of phosphate by soil . J. Soil Science. 34: 733-750
- BENAVIDES, C.** 1992. El suelo como sistema físico. En: Suelos, una visión actualizada del recurso. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 38. Universidad de Chile.
- CADAHIDA LÓPEZ, C.** 2008. La savia como índice de fertilización. Cultivos agros energéticos, hortícolas frutales y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa España. Gamaliel Lemos, S. Manejo del cerezo en Chile. INIA-CRI La Platina Chile.
- DOMINGUEZ VIVANCOS, A.** 1996. Fertirrigación. 2 edición revisada. Ediciones Mundi-Prensa Madrid. (pag.75 a 101)
- FISHER, E. G.** et all. 1959. The influence of P, K, mulch and soil drainage on fruit size, yield and firmness of the Bartlett pear and on development of the fireblight disease. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73: 78-90
- GIL SALAYA, G.** 2000. La producción de frutas. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- GONZALEZ, M.** 1999. Guía tentativa para el cálculo de las exigencias de fertilización de acuerdo a las disponibilidades de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del suelo. EEA Mendoza INTA.
- GUROVICH, L.** 2008. Cerezos riego y nutrición. Presentado en el Seminario Internacional sobre avances en la producción intensiva de cerezas de calidad. Facultad de Agronomía y Foresta Universidad de Chile. N° 34
- HIRZEL, J.** 2008. Diagnostico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. Colección libros INIA N° 24, Santiago Chile.
- LIPINSKI, V.** 1991. Diagnostico de la deficiencia de fosforo en suelos del departamento San Carlos, Mza.
- MARTI, L.; BERMEJILLO, A.** 2010- diagnostico de las necesidades nutricionales de las plantas cultivadas (en prensa)
- MOYA TALENS, J. A.** 1994. Riego Localizado y Fertirrigación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid (pag 297 a 320)
- PODESTÁ, LIDIA.** 2001. Efecto del ácido giberélico y del calcio sobre el tamaño, agrietamiento y otros parámetros de calidad en frutos de cereza cv. Bing. Boletín Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid España.
- RAZETO, B.** 2006. Para entender la fruticultura. Bruno Razeto edición n y comercialización de libros Santiago, Chile.
- RUIZ, R.** 2010. Estrategia de fertilización en carozo con especial referencia el Nitrógeno y efecto de algunas practica de manejo. EEA Mendoza INTA (www.inta.gov.ar/)

mendoza/V_jornadas1.pdf)

SÁNCHEZ, E. 1999- Nutrición mineral de frutales de pepita carozo. INTA, Alto Valle de Rio Negro, Macro región Patagonia Norte. Argentina.

SAN MARTINO, L. Requerimientos nutricionales y fertilización. INTA. AER Los Antiguos. (lsanmartino@correo.inta.gov.ar)

VALENZUELA, F. 2009. Determinación de las dosis de nutrientes para frutales de carozo. Boletín informático N° 29 INIA Rayentue.

WAINSTEIN, P. 1969. Clasificación de las aguas de riego de Mendoza. Informe Científico y Tecnológico N° 15- Instituto de Suelos y Riegos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.