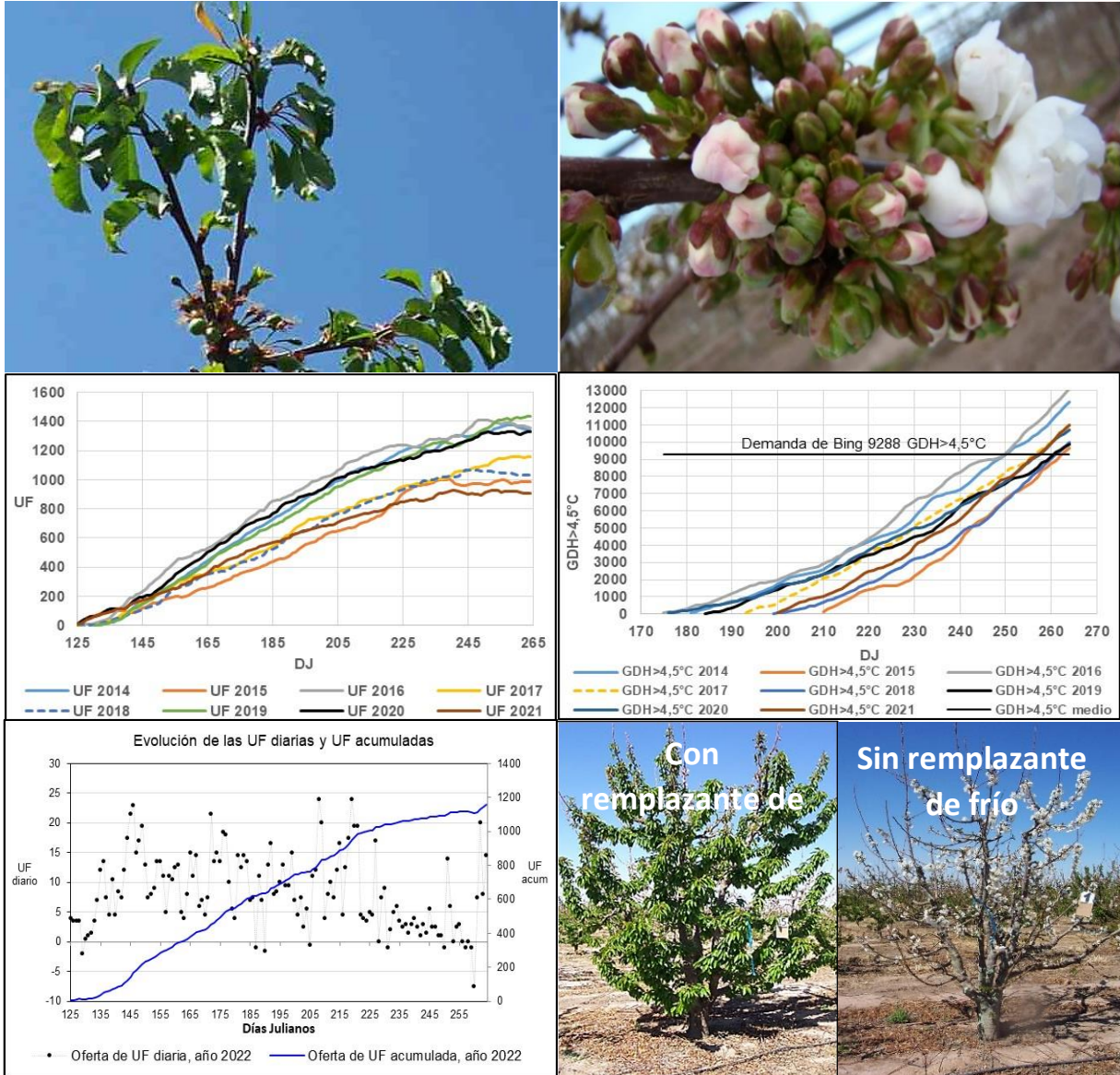


Requerimientos climáticos del cerezo. Cómo producir cerezas al norte del paralelo 32°

Monitoreo y control del déficit de frío en cerezos

Eduardo Tersoglio

Nancy Setien



Requerimientos climáticos del cerezo. Cómo producir cerezas al norte del paralelo 32°

Monitoreo y control del déficit de frío en cerezos

Eduardo Tersoglio
Nancy Setien

Estación Experimental Agropecuaria Mendoza

Mendoza

2023



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina

INDICE

1. Introducción	1
2. Objetivos del trabajo	1
2.1. Demanda de frío invernal y de calor primaveral	1
2.2. Análisis de la oferta de frío invernal y de calor primaveral	2
2.3. Métodos para modular el déficit	2
2.4. Pronóstico de la oferta de frío invernal del año en curso	3
2.5. Contador de frío-calor del cerezo	3
3. Análisis de la demanda de frío y de calor de los cerezos	3
3.1. Generalidades de la latencia	3
3.2. Regulación del proceso de la latencia	5
3.3. Límites de la endolatenia y ecolatenia	6
3.3.1. Inducción a la endolatenia	7
3.3.2. Inicio de la endolatenia	7
3.3.3. Fin de la endolatenia	8
3.3.4. Inicio y final de la ecolatenia	8
3.4. Factores que regula la demanda de frío	9
3.4.1. Generalidades	9
3.4.2. La variable de mayor influencia: Variedad	10
3.4.3. Estrategias de manejo que reducen la demanda de frío	10
3.5. Síntomas y daños producidos por el déficit de frío invernal	12
4. Métodos que cuantifican el frío invernal	13
4.1. Tipo de temperatura a considerar	13
4.2. Métodos de cálculo de frío invernal	15
4.2.1. Modelo Hora de Frío menor que 7,2°C (HF<7,2)	15
4.2.2. Modelo Hora de Frío entre 0°C y 7,2°C (HF0-7,2)	15
4.2.3. Modelos reversibles de UTAH	16
4.2.4. Modelo Dinámico de Porciones de Frío (PF)	17
4.2.5. Discusión por el uso de UF o de PF	18
4.3. Periodos de acumulación de UF y GDH>4,5°C	19
4.4. Demanda de latencia e índice de productividad	20
5. Método para cuantificar el calor de ecolatenia	22
5.1. Cálculo de la demanda de frío y calor de ecolatenia. Dificultades	23
5.2. Oferta local, demanda varietal de GDH>4,5°C	24

6.	Análisis de la interacción entre las demandas de UF y GDH>4,5°C	26
6.1.	Efecto baja endolatenza / alta ecolatenza sobre la producción	27
6.2.	Características de las variedades adaptadas al paralelo 32°	30
6.3.	Modelo de respuesta %Brot-UF-GDH>4,5°C durante la ecolatenza	31
6.3.1.	Análisis de sensibilidad del %Brot según oferta de UF de ecolatenza	33
6.3.2.	Análisis de sensibilidad del %Brot según oferta de GDH>4,5°C de ecolatenza	34
6.4.	Análisis del %Brot según la oferta UF y GDH>4,5°C (2014-2022)	35
7.	Oferta de frío y de calor	37
7.1.	Panorama productivo según ubicación geográfica de los Países	37
7.1.1	Ubicación de los 7 países con mayor producción mundial	38
7.1.2.	Países productores situados sobre los 33°LN	40
7.1.3.	Países productores del HS	40
7.2.	Comportamiento local de la Oferta de UF	42
7.3.	Comportamiento local de la Oferta de GDH>4,5°C	45
8.	Pronóstico local de UF	48
9.	Relación entre oferta climática y fenología del cerezo	51
10.	Remplazantes de frío invernal	53
10.1.	Cianamida Hidrogenada como remplazante de frío	53
10.2.	Mortandad de yemas por aplicación de reemplazantes químicos	55
10.3.	Condiciones agroclimáticas para la aplicación de la cianamida	56
10.4.	Otros reemplazantes químicos	57
11.	Importancia del estudio de la demanda de nuevas variedades	58
11.1.	Propuesta para la evaluación rápida de variedades de baja latencia	61
12.	Desarrollo de frutos defectuosos. Interacción variedad-clima	62
12.1.	El desarrollo de defectos según variedad	63
13.	Bibliografía	65
14.	Anexo: Analizador de oferta y demanda de frío con recomendaciones	72
14.1.	Descripción	72

14.2. Instrucciones para el uso e interpretación de los resultados	73
14.3. Planilla “ACTUALIZACIÓN DATA”	74
14.4. Planilla “GRÁFICOS”	77
14.5. Planilla “RESPUESTAS”	78
14.5.1. Tabla 1. Oferta de UF y PF acumuladas entre el 05-05 y el 21-09.....	78
14.5.2. Tabla 2. Pronóstico de UF total según Fecha Carga de Datos	79
14.5.3. Tabla 3. Pronóstico de OFERTA UF total según Fecha de Consulta	81
14.5.4. Tabla 4. Según la Oferta Pronosticada de UF a la fecha de Carga de Datos: ¿cuál será el Déficit varietal estimado de UF?, ¿Podrá satisfacer la demanda?, ¿qué dosis debería utilizarse? y ¿a partir de qué fecha se debería aplicar?	81
14.5.5. Tabla 5. Análisis de UF de ENDOLATENCIA y de GDH>4,5°C de ECOLATENCIA, según fecha de carga de datos	82
14.5.6. Tabla 6. Estimación del porcentaje de brotación según el Pronóstico de UF y la media de GDH>4,5°C local.....	84
14.5.7. Tabla 7. Estima el %Brot según la oferta “REAL” observada de UF y de GDH>4,5°C al día 21-09 del año en curso.....	85
14.5.8. Tabla 8. Oferta de calor de post-cosecha y estimación del %Def del siguiente año.....	86
15. Retorno de la Información climática.....	87
16. Exención de responsabilidad.....	88

1. Introducción

Las especies de frutales de hoja caduca, entre las cuales están los frutales de carozo, de pepita y algunos frutos secos, demandan estar expuestas a condiciones de frío durante el periodo de reposo vegetativo invernal y luego, a inicios de primavera, requieren de calor para poder florecer y brotar adecuadamente y así posibilitar rendimientos comerciales sostenibles. Por lo tanto, estos frutales deben cultivarse en zonas templadas que satisfagan tales demandas con una adecuada oferta de frío invernal y de calor primaveral.

Definición: La LATENCIA es una SUSPENSIÓN TEMPORARIA de CRECIMIENTO que es VISIBLE en las ESTRUCTURAS MERISTEMÁTICAS de la planta.

En consecuencia, el periodo de latencia tiene dos características fundamentales: la primera es que el crecimiento vegetativo y el desarrollo de los órganos florales se reduce a un mínimo o se detiene, la segunda es que, luego de cumplidas las demandas climáticas, el árbol reinicia el crecimiento y el desarrollo a través del aumento de la actividad meristemática (Lang *et al.*, 1987).

Para una mejor comprensión del proceso, el término “requerimiento climático” se expresará como demanda, sea de frío o de calor, refiriéndose a aquellas necesidades climáticas del cerezo que deben ser satisfechas. Mientras que, el término “oferta climática” alude al frío y al calor disponible en una zona, área o región.

2. Objetivos del trabajo

A continuación, se mencionan los objetivos y el alcance del presente trabajo.

2.1. Determinar la demanda de frío invernal y de calor primaveral del cerezo

El conocimiento de las demandas de frío invernal y las de calor primaveral, de las diferentes variedades de cerezo tiene especial relevancia ya que, permite conocer si una determinada zona posee la oferta climática necesaria para satisfacer las necesidades según la variedad.

Entre los frutales de carozo, la demanda climática del cerezo es una de las más exigentes, ya que, además de requerir largos periodos expuestos a bajas temperaturas invernales (Couvillon, 1995), necesita estar expuesto a temperaturas moderadas, por encima de 4,5°C con un rango óptimo de 24°- 26°C (Anderson *et al.*, 1986).

El cerezo es un frutal con alta exigencia climática. En primer lugar, debido a la alta demanda de frío y en segundo lugar, debido a la alta sensibilidad a bajos déficit de frío, ya que con

sólo el 10% de la demanda insatisfecha se puede comprometer seriamente el rendimiento. Aunque, con menor frecuencia, existen años que satisfacen adecuadamente la demanda de frío, pero no cumplen con la demanda de calor de primavera, reduciendo también la fecundación.

Otro aspecto fundamental, que reduce el retorno al productor en regiones cálidas, es la mayor frecuencia de frutos con defectos detectada luego de registrar altas temperaturas en el verano del año precedente.

Por lo tanto, los cerezos son altamente dependientes de los regímenes de temperatura locales, ya que involucran diferentes procesos fisiológicos que se desarrollan durante todo el año afectando la producción del año en curso o la del año siguiente.

2.2. Análisis de la oferta local de frío invernal y de calor primaveral.

El cultivo del cerezo está entre aquellos sistemas agrícolas que son vulnerables a las condiciones ambientales, porque necesitan satisfacer altos requerimientos fisiológicos para lograr producciones comerciales. Por esto, el análisis de la oferta climática de una localidad permite conocer el futuro comportamiento productivo de las variedades, identificando las mejor adaptadas, ahorrando tiempo, evitando inversiones improductivas y mejorando la sustentabilidad del cultivo.

Este análisis debería realizarse previamente a la implantación en todas aquellas localidades marginales en las que el balance entre la demanda frutal y la oferta climática puede ser deficitario.

En las regiones de baja latitud, menor que 33°S, habitualmente utilizadas para cultivar primicias, la oferta de frío es variable y oscila entre años. Consecuentemente, la oferta de frío constituye una fuente de variabilidad que debe ser controlada por los agricultores que desean producciones de primicias estables, uniformes y rentables.

2.3. Métodos para modular el déficit

Existen dos clases de deficiencias de frío invernal que se diferencian por la frecuencia:

- Si el déficit de una región o de una localidad se presenta todos los años es necesario utilizar la herramienta genética, mediante la implantación sólo, de variedades que sean probadamente de baja demanda de frío.
- Si el déficit es sólo eventual, como sucede en las zonas cercanas a la latitud 33°, la más difundida es la aplicación de replazantes químicos.

También existen otras formas de reducir la demanda mediante técnicas de manejo agronómico como la defoliación otoñal temprana (Faust *et al.*, 1997), la reducción de vigor (Brunt *et al.*, 2017) y el enfriamiento evaporativo, entre otros.

La aplicación de productos remplazantes debe realizarse previo a la floración y, por lo tanto, la decisión de aplicar se debe basar en un sistema de pronóstico con significancia estadística y adecuada precisión (Erez, 1995).

2.4. Pronóstico de la oferta de frío invernal del año en curso

El establecimiento de un pronóstico confiable de un eventual déficit o exceso de frío, que sea conocido con suficiente antelación, constituye una valiosa herramienta de prevención que evita las variaciones productivas. Un pronóstico de frío oportuno permite al agricultor decidir con fundamento técnico la aplicación de remplazante, calcular la dosis y estimar la época de aplicación más conveniente. Además, permite organizar adecuadamente, la logística de las labores, la adquisición anticipada de productos y el acondicionamiento de la maquinaria (Niederholzer, 2023 a,b).

2.5. Contador de frío-calor, pronóstico local de frío y dosis de remplazantes

Este trabajo finaliza con una propuesta al sector productivo que pretende simplificar los cálculos. Mediante los datos de temperatura horaria de la madera, obtenidos localmente a nivel de predio, se calcula la oferta climática real, se estima anticipadamente la oferta y eventual déficit de frío según variedad, la dosis más adecuada y el periodo de aplicación. El contador de frío y de calor para cerezos es un intento de automatizar los cálculos del déficit varietal. Actualmente existen este tipo de modelos que son utilizados por los agricultores californianos (Glozer, 2023).

3. Análisis de la demanda de frío y de calor de los cerezos

3.1. Generalidades de la latencia

Para que el árbol de cerezo pueda sobrevivir durante el invierno y llegar a la primavera, debe superar dos procesos. El primero es la inducción a la latencia que permite resistir el invierno y el segundo es liberarse de ella, que le permite florecer y brotar en la primavera.

Durante el primer proceso, lo fundamental es que la entrada a la latencia sea paulatina ya que, si las temperaturas bajan rápidamente los tejidos, que no están preparados, se dañan con el frío. Estas lesiones se observan en tejidos vegetativos de numerosas especies como

nogales o vid y más frecuentemente en plantas jóvenes y vigorosas, en presencia de heladas muy tempranas.

El segundo proceso, la salida de la latencia, dependerá de las características agroclimáticas de la zona. En zonas frías el objetivo puede ser retrasar la floración lo más posible, para evitar daños por heladas primaverales. Pero, en zonas cálidas puede ser anticipar la floración lo antes posible para lograr fruta de primicia.

En cualquier caso, una vez iniciada la floración, ésta deberá ser concentrada, extenderse por pocos días, de lo contrario se reduce la fecundación y el rendimiento (Erez, 2000).

La latencia distingue tres fases, que se describen en orden cronológico:

- la **paralatenencia** o dominancia apical o latencia de verano, se inicia durante la estación de crecimiento, su origen es hormonal y no requiere de frío.
- la **endolatenencia** es sólo superada por la exposición a bajas temperaturas. Se caracteriza por la ausencia de crecimiento aparente y no es posible la brotación, aunque las yemas experimenten grandes cantidades de calor. Existen especies, como el pecan, que no exige frío, pero con suficiente calor reinicia la brotación ya que, no posee fase de endolatenencia sólo, ecolatenencia.
- la **ecolatenencia** se inicia una vez cumplida la endolatenencia y se mantiene hasta la brotación y floración. Esta etapa se caracteriza por la interacción o la influencia recíproca entre frío y calor. Las yemas florales o vegetativas son capaces de “percibir” tanto, las bajas temperaturas que ralentizan el crecimiento como, las altas temperaturas que lo estimulan. En esta etapa las bajas temperaturas registradas a la salida del invierno retrasan la floración y la brotación. Cuando aumenta la oferta de calor las yemas adquieren gradualmente, la capacidad de reiniciar el crecimiento.

La completa satisfacción de la demanda de endolatenencia es una condición necesaria pero no suficiente, ya que luego debe ser satisfecha la de frío y calor de la ecolatenencia para lograr rendimientos comerciales. La satisfacción de la primera fase posibilita la sobrevivencia del árbol mientras que, la de la segunda fase permite una adecuada fecundación y consecuente producción de fruta.

En tal sentido, la mayor exigencia climática de esta especie radica en que sus yemas florales necesitan satisfacer completamente la demanda de frío de ambas fases. Si no están adecuadamente satisfechas, las yemas no pueden “percibir” el calor y no brotan o florecen. Sólo, una vez satisfecha la demanda de endolatenencia, los meristemas inician un lento

proceso en el cual adquieren progresivamente, la capacidad de acumular calor y brotar o florecer. Una vez cumplidas ambas fases se inicia el proceso de brotación y floración.

La evolución de esta especie desarrolló la fase de endolatenia para sobrevivir las condiciones del invierno mientras que, la fase de ecolatenia le permite “esperar” las condiciones agroclimáticas favorables para aumentar la velocidad de los procesos metabólicos e iniciar la brotación y floración. Por lo tanto, el proceso de satisfacción de la demanda climática es dinámico, sobre todo en la última fase en la cual la influencia del frío y del calor es recíproca.

La mayoría de los estudios de la demanda varietal se realizan sobre yemas vegetativas que tienen un comportamiento semejante al de las yemas florales, aunque algo más exigentes en frío y en calor.

Si se considera satisfecha la endolatenia, la falta de frío y/o de calor de la ecolatenia inhibe o retrasa la brotación aunque, el árbol puede alcanzar tardíamente, un adecuado nivel de brotación.

3.2. Regulación del proceso de la latencia

Si bien existen varias teorías que explican el proceso de entrada y de salida de la latencia, aún no se ha identificado un metabolito o grupo de ellos que consistentemente explique el fenómeno. Estudios recientes indican que la actividad de las yemas, durante la etapa de la organogénesis de la flor (desde fin de cosecha hasta fines de febrero) y la latencia están definidas por la expresión de genes implicados en vías metabólicas específicas y éstos grupos de genes son los mismos entre los diferentes cultivares de cerezo. En particular, los genes MADS-box asociados a la latencia y a la organogénesis que están cada vez más regulados durante las etapas de ecolatenia. Mientras que, la endolatenia se caracteriza por un complejo conjunto de vías de señalización, incluyendo genes de respuesta al frío, ácido abscísico y procesos de óxido-reducción. Luego de la finalización de la endolatenia, sólo siete genes asociados a la actividad celular global como, la división y la diferenciación celular se activan durante la siguiente etapa llamada ecolatenia. Una vez superada esta etapa se logra la reanudación del crecimiento.

Sin embargo, aún se desconocen los mecanismos bioquímicos que gobiernan ambas fases y que son el resultado de la regulación genética y responsables de la transición entre fases. A la fecha, no se han identificado indicadores bioquímicos o marcadores biológicos consistentes que permitan establecer la entrada o la salida de la latencia (Fadón *et al.*,

2020). Esta, es la principal razón por la cual, los estudios realizados hasta la fecha se basan en ensayos experimentales efectuados en invernáculo, en cámaras de crecimiento y a campo y que describen el comportamiento de poblaciones de yemas en diferentes condiciones en ambientes controlados.

Al desconocer tales indicadores bioquímicos es necesario el uso de la investigación empírica que desarrolle modelos matemáticos para describir el fenómeno. Estos modelos han sido muy útiles y han permitido entender la mecánica general de la latencia.

3.3 Límites de la endolatenia y ecolatenia

Para comprender mejor cuando se inicia y finaliza cada fase de la latencia se debe considerar que durante el receso invernal cada yema de un árbol es una entidad aislada que ha perdido gran parte de su interconexión a través del xilema, del floema, incluso de los plasmodesmos de las células de los meristemas y de los tejidos conectivos. Por lo tanto, las yemas de un árbol forman una población, cuyo grado de inhibición y su respuesta fisiológica es variable y además, independiente. Ello resulta en una variabilidad del grado de inhibición o de intensidad de la latencia y una respuesta variable para una misma oferta climática.

En consecuencia, en un mismo árbol coexisten yemas con mayor o menor grado de inhibición. Ciertas yemas más inhibidas estarán en plena endolatenia mientras que, otras menos inhibidas, estarán en plena ecolatenia. Por lo tanto, las fases de la latencia no poseen límites precisos o definidos. El final de una fase se superpone con el inicio de la próxima (Erez, 2000).

En condiciones climáticas que satisfagan parcialmente la demanda, sólo brotarán las yemas menos inhibidas como las apicales o las yemas florales. Tanto la brotación, como la floración serán extendidas. Cuando la demanda es satisfecha por una adecuada oferta de frío invernal brotarán todas las yemas vegetativas del árbol, aún las más inhibidas como las yemas basales.

Por lo tanto, la demanda de frío de las yemas de un cerezo varía y, en consecuencia, una oferta deficitaria de frío provocará que, sólo una parte de esa población pueda florecer o brotar.

Se aclara que, en este trabajo, los valores calculados de demanda de frío y de calor son valores medios y, por ello, tales valores dejarán una proporción de yemas sin brotar o lo hará tardíamente.

3.3.1 Inducción a la endolatenencia

Las variables externas que controlan la inducción a la latencia son: el largo de los días y las bajas temperaturas. Mientras que, las variables que actúan sobre la liberación de la latencia son el tiempo de exposición al frío primero y luego, al frío-calor permitiendo el reinicio del proceso de crecimiento (Erez, 2000). Consecuentemente, las condiciones ambientales actúan sobre mecanismos internos que inducen la latencia y, además son responsables de modular la salida.

Una alta acumulación de frío, típico de altas latitudes, entre los paralelos 40° y 50°, produce un efecto modulador que hace que la salida (floración y brotación) sea uniforme. En regiones de baja latitud, entre 33° y 32°, con climas más cálidos, con periodos vegetativos más largos, el periodo en el cual las yemas deben recibir frío se reduce y la salida de la latencia es menos uniforme.

Para una misma altitud, la reducción de la “Latitud” produce efectos negativos que se intensifican a partir del paralelo 32°, posibilitando sólo el cultivo de variedades de baja demanda de frío. Sin embargo, el déficit de frío puede ser reducido aumentando la altitud del cultivo, en zonas más frescas con mayor oferta de frío (Albuquerque *et al.*, 2008).

3.3.2. Inicio de la endolatenencia

Existen varias formas de medir el inicio de la endolatenencia. Una de ellas es a través del cálculo de la máxima acumulación negativa de unidades de frío (Gilreath y Buchanan, 1981). Otro método utilizado es el de la “fecha fija” a partir de la cual siempre se inicia el conteo de frío, como es sugerido por la “Cherry Growers of Australia Inc.” el día 01 de marzo, (Brunt *et al.*, 2017).

Una alternativa a esos métodos es el uso de la madurez vegetativa. Richardson (1975) propone que el inicio de la acumulación de frío sea a partir de dos semanas después del primer cambio de color observado en las hojas durante el otoño. Walser *et al.* (1981) propone establecer el inicio de la endolatenencia una vez detectada la ausencia de crecimiento. Couvillon, 1995, inicia el conteo cuando es alcanzado el estado del 50% de caída de hojas en el otoño. Cuanto mayor sea el tiempo que el árbol retiene hojas activas, mayor será el grado de inhibición de las yemas.

Este trabajo inicia el conteo cuando el árbol alcanza la fase fenológica de abscisión del follaje durante el otoño, que corresponde al 50% de caída de hojas, mientras que el follaje

restante continúa adherido al árbol, pero en estado de senescencia, de color amarillo verdoso o rojizo (Couvillon, 1995).

En zonas con estaciones variables cuyo inicio y fin están poco definidos, como el clima del oasis norte de Mendoza, el 50% de caída de hojas se considera apropiado para el inicio del conteo. Mientras que, la máxima suma negativa, es considerado un método adecuado a zonas de climas con estaciones marcadamente definidas (Walser *et al.*, 1981).

Por lo tanto, pueden existir algunas diferencias entre huertos. Los de mayor vigor mantendrán sus hojas por más tiempo, las yemas estarán más inhibidas, demandarán más frío invernal, el periodo de latencia será más largo y, por lo tanto, un eventual déficit será más probable que en aquellos de menor vigor.

En las condiciones locales del oasis norte de la provincia de Mendoza, Argentina y en huertos con un manejo y un vigor adecuado, el 50% de caída de hojas se alcanza fácilmente, el 05 de mayo, en la mayoría de los años. Incluso en esta fecha, el resto de las hojas adheridas a las ramas estarán inactivas. Sin embargo, en casos extremos, la fecha puede variar ligeramente dependiendo de las condiciones edafo-climáticas, riego, fertilización, poda y carga frutal del huerto.

Con un manejo apropiado del riego y de la fertilización es posible modular la fecha de inicio de endolancia sin comprometer las reservas otoñales.

3.3.3. Fin de la endolancia

Se considera fin de la endolancia, cuando el frío ofertado por la región permite alcanzar el estado fenológico de inicio de brotación (punta verde con brote de 5 mm) en el 10% de las yemas vegetativas, luego de recibir una mínima cantidad de calor.

El cálculo de la demanda de frío de endolancia tiene su mayor limitación en su propia definición, ya que en esta fase no hay brotación posible, aún con la aplicación de grandes cantidades de calor. Por lo tanto, la identificación del final de la fase sería técnicamente imposible. Sin embargo, es posible superar tal limitación calculando el fin de la endolancia cuando el frío ofertado permite obtener el 10% de brotación, luego de recibir una mínima cantidad de calor de 10 días a 26°C que corresponde a 5.300 unidades de calor (GDH>4,5°C).

3.3.4. Inicio y final de la ecolancia

La determinación de los límites de la ecolatencia es de interés porque, durante esta fase se completa la demanda de frío y la de calor necesarias para activar el metabolismo e iniciar la floración y la brotación. Sin embargo, la mayor virtud de esta fase es que ambas variables frío y calor interactúan entre sí, algo que no se observa en la endolatencia.

Para una misma yema, el final de la endolatencia coincide con el inicio de la ecolatencia.

Bajo condiciones controladas, el final de la ecolatencia corresponde al 50 % del inicio de brotación con brotes de 5 mm de longitud, luego de recibir entre 14 y 21 días de forzado a 26°C, según variedad.

En las condiciones climáticas locales es frecuente alcanzar el 50% de inicio de brotación, el día 15 de setiembre. Mientras que, el 60% de inicio de brotación suele alcanzarse alrededor del 21 de setiembre que coincide con la fecha de plena floración de la variedad Bing, considerada la de finalización de la ecolatencia.

3.4. Factores que regulan la demanda de frío.

3.4.1. Generalidades

En ambas fases de la latencia, el efecto del frío y del calor es aditivo e influye sobre la brotación y floración. En consecuencia, a mayor acumulación, mayor proporción de yemas brotadas o florecidas.

La demanda de endolatencia debe ser satisfecha forzosamente, en su totalidad. De lo contrario, la brotación será defectuosa. En condiciones de campo, la endolatencia suele ser satisfecha en pleno invierno, con muy baja oferta de calor y, por lo tanto, no es posible alcanzar algún porcentaje de brotación. Al inicio de la ecolatencia los meristemas permanecen en estado latente y continúan demandando frío, pero como el calor aún no es suficiente, no se reinicia el crecimiento.

El proceso de salida de la ecolatencia es lento y progresivo. A menudo, en climas continentales durante la ecolatencia se registran cortos periodos de mucho calor llamados comúnmente “veranitos” (3 a 10 días) con temperaturas medias de 20°C y con picos de 27°- 30°C que provocan hinchado de yemas florales y un incipiente inicio de brotación. Son yemas que comenzaron la latencia con bajo grado de inhibición, con frecuencia debido a un estrés hídrico descontrolado durante el verano. Estas yemas brotan anticipadamente y posteriormente suelen morir como consecuencia del frío del resto del invierno.

Como la demanda de la latencia de las yemas de un árbol es variable, puede considerarse una población que, como tal se identifica por la media y la desviación estándar. En

consecuencia, para que la mayor parte de esta población pueda brotar y florecer normalmente, la oferta climática deberá satisfacer al menos, la demanda media.

Este trabajo considera que la oferta climática debe satisfacer la demanda del 50 al 60% de las yemas vegetativas del árbol, expresado como inicio de brotación. Estos porcentajes coinciden con los estadios fenológicos de inicio y plena floración. Sin embargo, la brotación de las yemas vegetativas continúa hasta completarse a principios de octubre. Por ello, cuando la oferta de frío es escasa, se observa brotación y floración lenta, débil y extendida.

Por otro lado, cuando hay una sobre-oferta de frío aparece interacción frío-calor por el cual es posible alcanzar altos niveles de brotación con bajas cantidades de calor de ecolatencia. En estas condiciones el efecto interacción es muy evidente.

3.4.2. La variable de mayor influencia: Variedad

Entre las variedades de cerezos, existe una gran variabilidad de la demanda de endolatencia y de ecolatencia (Erez, 1995; Mahmood *et al.*, 2000; Albuquerque *et al.*, 2008).

Ello sucede porque tanto la endolatencia, como la ecolatencia difieren entre variedades. Además, durante la ecolatencia existe reciprocidad entre el frío y el calor, pero cada variable tiene un “peso” diferente que influye sobre el porcentaje de brotación de cada variedad.

El resto de los factores modulan la demanda de modo más limitado, sin embargo, en conjunto, sus efectos pueden hacer la diferencia.

3.4.3. Estrategias de manejo que reducen la demanda de frío

La demanda de frío puede reducirse mediante estrategias de adaptación. Estas pueden ser de corto plazo y se aplican en zonas donde esporádicamente se registran déficit o también de largo plazo en zonas marginales que requieren mayor inversión y cambios en el sistema productivo.

Las estrategias de corto plazo son:

- Control del vigor vegetativo. Como criterio general, para una misma variedad a mayor vigor vegetativo, mayor demanda de frío. Este incremento del vigor puede ser consecuencia de podas intensas, de baja carga frutal, de sobre-fertilización, uso de portainjertos muy vigorosos sobre suelos muy fértiles, entre otros. En estas condiciones es posible reducir la demanda reduciendo el vigor, mediante manejos racionales y a corto plazo mediante la aplicación de inhibidores del crecimiento

como "Paclobutrazol" comercialmente llamado Cultar y Proexadione Cálcico llamado Regalis. Ambos disminuyen el vigor y consecuentemente, la demanda de frío.

- Uso de remplazantes de frío. Este punto nos referiremos en extenso más adelante.
- Adecuada fertilización nitrogenada. Principalmente minimizando la fertilización otoñal que induce menor retención del follaje, atrasa la senescencia y la caída de hojas, incrementa el requerimiento de frío y disminuye el periodo de acumulación.
- En algunas regiones se aplica defoliantes como CuEDTA, sulfato de zinc, sulfato de cobre sin el agregado de hidróxido de calcio o urea en altas concentraciones para adelantar la defoliación otoñal e iniciar el conteo de frío. Esto implica el riesgo de efectuar aplicaciones demasiado tempranas sobre tejidos no agostados, ocasionando daños en brindillas inmaduras. En ensayos locales se han logrado buenos resultados adelantando la defoliación con aplicaciones realizadas en la primera quincena de abril sin causar daños en árboles con madera agostada (Bi *et al.*, 2005).
- El estrés hídrico durante el periodo otoñal efectuado en plantaciones sobre portainjertos vigorosos o semi-vigorosos. Ello permite una senescencia anticipada del follaje, reduce la demanda de frío y alarga el periodo de acumulación.
- Enfriamiento evaporativo. Es una técnica originalmente desarrollada en California (EEUU) e Israel y luego, utilizada en Australia y en Mendoza, Argentina. Se la usa en dos momentos: durante el invierno para bajar la temperatura de la madera y evitar la pérdida de acumulación de frío y durante la post-cosecha. La efectividad del uso es mayor en climas desérticos ya que depende de la HR% y del frío nocturno (Erez, 1995). Durante el verano, la aspersion sobre el dosel de los árboles permite bajar la temperatura de las yemas florales y reducir la proporción de frutos defectuosos. En las condiciones de Mendoza esta técnica tuvo éxito parcial ya que incrementó la oferta de frío y redujo la proporción de frutos defectuosos, pero aumentó los daños por cancro bacteriano.
- Se debe considerar que las técnicas mencionadas se aplican eventualmente y siempre pueden comprometer otros aspectos agronómicos.
- Frecuentemente, luego de una temporada con sobrecarga, las plantas retrasan la brotación. Esto no debe atribuirse a un aumento de la demanda de frío, sino a la baja reserva de fotosintatos.

Las estrategias de largo plazo son:

- Selección varietal. Es necesario seleccionar variedades cuya demanda de frío sea menor que la oferta media de la región.
- El uso de portainjertos de bajo vigor como los semi-enanizantes o enanizantes, que además de reducir el tamaño del dosel, incrementan el número de flores por ramillete floral mejoran la precocidad, reducen la demanda de frío y son una forma efectiva de mejorar la adaptación en zonas de baja oferta (Brunt *et al.*, 2017).
- Uso de sistemas de conducción, que minimicen el número de yemas basales que son las más inhibidas.
- Fertilización y riegos controlados que no induzcan crecimientos excesivos.
- Adelanto de la defoliación otoñal, que amplía el periodo de acumulación de frío.
- La reducción del vigor de la planta tiene como consecuencia un menor grado de inhibición. Sin embargo, este concepto no debe llevarse al extremo. Un ejemplo de esto son los árboles que experimentan declinamiento. Si bien el declinamiento tiene varios orígenes, patológico, riego, entre otros, los árboles que lo presentan muestran menor demanda de frío, pero producen fruta de menor calidad. Una reducción constante del vigor frecuentemente termina en la muerte del árbol, pero durante el proceso, la demanda de frío se reduce progresivamente. Los síntomas más comunes son aumento de la inducción floral, tendencia a la sobrecarga con frutos pequeños.

3.5. Síntomas y daños producidos por el déficit de frío invernal.

Como la demanda de frío se satisface a través de un proceso aditivo, la intensidad de los síntomas se relaciona, directamente, con el déficit. De modo que, a mayor déficit, mayor intensidad de los síntomas.

Los síntomas de la falta de frío son (Erez, 1995; Erez, 2000; Byrne y Bacon, 2003):

- Cuando la oferta de frío sólo, satisface la endolatenencia, el árbol no produce, algunas yemas brotan, vegeta débilmente y de persistir, el árbol muere.
- Si el déficit alcanza el 10-20% de la demanda total, el periodo de floración se extiende, el desfase de la floración entre variedades aumenta, algunas variedades presentan flores con coloraciones rosadas, la fecundación disminuye, se reduce la calidad de la fruta, se extiende el periodo de cosecha de una misma variedad, se reduce el rendimiento y se incrementan los costos de cosecha.

- Un alto déficit de frío provoca debilidad del árbol, menor proporción de yemas vegetativas brotadas, escaldadura de madera, menor cantidad y tamaño de hojas por dardo, baja producción y de mala calidad.
- Muerte de dardos sobre madera joven.
- Alta proporción de frutos abortados.
- El déficit de frío provoca floraciones con pétalos de color rosa.
- Aquellas variedades, auto-fértiles, que satisfacen parcialmente la demanda de frío logran producciones de calidad intermedia, pero sus dardos muestran menor cantidad y tamaño de hojas, presencia de dardos muertos y madera desnuda.
- Las variedades de alta demanda ubicadas en zonas de baja oferta de frío, sistemáticamente experimentan déficit, los árboles son improductivos, exhiben síntomas de latencia extendida, fuerte reducción del vigor y finalmente la muerte.

4. Métodos que cuantifican el frío invernal

4.1. Tipo de temperatura a considerar

Los sistemas que cuantifican la oferta o la demanda de frío invernal se basan en la “**temperatura horaria de la madera**” que se diferencia de la temperatura registrada bajo abrigo meteorológico.

Según Anderson *et al.* (1986), las temperaturas medidas al abrigo meteorológico y las efectivamente observadas en la yema se relacionan. Esta relación es importante ya que los modelos están desarrollados a partir de las temperaturas de la madera. Sin embargo, sólo se cuenta con las temperaturas del abrigo meteorológico. Tal relación entre ambos tipos de temperaturas sigue un modelo lineal con los siguientes parámetros: $T_{yema} = -3,3075935 + (1,5300061 \cdot T_{abrigo})$, por lo tanto, cuando las temperaturas al abrigo meteorológico son cercanas a “cero” la temperatura de la madera es cercana a $-3,3^{\circ}\text{C}$. Mientras que, cuando la temperatura al abrigo es cercana a 15°C la temperatura de la madera es $4,6^{\circ}\text{C}$ más alta que la registrada en el abrigo.

Sin embargo, estudios realizados localmente mostraron un modelo lineal ($R^2 = 0,96$; $P \leq 0,001$) semejante al hallado por Anderson *et al.* (1986), pero con parámetros muy diferentes: $T_{yema} = -1,8887 + (1,2540 \cdot T_{abrigo})$ por el cual, cuando la temperatura al abrigo es “cero” estimó una temperatura de madera de $-1,88^{\circ}\text{C}$ y a una de 15°C estimó $16,9^{\circ}\text{C}$.

Consecuentemente, no existe un modelo general que permita relacionar ambos tipos de temperaturas, incluso se observa que aunque el modelo se mantiene, los parámetros se modifican a lo largo del año y entre regiones.

Por lo tanto, lo mejor es el registro directo de la temperatura de la madera ya que de este modo se evitan estimaciones poco precisas que inducen errores.

Frecuentemente, para calcular la oferta climática de una nueva región, sólo, se cuenta con registros de temperaturas máximas y mínimas tomadas al abrigo meteorológico. Estos datos pueden ser orientativos y sólo con la finalidad de estimar la oferta de frío local y estudiar la posibilidad de expandir el cultivo a otras regiones. Estos datos pueden ser transformados en temperaturas horarias mediante el método de Linvill. Este método supone que la temperatura máxima diaria se registra 2 horas después del mediodía y la forma de la curva de la temperatura responde al tiempo del ciclo solar. Luego, los datos deberían transformarse a temperatura de madera (Linvill, 1990).

El presente trabajo utiliza la temperatura media horaria de la madera calculada con registros obtenidos cada 15 minutos.

La oferta de equipos electrónicos que censan y graban las temperaturas son variados y, generalmente económicos. Denominados “data loggers” o “data takers” existen numerosas marcas con diferentes desempeños, algunas de ellas son e-button, thermobutton, HOBO, WatchDog, entre otros.

La calidad de los equipos debe ser certificada o eventualmente ajustada mediante un termómetro certificado y una curva de ajuste. El rango de medición suele ser de -45°C a $+85^{\circ}\text{C}$ con una precisión que oscila entre $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ (Tersoglio *et al.*, 2006; Tersoglio y Naranjo, 2009). Habitualmente son utilizados dos por sector o cuartel que representan las temperaturas de una superficie de 5 a 10 has. Si existe señal Wifi, es posible bajar los datos a la computadora o celular directamente sin acceso físico al huerto.

Cada sensor se ubica en la base de la inserción de una rama lateral con orientación sur, en contacto pleno con la madera y a una altura de 1,0-1,5 m. Habitualmente, los datos son cargados a la computadora mediante una interfase, “nest” o nido y un software que habitualmente se baja de la RED y permite cargar los datos con fecha y hora en una planilla del tipo dif, cvs, prn que luego puede ser exportada a una planilla Excel (Glozer, 2023). Una vez que los datos están en una planilla se puede calcular el valor promedio horario y luego aplicar el modelo de cálculo de frío recomendado para la zona.

4.2. Métodos que calculan el frío invernal.

Se han desarrollado varios métodos para calcular la acumulación de frío. Algunos, los más antiguos utilizan rangos de temperatura muy sencillos y asignan un valor cero a las temperaturas que no están dentro de cierto rango. La mayoría de los métodos más modernos utilizan en concepto de eficiencia o peso de los rangos de temperatura. La eficiencia consiste en darle, a un rango determinado de temperatura, un determinado “peso” que va de “-1 a +1”, otros lo hacen de “0 a +1”, este último método la temperatura no resta frío. Existe otro tipo de metodología que utiliza un modelo matemático que asigna un peso a cada temperatura en forma continua. Algunos métodos están descritos en Byrne y Bacon, (2003) que explica, brevemente, la forma de acumular frío de los más utilizados:

<https://agrillife.org/stonefruit/about/chilling-accumulation-its-importance-and-estimation/>

Principalmente existen seis modelos, extendidos a nivel mundial, que cuantifican la oferta y la demanda de frío.

4.2.1. Modelo Hora de Frío menor que 7,2°C ($HF_{<7,2}$)

Es el método más antiguo y sencillo, se expresa en horas de frío y fue propuesto por Weinberger (1950). Estima las necesidades de frío a través de la suma de las horas con temperaturas menores a 7,2°C, que son acumuladas hasta el momento en el cual el receso termina. Este sistema estimó las necesidades de frío de dos cultivares de durazneros en varias localidades que presentaban, eventualmente, problemas de baja oferta. Sin embargo, variedades de durazneros de alta demanda situados en zonas con baja oferta invernal mostraron problemas de latencia prolongada aún, cumpliendo con la demanda de $HF_{<7,2}$ establecida. Tal inconsistencia hizo que el modelo fuese inestable entre años y entre zonas que poseen regímenes de temperatura diferentes. Sin embargo, sigue siendo utilizado, sobre todo, en zonas con alta oferta como en el estado de Washington, EEUU o la provincia de la Columbia Británica, Canadá.

4.2.2. Modelo Horas de Frío acumuladas entre 0°C y 7,2°C ($HF_{0-7,2}$) (Byrne y Bacon, 2003)

Es una variante del método anterior y considera que sólo, las temperaturas entre 0°C y 7,2°C son capaces de acumular. La $HF_{0-7,2}$ se basa en el supuesto que, con temperaturas menores de 0°C no hay reacciones químicas a una velocidad conforme a los procesos biológicos de la vida.

Ambos sistemas son utilizados para medir oferta y demanda de frío, pero generalmente cuando se difunde la demanda de una nueva variedad no se aclara convenientemente que tipo de método fue utilizado ($HF_{<7,2}$ o $HF_{0-7,2}$). Ello reduce la calidad de la información y genera confusiones. A modo de ejemplo, en el año 2018 se registraron 1.504 $HF_{<7,2}$ y 1.232 $HF_{0-7,2}$. Claramente el método $HF_{0-7,2}$ es más exigente, aunque ambos son igualmente inestables en las condiciones locales de Latitud 33-32°S.

4.2.3. Modelos reversibles de UTAH.

Richardson *et al.* (1974) estableció, bajo condiciones controladas, que los tejidos meristemáticos de plantas leñosas expuestas durante una hora a una temperatura entre 2,5°C y 9,1°C logra satisfacer mejor la demanda de frío que a temperaturas inferiores o superiores y por cada hora en ese rango le asignó una unidad de peso llamada Unidad de Frío (UF). A los rangos de 1,5°C a 2,4°C y 9,2°C a 12,4°C, por ser menos eficientes, le asignó el valor 0,5 UF. Los rangos de temperatura menores que 1,4°C y entre 12,5°C y 15,9°C le asignó un valor "0" UF. Al rango entre 16° y 18°C se le asignó un valor de -0,5 UF y las temperaturas horarias mayores de 18°C le asignó un peso de -1 UF. El modelo basado en la acumulación de UF, toma un valor 1 cuando las temperaturas están alrededor de 6°C. Mientras que, la contribución disminuye cuando las temperaturas están por debajo o por encima de este rango óptimo. El "peso" asignado a temperaturas cercanas a cero grados ha sido extensamente discutido por varios autores y en general, hay consenso en que las menores de 0°C no adicionan, por lo tanto, el valor de su peso horario es cero. Este método es conocido como UF de Richardson.

Tabla 1. Peso asignado a cada rango de temperatura horaria según métodos derivados de UF Utah

UF	0	0,5	1	0,5	0	-0,5	-1
Rango de temperatura °C (Richardson, 1974)	<1,4	1,5- 2,4	2,5- 9,1	9,2- 12,4	12,5- 15,9	16,0- 18,0	>18,0
Rangos de temperatura °C (Byrne y Bacon, 2003)	<1,1	1,67- 2,22	2,78- 8,89	9,44- 12,22	12,77- 15,55	16,11- 18,33	>18,33
Rango de temperatura °C (UCDavis)	<1,11	1,12- 2,22	2,23- 8,88	8,89- 12,22	12,23- 15,55	15,56- 18,33	>18,34

Posteriormente, David H. Byrne and Terry Bacon del Departamento de Ciencias Hortícolas, Texas A&M University modificaron ligeramente la escala de rangos de temperatura que se

muestran a continuación en la Tabla 1. Para mayores detalles consultar: <https://agrillife.org/stonefruit/about/chilling-accumulation-its-importance-and-estimation/>

La variante propuesta por el Departamento de Plant Sciences de la Universidad de California, Davis y la de New México University considera algunos cambios menores al modelo de Utah y, que básicamente, establece intervalos continuos de cada rango de temperatura (Tabla 1) (UC Fruit & Nut Research Information Center. 2006). Mayores detalles se encuentran en el siguiente link: http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/Weather_Services/chilling_accumulation_models/about_chilling_units/

Debido a la sencillez, facilidad y claridad del cálculo y por lo bien adaptado a nuestras condiciones climáticas invernales, este método de medición fue el seleccionado para estudiar la oferta regional y la demanda de frío de variedades de cerezos (Tersoglio *et al.*, 2006; Tersoglio y Naranjo, 2007a).

El modelo "Utah" se utiliza con éxito cuando se aplica en zonas de climas templado como Mendoza, pero en zonas de inviernos cálidos o aquellos atemperados por la influencia marítima este método muestra fallas al predecir el levantamiento de la latencia. Debido a ello, en Israel se desarrolló, un algoritmo matemático llamado Modelo Dinámico.

4.2.4. Modelo Dinámico de Porciones de Frío (PF)

Debido a las limitaciones atribuidas a las zonas más cálidas, se desarrolló un algoritmo basado en el supuesto que existe un punto en la acumulación de frío invernal en el cual el proceso resulta irreversible. Fishman *et al.* (1987a y b) desarrollaron un método basado en fundamentos fisicoquímicos que explican los fenómenos observados experimentalmente por (Courvillón y Erez, 1985; Couvillon, 1995).

El modelo supone la existencia de una sustancia precursora, inestable y aún desconocida que lleva a la acumulación de un factor que, en las yemas termina por romper la latencia. Para modelizar el proceso se sigue la ley de Arrhenius (curva sigmoidea), la cual describe procesos químicos que son reversibles. El modelo considera los siguientes puntos:

- Una distribución normal de la respuesta "porcentaje de brotación" a diferentes temperaturas.
- Las altas temperaturas y su duración afectan la negación del efecto frío.
- El efecto de los cortos periodos de exposición a temperaturas moderadas en ciclos diarios afecta la fijación del efecto frío denominado porción de frío (PF).

- La fijación del efecto frío es irreversible, luego de alcanzado cierto umbral

Según este método, los requerimientos de frío oscilan entre 12 PF en las especies de baja demanda, hasta 60-90 PF en las de altos requerimientos como cerezos.

Según Ruiz *et al.*, (2007) los resultados obtenidos en diferentes años por los modelos UF y CP fueron más homogéneos y consistentes que el modelo de $HF_{<7,2}$.

4.2.5. Discusión por la conveniencia del uso de UF o de PF

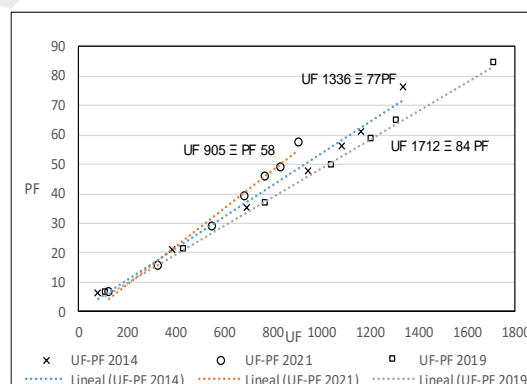
Los métodos de cálculo de la oferta y demanda de frío invernal más difundidos son: Unidades de Frío (UF) y Porciones de Frío (PF).

La diferencia consiste en que el método UF asume que el efecto de las reacciones bioquímicas siempre es reversible. En consecuencia, las UF se adicionan o se descuentan durante todo el ciclo del conteo, ya que supone que las reacciones pueden ser reversibles. Mientras que, el modelo dinámico asume que la acumulación de frío invernal es un proceso irreversible cada vez que sea alcanzado cierto umbral de frío.

Por lo tanto, en zonas de inviernos fríos ambos métodos registran valores equivalentes. Pero, en zonas de menor latitud con menor oferta de frío, el modelo Dinámico, al ser irreversible, registra proporcionalmente, más PF que UF considerando que ambos sistemas de medición tienen escalas muy diferentes (Dennis, 2003).

El modelo UF se utiliza con éxito en climas de inviernos templado-fríos, mientras que el modelo Dinámico de PF tiene mejor comportamiento en zonas de inviernos más cálidos (Dennis, 2003).

Figura 1. Relación UF-PF (2014-2021-2019).



La Figura 1 muestra la oferta de UF y la de PF observada a partir del 05-05 que corresponde a 125 días julianos (DJ), hasta el 21-09 que corresponde a 264 DJ. El periodo tiene 139

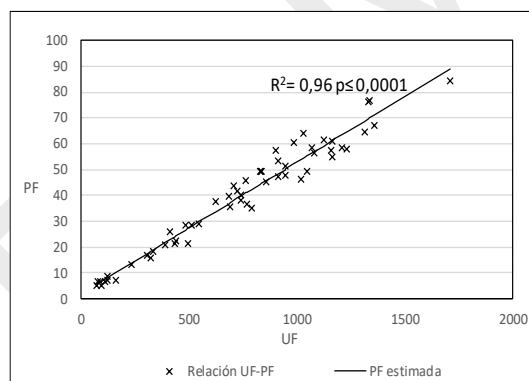
días en los cuales se debe satisfacer la demanda. Las UF acumuladas en los años 2014, 2021 y 2019 se grafican en la figura 1.

Se observa que, en cada año la relación UF-PF tiende a ser rectilínea. Los valores observados de UF y PF se ajustan a una línea de tendencia recta que, en las condiciones locales, indica equivalencia entre ambas unidades UF y PF, cualquiera sea la oferta de frío invernal y además que, para un mismo año, la relación UF-PF se mantiene fija.

En estudios realizados en el noroeste de Murcia, España no se encontraron diferencias entre ambos modelos, UF y CP, al estimar la demanda de frío de siete cultivares de cerezo (Alburquerque *et al.*, 2008).

La Figura 2 muestra la relación entre UF y PF en un periodo de 8 años, desde 2014 hasta el 2021. La figura muestra que para una misma cantidad de UF se puede esperar un rango amplio de valores de PF.

Figura 2. Relación UF-PF observada y estimada (periodo 2014-2021).



La nube de puntos de este periodo es menos ajustada que las relaciones anuales de la figura 1. El modelo de relación ($P \leq 0,0001$) indicó que el 96% de la variabilidad de las PF se explica por la variabilidad de las UF. También, ambas unidades mostraron alta magnitud de asociación en las condiciones locales de Mendoza, Argentina ($r = 0,99$; $p \leq 0,0001$). Sin embargo, es probable que en zonas más cálidas de menor latitud las diferencias se incrementen.

La información indica que para un mismo año y zona, las UF son equivalentes a las PF.

4.3. Periodos de acumulación de UF y de GDH>4,5°C

En el oasis norte de la provincia de Mendoza, el periodo de acumulación de frío se inicia el 05-05 y se extiende hasta el 21-09 que es considerado el fin del conteo y coincide con la fecha media de plena floración (PF_L). El periodo de acumulación tiene 139 días, un lapso

relativamente corto, si se considera completar los requerimientos con una tasa media diaria de acumulación de frío que oscila entre 6 y 10 UF/día.

Si bien el periodo para satisfacer la latencia es fijo (139 días), el tiempo que dura la ecolatencia dependerá de la demanda de endolatencia de la variedad y de la oferta de frío del año en curso. A menor endolatencia o a mayor oferta de frío anual, más rápido se cumple la endolatencia y mayor será el periodo restante para cumplir la demanda de ecolatencia. Pero, la situación se agrava en años de escasa oferta de frío invernal con variedades de alta endolatencia que la satisfacen tardíamente y restan escasos días para completar la ecolatencia.

4.4. Demanda de latencia e índice de productividad

La demanda de frío de toda la latencia consiste en la suma de las demandas de endolatencia y de ecolatencia. La demanda de latencia depende principalmente, de la genética de la variedad. Para lograr una alta productividad y rentabilidad, el huerto debe estar situado en un área que habitualmente no registre déficit de frío.

Por ello, la importancia de clasificar las variedades según la demanda de UF. Esto permite seleccionar las variedades según la oferta local o a la inversa, seleccionar una zona para una determinada variedad.

La Tabla 2 muestra la clasificación de la demanda de frío según UF o PF seguida por el “Departamento de Agricultura y Recursos Hídricos en el marco del Programa de Ayuda a los Pequeños Exportadores de Australia (Brunt *et al.*, 2017).

Esta clasificación es propuesta sólo, como una guía orientativa. La equivalencia entre unidades no es estricta y puede variar entre años. Además, para una misma variedad, la demanda puede variar ligeramente según portainjerto, sistema de conducción, riego, fertilización, entre otros.

Tabla 2 Clasificación de la demanda de frío según Unidades o Porciones de frío

Clasificación según demanda de frío	UF (Utah modificado)	PF (Porciones de frío)
Baja (B)	500-700	20-40
Baja a Media (B-M)	700-900	40-50
Media a Alta (M-A)	900-1.100	50-60
Alta (A)	1.100-1.300	60-80
Muy Alta (MA)	>1.300	>80

La Tabla 3 muestra el Índice de Productividad (IP) según variedad en la zona de Luján de Cuyo, Mendoza. El IP estima el comportamiento productivo de una variedad en una escala de “1” la menos productiva, hasta “7” la más productiva. El IP de cada variedad se basa en la producción media durante los primeros seis años de vida productiva. Estos datos permiten seleccionar las variedades con mejor comportamiento productivo y con mayor adaptación climática.

Las variedades testeadas de la tabla 3 se injertaron sobre la combinación portainjerto filtro M2624-Adara. En las condiciones edafo-climáticas de la provincia de Mendoza, los portainjertos M2624-Adara, MxM14, CAB6P o Adara auto-enraizado se consideran semi-vigorosos y además Adara y la combinación M2624-Adara son más precoces (Tersoglio y Setien, 2016).

La Tabla 3 expone que, sólo la satisfacción de la demanda de frío de una variedad no explica consistentemente, el comportamiento productivo. Como ejemplo, la variedad Garnet de floración auto-incompatible y de baja a media demanda de UF, muestra bajo índice de productividad. Ello se debe a su floración extremadamente temprana, que sólo coincide con Ruby, al extremo que ninguna otra la poliniza adecuadamente. Las variedades de alta productividad, como Lapins, Somerset o de productividad intermedia, como Brooks, tienen demandas intermedias.

Contrariamente, variedades de alta a muy alta demanda de frío, como Sylvia o Kordia, no poseen buen desempeño productivo en la zona debido a que todos los años experimentan déficit de UF. La satisfacción de la demanda mediante una adecuada oferta de frío es una condición necesaria, pero no suficiente, para lograr altas producciones.

La satisfacción de la demanda de frío es un fenómeno relativamente complejo. Pero la producción del árbol no sólo depende de la oferta climática de frío sino, que además interacciona con la oferta de calor en periodos cercanos a la floración. También existen variedades con limitaciones propias como auto-incompatibilidad y diferentes fechas de floración que obligan a tener una polinizadora específica a menudo de menor valor económico. También hay aspectos muy específicos de cada variedad como la longevidad del óvulo, la producción de polen, la sensibilidad a heladas, la densidad de flores, la inter-compatibilidad, la auto-compatibilidad, entre otros, que tienden a modificar la productividad de las variedades.

Tabla 3. Demanda de Unidades de Frío e Índice de Productividad según variedad en las condiciones locales de Luján de Cuyo, Mendoza

Variedad	Demanda de latencia UF	Clasificación según demanda UF	Índice de productividad	Clasificación según productividad
Garnet	870	Baja-Media	1	1-2 Cultivo baja productividad, requiere un portainjerto restrictivo y polinizadora adecuada
Sylvia	1400	Muy Alta	1	
Kordia	1200	Alta	1	
Samba			2	
Prime Giant			3	3 Cosechas escasas, requieren portainjerto restrictivo
Ruby	599	Baja	3	
Regina	1100	Media-Alta	3	
Brooks	966	Media	4	4 Cosecha media, requieren un portainjerto algo restrictivo y precoz y una gestión cuidadosa de la carga frutal
Sonata	1045	Media-Alta	4	
Royal Down			4	
13S-3-13			4	
Skeena			5	5 Consistentemente producen buena cosecha, si se usa un portainjerto semi-enanizante se necesita un suelo muy fértil y un buen manejo del riego.
Sweet Heart	1045	Media-Alta	5	
Bing WSU B13	1150	Media-Alta	5	
Santina	1065	Media-Alta	5	
Bing UCD 5-69	1150	Media-Alta	5	
Synphony			6	6 Cosechas abundantes, utilizar un semi-vigoroso o un semi enanizante en muy alta densidad
Celeste	847	Baja-Media	6	
Rainier	1036	Media-Alta	6	
Lapins	923	Media	6	
Somerset	900	Media	7	7 Tiende a la sobreproducción sólo sobre vigorosos

En la tabla 3 se observa que la satisfacción total de la demanda de frío de una variedad de cerezo debe ser cumplida obligadamente, sin embargo, ésta es una condición necesaria pero no suficiente para lograr altas producciones, ya que existen otros factores que modulan fuertemente la productividad.

5. Método para cuantificar el calor de ecolatencia

Se utiliza la unidad Grado de Crecimiento Horario mayor de 4,5°C (GDH>4,5°C) que se define como la acumulación de temperatura horaria que ha superado el umbral de

temperatura base de 4,5°C, que considera una temperatura óptima de 25°C y una temperatura máxima de 36°C (Richardson *et al.*, 1974; Couvillon, 1995; Citadin *et al.*, 2001; Albuquerque *et al.*, 2008).

Tanto la oferta local, como la demanda varietal de calor se expresa como GDH>4,5°C. Cada GDH>4,5°C se calcula sustrayendo 4,5°C a la temperatura media horaria. Las temperaturas por encima de 25°C se asumen equivalentes a 25°C por lo que le corresponde un valor horario máximo de 20,5 GDH>4,5°C. Se establece una temperatura máxima crítica (Tc) de 36°C por encima de la cual, no existe crecimiento y, por lo tanto, el valor horario de GDH>4,5°C es cero.

La acumulación de GDH>4,5°C se inicia en la ecolatencia y concluye cuando finaliza la misma, que corresponde al 60% de inicio de brotación (puntas verdes), el 21-09 en coincidencia con la plena floración.

5.1. Cálculo de la Demanda de frío y calor de ecolatencia. Dificultades

La influencia de la demanda de frío sobre la brotación y floración es un fenómeno algo complejo, pero bastante bien estudiado. Mientras que, los estudios que fijan la demanda de calor y de frío durante la ecolatencia son menos frecuentes y sus efectos sobre las variedades están menos estudiados (Couvillon, 1995; Egea *et al.* 2003).

Una limitación para establecer la demanda de ecolatencia se debe al efecto interacción frío-calor ya que ambas variables tienen un efecto recíproco y, en consecuencia, no existe un único valor de UF o de GDH>4,5°C de ecolatencia, para un mismo porcentaje de brotación (Couvillon y Erez, 1985; Citadin *et al.*, 2001; Albuquerque *et al.*, 2008).

Otra limitación es que la relación entre %Brot con UF y GDH>4,5°C no es lineal. La relación %Brot-UF-GDH>4,5°C sigue un modelo sigmoideo cuyas variables independientes, UF y GDH>4,5°C, tienen efecto recíproco y esta interacción aumenta hacia el inicio de la floración (Tersoglio *et al.*, 2006).

Durante la ecolatencia, combinaciones de diferentes combinaciones de valores de UF y GDH>4,5°C logran el mismo %Brot. Esto difiere de la demanda de endolatencia que es fija y no está relacionada con el calor.

Sin embargo, los modelos indican que no es posible remplazar todo el frío de ecolatencia por calor y viceversa, estos muestran un límite ya que, hay una parte del frío que debe ser satisfecha por la oferta climática local.

Debido al fenómeno de la interacción UF-GDH>4,5°C, acá se plantea un inconveniente metodológico: ¿Cómo establecer los parámetros medios de UF y GDH>4,5°C de una variedad si ambas variables interaccionan?

Para ello, se utiliza el valor fijo de la oferta media local de GDH>4,5°C de cada variedad para una determinada localidad. Mediante este valor se estima la demanda local de UF de ecolatencia de una variedad.

Como ejemplo, la oferta media local de GDH>4,5°C de la variedad Bing calculado con las temperaturas de la madera del periodo 2014-2021 fue 10.903 GDH>4,5°C. La acumulación se realizó a partir del inicio de la ecolatencia, en consecuencia, el periodo de acumulación y el valor de GDH>4,5°C difiere entre años (Tersoglio y Naranjo, 2009; Tersoglio *et al.*, 2012). En años con inviernos fríos la ecolatencia se inicia tempranamente mientras que, en aquellos con inviernos más templados se inicia más tardíamente.

El valor de la media de GDH>4,5°C permite calcular el valor de la demanda media de UF varietal de ecolatencia. Para ello, se introduce la oferta media de GDH>4,5°C en el modelo %Brot-UF-GDH>4,5°C y se itera las UF hasta alcanzar el 60% de brotación requerido por la relación %Brot-UF-GDH>4,5°C (Tersoglio *et al.*, 2012). Como el valor de la demanda de UF se obtiene iterando en un modelo que utiliza la media local de GDH>4,5°C, el valor de UF también tiene un alcance local. Esto explica la dispersión de valores de la demanda, de una misma variedad, citada en la bibliografía.

5.2. Oferta local y demanda varietal de GDH>4,5°C

La Tabla 4 muestra la oferta media local de GDH>4,5°C del periodo 2014-2021, según variedad, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV%). También, muestra la demanda varietal de GDH>4,5°C y el correspondiente saldo entre la oferta local y la demanda varietal de calor de cada variedad. Este valor indica exceso o falta de calor, con un valor positivo o negativo, respectivamente. Luego, se muestra el periodo medio de ecolatencia 2014-2021, expresado en días, según la variedad.

Las variedades con mayor endolatencia (mayor de 600 UF) como Stella, Kordia y Sylvia mostrada en la Figura 3 registran en la tabla 4, una oferta media de GDH>4,5°C con alta DE y CV. El periodo medio de ecolatencia de estas variedades se redujo a 68, 69 y 58 DJ, respectivamente. La mayor variabilidad de la oferta de GDH>4,5°C aumenta también el riesgo de experimentar déficit de calor.

Mientras que variedades como Somerset o Brooks de baja endolatenza, tal como se observa en la Figura 3, tienen un periodo de ecolatenza mayor que 100 días, muestran menor variabilidad de la oferta GDH>4,5°C y en consecuencia, el riesgo de experimentar déficit de calor es menor.

Tabla 4. Oferta media local, demanda varietal y saldo de GDH>4,5°C de ecolatenza según variedad (2014-2021)

Variedad	Oferta media de GDH>4,5°C al 21-09 del periodo 2014-2021			Demanda varietal de GDH>4,5°C	Saldo medio	Periodo medio de ecolatenza días
	Media	DE	CV%			
Somerset	13.649	983	7%	7.869	5.780	106
Brooks	13.282	913	7%	8.200	5.082	101
Lapins	12.798	1.119	9%	11.000	1.798	94
Rainier	12.577	1.193	9%	8.907	3.670	93
Ruby	12.473	1.238	10%	9.534	2.939	92
Garnet	12.303	1.228	10%	7.995	4.308	91
Sweet heart	12.319	1.216	10%	8.686	3.633	90
Sonata	12.327	1.212	10%	9.810	2.517	91
Santina	12.191	1.224	10%	9.560	2.631	109
New Star	11.978	1.182	10%	9.110	2.868	101
Regina	11.978	1.182	10%	7.284	4.694	85
Celeste	11.888	1.127	9%	8.585	3.303	87
Bing	10.903	1.209	11%	9.288	1.615	74
Kordia	10.578	1.312	12%	7.391	3.187	69
Stella	10.506	1.334	13%	10.787	-281	68
Sylvia	9.056	1.867	21%	8.156	900	58
Media	11.925	1.153	10%	8.885	3.040	88

En las condiciones locales de Luján de Cuyo, la oferta satisface la demanda de calor de la mayoría de las variedades excepto, la de Stella que tiene un saldo de -281 GDH>4,5°C debido, principalmente, a la alta demanda de su endolatenza y el corto periodo restante que dispone para acumular calor.

En general los requerimientos de calor observados en cerezo son mayores a los de otras especies como almendros que oscilan entre 5.500 a 9.300 GDH°C (Alonso *et al.*, 2005) o damasco que oscilan entre 4.078 y 5.879 GDH°C (Ruiz *et al.*, 2007).

Se destaca la alta oferta de GDH>4,5°C que disponen las variedades de baja endolatenza como Brooks y Somerset con saldo altamente positivo de 5.082 y 5.780 GDH>4,5°C,

respectivamente, siendo la oferta media 1,6 y 1,7 veces mayor que la demanda y el saldo 5,6 a 5,9 veces mayor que la desviación estándar de la oferta. Esto confirma que este tipo de variedades tiene una alta probabilidad de satisfacer la demanda de calor.

Mientras que, las variedades de endolatenza media-alta como Bing satisfacen la demanda de GDH>4,5°C con una oferta media de sólo, 1,2 veces la demanda y un saldo que es sólo 1,3 veces la DE. Por lo tanto, en estas variedades el riesgo de experimentar déficit es mayor.

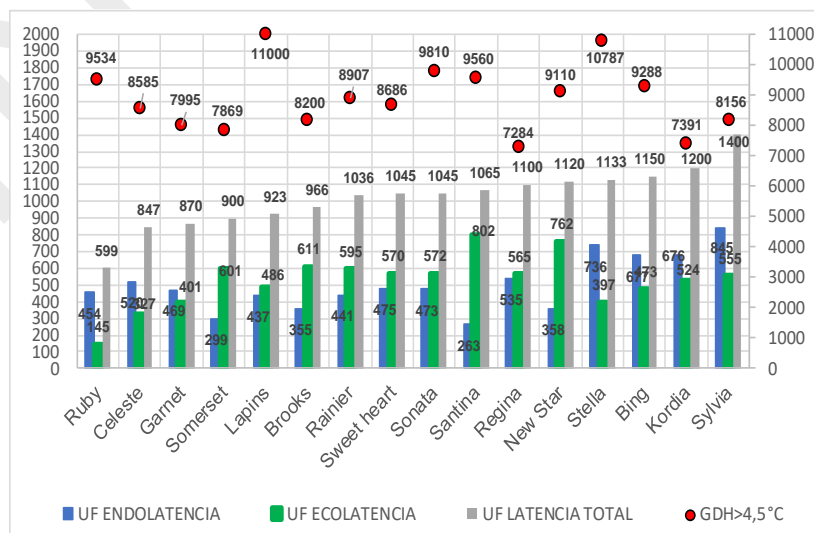
Las variedades de muy alta demanda de endolatenza como Sylvia (Figura 3) registran un saldo medio que es 0,48 veces la DE, lo que sugiere un alto riesgo de experimentar déficit.

6. Análisis de la interacción entre las demandas de UF y GDH>4,5°C

Largas exposiciones a bajas temperaturas que acumulan frío durante la ecolatenza, reducen considerablemente, el requerimiento de calor. Cuando una variedad recibe una elevada cantidad tal de UF que supera la demanda de ecolatenza, disminuye el calor requerido para alcanzar la floración (Couvillon y Erez, 1985, Citadin *et al.*, 2001; Ruiz *et al.*, 2007).

La Figura 3 describe la demanda de UF de endolatenza y, la de UF y GDH>4,5°C de ecolatenza que permiten alcanzar el 50-60% de brotación.

Figura 3. Demanda de UF de latencia, UF de endolatenza y UF-GDH>4,5°C de ecolatenza necesarias para alcanzar el 50-60% de brotación.



La demanda total de la latencia muestra una gran variabilidad oscilando entre 599 UF y 1.400 UF siendo Ruby, la variedad de menor latencia total. Le siguen Celeste, Garnet, Somerset, Lapins y Brooks con menos de 1.000 UF. Luego un grupo formado por Rainier, Sonata, Sweet Heart, Santina entre 1.000 y 1.100 UF, otro grupo de alta exigencia, 1.100 y 1.200 UF, formado por Regina, New Star, Stella y Bing y el grupo de mayor latencia de la serie (1.200 UF o más) formado por Kordia 1.200 UF y Sylvia 1.400 UF.

La demanda de endolatenencia forma grupos de variedades que difieren a los de la latencia. El de menor requerimiento, entre 200 y 300, lo integran Santina y Somerset, luego el de 300 a 400 UF formado por Brooks y New Star. Le sigue el grupo más numeroso Lapins, Rainier, Ruby, Garnet, Sonata y Sweet Heart con una demanda de 400 a 500 UF. Entre 500 y 600 UF se encuentran Celeste y Regina, seguido por Kordia y Bing con 676 y 677 UF, respectivamente. El grupo de endolatenencia mayor de 70 UF está formado por Stella y Sylvia.

La demanda de ecolatenencia, también forma grupos diferentes a los observados en latencia y endolatenencia, siendo Ruby la de menor ecolatenencia (menor que 200 UF), un grupo de baja ecolatenencia, entre 300 y 500 UF, formado por Celeste, Stella, Garnet, Bing y Lapins. Seguido por variedades de exigencia media entre 500 y 600 UF como Kordia, Sylvia, Regina, Sweet Heart, Sonata y Rainier. Un grupo de alta exigencia de ecolatenencia, entre 600 y 700 UF formado por Somerset y Brooks y el de mayor exigencia, con más de 700 UF, formado por New Star y Santina.

El índice de productividad de la tabla 3, sugiere que una alta demanda de ecolatenencia no constituye una seria limitación para lograr altos rendimientos en las condiciones locales, tal como lo demuestran las variedades Somerset, Brooks y Santina.

Las demandas de UF de endolatenencia y de UF de ecolatenencia difieren entre variedades (Albuquerque *et al.*, 2008) y no se asocian ($P \leq 0,158$). La variedad Regina posee un requerimiento de endolatenencia y de ecolatenencia similar. Mientras que, Stella tiene una endolatenencia que casi duplica la ecolatenencia. La variedad Santina tiene una endolatenencia tres veces menor que la ecolatenencia y Ruby una endolatenencia tres veces mayor que la ecolatenencia.

Esta información sugiere fuertemente que ambas fases, aunque son complementarias, siguen mecanismos de regulación bioquímicos diferentes.

6.1. Efecto baja endolatenencia / alta ecolatenencia sobre la producción

La Tabla 5 muestra la demanda media de endolatencia, ecolatencia y de latencia total de 14 variedades. La media de la endolatencia de esta serie es 506 ± 172 UF, semejante a lo registrado con la demanda de la ecolatencia que presenta una media de 560 ± 124 UF y la media de la demanda total que es 1.066 ± 139 UF, indicando que existe variabilidad entre la demanda de las variedades.

La tabla 5 clasifica las variedades según la compatibilidad floral ya que este atributo influye fuertemente en la productividad. Luego, dentro de cada grupo, las variedades se clasifican según su productividad. Entre las auto-fértiles las variedades Stella y Celeste muestran inestabilidad productiva con producciones medias a bajas. Mientras que, Lapins, Sweet Heart, Santina y New Star presentan mayor productividad.

Tabla 5. Demanda de frío de variedades de cerezo, expresadas en UF y productividad

Compatibilidad floral	Variedad	DEMANDA			Productividad
		Endolatencia	Ecolatencia	Latencia Total	
Auto-compatible	Celeste	520	327	847	media
	Lapins	437	486	923	alta
	Sweet heart	475	570	1.045	Media-alta
	Santina	263	802	1.065	Media-alta
	New Star	358	762	1.120	alta
	Stella	736	397	1.133	Media-baja
Auto-incompatible	Somerset	299	601	900	Muy alta
	Brooks	355	611	966	media
	Rainier	441	595	1.036	media alta
	Bing	677	473	1.150	media alta
	Sonata	473	572	1.045	media
	Regina	535	565	1.100	baja
	Kordia	676	524	1.200	muy baja
	Sylvia	845	555	1.400	nula
Media		506	560	1.066	
STD		172	124	139	

La variedad Stella tiene la mayor endolatencia del grupo auto-compatible (736 UF), seguida por Celeste (520 UF). El periodo medio para completar la ecolatencia de Stella es de 68 días y el de Celeste de 87 días (Tabla 4). Por otro lado, la demanda de frío de ecolatencia es semejante en ambas variedades ya que la de Celeste es de 327 UF y la de Stella es de

397 UF. Pero, como el periodo de ecolatencia de Celeste es mayor que el de Stella, la variedad Celeste tiene mayor posibilidad de satisfacer la ecolatencia que Stella, en las condiciones locales.

Un ejemplo de dos variedades auto-fértiles, con latencia similar es el de Santina (1.065 UF) y Stella (1.133 UF) (Tabla 5). La endolatencia de la variedad Santina es baja (263 UF) y la de Stella es alta (736 UF). Contrariamente la ecolatencia de Santina es alta (802 UF) y la de Stella es baja (397 UF). Con estas demandas es de esperar que, la baja endolatencia de Santina sea satisfecha antes y la de Stella lo haga más tarde. Consecuentemente, Santina registra un periodo medio de ecolatencia de 109 días, mientras que Stella sólo cuenta con 68 días (Tabla 4). La variedad Santina dispone de más tiempo que Stella para satisfacer las demandas de $UF-GDH > 4,5^{\circ}C$ que Stella. Luego, la interacción $UF-GDH > 4,5^{\circ}C$ de ecolatencia y la mayor oferta de calor de la zona situada a $32^{\circ}S$, permiten que Santina satisfaga más frecuentemente la demanda que Stella.

La relación entre las demandas de ecolatencia y de endolatencia (UF_{eco}/UF_{endo}) explica los efectos de una baja endolatencia sobre la productividad de una variedad de requerimientos medios. Este mecanismo de acción se denomina “Efecto alta ecolatencia / baja endolatencia” que es el cociente entre los valores de ambas fases.

Entre las variedades auto-infértiles se observa el mismo efecto UF_{eco}/UF_{endo} pero con resultados más evidentes sobre la producción al estar ausente el efecto modulador de la auto-compatibilidad. Tanto la variedad Somerset, como Brooks presentan buena adaptación a las condiciones locales y ambas muestran baja endolatencia y alta ecolatencia con un periodo medio de acumulación de ecolatencia de 101 y 106 días, respectivamente.

La variedad Bing registra una endolatencia de 677 UF y Rainier de 441 UF, de modo que Rainier completa la fase 19 días antes que Bing. Por lo tanto, Rainier puede acumular más UF y/o $GDH > 4,5^{\circ}C$ que Bing, en consecuencia, Rainier satisface más frecuentemente la demanda de ecolatencia registrando producciones más homogéneas que las de Bing.

La variedad Sylvia registra endolatencia alta (845 UF) y ecolatencia media (555 UF), que es menor, incluso, que la de Somerset, Brooks o Santina. Sin embargo, Sylvia no cumple adecuadamente el requerimiento debido al corto periodo restante de ecolatencia, cuya media es de sólo 58 días (Tabla 4). Consecuentemente, en las condiciones locales, Sylvia sobrevive y vegeta relativamente bien, pero su producción es escasa o nula.

El conocimiento de las demandas de ambas fases, la relación UF_{eco}/UF_{endo} y el largo del periodo de ecolatencia explican consistentemente, el comportamiento de las variedades.

6.2. Características de las variedades adaptadas al paralelo 32°

La siguiente información brinda una interpretación simple y rápida respecto de la adaptabilidad varietal a las condiciones agroclimáticas de la zona, en relación al potencial productivo.

Para lograr una buena adaptación productiva, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- El valor de la demanda de la latencia total debe ser satisfecha por la oferta media local de UF.
- El valor de la relación entre UF_{eco}/UF_{endo} debe ser mayor que 1.

Por lo tanto, las variedades que poseen baja demanda de UF deberán, además, cumplir con la condición de tener una endolatencia menor que la ecolatencia.

Para una misma localidad, la oferta anual de UF tiene distribución normal. Por lo tanto, la probabilidad de encontrar un año cuyo valor observado de UF sea igual al valor de la media menos una desviación estándar (DE) es de 0,84 (UF media menos una DE). La Figura 4 muestra la oferta media de UF local con una probabilidad de ser alcanzada de 0,50 y el Lim inf $-1DE$ con una $P=0,84$.

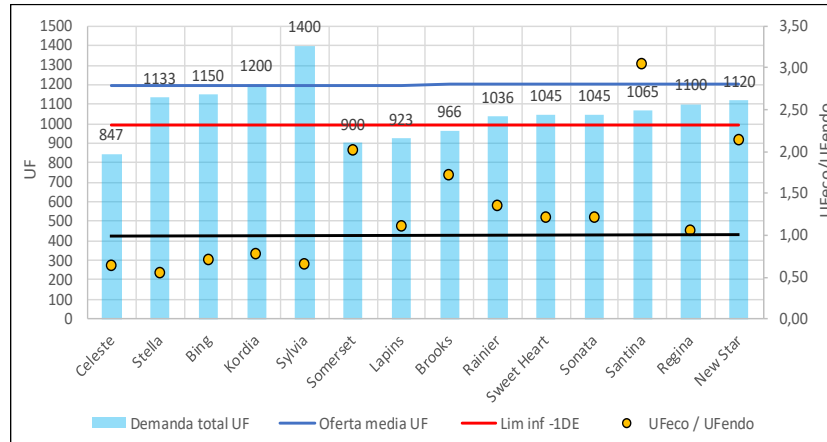
La Figura 4 muestra variedades de muy alta latencia total, como Sylvia, que no cumplen ambos requisitos y poseen un potencial productivo muy bajo o nulo. Variedades de latencia alta como Stella, Bing y Kordia, con valores de UF_{eco}/UF_{endo} menor de 1 muestran potenciales intermedios y Celeste de baja demanda de UF pero UF_{eco}/UF_{endo} menor de 1 muestra un potencial productivo inestable.

Las variedades Somerset, Lapins y Brooks poseen baja demanda de UF incluso, menor que el límite inferior (la media menos una desviación estándar) y una relación UF_{eco}/UF_{endo} mayor que "uno". En tales condiciones muestran rendimientos altos y estables. Le siguen las variedades Rainier, Sweet Heart, Sonata y Santina con estabilidad productiva. Estas variedades tienen valores de ecolatencia mayores a los de endolatencia y, en consecuencia, son satisfechos frecuentemente en las condiciones locales.

Cuando la demanda total registra valores menores a la oferta local y el cociente UF_{eco}/UF_{endo} es mayor que "uno", el comportamiento productivo tiende a ser aceptable. En tales

condiciones las variedades satisfacen con mayor frecuencia la demanda de ecolatencia, mejorando la calidad de la brotación y de la producción.

Figura 4 Clasificación de variedades según el UF_{eco}/UF_{endo} y la demanda latencia total



Cuando el cociente es menor que “1” funciona el mecanismo descrito por el cual, la demanda de ecolatencia no es satisfecha y la producción tiende a ser menor y/o inestable.

Frecuentemente, las variedades con alta relación UF_{eco}/UF_{endo} y baja demanda de latencia total tienden a mostrar mayor estabilidad productiva. Mientras que, las de baja relación UF_{eco}/UF_{endo} y alta latencia total, ocasionalmente, muestran buenas producciones.

6.3. Modelo de respuesta %Brot-UF-GDH>4,5°C durante la ecolatencia

El %Brot se explica por la acumulación de frío invernal de endolatencia y por la de frío y/o calor de ecolatencia. La relación sigue un modelo matemático sigmoideo doble exponencial que es común a las todas las variedades estudiadas de la serie. El modelo se desarrolla mediante dos variables independientes, UF y $GDH>4,5^{\circ}C$, en consecuencia, la variable dependiente %Brot, se grafica sobre un plano cuya superficie de respuesta tiene forma sigmoidea (Tersoglio *et al.*, 2006).

Si bien, las variedades estudiadas comparten este modelo, cada variedad posee sus propios parámetros que modifican el “peso” o la influencia que ejercen las UF y las $GDH>4,5^{\circ}C$, sobre el %Brot.

La evidencia indica que la demanda media de UF de endolatencia de una variedad es fija. Mientras que, la demanda media de UF de ecolatencia varía según la oferta media de $GDH>4,5^{\circ}C$. Por lo tanto, una vez satisfecha la demanda de endolatencia, la oferta media de calor de una región puede reducir o incrementar la demanda de frío de ecolatencia. Esta

es la principal causa de la disparidad de la demanda de frío de una variedad, citadas en diferentes localidades.

Durante la latencia, la relación frío-calor no es lineal, sino que responde a un modelo exponencial sigmoideo $z = a + b \cdot e^{(-x/c)} \cdot e^{(-y/d)}$ cuyos parámetros se modifican según la variedad (Tersoglio y Naranjo, 2009; Tersoglio *et al.*, 2012).

A modo de ejemplo, los modelos de latencia que explican la brotación de las variedades Brooks y Bing son los siguientes:

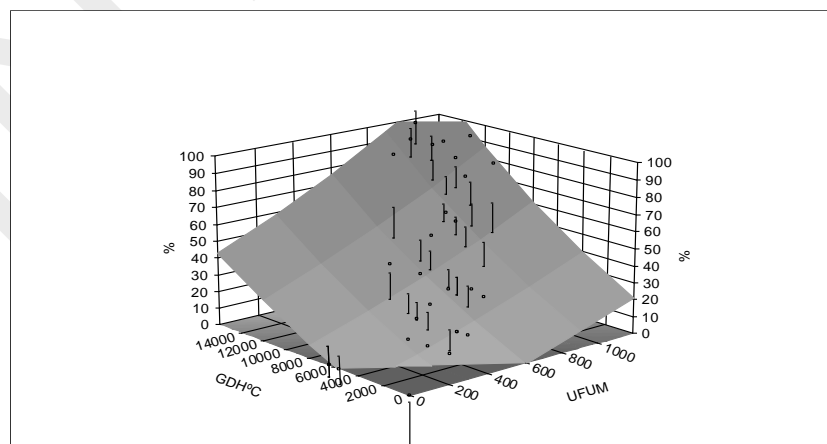
$$\%Brot_{Brooks} = -84,7967204 + 67,0754285 \cdot e^{(-UF/-2632,61488)} \cdot e^{(-GDH>4,5^{\circ}C/-24773,6153)}$$

$$\%Brot_{Bing} = -39,7522385 + 22,84090601 \cdot e^{(-UF/-2861,3395)} \cdot e^{(-GDH>4,5^{\circ}C/-9557,5293)}$$

Las Figuras 5 y 6 muestran los planos de respuesta de la relación %Brot-UF-GDH>4,5°C de Brooks y de Bing, respectivamente. Nótese que ambos planos muestran resultados diferentes, siendo Bing una superficie más aplanada y, por lo tanto, para alcanzar el mismo nivel de brotación exige mayor cantidad de UF y/o GDH>4,5°C que Brooks.

Ambas figuras muestran que no hay brotación cuando la oferta de UF de endolatenia es insuficiente aún con abundante calor. Por otro lado, no es posible registrar gran cantidad de GDH>4,5°C en pleno invierno. La endolatenia de la variedad Bing demanda 677 UF y 5.336 GDH>4,5°C para alcanzar el 10% de brotación (Tersoglio y Naranjo, 2009), mientras que Brooks, en las mismas condiciones, lo hace con 355 UF (Tersoglio *et al.*, 2012).

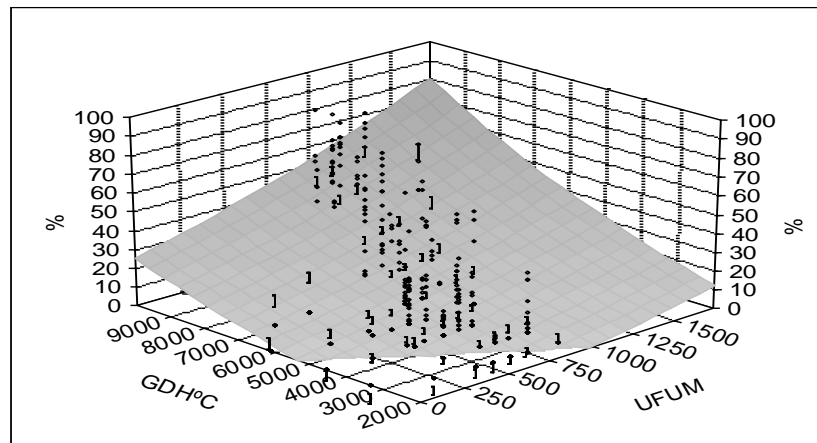
Figura 5. Efecto de la acumulación de UF y GDH>4,5°C durante la ecolatenia sobre el %Brot de la variedad Brooks.



Luego, ambas figuras muestran que, manteniendo fija la oferta de una de las variables independientes e incrementando la restante, el %Brot aumenta según la variedad y el incremento aplicado. Este mecanismo tiende a observarse hacia el final de la ecolatenia

cuando se ha satisfecho la mayor parte de la demanda de frío y responde a una relación recíproca $UF-GDH > 4,5^{\circ}C$, denominada interacción.

Figura 6. Efecto de la acumulación de UF y $GDH > 4,5^{\circ}C$ durante la ecolatencia sobre el %Brot de la variedad Bing.



Para una misma variedad, luego de superada la ecolatencia, diferentes ofertas de UF y $GDH > 4,5^{\circ}C$, provocan diferentes %Brot. Los parámetros de las variables independientes del modelo %Brot-UF- $GDH > 4,5^{\circ}C$ difieren según variedad.

Por ello, el efecto interacción entre UF y $GDH > 4,5^{\circ}C$ sobre el %Brot es de difícil interpretación y para una mejor comprensión, se realiza el siguiente análisis de sensibilidad, el cual mejora la interpretación de este efecto.

6.3.1. Análisis de sensibilidad del %Brot según oferta de UF de ecolatencia

El análisis de sensibilidad de las variables de un modelo matemático es una técnica que permite medir los cambios de la variable dependiente (%Brot), luego de modificar una de las variables independientes, UF o $GDH > 4,5^{\circ}C$, manteniendo fija la restante.

Este análisis permite reconocer que variable independiente tiene mayor impacto sobre el %Brot en una variedad determinada. La tabla 6 muestra la influencia de la variación de las UF sobre el porcentaje de brotación de las variedades Brooks y Bing cuando la oferta se reduce al 50% de la demanda de UF de ecolatencia, manteniendo constante la oferta de $GDH > 4,5^{\circ}C$ de cada variedad.

La Tabla 6 muestra que la demanda de endolatencia de la variedad Brooks es de 355 UF, la de ecolatencia es de 611 UF y 8.200 GDH>4,5°C. Tal requerimiento debe ser satisfecho para alcanzar el 50% de %Brot. Mientras que, la variedad Bing demanda en endolatencia 677 UF, en ecolatencia 473 UF y 9.288 GDH>4,5°C para alcanzar el mismo %Brot.

Pero, cuando se reduce las UF de ecolatencia a la mitad (de 611 a 305 UF), la tabla 6 indica que la variedad Brooks reduce el %Brot del 50% al 35%, con una caída del 15%. Mientras que, al reducir la oferta de ecolatencia a la mitad (de 473 a 236 UF) el %Brot se reduce del 50% al 43% con una caída de sólo el 7%.

Tabla 6. Análisis de sensibilidad sobre el porcentaje de brotación según variación de la oferta de UF

Variedad	Demanda			Oferta de UF según fase			Oferta de Calor GDH>4,5°C	%Brot
	UF endo	UF eco	UF total	UF endo	UF eco	UF Total		
Brooks	355	611	966	355	305	660	8.200	35%
					611	966		50%
Bing	677	473	1.150	677	236	913	9.288	43%
					473	1.150		50%

Por lo tanto, una reducción de la oferta UF equivalente al 50% de la demanda de ecolatencia, manteniendo fija la oferta de calor, muestra que, la variedad Brooks es más sensible que Bing a una reducción de la oferta de UF, ya que %Brot de Brooks cae un 15% mientras que, el de Bing lo hace en un 7%. La demanda de UF de la variedad Brooks es menor que la de Bing, pero Brooks exige que la demanda sea satisfecha en su totalidad mientras que, Bing es menos exigente o más tolerante al déficit de UF.

Por lo tanto, aunque una variedad sea de bajo requerimiento de frío, como Brooks, puede exigir una mayor satisfacción de la demanda, que una variedad de mayor requerimiento, como Bing.

6.3.2. Análisis de sensibilidad del %Brot según oferta de GDH>4,5°C de ecolatencia

La tabla 7 muestra el efecto del déficit de GDH>4,5°C sobre el %Brot de las variedades Brooks y Bing cuando la oferta de GDH>4,5°C se reduce al 75% de la demanda de ecolatencia, manteniendo constante la oferta de UF de cada variedad.

Este análisis somete el modelo a una reducción del 25% de los GDH>4,5°C demandados por cada variedad. Ello se debe a que sólo en casos extremos, de primaveras muy frescas, puede registrarse una reducción de tal magnitud.

Se considera que, la variedad Brooks, una vez satisfecha la demanda de frío de 966 UF y con una oferta de 8.200 GDH>4,5°C alcanza el 50% de %Brot. Pero, al reducir la oferta de calor el 25%, que corresponde a 6.150 GDH>4,5°C, se obtiene un %Brot del 39%, con una caída del 11%. Mientras que, la variedad Bing que requiere 9.288 GDH>4,5°C y 1.150 UF al reducir la oferta de calor el 25% de la demanda, es decir a 6.966 GDH>4,5°C, el %Brot disminuye del 50% al 31%, con una caída del 19%.

Tabla 7. Análisis de sensibilidad sobre el porcentaje de brotación según variación de la oferta de GDH>4,5°C

Variedad	Demanda UF			Oferta UF	Oferta de Calor GDH>4,5°C	%Brot
	UF endo	UF eco	UF total	UF total		
Brooks	355	611	966	966	8.200	50%
					6.150	39%
Bing	677	473	1.150	1,15	9.288	50%
					6.966	31%

Con una reducción de la oferta de GDH>4,5°C del 25% de la demanda, la variedad Brooks experimenta menor reducción del %Brot que Bing. Mientras que el %Brot de Brooks cae un 11%, el de Bing lo hace un 19%.

La tabla 7 indica que Bing necesita satisfacer la totalidad de la demanda de calor, mientras el efecto de la falta de calor en Brooks es menos relevante. Por lo tanto, Bing exige mayor cumplimiento de la demanda de GDH>4,5°C que Brooks para alcanzar el 50% de brotación.

La evidencia sugiere que el %Brot de una variedad de baja demanda de frío, como Brooks, puede ser más sensible a una reducción de la oferta de frío que, una variedad de mayor demanda de frío, como Bing. Contrariamente, una variedad con demanda media de calor, como Bing, puede ser más sensible a una reducción de la oferta de calor que, una variedad de baja demanda de calor como Brooks.

6.4. Análisis del %Brot según la oferta UF y GDH>4,5°C (2014-2022)

La Tabla 8 muestra la oferta climática observada durante la latencia de las variedades Bing y Brooks en el periodo 2014-2022. Además, exhibe el correspondiente porcentaje de

brotación estimado de yemas vegetativas en el estado fenológico de puntas verdes, según fechas 15-09 y 21-09 que corresponden al inicio y a la plena floración. También, presenta el respectivo comportamiento productivo de cada variedad y año.

La Tabla 8 indica que la variedad Bing registró %Brot que osciló entre el 47% y el 100% y que en 6 de los 9 años logró un aceptable comportamiento productivo. Mientras que, la variedad Brooks mostró %Brot que osciló entre 76% y 100%, con buen comportamiento productivo durante los años estudiados.

Tabla 8. Porcentaje de brotación estimado según la fecha 15-09 y 21-09

Variedad	Año	Oferta climática "real" observada en inicio y plena floración			%Brot estimado según fecha (%)		Comportamiento productivo
		UF	GDH>4,5°C		15-sep	21-sep	
			15-sep	21-sep			
Bing	2014	1.336	10.614	12.273	71	92	Muy alto
	2015	986	8.199	9.492	36	47	Bajo
	2016	1.357	11.310	13.030	80	100	Sobrecarga
	2017	1.160	9.526	10.916	53	68	Medio
	2018	1.030	8.512	9.292	40	47	Bajo
	2019	1.439	8.763	9.826	55	66	Medio alto
	2020	1.329	9.328	10.684	57	71	Muy alto
	2021	905	9.372	10.918	44	58	Medio Bajo
	2022	1.157	9.154	10.243	49	60	Medio
Brooks	2014	1.336	12.538	14.197	100	100	Alto
	2015	986	11.457	12.751	70	78	Medio
	2016	1.357	13.013	14.733	100	100	Alto
	2017	1.160	12.357	13.747	87	97	Alto
	2018	1.030	11.258	12.038	71	76	Medio
	2019	1.439	10.545	11.608	93	100	Alto
	2020	1.329	11.365	12.721	91	100	Muy alto
	2021	905	11.877	13.423	68	78	Medio
	2022	1.157	11.367	12.455	80	87	Medio

La variedad Bing demanda 1.150 UF y 9.288 GDH>4,5°C. En el periodo considerado, Bing experimentó déficit de oferta de UF en los años 2015, 2018 y 2021. Durante los años 2015 y 2018 la oferta de frío no fue compensada por la oferta de GDH>4,5°C, en consecuencia, el %Brot y rendimiento fueron bajos. Esto muestra la susceptibilidad de Bing a la falta de calor. Mientras que, en el 2021 la alta oferta de calor pudo compensar, parcialmente, el

elevado déficit de UF con valores de brotación y producción medios a bajos. En los años 2017 y 2022 la oferta de frío y de calor satisfizo la demanda media y el comportamiento productivo fue medio. El resto de los años la oferta de UF fue alta y el comportamiento productivo estuvo regulado por la oferta de GDH>4,5°C especialmente, durante la floración. Se destaca el año 2016 con una sobreoferta climática estimando el 100% de brotación y la consecuente sobrecarga frutal.

La variedad Brooks demanda 966 UF y 8.200 GDH>4,5°C. El año 2021 registró déficit de UF, pero la elevada oferta de GDH>4,5°C compensó la falta de frío, alcanzando un %Brot aceptable. El año 2015 mostro una oferta de UF ajustada pero una alta oferta de calor que alcanzó para lograr un %Brot y rendimiento adecuado. El resto de los años registró mayor oferta de UF y de GDH>4,5°C que la demanda y el comportamiento productivo fue bueno.

7. Oferta de frío y de calor

El cerezo exige condiciones climáticas invernales que deben ser cumplidas, si se desea un desempeño productivo sustentable. Los factores de mayor influencia sobre la oferta de frío y de calor son la latitud y la altitud de las zonas productivas. Si bien existen otros factores de importancia estos dos definen las condiciones climáticas básicas necesarias para alcanzar producciones sustentables.

Por ello, a continuación, se analizan la posición geográfica latitudinal, la altitud y los rendimientos medios de diferentes zonas productoras de cerezas a nivel mundial. El estudio examina la ubicación de aquellos Países que alcanzan altas producciones a nivel mundial, el desempeño de Países productores situados a bajas latitudes, cercanas al paralelo 32° del Hemisferio Norte (HN) y el comportamiento productivo de los Países situados en el Hemisferio Sur (HS).

7.1. Panorama productivo según ubicación geográfica de los Países

Dentro de cada país, cada zona productora de cerezas se desarrolla para abastecer en forma escalonada los mercados internos y de exportación y así, evitar la tan temida sobreoferta estacional. Las dos variables utilizadas para lograr este objetivo en ambos hemisferios son: latitud y altitud.

La latitud modifica fuertemente los periodos de cosecha. Las zonas productoras de España, Italia y Grecia ubicadas a 40°N tienen variedades que maduran entre mayo y junio. Mientras

que, al incrementar sólo, 5° la latitud hacia el norte, en el sur de Francia y norte de Italia, la cosecha es dos semanas más tarde (Webster y Looney, 1996).

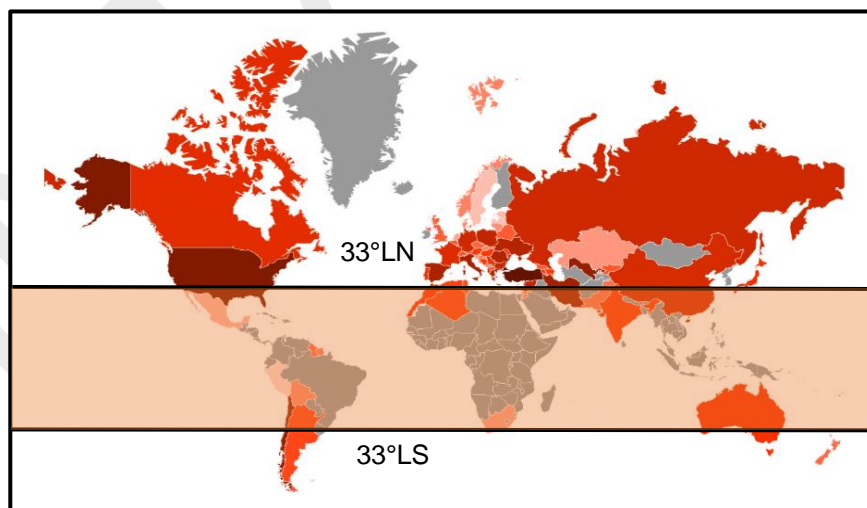
Otra variable que permite cultivar cerezo en zonas de latitud más baja es la altitud. Según Albuquerque *et al.*, (2008) la acumulación de frío está fuertemente influida por la altura para una misma latitud. Por otro lado, la menor latitud y altitud reduce la oferta de frío, aumenta la oferta de calor y adelanta la cosecha.

La Figura 7 muestra una franja central transparente que fracciona el planeta en dos grandes sectores. Los ubicados al sur del paralelo 33°S en el HS y al norte del paralelo 33°N en el HN (AtlasBig, 2020). Los Países que se ubican sobre la franja transparente, no son productores de cereza. Excepcionalmente, algunos de ellos están señalados como productores, debido a que poseen en su territorio pequeñas áreas situadas en latitudes cercanas a los 33° y/o a mayor altitud.

En ambos hemisferios, los mayores productores - exportadores cultivan cerezos en latitudes mayores que 35° y altitudes que aumentan, cuanto menor es la latitud.

A continuación, se analiza la latitud, altitud y rendimiento medio de los 7 Países que logran las mayores producciones a nivel global. La mayoría de estos países se sitúan en el HN.

Figura 7. Mapa de los países productores de cereza según su importancia en ambos hemisferios



La producción mundial es de aproximadamente, 2,3 millones de toneladas anuales de cerezas.

7.1.1. Ubicación de los 7 países con mayor producción mundial

La Tabla 9 muestra la latitud y altitud de los 7 países con mayor producción mundial y sus respectivos rendimientos: Turquía, EEUU, Irán, Chile, Uzbekistán, Italia y España.

En Turquía, las regiones productoras de mayor importancia son: Esmirna ubicada a 38°N sobre el mar Egeo, Konia a 37°N en una zona montañosa a 1.000 msnm, Bursa a 40°N y 100 msnm y Manisa a 38°N y 0 msnm.

Las regiones productoras más importantes de EEUU se sitúan en la costa oeste. La más temprana está en el estado de California, en Bakersfield a 35°N y a 150 msnm, seguida por Fresno a 36°N y a 150 msnm y luego, Lodi y Stockton a 38°N y a 0 msnm. Hacia el norte, el estado de Óregon, en The Dhales ubicada a 45°N y a 100 msnm. Finaliza la temporada en el estado de Washington principalmente, en dos localidades, Yakima Valley a 46°N y a 300 msnm y Wenatchee a 47°N y a 200 msnm. La producción más tardía de América del Norte corresponde a los alrededores del lago Okanagan, Penticton, Provincia de British Columbia, Canadá a 49°N y a 350 msnm.

Tabla 9. Países con mayor producción mundial de cerezas.

País	Producción (Ton)	Rend. kg ha ⁻¹	Latitud	Altitud msnm
Turquía	599.650	7.075	37°- 40°N	0 -1.000
EEUU y Canadá	288.480 y 15.648	7.773 y 9.186	35°- 49°N	0 - 350
Irán	220.393	7.761	32°- 50°N	1.000 -3.400
Chile	123.224	5.029	30°- 46°S	200
Uzbekistán	95.267	8.814	41°N	
Italia	94.888	3.166	41°- 44°N	50 - 800
España	94138	3728	41°-37°N	0 - 700

La República de Chile es el único País del HS que está entre los de mayor producción anual. Tiene un perfil climático semejante al de EEUU debido a la amplitud de latitudes y la influencia del océano Pacífico. La producción se inicia en la IV Región en la zona de Ovalle a 30°S y a 200 msnm, seguido por la V Región en las localidades de Quillota a 32°S y a 150 msnm y Los Andes a 32°S y a 800 msnm y por la región Metropolitana a 33°S que ocupa el tercer lugar como zona productora de exportación. Sin embargo, las regiones productoras de mayor importancia son Maule 35°S y O'Higgins 34°S sobre valles situados a diferentes altitudes que permiten escalar la oferta. Ambas regiones envían el 83% de todo lo exportado por Chile (Quiroz *et al.*, 2023). La temporada finaliza en Chile Chico, situado a 46°S y a 200 msnm.

La República Islámica de Irán produce cerezas en diversas zonas de muy diferente latitud como: Alborz 50°N y 1.300 msnm, Tehran a 35°N y 1.200 msnm, Qasvin 36°N y 1.300 msnm, el área de cereza de primicia que corresponde a Isfahan a 32°N y 1.600 msnm.

La producción de Italia se inicia en la Puglia, Bari y la Campania a 41°N y entre 50 y 250 msnm y finaliza en la zona de la Emilia Romagna a 44°N y 50 msnm.

En España, la producción se inicia en el Sur a los 37°N y continúa en el Valle del Jerte a 40°N, en Aragón y Catalunya a 41°N y entre 400 y 500 msnm.

7.1.2. Países productores situados sobre los 33°LN

La Tabla 10 muestra los países del HN cuyas zonas productoras están situadas en latitudes iguales o menores que 33°N. Algunos países sitúan la mayor parte de su territorio en latitudes menores que 33°N, pero, producen cereza ya que poseen pequeñas zonas que se ubican a mayor latitud y altitud.

Tabla 10. Países del HN con zonas productoras situadas a 33°N o menor

País	Producción ton	Rend. Kg.ha ⁻¹	Latitud	Altitud msnm
Israel	3.500	8.516	31°- 35°N	750 -1.000
Marruecos	8.093	2.687	33°N	1.000
México	207	3.700	24°N	1.900

Israel logra rendimientos medios en las tierras altas del Golan, Bustam, Bereshit y Gush Etzion a 35°N entre los 750 y 1.000 msnm, respectivamente. Sin embargo, también cultiva cerezos en Ramat Rachel que se sitúa a 31°N y 800 msnm.

Marruecos produce cereza de primicia en la zona de Sefrou, situada a 33°N con rendimientos todavía bajos ya que las plantaciones son jóvenes con variedades de baja demanda como Sweet Arianna y Sweet Sarretta.

La mayor parte del territorio de Argelia se sitúa por debajo de los 32°N, pero las zonas productoras como Ain Fezza, Tlemcen se ubican a 34°N. Algo semejante sucede con Túnez que posee dos regiones a 36°N, pero con diferentes altitudes Ain-Draham a 677msnm y Bou-Salem a 127msnm.

México produce en la zona de Durango y Chihuahua a 24°S y 1.900 msnm, pero los cultivos son de muy bajo rendimiento y potencial productivo.

7.1.3. Países productores del HS

La Tabla 11 muestra las características productivas de los Países del HS: Chile, Australia, Argentina, Nueva Zelanda y Sudáfrica. Excepto Nueva Zelanda el resto posee zonas productoras situadas en latitudes cercanas a los 33°S.

Chile es el principal proveedor de cerezas del HS. Si bien, las estadísticas que figuran en la tabla 9, 10 y 11 pertenecen al periodo 2018-2021, actualmente, se estima que Chile posee 62.000 has implantadas. En la temporada 2022-2023 Chile produjo 415.398 ton, aproximadamente 83 millones de cajas, con una estimación de ingresos FOB de 2.300 millones de dólares (Quiroz et al., 2023). En los últimos 20 años mostró un crecimiento sostenido de las exportaciones, pero esta tendencia se incrementó fuertemente a partir de la temporada 2017/18.

Tabla 11. Países productores del HS. Caracterización de las zonas productoras de cerezas.

País	Producción ton	Rend. kg ha ⁻¹	Rango de Latitud	Altitud msnm
Chile	123.224	5.029	30°- 46°S	200
Australia	15.941	6.700	32°- 42°S	0 - 900
Argentina	7.285	2.979	32°- 46°S	200 – 1.100
Nueva Zelanda	3.397	3.745	39°- 45°S	0 - 1.250
Sudáfrica	298	2.086	28° - 33°S	500 - 1.800

Le sigue Argentina, que es el segundo exportador del hemisferio sur, pero con una participación de sólo el 1,1% con un total de cerezas exportadas de 4.749 toneladas en la temporada 2022/23 registrando una reducción del 13% respecto del ejercicio anterior y una tendencia a la baja por segundo año consecutivo (Quiroz *et al.*, 2023).

La producción de cerezas de Argentina se concentra en seis provincias: Mendoza con 661 has, Río Negro con 428 has, Neuquén con 237 has, Chubut con 336 has, Santa Cruz con 200 has (Raffo *et al.* 2022). La provincia productora de menor latitud es Mendoza que principalmente produce en zonas del Valle de UCO a 33°S y 1.200 msnm, Luján de Cuyo a 32°S, entre los 900 y 1.100 msnm y Maipú a 32°S y 800 msnm. En Neuquén se destacan zonas como El Chañar y Centenario a 38°S y 300 msnm y la zona del Limay entre Arroyito y Colonia Valentina situada a 39°S. La provincia de Río Negro con zonas productoras en el Valle Medio y Alto Valle a 38°S y Río Colorado a 39°S. La provincia de Chubut cuyas zonas productoras son Trelew, Gaiman y Dolavon que se sitúan a 43°S y otras más alejadas como Sarmiento a 45°S. El área productora más austral corresponde a Los Antiguos, en la provincia de Santa Cruz, situada a orillas del lago Buenos Aires a 46°S vecino a la localidad chilena de Chile Chico.

La República de Sudáfrica produce en el área de Western Cape a 32°S y Ceres a 33°S y 500 msnm con cierto éxito, pero también lo hace en Free State, Ficksburg, Clocolan y Fouriesburg a 28°S y 1.300-1.800 msnm y Alhambra a 27°S y 1.500 msnm con grandes variaciones interanuales.

Australia posee la zona productora de Wandin que es de baja latitud a 32°S y a 60 msnm. Las zonas de Orange a 33°S y 900 msnm, Wangarratta y Shepparton a 36°S y 150 msnm, la zona de Adelaide Hills a 34°S y 0 msnm y Tasmania a 42°S y 800 msnm registran rendimientos intermedios.

Nueva Zelanda produce en Hawke's Bay situada a 39°S a nivel del mar y Central Otago situada a 45°S y 1.250 msnm.

La información precedente indica que sólo unas pocas zonas de ambos hemisferios del planeta producen cereza en latitud alrededor de los 33° y generalmente, lo hacen en altura. Probablemente los ejemplos más conspicuos sean: Wandin, Australia 32°S; Isfahan, Irán 32°N; Ovalle, Chile 30°S; Ramat Rachel, Israel 31°N y el oasis Norte de la provincia de Mendoza, Argentina que lo hace entre los 33° 17' LS y 32° 35' LS y entre los 700 y 1.200 msnm.

La información precedente indica que, para lograr producciones rentables y sostenibles de cerezas, las zonas productoras deben situarse a partir de los 33° de latitud cualquiera sea el hemisferio. Sin embargo, existen zonas productoras situadas a menor latitud que, por su altura o por la influencia de los océanos, poseen condiciones aceptables para el cultivo. Lamentablemente, estas áreas generalmente, presentan rendimientos erráticos que no permiten alcanzar una adecuada sustentabilidad económica. Pero, por otro lado, dichas zonas tienen el potencial de producir fruta de primicia que posee un alto valor comercial, con altos retornos al productor. La zona productora del oasis norte de la provincia de Mendoza situada a 32°S y entre 700 y 1.200 msnm es una de ellas.

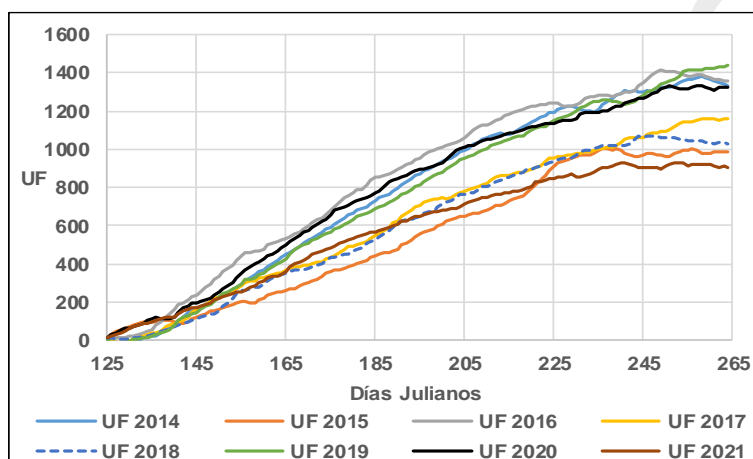
En estas áreas, el cultivo supone un desafío tecnológico que requiere del monitoreo y control de las condiciones climáticas, de un apropiado diseño del huerto, de la selección del portainjerto, variedades, de un adecuado sistema de conducción y manejo de cultivo que permita regular, la carga frutal y controlar el déficit de frío.

7.2. Comportamiento local de la Oferta de UF

El monitoreo invernal de la oferta de frío, permite conocer el déficit o exceso de UF, la frecuencia, la intensidad y eventualmente, el impacto sobre la producción.

En el periodo comprendido entre los años 2014 y 2021, se registró una oferta media de 1.193 ± 200 UF. Considerando que la oferta de frío anual posee una distribución normal, el 34% de los años puede registrar valores entre la media y menos una DE, es decir entre 1.193 UF y 993 UF. Estos valores indican que gran parte de las variedades de la tabla 5 podrían experimentar déficit y eventualmente, requerir replazantes de frío (Tersoglio y Naranjo, 2007a; Naranjo y Tersoglio, 2010a).

Figura 8. Evolución de la acumulación de UF en el periodo 2014-2021 de Luján de Cuyo, Mendoza.



La figura 8 muestra la evolución de la oferta anual de UF a partir de los 125 DJ que corresponde a la fecha 05-05 (inicio de la acumulación) hasta los 264 DJ que corresponde al 21-09 (final de la acumulación), es decir un periodo de 139 días.

Del análisis de la figura 8 resulta lo siguiente:

- el inicio de la acumulación con saldo positivo de UF varía según el año
- el comportamiento interanual de la acumulación de UF es variable
- si se considera que la demanda de UF de las variedades oscila entre 599 UF de la variedad Ruby y 1.400 UF de Sylvia, la oferta media sólo satisface los requerimientos de algunas variedades
- frecuentemente existen años deficitarios que pueden afectar el rendimiento
- el conjunto de líneas visualiza tasas diarias de acumulación de UF que, generalmente, son positivas hasta mediados de agosto (aproximadamente hasta los 225 DJ que corresponde al 13 de agosto). Luego de ello, se observan, frecuentes periodos más o menos cortos con tasas negativas o cercanas a cero que tienden a

aplanar e incluso a declinar la curva de acumulación, reduciendo la oferta total, como se observa durante los últimos 20 días del año 2018.

- También se observa que la acumulación tiene un comportamiento interanual diferente. Se distinguen dos tipos de acumulación de UF: uno que alcanza valores finales mayores de 1.200 UF, en los años 2014, 2016, 2019 y 2020, mientras que otros no superan este límite, en los años 2015, 2017, 2018 y 2021.

La acumulación de UF de los años deficitarios muestra una tasa media diaria de acumulación menor respecto de años con mayor oferta de frío. La tasa media del 2015, 2017, 2018 y 2021 osciló entre 6,5 y 8,3 UF/día mientras que, la de los años 2014, 2016, 2019 y 2020 lo hizo entre 9,5 y 10,3 UF/día.

La tabla 12 muestra la demanda de UF según variedad, la oferta de UF según año, el correspondiente saldo de frío y el porcentaje de años cuya demanda varietal fue satisfecha.

Tabla 12. Déficit o exceso de oferta de UF anual según variedad.

Variedad	Demanda de latencia UF	Oferta de Frío invernal según AÑO (UF)								Porcentaje de años con demanda satisfecha
		2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	
		1.336	986	1.357	1.160	1.030	1.438	1.329	905	
Déficit o exceso anual de UF según variedad										
Ruby	599	737	387	758	561	431	839	730	306	100%
Celeste	847	489	139	510	313	183	591	482	58	100%
Garnet	870	466	116	487	290	160	568	459	35	100%
Somerset	900	436	86	457	260	130	538	429	5	100%
Lapins	923	413	63	434	237	107	515	406	-18	87%
Brooks	966	370	20	391	194	64	472	363	-61	87%
Rainier	1036	300	-50	321	124	-6	402	293	-131	62%
Sweet Heart	1045	291	-59	312	115	-15	393	284	-140	62%
Sonata	1045	291	-59	312	115	-15	393	284	-140	62%
Santina	1065	271	-79	292	95	-35	373	264	-160	62%
Regina	1100	236	-114	257	60	-70	338	229	-195	62%
New Star	1120	216	-134	237	40	-90	318	209	-215	62%
Stella	1133	203	-147	224	27	-103	305	196	-228	62%
Bing	1150	186	-164	207	10	-120	288	179	-245	62%
Kordia	1200	136	-214	157	-40	-170	238	129	-295	50%
Sylvia	1400	-64	-414	-43	-240	-370	38	-71	-495	12%

Además, muestra la frecuencia de experimentar déficit de UF y explica que, el saldo depende tanto, de la demanda de la variedad, como de la oferta del año.

En el periodo considerado, las variedades Somerset, Ruby, Garnet o Celeste no registraron déficit, mientras que Kordia y Sylvia alcanzaron a satisfacer la demanda el 50% y el 12% de los años, respectivamente.

Se observa en la tabla que, en años de escasa oferta de frío invernal, como 2021 y 2015, las variedades de alta demanda como Silvia poseen un alto déficit que no puede ser remplazado aún con la aplicación de remplazantes químicos, otras, como Kordia se encuentran en el límite ya que se debería aplicar una dosis máxima, tal como se verá más adelante.

La información de la tabla 12 es una simplificación de la realidad, porque no considera el efecto del calor de ecolatencia ya que, analiza sólo la oferta, demanda y saldo de UF. Sin embargo, ésta permite interpretar una parte importante del comportamiento ecofisiológico del cerezo.

7.3. Comportamiento local de la Oferta de GDH>4,5°C

Durante los inviernos del oasis norte de Mendoza, el cerezo supera ambas fases de latencia en el periodo que es continuo, fijo y dura 139 días. Sin embargo, la ecolatencia se distingue de la endolatencia, por la interacción entre UF y GDH>4,5°C. Por lo tanto, la identificación del inicio de la ecolatencia es de gran importancia para determinar la capacidad de adaptación de una variedad a la oferta climática local.

El cumplimiento de la ecolatencia depende de la cantidad de UF demandada por la endolatencia. A mayor demanda de endolatencia menor será el periodo restante para satisfacer la ecolatencia debido a que el periodo de satisfacción es fijo, de 139 días.

Desde luego, otro aspecto a considerar es la oferta diaria de frío. A mayor UF diaria menor será el tiempo necesario para satisfacer la endolatencia y mayor será el periodo restante para satisfacer la demanda de ecolatencia y viceversa (Tersoglio y Naranjo, 2009).

Como se observa en la Figura 3 la demanda de UF de endolatencia y, UF y GDH>4,5°C de ecolatencia varía entre variedades. Además, como la oferta de frío invernal varía entre años (Figura 8), la satisfacción de la demanda de endolatencia se cumple en diferentes fechas, según la oferta de frío anual y la demanda varietal.

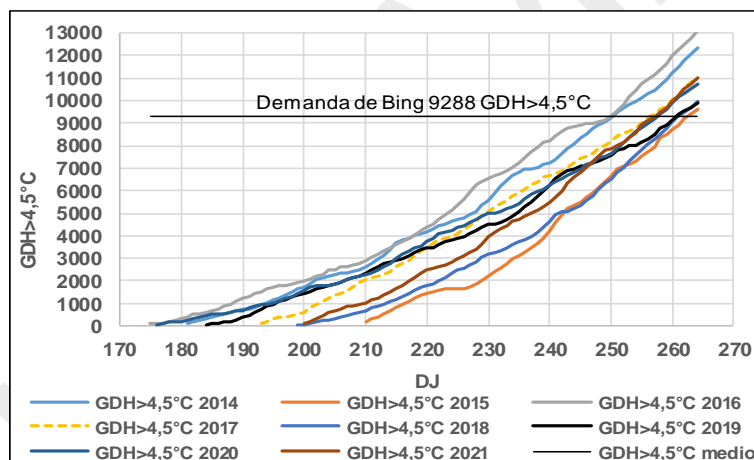
El efecto interacción UF-GDH>4,5°C de ecolatencia influye sobre %Brot (Tersoglio *et al*, 2006). De modo que, una mayor oferta de UF de ecolatencia, demandará menor cantidad de GDH>4,5°C para un mismo %Brot y viceversa. Esto indica que, para una misma variedad

el %Brot dependerá de la combinación de GDH>4,5°C y UF ofertada (Citadin *et al.*, 2001; Albuquerque *et al.*, 2008; Tersoglio y Naranjo, 2009; Tersoglio *et al.*, 2012).

La Figura 9 muestra la evolución de la oferta local de GDH>4,5°C durante la ecolatencia de la variedad Bing. Esta fase se inicia una vez satisfecha la demanda de endolatencia que para Bing es de 677 UF. Por lo tanto, la fecha de inicio de acumulación de GDH>4,5°C varía según la oferta climática anual de UF.

La Figura 9 muestra que entre el 2014 y el 2021 la amplitud fue de 36 días entre el inicio más temprano y el más tardío. También muestra que durante la ecolatencia hay periodos en los que no hay acumulación de GDH>4,5°C, pero a diferencia de las UF, estos periodos se registran en cualquier momento del conteo y la acumulación no es reversible.

Figura 9. Evolución de la GDH>4,5°C anual acumulada de la variedad Bing en el periodo 2014-2021, Luján de Cuyo, Mendoza.



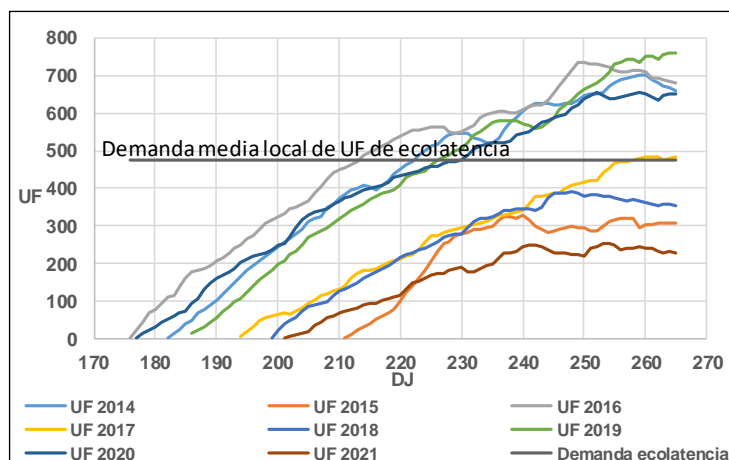
La figura 9 muestra que la oferta de calor, habitualmente, satisface la demanda media de GDH>4,5°C de Bing. Por lo tanto, de la figura se deduce que Bing satisface la demanda de UF de endolatencia y la demanda media de GDH>4,5°C de ecolatencia, todos los años.

Sin embargo, la demanda de UF de ecolatencia de Bing no siempre es satisfecha. Por lo tanto, en los años deficitarios será necesario una oferta extra de GDH>4,5°C que sea superior a la media de modo tal, de compensar el déficit de UF, mediante el efecto interacción UF-GDH>4,5°C.

La Figura 10 muestra la oferta local de UF registrada durante la ecolatencia de la variedad Bing. Se observa que, las fechas de inicio de conteo de GDH>4,5°C de la figura 9 coinciden con las de inicio de conteo de UF de ecolatencia.

La Figura 10 muestra que los años 2014, 2016, 2019 y 2020 tuvieron una oferta de UF de ecolatencia que superó la demanda media de Bing. También muestras años, como el 2017, en el cual oferta y demanda coincidieron y años como el 2015, 2018 y 2021 en los cuales la oferta de UF fue menor que la demanda.

Figura 10. Evolución de la oferta anual de UF acumulada de ecolatencia de la variedad Bing en el periodo 2014-2021, Luján de Cuyo, Mendoza.



En años con oferta de UF deficitaria se necesitarán mayor acumulación de GDH $>$ 4,5°C para lograr un adecuado %Brot. De lo contrario, se requerirá la aplicación previa de productos químicos que tienen la propiedad de remplazar el efecto frío.

Las Figuras 9, 10 y la Tabla 8 permiten analizar el efecto GDH $>$ 4,5°C en los años con ofertas deficitarias y con excedentes de UF.

Los años 2015 y 2018 registraron una oferta de 986 y 1.030 UF (Tabla 8). En consecuencia, la variedad Bing superó la endolatencia en ambos años, pero durante la ecolatencia experimentó déficits de -164 y -120 UF, respectivamente. Además, se registró una oferta de calor de 9.492 y 9.292 GDH $>$ 4,5°C (Tabla 8), respectivamente. Mientras que, la demanda de GDH $>$ 4,5°C de Bing midió 9.288 GDH $>$ 4,5°C (Figura 3 y Tabla 4). Por lo tanto, la oferta de GDH $>$ 4,5°C no alcanzó a remplazar la falta de UF, mediante el efecto interacción UF-GDH $>$ 4,5°C. Consecuentemente, la floración se extendió con una baja fecundación y un 47% de brotación.

En el año 2017 se registró una oferta de frío de 1.160 UF (Tabla 8), similar a la demanda de Bing de 1.150 UF (Figura 3). Por lo tanto, la oferta de UF satisfizo la endolatencia y la ecolatencia. La oferta de calor fue de 10.916 GDH $>$ 4,5°C (Tabla 8) con un exceso de oferta de 1.628 GDH $>$ 4,5°C que posibilitó una floración concentrada, con un 68% de brotación.

La oferta de UF del año 2020 fue 1.329 UF (Tabla 8) con un excedente de UF de ecolatencia de 179 UF. La oferta de calor registró 9.328 GDH>4,5°C, similar a la demanda de Bing de 9.288 GDH>4,5°C (Figura 3 y Tabla 4). Por lo tanto, hubo una sobreoferta de UF y una oferta adecuada de GDH>4,5°C y en consecuencia la floración fue concentrada, la fecundación fue alta a muy alta con el 71% de brotación.

El año 2021 registró una oferta de 905 UF y con un déficit de ecolatencia de -245 UF. La oferta de calor registró 10.918 GDH>4,5°C (Tabla 8) con un excedente de 1.630 GDH>4,5°C. En tal condición, el efecto interacción mejoró el %Brot, ya que la sobreoferta de calor compensó, aunque parcialmente, el déficit de UF y alcanzó valores de brotación y producción medios a bajos.

8. Pronóstico local de UF

El análisis de la oferta local de UF de los últimos 8 años permitió calcular un modelo matemático que estima, anticipadamente, las UF totales que se registrarán al final del periodo de conteo. Este modelo posee significancia estadística y adecuada precisión. El pronóstico se basa en valores de UF y en la tasa media observada al inicio de la latencia.

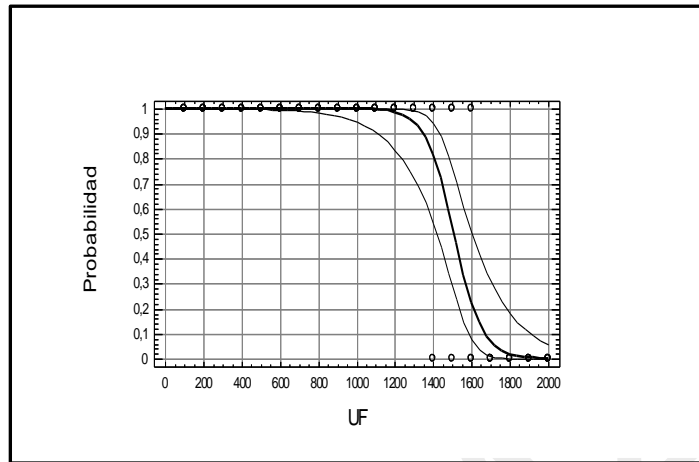
Los métodos químicos de sustitución de frío invernal, generalmente, exigen ser aplicados con una antelación de 45-60 días a la floración. Por lo tanto, contar con un pronóstico que permita, anticipadamente, conocer el estado fisiológico que tendrán los cerezos al momento de la plena floración constituye un valioso recurso al momento de decidir la aplicación de replazantes.

Como se ha dicho, la variabilidad climática de la región afecta la oferta de UF de latencia y de GDH>4,5°C de ecolatencia. Ello sugiere que, un pronóstico muy anticipado será muy útil pero poco preciso y uno muy tardío será preciso, pero poco útil.

Estudios previos indican que, la probabilidad (P) de alcanzar una determinada oferta de frío varía según la zona y la demanda de la variedad (Tersoglio y Naranjo, 2007b; Naranjo Tersoglio, 2010b).

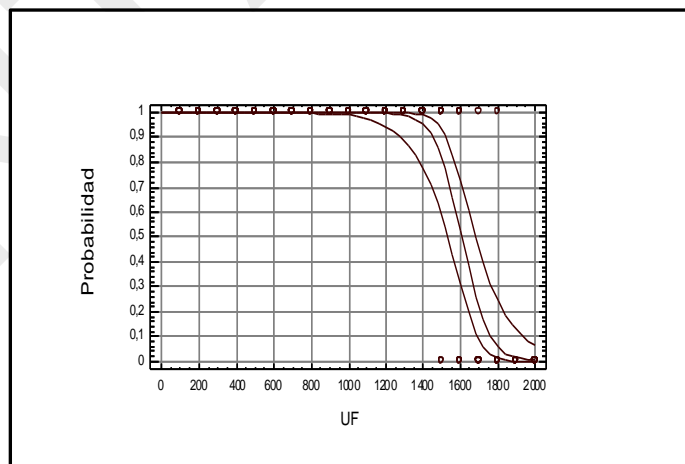
La Figura 11 muestra la probabilidad de alcanzar una determinada oferta de frío según la oferta pronosticada, en el distrito Mayor Drummond, del departamento de Luján de Cuyo, Mendoza, situado a 33° 00'S y 900 msnm. Cuando el pronóstico estima que habrá una oferta mayor que 1.200 UF, la P de alcanzar 900 UF es 1,00, la de alcanzar 1.200 UF es 0,99, la de alcanzar 1.400 UF es 0,80 y la de alcanzar 1.500 UF es 0,53.

Figura 11. Modelo de estimación de la probabilidad de alcanzar una oferta de UF cuando el pronóstico estimó una oferta mayor que 1.200 UF, Mayor Drummond, Luján de Cuyo, Mendoza.



Mientras que, la Figura 12 muestra la probabilidad de alcanzar una oferta de frío según la oferta pronosticada, en el distrito El Peral, departamento Tupungato, Mendoza, situado a $33^{\circ} 22'S$ y 1.100 msnm. Cuando el pronóstico estima que habrá una oferta mayor que 1.200 UF, la P de alcanzar 1.200 UF es 1,00 y la de alcanzar 1.500 UF es 0,82.

Figura 12. Modelo de estimación de la probabilidad de alcanzar una oferta de UF cuando el pronóstico estimó una oferta mayor que 1.200 UF en El Peral, Tupungato, Mendoza.



Ambas figuras muestran que la probabilidad de ofertar suficiente frío invernal es muy diferente a pesar de que ambas localidades están relativamente cerca y las altitudes son similares.

Aunque en menor escala algo parecido sucede entre propiedades con ofertas de frío que difieren y que justifica la medición de temperatura dentro de cada parcela.

El modelo propuesto pronostica la oferta de UF al día 21-09.

Este pronóstico, sólo es posible una vez que los datos de “temperatura horaria de la madera” se hayan completado hasta el periodo que se inicia el **14-06 y que finaliza el 02-09 inclusive**, que corresponde a 40 y 120 días del inicio del conteo de UF, el 05 de mayo.

Dentro de este periodo, **la mayor precisión se alcanza entre el 17-07 y el 08-08** que corresponde al periodo entre 73 y 95 días de iniciado el conteo, respectivamente (Niederholzer, 2023a).

El pronóstico estima la oferta anual de UF del año en curso y el correspondiente déficit o exceso de UF según variedad. De este modo, es posible conocer anticipadamente, el estado fisiológico que tendrá cada variedad al finalizar el conteo.

Conocer anticipadamente el valor del saldo faculta al productor a tomar decisiones fundadas como la de aplicar productos químicos remplazantes, adquirir los insumos en función de la dosis estimada, fijar la fecha más adecuada de aplicación, contratar mano de obra eventual e incluso acondicionar la maquinaria agrícola.

Cuando el déficit es reducido, la información permite decidir si aplicar o no y asumir los riesgos de experimentar el efecto de falta de calor durante la primavera y la consecuente falta de fecundación.

La aplicación de remplazantes en años cuya oferta es adecuada, aumenta los costos de producción. Mientras que, en años de baja oferta de frío invernal una dosis menor a la adecuada puede reducir la fecundación y el rendimiento, pero una dosis muy alta puede adelantar la floración, incrementando costos y el riesgo de daño por heladas primaverales.

Otra ventaja del pronóstico es que posibilita la regulación de la carga frutal durante el invierno. Un alto excedente de UF combinado con una alta oferta GDH $>4,5^{\circ}\text{C}$, puede provocar elevada fecundación y sobrecarga frutal. El pronóstico faculta al productor a aplicar anticipadamente, herramientas de control de carga como la intensidad de poda invernal, la densidad de colmenas, el raleo de yemas.

El pronóstico estima la oferta de UF, pero si se desea conocer el valor real de la oferta observada de UF al 21-09 será necesario registrar las mediciones de temperaturas horarias y calcular las UF hasta la fecha final de conteo, es decir hasta el 21-09.

9. Relación entre oferta climática y fenología del cerezo

La tabla 13 muestra la oferta UF y GDH>4,5°C observada en el periodo 2017-2021 y las correspondientes fechas de los siguientes estados fenológicos de Bing clon UCD 5-69: inicio de floración (IF), plena floración (PFL), 50% de caída de pétalos (50CP), duración de la floración (días) (DF) y %Brot según estado puntas verdes sobre yemas vegetativas registrada en la fecha de PFL. Además, la tabla 13 expone los resultados de la aplicación del pronóstico de UF, en aquellos años en los que se estimó déficit y se realizó la aplicación de remplazantes cuya dosis dependió del valor negativo del saldo.

La variedad Bing demanda 1.150 UF y 9.288 GDH>4,5°C para obtener un 50% de brotación.

Tabla 13. Efecto de la oferta de UF, GDH>4,5°C y de una eventual aplicación de Cianamida hidrogenada sobre el %Brot, IF, PFL, 50CP y DF en la variedad Bing clon UCD 5-69.

Año	Tratamiento de remplazo de UF	UF obs.	GDH°C obs.	Fecha de:			DF (días)	%Brot
				IF	PFL	50CP		
2017	ninguno	1.160	10.916	18/9/2017	20/9/2022	22/9/2017	5	68%
2018	ninguno	1.030	9.292	21/9/2018	26/9/2018	30/9/2018	10	47%
	H ₂ CN ₂ 1,5%	1.180	9.292	18/9/2018	21/9/2018	24/9/2018	7	68%
2019	ninguno	1.439	9.826	25/9/2019	27/9/2019	1/10/2019	7	66%
2020	ninguno	1.329	10.684	18/9/2020	22/9/2020	23/9/2020	6	71%
2021	ninguno	905	10.918	21/9/2021	26/9/2021	1/10/2021	11	58%
	H ₂ CN ₂ 2%+ ac. 3%	1.155	10.918	17/9/2021	20/9/2021	22/9/2021	6	67%

En el año 2017, los cerezos mostraron un comportamiento fenológico y un desempeño productivo medio, con una oferta de frío de 1.160 UF y de calor de 10.916 GDH>4,5°C, la PFL se registró el 20-09, la DF fue de 5 días y alcanzó 68 %Brot.

El año 2018 registró una oferta de, sólo 1.030 UF, con un déficit de 120 UF para la variedad Bing y una oferta 9.292 GDH>4,5°C que no sustituyó el déficit de UF, en consecuencia, retrasó la PFL al 26-09, extendió la DF a 10 días, el %Brot fue del 47% y se observó bajo rendimiento. Pero, la información suministrada por el pronóstico, permitió estimar una oferta de 1.087 UF y un déficit de 63 UF. Por lo cual, los árboles tratados con Cianamida al 1,5% (H₂CN₂ 1,5%), tuvieron una oferta extra de UF equivalente a 100 UF y la oferta se

incrementó a 1.187 UF. En tal condición, el estado de PFL se alcanzó el 21-09, la DF fue de 7 días, mejoró la fecundación y el rendimiento, con el 68%Brot.

El año 2019 registró una oferta de 1.439 UF, con un excedente de 289 UF y una oferta de 9.826 GDH>4,5°C. En tales condiciones, la PFL se alcanzó el 27-09 con una DF de 7 días. Aún con alta oferta de UF es posible experimentar retraso del inicio de floración si las temperaturas cercanas a la fecha de floración son bajas. Sin embargo, aun así, la DF fue reducida, el %Brot fue adecuado y la producción fue alta.

La oferta del año 2020 fue 1.329 UF con un excedente de 179 UF y una alta oferta de 10.684 GDH>4,5°C que indujo un 71% de %Brot, la PFL fue el 22-09, con DF de 6 días. En tales condiciones la fecundación fue alta, incluso se observó sobrecarga frutal con rendimientos muy altos y reducción de la calidad.

El año 2021 registró una oferta deficitaria de 905 UF, con un saldo de -245 UF y una oferta de 10.918 GDH>4,5°C que permitió alcanzar un 58 %Brot, la PFL se retrasó y la DF se extendió a 11 días. Las parcelas tuvieron baja fecundación, bajo rendimiento y madurez heterogénea con una cosecha extendida. Cuando se utilizó el pronóstico, el déficit estimado fue 133 UF y para remplazarlo se necesitó una dosis del 2% de cianamida con el agregado de aceite mineral al 3% (H₂CN₂ 2% + 3% ac.), que equivale a un remplazo de 250 UF y una oferta estimada de 1.155 UF. Como resultado, la fecha de PFL se adelantó al 20-09, la DF se redujo a 6 días, mejoró la fecundación y el rendimiento.

Los datos sugieren que, con una adecuada oferta de UF, la floración tiende a ser concentrada mientras que, con déficit de UF tiende a ser extendida. Consecuentemente, la información sugiere que DF es un indicador confiable de la falta de frío y que, el retraso de PFL depende más de las temperaturas previas a la floración que de la oferta de UF.

Se confirma la importancia del monitoreo de la oferta climática ya sea para la detección temprana de déficit de UF y el eventual control o ya sea para evitar la posible sobrecarga por sobreoferta de UF y GDH>4,5°C.

La combinación de una sobreoferta de frío invernal y de calor primaveral pueden incrementar la fecundación y elevar el riesgo de sobrecarga, reduciendo la calidad de la fruta e induciendo vecería. Esto demuestra que, si bien la baja oferta de frío puede ser un serio inconveniente que se traduce en bajos rendimientos, el exceso de UF, **que es pronosticable**, combinado con una alta oferta de calor, **que a la fecha aún no es pronosticable**, puede causar pérdidas económicas. Por lo tanto, sea por una sobreoferta

de frío o, sea por un déficit es necesario monitorear la oferta climática para conocer el estado fisiológico del cerezo.

10. Remplazantes de frío invernal

Los remplazantes de frío invernal están diseñados para sustituir, la demanda de frío no satisfecha por la oferta local. Sin embargo, estos sólo son capaces de suplir una parte de la demanda. Por lo tanto, en la actualidad, no es posible cultivar cerezos en zonas con ausencia de frío invernal o con alto déficit. La aplicación de remplazantes tiene mayor efecto en años con déficit de frío mientras que, en años con oferta adecuada, los remplazantes tienden a adelantar la floración y la cosecha, siendo utilizados para producir primicias.

Si la oferta de frío es ligeramente escasa (30-60 UF) y se aplican dosis elevadas de remplazante, la floración y la cosecha se adelantan. Esto puede elevar los riesgos de daños por heladas primaverales ya que, frecuentemente, los años de baja oferta de frío invernal suelen coincidir con primaveras frescas que tienen mayor riesgo de heladas.

Los remplazantes suelen utilizarse para:

- Cultivar variedades con características especiales cuya demanda de frío es alta en zonas cuya oferta de frío es deficitaria, como ejemplo la variedad Satonishiki de requerimiento medio y muy demandada en el mercado japonés.
- Para concentrar y mejorar la coincidencia de floración en variedades inter-compatibles, pero auto-estériles cuya floración generalmente se desfasa, como ejemplo Bing y Brooks.
- Para adelantar y concentrar la floración y la cosecha, logrando primicias de alto valor en variedades como 13S-3-13, Royal Down o Sweet Aryana.

10.1. Eficiencia de la Cianamida Hidrogenada como remplazante de frío

La Cianamida hidrogenada (H_2CN_2) es el remplazante más utilizado y continúa siendo uno de los más eficientes para corregir el déficit de frío invernal, aunque su costo es elevado.

La Figura 13 muestra que cantidades crecientes de UF (entre 600 y 1.500 UF) combinado con una cantidad constante de 10.000 GDH $>4,5^{\circ}C$, aumenta el %Brot en el testigo sin remplazante.

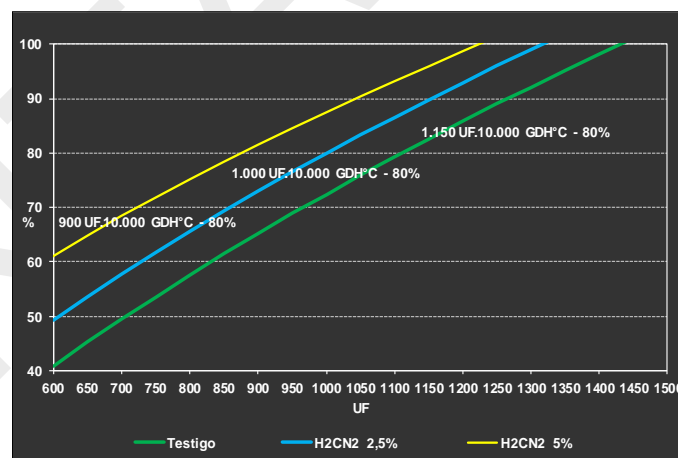
Para analizar el efecto remplazante de la H_2CN_2 se observó que %Brot es función de la potencia 0,5 del producto entre UF y GDH $>4,5^{\circ}C$ ($(UF \cdot GDH_{>4,5^{\circ}C})^{0,5}$) y por lo tanto el

efecto sigue un modelo lineal simple cualquiera sea a concentración de H_2CN_2 , aunque cada tratamiento tiene sus propios parámetros.

La Figura 13 indica que tanto testigo, como los tratamientos, experimentan un incremento marginal menor cada vez que se aumentan la oferta de UF. Cuando la oferta se eleva de 600 a 700 UF, luego de recibir 10.000 GDH $>4,5^\circ C$, la variedad Bing testigo sin remplazante, muestra un incremento del 8% mientras que, con un aumento de la oferta de 1.200 a 1.300 UF se incrementa sólo, el 6%. Algo similar sucede cuando se aplica H_2CN_2 en concentración del 5%, al aumentar la oferta de 600 a 700 UF el %Brot se incrementa el 7% y de 1.200 a 1.300 UF sólo incrementa el 5%.

Por lo tanto, la acumulación de UF tiene cada vez menor efecto sobre el %Brot. Ello se explica porque la intensidad de la latencia de la población de yemas de un árbol posee una distribución normal. A medida que se satisface la demanda, primero las yemas poco inhibidas, luego las de intensidad de latencia media y al final un remanente de yemas cada vez menor, que posee un mayor grado de inhibición que son satisfechas por el incremento de UF o por la combinación de UF y H_2CN_2 .

Figura 13. Efecto de la dosis de H_2CN_2 sobre el %Brot de la variedad Bing durante la ecolatencia, luego de recibir 10.000 GDH $>4,5^\circ C$ y entre 600 UF y 1.500 UF.



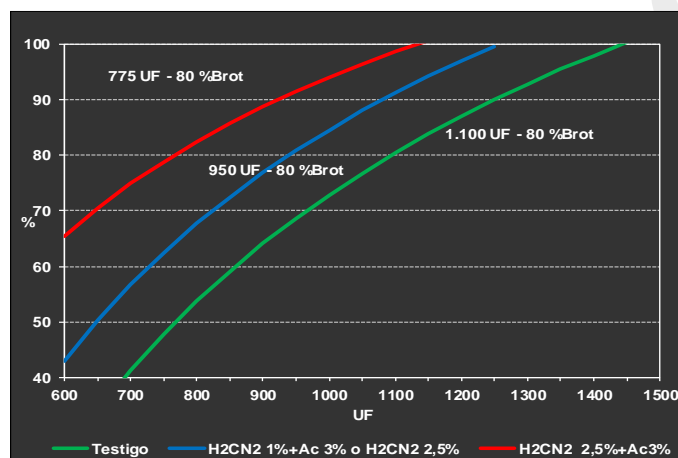
Al igual que las UF, los remplazantes químicos de frío tienen efecto aditivo, es decir, a mayor dosis corresponde un mayor %Brot. La figura 13 indica que la variedad Bing requirió 1.150 UF y 10.000 GDH $>4,5^\circ C$ para alcanzar una brotación del 80%. Sin embargo, cuando se aplicó H_2CN_2 al 2,5% fue necesario una oferta de, sólo, 1.000 UF para lograr el mismo %Brot, con una reducción de la demanda de 150 UF respecto del testigo. Mientras que, con

una dosis del 5% de H_2CN_2 fueron necesarias 900 UF para alcanzar el 80% de brotación, con una reducción de la demanda de 250 UF respecto del testigo.

La Figura 14 muestra el efecto sinérgico reemplazante de la H_2CN_2 combinada con aceite mineral al 3%, respecto del testigo sin tratar.

Los resultados de este ensayo mostraron que, el testigo requirió una oferta de 1.100 UF y 10.000 GDH>4,5°C para alcanzar el 80% de brotación.

Figura 14. Efecto de la dosis de H_2CN_2 más aceite mineral al 3% sobre el %Brot de la variedad Bing, luego de recibir entre 600 y 1.500 UF y 10.000 GDH>4,5°C.



Tanto la aplicación de H_2CN_2 al 2,5%, como de la H_2CN_2 al 1% con el agregado de aceite emulsionable al 3% demandaron una oferta climática similar de 950 UF y 10.000 GDH>4,5°C con una disminución de la demanda de UF respecto del testigo de 150 UF. La respuesta similar de la H_2CN_2 al 2,5% y la H_2CN_2 al 1% con aceite muestra que la combinación posee un efecto sinérgico.

La aplicación de H_2CN_2 al 5% más 3% de aceite emulsionable redujo la demanda de UF de 1.100 UF a 770 UF manteniendo la oferta de calor en 10.000 GDH>4,5°C. Por lo que la combinación redujo la demanda de Bing en aproximadamente en 330 UF.

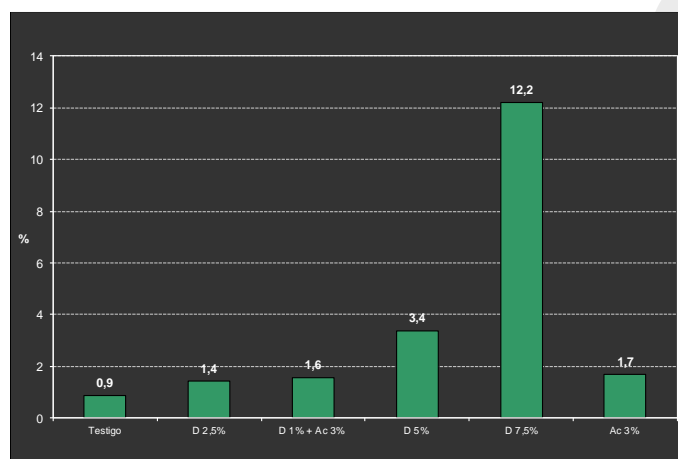
Si los datos de eficiencia de la H_2CN_2 se combinan con el dato de pronóstico de frío y con la demanda de UF varietal, es posible estimar anticipadamente, el déficit de UF varietal y generar recomendaciones sobre producto, dosis y fecha de aplicación según variedad.

10.2. Mortandad de yemas por aplicación de reemplazantes químicos

Cada vez que se aplican reemplazantes, principalmente cuando las dosis son elevadas se debe considerar la mortandad de yemas vegetativas.

La Figura 15 muestra que naturalmente existe una baja proporción de yemas que, aún sin la aplicación de productos presenta mortandad. Sin embargo, la aplicación de H_2CN_2 con concentraciones del 1% - 2,5% combinadas o no con aceite mineral al 3% o incluso con aplicaciones sólo de aceite mineral al 3% pueden incrementar la mortandad de yemas al 1,4% - 1,7%. No obstante, los daños pueden duplicarse cuando la concentración de H_2CN_2 es del 5%, incluso llegar las 12,2% cuando es del 7,5%.

Figura 15. Efecto de la aplicación y dosis de remplazantes sobre la mortandad de yemas vegetativas, variedad Bing.



De ser necesario aplicar altas concentraciones, deberá considerarse seriamente, las consecuencias y desde luego, respetar minuciosamente las condiciones descritas en el párrafo siguiente para no incrementar aún más los daños.

10.3. Condiciones agroclimáticas para una aplicación de H_2CN_2

Los remplazantes químicos, especialmente H_2CN_2 , aceite emulsionable y nitrato de amonio-cálcico, cualquiera sea la dosis utilizada, requieren que, al momento de efectuar la aplicación se cumplan las siguientes condiciones para lograr los mejores resultados:

- Es requisito que los árboles estén **bien regados** y que, además, **permanezcan en receso vegetativo**.
- La aplicación se realiza una vez que **la demanda de endolatenencia** esté **satisfecha**. Si la aplicación es previa, los remplazantes son menos efectivos.
- Es necesario prever que los **3-4 días posteriores** a la aplicación, las **temperaturas alcancen entre 20°C y 25°C** (consultar un pronóstico confiable del tiempo) además, no deberán superar los 30°C, evitando días con viento zonda en el llano.

- No aplicar remplazantes con plaguicidas si el pronóstico del tiempo indica lluvia dentro de las 48 h ya que, ello puede contaminar el suelo.
- Las aplicaciones deben ser dirigidas con flecha directamente a las ramas, usando baja presión. En árboles semi-enanos se aplica un volumen de 500-600 lt/ha y en semi-vigorosos 800-1.200 lt/ha.
- Los remplazantes tienen un fuerte efecto aditivo y la respuesta es proporcional al residuo dejado sobre la madera. Por lo tanto, las aplicaciones invernales dirigidas a la madera son más efectivas que las atomizaciones. Contrariamente, la atomización tradicional deja mayor residuo sobre las hojas durante la estación de crecimiento, dejando mayor número de impactos por área foliar y mejor distribución del producto.
- En variedades de baja o media endolencia, como Brooks, Somerset o Santina y en años con media-alta oferta de frío, es posible satisfacer la demanda de endolencia tempranamente a mediados de junio o antes. Sin embargo, difícilmente en esa época del año se registren las temperaturas adecuadas en los días posteriores a la aplicación. De modo tal, que será necesario **esperar** hasta que tales condiciones puedan ser cumplidas. Por ello, generalmente, la aplicación se realiza a partir de la segunda quincena de julio y hasta los primeros días de agosto.
- Las aplicaciones invernales deben realizarse hasta el estado fenológico de yema con bordes rojos. Hasta este estado los remplazantes son efectivos, aplicaciones posteriores aumentan la mortandad de yemas e incluso brindillas.

10.4. Otros remplazantes químicos

Además de la cianamida, existen otros productos químicos utilizados como remplazantes de frío invernal:

- Paclobutrazol (Cultar)

El Paclobutrazol aplicado en las raíces, a fines de invierno, inhibe la síntesis de esteroides y consecuentemente, reduce la producción de giberelinas en el árbol que, induce un doble efecto en el mismo, disminuye el vigor de las plantas, aumentando la cantidad de flores y, reduce la demanda de frío invernal. Habitualmente se aplica al suelo cerca del cuello de la planta en dosis de 250 cc de producto formulado por ha. Induce floración concentrada e incrementa el rendimiento.

Sin embargo, las plantas deben estar en muy buen estado sanitario y gozar de muy buen vigor inicial, ya que la aplicación en árboles que presentan cierto grado de declinamiento tienden a morir en años siguientes a la aplicación (Brunt *et al*, 2017).

- Nitrato de potasio

Este fertilizante aplicado en pulverización foliar concentra la floración y la brotación. Se aplica semanalmente, en dosis del 5 al 6% durante el mes de abril, antes de la caída de hojas.

- Aceite mineral

Se aplica tarde durante el invierno hasta el estado de yemas con bordes rojos. Luego causa fitotoxicidad. La dosis oscila entre 2% y 3% (Niederholzer, 2023a).

- Armogan

Compuesto por ácidos grasos y sus ésteres, se utiliza como remplazante en condiciones de frío insuficiente. El efecto principal es concentrar la floración. Tiene la gran ventaja de ser el único que no es fitotóxico. Habitualmente atrasa la floración y la concentra. Se aplica 30 a 50 días previos a la fecha estándar de floración, luego de cumplir la endolatenencia.

- Thiourea

Se aplica al 2% en pleno reposo invernal, después de cumplir la endolatenencia. Puede combinarse con aceite mineral. Tiende a concentrar la floración. Es sospechado de ser carcinogénico (indicación de peligro H351). En Argentina no está aprobado para el uso agrícola.

- Nitrato de amonio cálcico

Presenta riesgo de fitotoxicidad si es aplicado sobre tejidos verdes. Debe aplicarse 30 a 40 días antes de la fecha probable de plena floración. Adelanta la floración y la cosecha.

11. Importancia del estudio de la demanda de nuevas variedades

En la actualidad, el mejoramiento genético es la herramienta más eficiente y sustentable que permite al productor obtener cerezas en condiciones de oferta de frío invernal reducido. Las variedades de baja demanda de frío permiten una mejor adaptación vegetativa y altas producciones en zonas de baja latitud y oferta de frío.

El conocimiento de la demanda de una variedad es fundamental para determinar si se adapta a una determinada zona. Incluso se utiliza para estimar el rendimiento futuro de una variedad en las condiciones locales (Fadón *et al.*, 2020). Estos conceptos adquieren especial relevancia cuando la oferta de frío es reducida y, además es variable.

Sin embargo, debido a que cada región posee particularidades climáticas, en particular, la del frío invernal, también es necesario conocer la oferta local para establecer el grado de adaptación de las variedades antes de iniciar la plantación. De este modo, se evitarán fracasos productivos y pérdidas económicas.

Desde el punto de vista de la adaptación climática hay aspectos que pasan desapercibidos tanto, por el sector que propaga (viveros) como, por el sector productivo.

Como se mencionó en el punto 7, las grandes zonas productoras de cerezas se sitúan en latitudes mayores que 33°, en ambos hemisferios. En consecuencia, los centros de mejora genética se encuentran en esas áreas.

Además, debido a la escasez de zonas situadas por debajo del paralelo 33° existen pocos estudios de oferta y demanda de frío. Además, el mercado de plantas en bajas latitudes es escasa y representa un mercado pequeño tanto, para viveristas como, para mejoradores.

Ello explica la amplia difusión de materiales, supuestamente, de baja demanda, pero con un pobre comportamiento productivo en zonas de baja latitud. En consecuencia, en el menú de variedades ofrecidas por los viveros coexisten variedades con requerimientos climáticos y comportamientos productivos muy diferentes.

Durante los últimos años, debido al buen comportamiento de los precios de las primicias, algunos mejoradores se han fijado el objetivo de seleccionar variedades de baja demanda. Sin embargo, antes de ingresar al gran cultivo, la demanda de frío invernal de estas nuevas obtenciones debe ser estudiada en las condiciones locales.

Ello tiene grandes derivaciones técnicas y económicas. Las potenciales regiones productoras de primicia poseen escasos estudios de oferta climática. Además, esta oferta varía constantemente por los efectos del cambio climático, de modo tal, que no es conveniente utilizar datos demasiado antiguos ya que, estos tienden a distorsionar los valores medios de UF y GDH > 4,5°C y el pronóstico de oferta de UF. En consecuencia, los estudios de oferta deben estar actualizados, ser dinámicos y considerar los datos de los últimos 5-10 años.

Otro aspecto relevante es el sistema de medición utilizado para contabilizar la demanda y la oferta local de frío. Para una correcta evaluación de los materiales ambas mediciones, oferta y demanda, deben estar expresadas en las mismas unidades. Existen numerosos métodos de conteo de frío y de calor, algunos de ellos descritos en el punto 4. En consecuencia, el primer paso es seleccionar un sistema de conteo confiable que represente

la realidad fisiológica del árbol en una determinada zona. Este es un proceso complejo y largo que requiere comparar la oferta medida con diferentes métodos y el correspondiente comportamiento vegetativo y productivo de la variedad, en las condiciones locales.

Además, el mejor método de conteo para una región puede no serlo para otra. En regiones muy frías, de alta latitud, el cálculo de frío mediante $HF_{<7,2}$ o de $HF_{0-7,2}$ suele ser suficiente, ya que la demanda es siempre satisfecha y prácticamente no existe variabilidad en la brotación. Mientras que, en regiones de latitudes intermedias, con clima más cálido, se incrementan las probabilidades de experimentar déficit de frío y se usan métodos con variables “peso” como las UF en sus distintas versiones o las PF basada en un algoritmo matemático. Por lo tanto, cada método de medición calcula la oferta y la demanda de frío y de calor con una escala y un rango de acción diferente.

A modo de ejemplo, se cita la oferta de frío de un mismo año y localidad, pero expresada en los diferentes sistemas de conteo. En la zona de Luján de Cuyo, Mendoza del año 2020 según el método de UF de la UC Davis se midió 1.329 UF, al utilizar el método de Utah de Richardson *et al.*, (1986) se registró 1.470 UF, con método de Norvell midió 1.356 UF (Norvell y Moore, 1982), con el de Shaltout y Unrath (1983) se registró 1.701 UF, con el de Anderson se midió 1.773 (Anderson *et al.*, 1986), con el método $HF_{0-7,2}$ se acumuló 1.123 (Byrne y Bacon, 2003), con el de $HF_{<7,2}$ se registró 1.368 (Weinberger, 1950) y con el modelo dinámico se registró 77 PF (Erez y Fishman, 1998; Fishman *et al.*, 1987a; Fishman *et al.*, 1987b).

Aunque todas las mediciones mostraron valores diferentes, todos y cada uno de ellos representó el mismo estado fisiológico del cerezo. Entonces la pregunta que surge es: ¿cuál es el método de medición que representa mejor la **variabilidad** el estado fisiológico del cerezo, a través de los años, en una determinada zona?

La respuesta a ello, en la zona productora de primicia de Luján de Cuyo son: UF según UC Davis y las PF del modelo dinámico. Es probable que, en latitudes menores, como 29°-30°S, existan diferencias que deberían estudiarse minuciosamente para seleccionar el sistema de medición más adecuado, antes de considerar precipitadas iniciativas de inversión.

El cálculo de la oferta local, en general, es sencillo, rápido y no presenta limitaciones metodológicas de importancia ya que, sólo es necesario efectuar cálculos con los datos de temperaturas horarias de la madera. Pero conocer la **oferta climática local tiene un valor**

relativo si se desconoce el valor de la demanda de la variedad. Este cálculo es metodológicamente y técnicamente mucho más exigente ya que requiere tiempo y recursos.

Frecuentemente, cuando se cita la demanda climática de una nueva variedad se refiere sólo a la variable más escasa, el frío. Incluso no distingue entre fases de latencia y suele expresarse como requerimiento total. Además, raramente el calor es considerado como una variable de la demanda.

Como se mencionó frecuentemente los estudios de demanda varietal suelen expresarse en horas de frío, pero raramente se especifica con claridad el sistema ($HF_{<7,2}$ u $HF_{0-7,2}$) que, como se ha visto son muy diferentes.

11.1. Propuesta para la evaluación rápida de variedades de baja latencia

La oferta climática de las diferentes localidades y la demanda de las diferentes variedades pueden ser muy diferentes.

Durante el proceso de mejoramiento, luego de la identificación de líneas promisorias, habitualmente, se realiza lo que se denomina ensayo comparativo de rendimiento o ensayo de comportamiento, en el cual se analiza la producción, la precocidad productiva y de cosecha, los parámetros de calidad, el hábito vegetativo, entre otros.

Usualmente, estas pruebas de comportamiento lo realizan los mejoradores en las zonas de influencia. Sin embargo, en este caso particular, se debe realizar específicamente, en áreas de baja oferta de frío. De este modo las variedades seleccionadas serán comprobadamente de baja demanda.

Luego, sólo queda comparar la oferta de frío de la zona de selección con la oferta de frío de la localidad donde se desea introducir nuevas variedades, expresando ambas ofertas en la misma unidad.

Sin embargo, existe otra alternativa aún más sencilla. Es la de introducir nuevas variedades que, ya son exitosas en áreas de bajas latitudes. En este caso, sólo resta comparar la oferta de frío registrada en la zona cultivada original con la oferta de frío de la zona de la nueva zona que se desea implantar.

Aunque ambos métodos no permiten conocer la demanda de los nuevos materiales a introducir, faculta al representante comercial a suponer que este nueva variedad tendrá un adecuado desempeño productivo.

12. Desarrollo de frutos defectuosos. Interacción variedad-clima

Generalmente, los cerezos producen cierta proporción de frutos defectuosos, cuyo valor comercial es menor que el de los sanos. Existen tres clases de defectos: sutura profunda (SP) (Southwick *et al.*, 1991), espolón (EP) (Engin and Ünal, 2008) y fruto doble (FD) (Engin *et al.*, 2009).

Aunque los tres defectos son diferentes comparten un origen común, se forman durante la diferenciación floral, en el periodo de post-cosecha del año anterior. Este proceso se inicia aproximadamente, 21 días después de finalizada la cosecha y finaliza, alrededor del 28-02 (Engin *et al.*, 2009).

Tanto, FD como, EP se originan tempranamente por una división extra del primordio pistilar, formando ovarios dobles que luego se fusionan y crecen. La formación de EP ocurre cuando uno de ellos es fecundado y el restante, de menor tamaño, es retenido. La formación de FD sucede cuando ambos pistilos son de tamaño similar y son fecundados simultáneamente. Mientras que, la formación de SP se debe a una cicatrización incompleta del carpelo del ovario que se desarrolla tardíamente, hacia fines de febrero.

Existen antecedentes que indican que la formación de defectos es consecuencia de altas temperaturas, mayores que 30°C, durante el proceso de la diferenciación floral (Beppu y Kataoka, 1999).

Sin embargo, la formación de los defectos de las cerezas resulta de la interacción entre las condiciones ambientales y el control genético de la variedad. Por lo tanto, existen variedades que forman frutos defectuosos con más frecuencia que otras.

Además, algunas variedades producen mayor proporción de un determinado tipo de defecto que otras. Como ejemplo, en las condiciones locales, las variedades Celeste y Regina experimentan mayor proporción de frutos con SP, mientras que Bing o Early Burlat suelen presentar EP.

Existen otras variables citadas que afectan la proporción de frutos defectuosos. Entre ellas se citan el déficit hídrico de post-cosecha (Southwick y Uyemoto, 1999) y el uso de portainjertos enanizantes que interaccionan con la variedad (Tersoglio y Setien, 2022).

Para calcular la oferta de calor de post-cosecha se utilizan datos de temperaturas horarias de la madera. Se mide como la acumulación de Grado de Crecimiento Horario, pero a diferencia del utilizado para mediar calor de ecolatencia, el umbral térmico es de 30°C

(GDH>30°C) y se registra en el período que inicia 21 días después de concluida la cosecha y finaliza el 28 de febrero.

Los antecedentes indican que, con 127 o 246 GDH>30°C, no se observan diferencias en la proporción de SP, entre las variedades Bing y Celeste. Pero, entre 246 GDH>30°C y 371 GDH>30°C, la variedad Celeste triplica el valor de la media de frutos con SP, mientras que Bing no la supera. Por lo tanto, la variedad Celeste experimenta un incremento de la SP cuando la oferta de GDH>30°C excede cierto umbral ubicado entre 246 y 371 GDH>30°C. Mientras que, la variedad Bing, susceptible a desarrollar EP, incrementa 41 veces la proporción de frutos con este defecto, respecto de Celeste, en las mismas condiciones climáticas (Tersoglio y Setien, 2022).

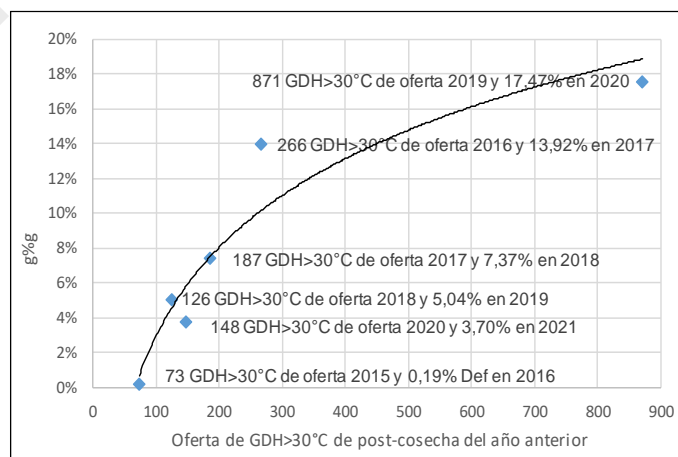
12.1. El desarrollo de defectos según variedad

En zonas con veranos cálidos, la introducción de nuevas variedades exige el conocimiento previo del grado de susceptibilidad a formar frutos defectuosos.

El registro de GDH>30°C de la temporada de post-cosecha del año anterior se relaciona con la proporción media de frutos defectuosos a través de un modelo ($R^2= 0,84$; $P\leq 0,001$). Esta relación posee significancia estadística y permite estimar la proporción de defectos que serán experimentados en la temporada siguiente.

La Figura 16 muestra que, con ofertas de 73 GDH>30°C a 187 GDH>30°C, el %Def medio registrado al año siguiente es menor al 10%. Mientras que, con 266 GDH>30°C observados en el año 2016, el %Def del año 2017 midió 13,92% y en el año 2019, con una oferta de 871 GDH>30°C se registró un %Def del 17,47%.

Figura 16. Porcentaje medio de fruta defectuosa. Datos obtenidos de 18 variedades, durante 6 cosechas y expresado en g%g según la oferta de GDH>30°C del año anterior.

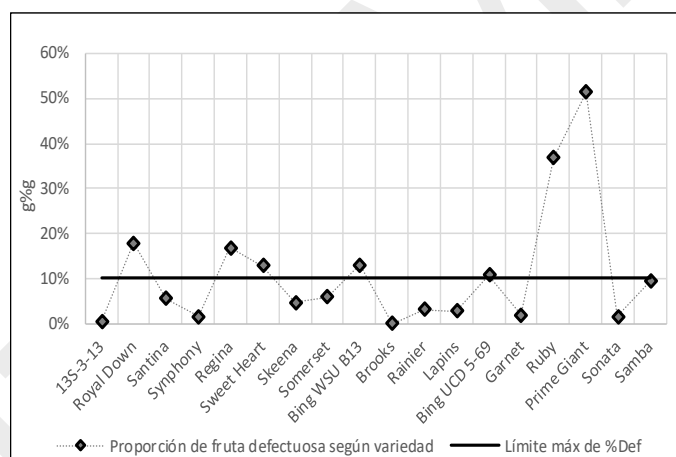


Si bien existen variedades más y menos susceptibles a experimentar defectos, en promedio, la figura 16 muestra una línea de tendencia logarítmica, cuya proporción de defecto tiende a alcanzar una meseta por lo cual un incremento de las GDH>30°C induce un incremento marginal cada vez menor del %Def.

Los datos de la figura 16 corresponden al valor promedio de 18 variedades, sin embargo, existen variedades que registran diferentes %Def con la misma oferta de GDH>30°C, incluso algunas muestran baja proporción de defectos aún en condiciones de alta oferta.

A continuación, la Figura 17 muestra la media de %Def según cada variedad estudiada en el periodo 2016-2021. La figura muestra el % de defecto medio de cada variedad. Arbitrariamente, se fija un umbral de tolerancia máximo al 10 %Def, por encima del cual, los costos de selección podrían superar los beneficios.

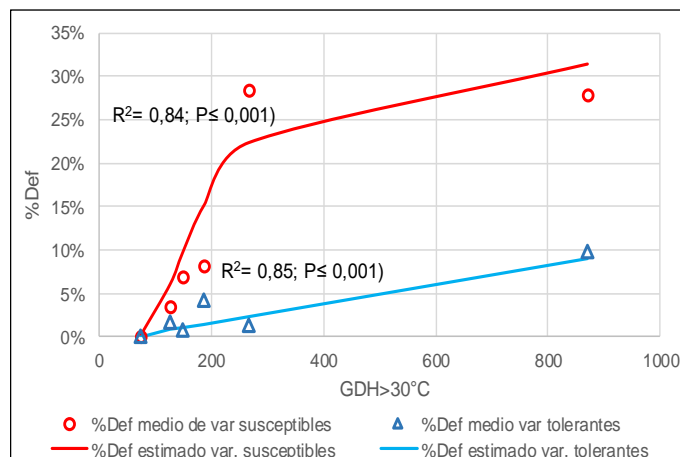
Figura 17. Proporción media de fruta defectuosa según variedad, del periodo 2016-2021



El grupo de variedades formado por Royal Down, Regina, Sweet Heart, Bing clon B13 y clon 5-69, Ruby y Prime Giant registra un promedio mayor al 10% de fruta defectuosa. Mientras que, el grupo formado por 13S-3-13, Santina, Synphony, Skeena, Somerset, Brooks, Rainier, Lapins, Garnet, Sonata y Samba mostraron que el promedio de %Def fue menor que el límite máximo fijado.

La Figura 18 muestra el comportamiento del %Def de los grupos de variedades susceptibles y tolerantes según la oferta de GDH>30°C. La figura muestra que ambos grupos de variedades poseen comportamientos muy diferentes. Las variedades tolerantes siguen un modelo lineal recto ($R^2= 0,85$; $P\leq 0,001$) que estima %Def de variedades tolerantes al exceso de oferta de GDH>30°C de post-cosecha. Mientras que, el grupo de variedades susceptibles sigue un modelo lineal cuadrático ($R^2= 0,84$; $P\leq 0,001$).

Figura 18. Efecto de los GDH>30°C sobre el %Def en variedades susceptibles y poco susceptibles. Funciones que estiman el %Def de ambos grupos.



La figura 18 señala que las relaciones difieren según el grado de susceptibilidad. Las tolerantes siguen un modelo lineal recto cuya pendiente es 0,01 lo que indica que por cada 100 GDH>30°C de incremento, el %Def aumenta, en promedio, el 1%. Mientras que, el grupo de variedades susceptibles al aumentar de 100 a 200 GDH>30°C, el %Def se eleva del 2,3% al 16,8%.

Los modelos que estiman %Def según variedad permiten realizar cálculos predictivos que estiman el nivel de defectos que tendrán los frutos cosechados de la próxima temporada. Existen antecedentes bibliográficos que citan controles físicos y hormonales que reducen los daños, pero para ello es necesario efectuar un monitoreo permanente de las temperaturas de verano.

13. Bibliografía

Albuquerque, N.; García Montiel, F.; Carrillo, A.; Burgos, L. 2008. Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying chill requirement. En: Environmental Experimental Botany, 64:162-170. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.01.003>

Alonso, J.; Espiau, M.; Ansón, J.; Socias i Company, R. 2005. Estimación de las necesidades en frío y en calor para la floración en el almendro mediante series temporales

fenológico-climáticas. En: ITEA, 101:282-302. Recuperado de: https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2005/101-4/ITEA_101-4_282-302.pdf

Anderson, J.; Richardson, E.; Kesner, C. 1986. Validation of chill unit and flower bud phenology models for Montmorency sour cherry. En: Acta Horticulturae, 184:71-78
Recuperado de: DOI: 10.17660/ActaHortic.1986.184.7

AtlasBig 2020. Países por producción de cerezas. AtlasBig.com. Recuperado de: <https://www.atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-de-cerezas>

Beppu, K.; Kataoka, I. 1999. High temperature rather than drought stress is responsible for the occurrence of double pistils in 'Satohnishiki' sweet cherry. En: Science Horticulturae, 81(2): 125–134. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/S0304-4238%2899%2900007-2>

Bi, G.; Scagel, C.; Cheng, L.; Fuchigami, L. 2005. Effects of defoliants (CuEDTA and ZnSO₄) and foliar urea on defoliation and nitrogen reserves of almond nursery plants. En: HortScience 40:1050. Recuperado de: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/40/4/article-p1050B.xml>

Brunt, C.; Darbyshire, R.; Nissen, R.; Chapman, S. 2017. Australian cherry production guide. Chill and heat requirements: From dormancy to flowering. Recuperado de: https://www.cherrygrowers.org.au/assets/170614_Chill_Chapter_Production_Manual_Final.pdf

Byrne, D.; Bacon, T. 2003. Chilling accumulation: its importance and estimation. En: Texas A&M Stone Fruit Breeding and Cultivar Development. TAMU Stone Fruit Breeding. Dept. Horticultural Sci. Texas A&M University. Recuperado de: <https://agrillife.org/stonefruit/about/chilling-accumulation-its-importance-and-estimation/>

Citadin, I.; Raseira, M.; Herter, F.; Baptista da Silva, J. 2001. Heat requirement for blooming and leafing in peach. En: HortScience 36:305-307. Recuperado de: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/36/2/article-p305.xml>

Couvillon, G. 1995. Temperature and stress effects on rest in fruit trees: a review. En: Acta Horticulturae, 395: 11-19. Recuperado de: DOI: 10.17660/ActaHortic.1995.395.1

Couvillon, G. A.; Erez, A. 1985. Effect of level and duration of high temperature on rest in the peach. En: Journal of the American Society for Horticultural Science, 110 579-581. Recuperado de: <https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/110/4/article-p579.xml>

- Dennis, F. 2003. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. En: HortScience 38:347-350
Recuperado de: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/38/3/article-p347.xml>
- Egea, J.; Ortega, E.; Martínez-Gómez, P.; Dicenta, F. 2003. Chilling and heat requirement of almond cultivars for flowering. En: Environmental Experimental Botany, 50:79-85.
Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098847203000029>
- Engin, H.; Sen, F.; Pamuk, F.; Gökbayrak, Z. 2009. Investigation of physiological disorders and fruit quality of sweet cherry. En: European Journal of Horticultural Science, 74(3): 118-123. Recuperado de: https://www.pubhort.org/ejhs/2009/file_1034231.pdf
- Engin, H.; Ünal, A. 2008. Double fruit formation and the occurrence of two pistils: examination by scanning electron microscopy in sweet cherry. En: Acta Horticulturae, 795, 651-654. Recuperado de: https://www.actahort.org/books/795/795_101.htm
- Erez, A. 2000. Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. En: Erez, A., ed., Temperate fruit crops in warm climates, Springer, Dordrecht, 17-48. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-94-017-3215-4_2
- Erez, A.; Fishman, S. 1998. The dynamic model for chilling evaluation in peach buds. En: Acta Horticulturae, 465: 507-510.
- Erez, A. 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. En: Acta Horticulturae, 395: 81-95 Recuperado de: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.395.7>
- Fadón, E.; Herrera, S.; Guerrero, B. I.; Guerra, M. E.; Rodrigo, J. 2020. Chilling and heat requirements of temperate stone fruit trees (Prunus sp.). En: Agronomy, 10 (3):409. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/agronomy10030409>
- Faust, M.; Erez, A.; Rowland, L.; Wang, S.; Norman, H. 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance and release. En: HortScience, 32(4) 623-629. Recuperado de: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/32/4/article-p623.xml>
- Fishman, S.; Erez, A.; Couvillon, G. 1987a. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: Two steps model involving cooperative transitions. En: Journal Theoretical Biology 124:473:483. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022519387802217>

Fishman, S.; Erez, A.; Couvillon, G. 1987b. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: Computer simulation of process studied under controlled temperatures. En: Journal Theoretical Biology 126:309-322. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022519387802370>

Gilreath, P.; Buchanan, D. 1981. Rest prediction model for low chilling "Sunglod" nectarine. En: Journal of the American Society for Horticultural Science, 106:426-429. Recuperado de: <https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/106/4/article-p426.xml>

Glozer, K. 2023. The dynamic model and chill accumulation: How to obtain chill data and how to use the dynamic model to calculate chill accumulation as "Chill Portions". En: Fruit and Nut Research and Information. University of California Davis. Recuperado de: <https://ucanr.edu/sites/fruittree/files/49320.pdf>

Lang, G.; Early, J.; Martin, G.; Darrell, R. L. 1987. Endo-, para-, and ecodormancy: Physiological terminology and classification for dormancy research. En: HortScience 22:371-377. Recuperado de: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.22.5.701b>
<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/22/3/article-p371.xml>

Linville, D. E. 1990. Calculation chilling hours and chilling units from daily maximum and minimum temperature observations. En: HortScience, 25: 14-16. Recuperado de: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/25/1/article-p14.xml>

Mahmood, K.; Carew, J. G.; Hadley, P.; Battey, H. 2000. Chill unit models for the sweet cherry cvs Stella, Sunburst and Summit. En: Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 75: 602-606. Recuperado de: [DOI: 10.1080/14620316.2000.11511293](https://doi.org/10.1080/14620316.2000.11511293)

Naranjo, G.; Tersoglio, E. 2010a. Características de la disponibilidad de frío invernal para cerezos en la zona norte de la provincia de Mendoza, Argentina. En: AgriScientia, 27(1), 27-34. Recuperado de: <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v27.n1.2762>

Naranjo, G.; Tersoglio, E. 2010b. Estimación de la disponibilidad de frío invernal para cerezos de la zona norte de la provincia de Mendoza, Argentina. En: Agriscientia, 27 (1): 35-42. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/agris/article/view/2763>

Niederholzer, F. 2023a. Using the chill predictor in prunes. En: Fruit and Nut Research and Information. University of California. Recuperado de: https://fruitsandnuts.ucanr.edu/Weather_Services/prune_chilling_prediction_about/Using_the_chill_predictor_in_prunes/

Niederholzer, F. 2023b. Prune chilling prediction model. En: Fruit and Nut Research and Information. University of California. Recuperado de: https://fruitsandnuts.ucanr.edu/Weather_Services/prune_chilling_prediction_about/

Norvell, D.; Moore, J. 1982. An evaluation of chilling models for estimating rest requirements of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). En: Journal of the American Society for Horticultural Science, 107 (1):54-56 Recuperado de: <https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/107/1/article-p54.xml>

Quiroz I.; Miranda, C.; Mühlenbrock, N.; Urrutia I.; Alfaro, D.; Quiroz R. 2023. Anuario Cereza 2023. Recuperado de: <https://acrobat.adobe.com/link/review?uri=urn:aaid:scds:US:36ca9d9b-9bb1-4576-abff-a9df8cd30276>

Raffo D., Curetti M., Mañueco L., Candam A., Villareal P. 2022. Producción de Cerezas: alternativa para mejorar la calidad. Fruticultura y diversificación INTA Alto Valle 90: 41-49. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/documentos/produccion-de-cerezas-alternativas-para-mejorar-la-calidad>

Ramina, A.; Colauzzi, M.; Masia, A.; Pitacco, A.; Caruso, T.; Messina, R.; Scalabrelli, G. 1995. Hormonal and climatological aspects of dormancy in peach buds. Dormancy and the related problems of deciduous fruit trees. En: Acta Horticulturae, 395: 35-46. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/284224769_Hormonal_and_climatological_aspects_of_dormancy_in_peach_buds

Richardson, E. 1975. Comments on a model for estimating the completion of rest for Red haven and Elberta peach trees. En: HortScience, 10:559-562.

Richardson, E.; Seeley, S.; Walter, D. 1974. A model for estimating the completion of rest for "Redhaven" and "Elberta" peach trees. En: HortScience, 9 (4). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/284288130_A_model_for_estimating_the_completion_of_rest_for_'Redhaven'_and_'Elberta'_Peach_Trees

Ruiz, D.; Campoy, J.; Egea J. 2007. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. En: Environmental Experimental Botany 61:254-263. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.06.008>

- Shaltout, A.; Unrath, C. 1983. Rest completion prediction model for Starkrimson Delicious apples. En: Journal of the American Society for Horticultural Science, 108:957-961. Recuperado de: <https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/108/6/article-p957.xml>
- Southwick, S. M.; Uyemoto, J. 1999. Cherry crinkle-leaf and deep suture disorders. Publication 8007. University of California. Agricultural and Natural Resources. Recuperado de: <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8007.pdf>
- Southwick, S. M.; Shackel, K. A.; Yeager, J. T. D.; Asai, W. K.; Katakich, M. 1991. Over tree sprinkling reduces abnormal shapes in 'Bing' sweet cherries. En: California Agriculture 45 (4): 24-26. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.3733/ca.v045n04p24>
- Tersoglio, E.; Setien, N. 2022. Efecto de Adara-M2624 y otros siete portainjertos sobre daños y defectos de rutos de dos variedades de cereza (*Prunus avium* L.). En: Agriscientia, 39 (1): 117-132. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/agris/article/view/117-132/38052>
- Tersoglio, E.; Setien, N. 2016. Efecto de la combinación Adara-M2624 y otros siete portainjertos sobre las características del dosel de dos variedades de cerezo. En: Agriscientia, 33 (2): 113-125. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/agris/article/view/16578/16386>
- Tersoglio, E.; Naranjo, G.; Quiroga, O.; Setien, N. 2012. Identificación de las condiciones de inicio de la ecolatencia de cerezos variedades: Brooks, New Star, Garnet y Stella. En: ITEA, 108 (2):131-147 Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/277276212_Identificacion_de_las_condiciones_de_inicio_de_la_ecolatencia_de_cerezos_variedades_Brooks_New_Star_Garnet_y_Stella
- Tersoglio, E.; Naranjo, G. 2009. Identificación del inicio de la ecodormancia en cerezo variedad "Bing". En: ITEA, 105 (4): 272-281. Recuperado de: <https://www.aida-itea.org/index.php/revista/contenidos?idArt=119&lang=esp>
- Tersoglio, E.; Naranjo, G. 2007a. Características del frío invernal de las zonas productoras de cerezas de la provincia de Mendoza, Argentina. Parte I. En: ITEA, 103 (4): 186-197. Recuperado de: <https://citarea.cita-aragon.es/handle/10532/1226>
- Tersoglio, E.; Naranjo, G. 2007b. Modelo de estimación de disponibilidad de frío invernal de áreas productoras de cerezas de Mendoza, Argentina. Parte II. En: ITEA, 103 (4): 198-211 Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10532/1227>

Tersoglio, E.; Naranjo, G.; Rivero L.; Quiroga, M. 2006. Requerimiento de frío invernal y de calor en variedades de cerezos. En: ITEA, 102 (3): 251-259. Recuperado de: https://aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2006/102-3/251-259 ITEA_102-3.pdf

University of California. Fruit and Nut Research Information Center. 2006. About chilling units, hours, and portions. University of California Recuperado de: https://fruitsandnuts.ucanr.edu/Weather_Services/chilling_accumulation_models/about_chilling_units/

Walser, R. H.; Walker, D. R.; Seeley, D. 1981. Effect of temperature, fall defoliation and gibberellic acid on the rest period of peach leaf bud. En: Journal of the American Society for Horticultural Science, 106 (1):91-94. Recuperado de: <https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/106/1/article-p91.xml>

Webster, A.; Looney, N. 1996. World distribution of sweet and sour cherry production: National Statistics. En: Cherries crop physiology, production and uses. London: CAB International. 513 p.

Weinberger, J. 1950. Chilling requirements of peach varieties. En: Proceeding of the American Society for Horticultural Science, 56: 122-128

14. Anexo: Analizador de oferta y demanda de frío con recomendaciones

El “Analizador de oferta y demanda de frío con recomendaciones” es un intento de automatización tanto, de calcular la oferta climática como, el de vincular dicha oferta con la demanda estimada de frío y de calor de cada variedad y posible corrección de un eventual déficit de frío. Este proyecto, además, tiene como objetivo informar sobre los aspectos más relevantes de la aplicación y dosificación de remplazantes de frío con el fin de lograr una adecuada floración en años con déficit de frío invernal.

Los gráficos y tablas son el resultado de aplicar modelos matemáticos y algoritmos que utilizan los datos de temperaturas horarias de la madera del cerezo, que deben ser previamente cargados en la planilla “Actualización de Data”. Como resultado tales gráficos y tablas pretenden consolidar la información disponible en los puntos anteriormente descritos.

Esta forma de expresar los resultados, mediante tablas y gráficos, es muy sintética ya que queda reducida a números que, requieren de una adecuada interpretación para ser de utilidad.

14.1 Descripción

Se trata de una planilla ejecutada en Excel que tiene cargadas las temperaturas horarias de la madera registradas durante la temporada 2022-2023.

Para poder utilizarla en la próxima temporada será necesario, previamente, borrar los datos de temperatura que figuran en la planilla inicial.

Luego se deberán cargar las temperaturas medias horarias de la madera y otros datos descriptivos del huerto. A cambio, se obtendrá la información necesaria para corregir eventuales déficits de frío.

La información registrada en las figuras y en las tablas son el resultado de modelos matemáticos aplicados a datos de temperaturas horarias de la madera del cerezo. Por lo tanto, los datos deberán representar las temperaturas registradas del huerto del productor.

En tal sentido cabe aclarar que los datos climáticos de casillas meteorológicas difieren sustancialmente con los requeridos en este trabajo, siendo probable que se obtenga información poco precisa.

El interesado podrá acceder, cargar y utilizar las planillas del “Analizador de oferta y demanda de frío con recomendaciones” a través del siguiente link:

<https://1drv.ms/x/s!AtCPp4yWMyQXgR4dEDO-HekoHFIV?e=hSYPIq>

Antes de iniciar la descripción de las planillas se aconseja grabar la planilla en el disco duro del ordenador del interesado.

Además, se debe considerar que la misma se brinda con los datos completos referidos al ciclo 2022-2023 en la EEA Mendoza, INTA. Estos podrán servir, eventualmente, de guía. La tabla se entrega completa para que el interesado observe y comprenda como quedará terminada una vez que los datos de temperatura horaria de la madera estén completados.

A la izquierda, el interesado encontrará la planilla de entrada de datos, que se denomina “Actualización de DATA” con la pestaña de color verde.

Las dos planillas siguientes con pestañas de color amarillo, llamadas “Gráficos” y “Respuestas”, muestran diferentes aspectos técnicos que representan el estado fisiológico del huerto.

14.2. Instrucciones para el uso e interpretación de los resultados

Antes de operar la planilla con los datos propios de su huerto, será necesario borrar los contenidos de las celdas que no están protegidos de la hoja “Actualización Data”, cuya pestaña es de color verde. Las celdas de la columna C desde la fila 3 hasta la fila 7202 (C3:C7202), deben ser borradas antes de pegar cualquier nuevo dato.

También, se deben rellenar las celdas que se encuentran arriba al centro, con los datos que describen las características más importantes del huerto.

El resto de las celdas coloreadas se deberán escribir con los datos que se solicitarán más adelante.

En este punto es importante que el usuario grave el archivo con un nombre diferente, que haga referencia al año y lugar, por ejemplo “Pérez Mayor Drummond 2023-2024”

Los cálculos que efectúa el “Contador de frío-calor” se basan en los siguientes datos y conceptos:

- Temperatura media horaria de la madera de cerezo. Esta información es local a nivel de predio. Los equipos que censan y almacenan las temperaturas se denominan “loggers” o “Data takers”, las marcas más frecuentes son: e-button, thermobutton, HOBO, WatchDog, entre otros. Estos equipos mediante el software apropiado, permiten censar las temperaturas a intervalos programables. Los datos

son exportados a la planilla Excel y luego se calcula el promedio horario. **Por lo tanto, a cada hora le corresponde sólo un dato de temperatura.**

- Los datos meteorológicos adquiridos fuera del predio y que no representen apropiadamente la temperatura de la madera tienen una efectividad limitada.
- el inicio del conteo de frío de endolancia corresponde al estado fenológico de 50% de caída de hojas que localmente se observa el 05-05
- el inicio de la ecolancia se alcanza cuando la oferta climática satisfizo la demanda de endolancia.
- Durante la ecolancia se observa interacción $UF-GDH > 4,5^{\circ}C$ que es más evidente hacia el final de la fase
- la ecolancia concluye con la plena floración
- el efecto interacción $UF-GDH > 4,5^{\circ}C$ sobre el %Brot depende de la variedad
- durante la ecolancia, el valor medio de la oferta local de $GDH > 4,5^{\circ}C$ permite calcular el valor medio de la demanda de UF necesaria para alcanzar un mínimo del 50 al 60% de %Brot en la fecha 21 de setiembre
- Para el cálculo de las UF se aplica el modelo de conteo de UF de UTAH variante propuesta por el Departamento de Plant Sciences de la Universidad de California, Davis y la de New México
- Con la metodología ya descrita se pronostica el déficit o exceso de UF a la fecha de finalización y se estima el remplazante, dosis y fecha adecuada de aplicación.

14.3. Planilla “ACTUALIZACIÓN DATA”

Previo la carga de datos de temperatura se deberá chequear la calidad de la información

- Antes del pegado de datos se debe revisar que la secuencia horaria y diaria sea exacta, es decir que no existan datos faltantes, sobrantes o duplicados. La planilla funciona sólo con datos a partir de las 00:00 horas del día 05-05 del año en curso, hasta las 23:00 horas del 28-02 del siguiente año.
- Esto se debe a que el sistema está diseñado para calcular UF, $GDH > 4,5^{\circ}C$ y $GDH > 30^{\circ}C$ para una latitud menor que 33° . Para latitudes mayores o menores deberían hacerse algunos cambios
- No deben existir celdas vacías o datos duplicados. Recordar que la calidad de la información brindada dependerá de la calidad de los datos cargados.

- La incorporación de las temperaturas horarias debe ser pegada como “**valor numérico sin formato**”.
- A partir de la columna “E”, filas 2 a 14 (E2:E14) se solicitan los datos de identificación y características del huerto. A modo de ejemplo, se anotan los datos de ubicación geográfica con algunas características agronómicas de las parcelas de los ensayos de cerezos de la EEA Mendoza, INTA.
- Los datos de latitud y longitud pueden ser obtenidos con suficiente precisión de cualquier GPS o celular o con “Google Erth”
- Las variedades permiten conocer el rango de demanda de UF que tendrá el huerto.
- Los portainjertos utilizados permiten deducir la intensidad de la latencia para una misma variedad. Recordar que los más vigorosos (P. Avium, P mahaleb) inducen mayor latencia que los enanizantes (Weirrot 13, GiSeLa®5 o 6)
- La fecha de caída de hojas puede variar con el año, pero habitualmente, en la fecha 05-05 se observa el estado fenológico del 50% de caída de hojas. En este aspecto el contador es rígido y el conteo inicia ese día.
- La fecha media de plena floración se refiere a la variedad “Bing” en las condiciones locales.
- La extensión del periodo de floración da una idea clara del déficit de frío. Un valor que representa condiciones óptimas es de 3-7 días, sub-óptimas 7-10 días, un lapso mayor representa un déficit importante.
- Uso de remplazante: se refiere al producto que es utilizado habitualmente como Cianamida, aceite mineral, Nitrato de Calcio, Nitrato amónico cálcico, Thiourea, Waiken®, Armobreak®, Armogan®. Como así también la “Fecha de aplicación” y “Dosis utilizada”.
- Mencionar si se hubiese instrumentado algún tratamiento para reducir el vigor vegetativo de la planta como estrés o aplicación de algún inhibidor de la síntesis de giberelinas.
- Las dos celdas siguientes permiten al productor contribuir con su opinión.
- En comentarios puede agregar cualquier aspecto de importancia como tipo de riego, lámina media diaria, fertilizaciones, rendimiento, calidad de la fruta, entre otros.

A partir de la celda E18 debe actualizar los datos “**SÓLO**” de las celdas coloreadas con celeste ya que las celdas coloreadas de naranja son “**AUTOMÁTICAS**” y no pueden ser modificadas ya que están protegidas.

La razón de dicha protección es evitar borrado o modificaciones involuntarias que ocasionan resultados erróneos.

Identificación del área productiva y de las condiciones del huerto	
Área de producción: Provincia y departamento:	Mendoza, Luján de Cuyo
Latitud y Longitud (grados y minutos):	33° 00' S - 38° 51' O
Variedad(es):	Bing clon B13 y 5-69, Brooks, Skeena, 13S-3-13, Lapins, Rainier, Synphony, Santina, Sonata, Sweet Heart y más
Portainjerto:	M2624/Adara, GiSeLa 6, GiSeLa 5, Weiroot 13, Rootpack 20/Adara y otros.
Fecha de 50% caída de hojas:	5/5/2022
Fecha de plena floración:	
Largo del periodo de floración en días	10
Uso de replazante: Producto(s):	Cianamida + aceite
Fecha Aplicación y dosis del replazante:	1% + 3% el 20-07-2022
Tratamiento para reducir vigor (tipo de estrés hídrico, paclo)	ninguno
Oferta de UF desde Caída de Hojas hasta Plena Floración:	
Según su opinión la demanda de frío fue alcanzada??	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No.
Comentarios:	sistema de conducción eje central y ejes múltiples (3)

Fecha inicio de conteo UF

5/5/2022 Modificar SÓLO el AÑO del inicio de conteo

Fecha del Fin del conteo de UF, corresponde a la fecha de plena floración

21/9/2022 La más frecuente en años normales es el 21-09 para la variedad Bing. En tal caso, modificar SÓLO el AÑO de conteo. Mantener el mismo Día y Mes (21/9)

Fecha de ÚLTIMA CARGA de DATOS

15/12/2022 Permite conocer la Oferta Climática del año y el estado de satisfacción de UF y GDH>4,5°C según variedad hasta la fecha de carga de los datos de temperaturas horarias.

Fecha de Consulta para efectuar el PRONÓSTICO de UF

15/8/2022 Permite conocer el pronóstico de UF según la fecha de Consulta, siempre que alcance el periodo de pronóstico (14-06 al 02-09). Para una mayor precisión deben cargarse las temperaturas horarias hasta el periodo (19-07 al 08-08) especialmente, el del día 29-07. A partir del 03-09 el pronóstico emite el de la fecha más presisa 29-07.

Cálculo de las fechas de Inicio y Fin del Conteo de GDH>30°C (Inicio 21 días después de cosecha hasta el 28 de febrero)

14/11/2022 ANOTAR Fecha de fin de Cosecha de la variedad Bing

5/12/2022 FECHA del inicio del conteo GDH>30°C (NO MODIFICAR)

28/2/2023 FECHA del Fin del conteo de las GDH>30°C (NO MODIFICAR)

Actualización SÓLO del AÑO.

Permite actualizar datos de los ejes de gráficos UF y PF

UF acum entre 125 y 264 DJ AÑO 2022	2022	Modificar sólo el AÑO
Relación UF-PF 2022		
Oferta de UF 2022		
Oferta CP 2022		
Oferta de UF diaria, año 2022		
Oferta de UF acumulada, año 2022		

- “Fecha de inicio del conteo UF”, (celda E18) coloreada de celeste y, por lo tanto, debe ser modificada. En este caso, tanto el día, como el mes son fijos (05-05), pero se debe actualizar el año.

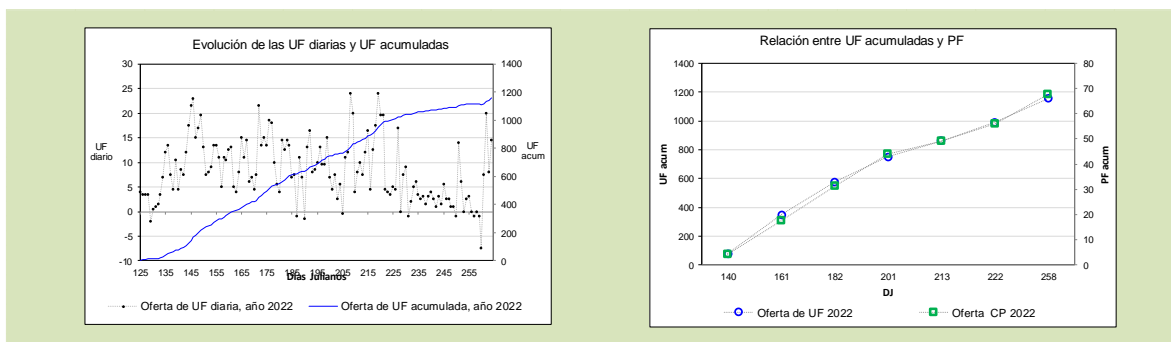
- “Fecha Fin de conteo de UF” (celda E21) corresponde al 21-9 que es la **fecha estándar de plena floración** que corresponde a la variedad Bing
- Fecha de la ÚLTIMA CARGA de DATOS corresponde a la celda E24 que está coloreada de naranja y por lo tanto NO requiere de actualización, es automática. Esta fecha corresponde al **día del último dato cargado de temperatura horaria**.
- “Fecha de consulta para el PRONÓSTICO de UF final que figura en la Tabla 3”. Celda E27. Esta fecha debe ser **“SÓLO”** considerada una CONSULTA. Sólo permite conocer el pronóstico de la oferta de UF en una fecha dada por el interesado. La **fecha de consulta que puede ser cualquiera, pero con la condición que esté dentro del periodo de pronóstico, es decir desde 14-06 hasta el 02-09 inclusive**. El pronóstico en esta fecha es sólo informativo y puede o no, coincidir por el utilizado por el analizador.
- Fecha de fin de cosecha de la variedad Bing, Celda E30. Permite calcular la fecha del inicio y del fin del desarrollo floral del cerezo. Las temperaturas durante este periodo permiten calcular las GDH>30°C que tienen especial influencia en la formación de frutos defectuosos.
- Las celdas combinadas G36:G41 de color azul permiten anotar el año. Esta actualiza automáticamente las celdas E36 a la E41, que se utilizan para mejorar la comprensión de los gráficos

14.4. Planilla “GRÁFICOS”

La planilla siguiente “Gráficos”, con pestaña con color amarillo, muestra dos gráficos. Ambos, tienen un eje horizontal que expresa el tiempo en Días Julianos (DJ) es decir contabiliza los días como “1” que corresponde al 01 de enero y el “365” a la fecha 31 de diciembre. El DJ “125” corresponde a la fecha inicio de conteo 05-05 y el final del mismo DJ 264 corresponde al 21-09, inclusive.

El gráfico de la izquierda posee dos ejes verticales cada uno explica el comportamiento de una de las variables graficadas: UF diarias y UF acumuladas. El eje de la izquierda corresponde a las UF registradas diariamente, señaladas en la referencia (abajo) como puntos negros. Estos puntos muestran el resultado diario, es decir, cada punto muestra el saldo de UF en un determinado día. Si las temperaturas horarias fueron mayoritariamente bajas, el saldo será positivo, pero si las temperaturas horarias fueron mayoritariamente altas, el saldo será negativo. Nótese la mayor densidad de puntos en la parte inferior derecha del gráfico (días con saldo negativo) hacia el final del periodo de latencia debido al

incremento de las temperaturas de agosto-setiembre. El eje vertical de la derecha mide las UF acumuladas en el periodo de conteo. Las UF acumuladas son representadas por una línea continua de color azul que suele mantener una clara pendiente positiva hasta los 200-225 DJ y luego tiende a aplanarse o incluso a declinar debido a los días más cálidos.



El gráfico de la derecha posee dos ejes verticales: el de la izquierda mide el frío según las unidades de frío de Richardson modificadas por UC Davis mientras que, el eje de la derecha mide el frío según el método de porciones de frío (PF). El gráfico muestra que ambos tipos de unidades, UF o PF, muestran valores equivalentes durante el año en la zona de Luján de Cuyo, aunque se diferencian por sus escalas.

14.5. Planilla “RESPUESTAS”

Esta planilla posee 8 tablas cuyos datos están vinculados y son el resultado de la aplicación de modelos matemáticos, datos estadísticos y algoritmos. La información pretende condensar todo el conocimiento sobre el tema y brinda datos relevantes que permiten conocer el estado fisiológico de los cerezos a la salida del invierno en función de las condiciones climáticas registradas durante la latencia.

14.5.1. Tabla 1. Oferta de UF y PF acumuladas entre el 05-05 y el 21-09

La Tabla A1 muestra la oferta real acumulada de UF y de PF hasta la fecha del último dato de temperatura horaria que ha sido cargado.

Tabla 1. Frío acumulado expresado en UF o PF desde el 05-05 hasta el 21-09			Tabla 1. Frío acumulado expresado en UF o PF desde el 05-05 hasta el 21-09		
OFERTA UF "REAL" observada a la Fecha de Carga de Datos	Frío acumulado		OFERTA UF "REAL" observada a la Fecha de Carga de Datos	Frío acumulado	
	01/07/2022	Unidades		21/09/2022	Unidades
Oferta de UF 2022	577	UF	Oferta de UF 2022	1157	UF
Oferta CP 2022	31	PF	Oferta CP 2022	68	PF
Tasa media de acumulación diaria de UF	9,9	UF/día	Tasa media de acumulación diaria de UF	8,3	UF/día

Si bien el conteo de UF y PF finaliza el día 21-09, Usted podrá observar la oferta de UF y PF parcial, a medida que efectúe la carga de datos. Es decir que la **Tabla A1** muestra la oferta real observada hasta la última fecha de carga de datos de temperatura horaria.

Además, registra la tasa media de acumulación diaria de UF a la fecha. Es interesante observar que la tasa de acumulación tiende a disminuir con los días siendo al principio frecuentemente muy alta.

Ambas tablas muestran el estado de la oferta climática del año 2022 de Mendoza, departamento Luján de Cuyo, distrito Mayor Drummond en dos fechas diferentes.

La tabla de la izquierda muestra que, al día 01-07-2022 la oferta climática fue 577 UF o 31 PF con una alta tasa media acumulada de 9,9 UF/día, que hacía prever un excelente invierno con una alta oferta de UF. Sin embargo, la tabla de la derecha muestra la oferta de frío total del mismo año, pero registrada al final del conteo (21-09) con 1.157 UF o 68 PF, y una tasa media acumulada de 8,3 UF/día, sugiriendo que, entre julio y setiembre las UF diarias disminuyeron. Ello indica que la tasa diaria de acumulación de UF disminuye hacia fines del invierno y esto suele traer consecuencias.

14.5.2. Tabla 2. Pronóstico de UF total según Fecha Carga de Datos

Los datos aportados por la Tabla 2 refieren al PRONÓSTICO de UF según la ÚLTIMA Fecha de Carga de Datos de temperaturas horarias de la madera.

Se aclara que, si la última fecha de carga de datos es anterior al 14 de junio no habrá pronóstico.

Si la fecha de carga es posterior al 2 de setiembre el valor pronosticado corresponderá al día de mayor precisión, el 29 de julio (85DJ)

La Tabla A2 muestra tres clases diferentes de valores de oferta de UF.

Tabla 2. Pronóstico de UF total según Fecha Carga de Datos		
Fecha de carga datos del periodo de conteo	25/7/2020	Para emitir pronóstico, la Fecha de Carga de Datos debe estar incluida en el PERÍODO DE PRONÓSTICO (14-06 hasta 02-09).
OFERTA observada de UF a la Fecha de Carga de Datos	1019	
PRONÓSTICO de OFERTA UF a la Fecha de Carga de Datos:	1366	Límites de predicción general ± 110 UF, el del periodo 17-07 al 08-08, la precisión es ± 48 UF
Oferta UF REAL observada al 21-9	AÚN NO SE CONOCE LA OFERTA REAL de UF al 21-9	Hasta no estar completo aparecerá "FALSO"
Error de PRONÓSTICO	#¡VALOR!	El error de pronóstico por exceso es más peligroso que el error por defecto

Tabla 2. Pronóstico de UF total según Fecha Carga de Datos		
Fecha de carga datos del periodo de conteo	21/9/2022	Para emitir pronóstico, la Fecha de Carga de Datos debe estar incluida en el PERÍODO DE PRONÓSTICO (14-06 hasta 02-09).
OFERTA de UF a la Fecha de Carga de Datos	1157	
PRONÓSTICO de OFERTA UF a la Fecha de Carga de Datos:	1120	Límites de predicción general ± 110 UF, el del periodo 17-07 al 08-08, la precisión es ± 48 UF
Oferta UF REAL observada al 21-9	1157	Hasta no estar completo aparecerá "FALSO"
Error de PRONÓSTICO	-37	El error de pronóstico por exceso es más peligroso que el error por defecto

- En la celda B9 está la **Fecha de carga de datos del periodo de conteo**. Muestra la última fecha en la cual se han cargado datos.
- En la celda B10 se observa la **“Oferta Observada o Real calculada a la Fecha de la Carga de los Datos”**, es la cantidad acumulada de UF medida hasta la fecha de carga de datos, dentro del periodo 05-05 al 21-09.
- El **“PRONÓSTICO de OFERTA de UF a la Fecha de Carga de Datos”**. Estima la oferta de frío invernal que será registrada al final del conteo. Este valor es estimado en función de la fecha de carga de datos, de la oferta parcial de UF y de la tasa media registrada a la fecha de la carga de los datos. Este pronóstico aplica sólo, si los datos cargados han alcanzado el periodo comprendido entre el 14-06 y el 02-09. Cuando el pronóstico se realiza en el lapso entre el 19-07 y el 08-08, la precisión es de ± 48 UF.
- La **“Oferta Real Observada en la fecha 21-09”**. Como el dato es la oferta real, la planilla sólo, puede efectuar el cálculo cuando se ha completado la carga de datos de temperatura horaria al día 21-09 inclusive. Es decir que, sólo a partir del 22-09 se conocerá la oferta real de UF. De modo que, si las celdas de temperatura horaria de la planilla “Actualización DATA” no están completas hasta el 21-09 a las 24:00 h, la celda B12 de la planilla “Respuestas” dirá “AÚN NO SE CONOCE la OFERTA REAL de UF al 21-09”.
- Una vez conocida la **“Oferta Real Observada en la fecha 21-09”** y la **“OFERTA PRONOSTICADA de UF”** ambos valores permitirán calcular el **“Error de Pronóstico”** que es la diferencia entre ambos datos. Tiene como objeto auditar el pronóstico, ya que de existir grandes diferencias se sugiere la necesidad de ajustar o recalcular el modelo predictivo. En tales condiciones, el peor escenario es cuando el valor pronosticado supera al observado y el saldo es positivo, es decir que el sistema pronostica por exceso cuando en realidad hay un déficit de UF que no será remplazado.
- La sobrestimación de UF, induce a errores como la de prescindir o reducir la dosis de remplazantes lo que puede ocasionar pérdidas productivas.

A modo de ejemplo, ambas tablas son semejantes, pero poseen fechas de carga de datos diferentes. La tabla de la izquierda muestra la oferta de UF (1.119 UF) y el pronóstico según la última fecha de carga 25-07-2020 de 1.366 UF. Sin embargo, como no se conoce la oferta real, el déficit no puede ser calculado y figurará “AÚN NO SE CONOCE LA OFERTA REAL de UF al 21-9.

La Tabla A2 de la derecha tiene fecha de carga de datos el 21-09. La oferta de UF a la fecha de carga es 1.157 UF y el pronóstico de UF fue de 1.120 UF. Luego, como la base de datos fue completada hasta el 21-09 inclusive aparece la Oferta Real observada que fue 1.157 es decir, dejó saldo negativo, ya que la oferta real superó la oferta pronosticada. El valor del error estuvo dentro del rango esperado.

14.5.3. Tabla 3. Pronóstico de OFERTA UF total según Fecha de Consulta

Esta tabla permite consultar la oferta pronosticada de UF según una fecha cualquiera de consulta. Tiene valor informativo, ya que le permite al interesado conocer que oferta de UF que se estima, será registrada el 21-09.

Para ello, la fecha debe anotarse en la celda “E27” de la planilla “Actualización DATA”. Esto permite conocer directamente el pronóstico de UF en cualquier fecha con la condición que, esté dentro del periodo comprendido entre el 14-06 y 02-09.

A continuación, se muestra la Tabla 3 con tres fechas de consulta diferentes en el mismo año. La “Oferta Real” de latencia del año 2022 registró 1.157 UF (Tabla 2). Pero, el pronóstico efectuado el día 15-06-2022 estimó que las UF totales serían 1.227 UF, con 70 UF de sobreestimación. Luego el pronóstico efectuado el día 29-07-2022 (Fecha de mayor eficiencia del pronóstico) predijo 1.120 UF de oferta, con un saldo negativo de -37 UF respecto de las UF observadas. El tercer ejemplo muestra que, a la fecha de consulta 15/08/2022 estimó 1.193 UF con exceso de 36 UF.

Tabla 3. Pronóstico de OFERTA UF total según Fecha de Consulta		Tabla 3. Pronóstico de OFERTA UF total según Fecha de Consulta		Tabla 3. Pronóstico de OFERTA UF total según Fecha de Consulta	
Fecha de Consulta	15/6/2022	Fecha de Consulta	29/7/2022	Fecha de Consulta	15/8/2022
OFERTA UF Pronosticada según Fecha de Consulta	1227	OFERTA UF Pronosticada según Fecha de Consulta	1120	OFERTA UF Pronosticada según Fecha de Consulta	1193

14.5.4. Tabla 4. Según la OFERTA PRONOSTICADA de UF a la fecha de CARGA de DATOS: ¿cuál será el DÉFICIT varietal estimado de UF? ¿Podrá satisfacer la DEMANDA? ¿Qué Reemplazante y Dosis puede utilizarse? ¿A partir de qué fecha se deberá aplicar?

La Tabla 4 pronostica el saldo, sea déficit (expresado en rojo y negativo) o exceso de UF, según la demanda de cada variedad a la fecha de la última carga de datos. Además, indica si la oferta de UF del año en curso podrá satisfacer la demanda de frío de cada variedad.

Además, indica la fecha A PARTIR DE LA CUAL, se podría aplicar remplazantes de frío. Acá se aclara que la tabla no indica la fecha de aplicación sino “**la fecha, a partir de la cual, es posible aplicar el remplazante**”. Como ejemplo se cita la variedad Brooks que a partir del día 12-06-2022 fue posible aplicar H₂CN₂. Sin embargo, en esa fecha es improbable que puedan ser satisfechas las condiciones climáticas de aplicación citadas en el punto 10.2.

Tabla 4. Según la OFERTA PRONOSTICADA de UF a la fecha de CARGA de DATOS: cual es el DÉFICIT varietal estimado de UF?, SATISFACE "SI o NO" la DEMANDA, que DOSIS de remplazante debería utilizarse?, a partir de qué fecha se debería aplicar?					
Variedad	DÉFICIT de UF según PRONÓSTICO a la Fecha de CONSULTA	Se estima que la DEMANDA de UF será satisfecha al 21-09?	A partir de que fecha se puede aplicar el remplazante	DOSIS de Cianamida 50% + Aceite Emulsionable 3% (L%L)	Mortandad de yemas
Fecha de CARGA DE DATOS	5/12/2022				
Bing	-30	NO	13/7/2022	Aplicar Cianamida 1%+ Aceite 3%	2%
Brooks	154	SI	12/6/2022	No Aplicar	1%
Kordia	-170	NO	17/7/2022	Aplicar Cianamida 2,5%+ Aceite 3%	6%
Celeste	277	SI	26/6/2022	No Aplicar	1%
Santina	55	SI	3/6/2022	No Aplicar	1%
Stella	-15	NO	18/7/2022	Aplicar Cianamida 1%+ Aceite 3%	2%
Lapins	197	SI	21/6/2022	No Aplicar	1%
Rainier	84	SI	21/6/2022	No Aplicar	1%
Gamet	250	SI	23/6/2022	No Aplicar	1%
Ruby	521	SI	22/6/2022	No Aplicar	1%
Regina	20	SI	27/6/2022	No Aplicar	1%
Sommerset	220	SI	6/6/2022	No Aplicar	1%
Sweetheart	75	SI	23/6/2022	No Aplicar	1%
New Star	-0	SI	13/6/2022	Aplicar Cianamida 1%+ Aceite 3%	2%
Sonata	75	SI	23/6/2022	No Aplicar	1%
Sylvia	-280	NO	31/7/2022	Aplicar Cianamida 5,0%	4%

La Tabla 4 también indica el producto o combinación de ellos y la dosis más adecuada de sustitución que evite una sobredosis que provoque adelanto de la floración y mayor riesgo de heladas o una dosis menor que no cubra el déficit y reduzca la producción.

Una consideración importante se relaciona con los pequeños déficits como el mostrado en la tabla de ejemplo el de Bing o Stella de -30 y -15 UF, respectivamente. Esta condición podría ser ignorada siempre que, se cuente con una alta oferta de calor, algo que aún, no puede ser pronosticado. Por lo tanto, en estos casos la decisión de aplicar o no tiene las siguientes consecuencias: si se aplica el remplazante aseguramos buenos rendimientos (Tabla 4) cualquiera sea el calor en plena floración; si no se aplica y el calor es escaso tendremos una caída de la producción; y si la oferta de calor es alta habremos desperdiciado recursos económicos.

14.5.5. Tabla 5. Análisis de UF de ENDOLATENCIA y de GDH>4,5°C de ECOLATENCIA, según la fecha de la carga de datos.

La Tabla 5 indica si la oferta de frío registrada en la última fecha con datos, supera o no, la endolatenencia y si la oferta de calor supera o no la demanda media de ecolatenencia.

A continuación, se muestran varios ejemplos. La tabla siguiente muestra que, la oferta de UF a la fecha de carga de datos del 14-07-2022, las variedades Kordia, Stella y Sylvia no habían superado la demanda de endolatenencia. Por lo tanto, aún no debían aplicarse los remplazantes. Mientras que, Brooks o Santina ya superaron la endolatenencia en consecuencia se puede aplicar remplazantes, aunque debe cumplir las condiciones agroclimáticas del punto 10.2. Además, indica que, a la fecha de carga aún, no fue satisfecha la demanda de GDH>4,5°C de las variedades de la serie.

Tabla 5. Análisis de UF de ENDOLATENENCIA y de GDH>4,5°C de ECOLATENENCIA, a la fecha de la carga de datos. La endolatenencia fue superada? La demanda media de calor fue superada?			
Variedad	A la fecha de la CARGA de DATOS de T°C: ¿Fue superada la Demanda de UF de Endolatenencia?	A la fecha de la CARGA de DATOS: ¿Fue satisfecha la demanda media de calor de ecolatenencia??	
	14/07/2022	15/09/2022	21/09/2022
Bing	ya superó la endo	NO	NO
Brooks	ya superó la endo	NO	NO
Kordia	aún no superó la endo	NO	NO
Celeste	ya superó la endo	NO	NO
Santina	ya superó la endo	NO	NO
Stella	aún no superó la endo	NO	NO
Lapins??	ya superó la endo	NO	NO
Rainier	ya superó la endo	NO	NO
Garnet	ya superó la endo	NO	NO
Ruby	ya superó la endo	NO	NO
Regina	ya superó al endo	NO	NO
Somerset	ya superó la endo	NO	NO
Sweetheart	ya superó la endo	NO	NO
New Star	ya superó la endo	NO	NO
Sonata	ya superó la endo	NO	NO
Sylvia	aún no superó la endo	NO	NO

La siguiente tabla muestra que al 21-09-2022 todas las variedades de la serie habían superado la endolatenencia, pero sólo Santina y New Star habían satisfecho la demanda de Calor. Se destaca la variedad Celeste, que en la fecha de inicio de floración (15-9) había satisfecho la demanda de calor, pero hasta la plena floración (21-9) hubo falta de calor al no ser satisfecha completamente la demanda.

Tabla 5. Análisis de UF de ENDOLATENENCIA y de GDH>4,5°C de ECOLATENENCIA, a la fecha de la carga de datos. La endolatenencia fue superada? La demanda media de calor fue superada?			
Variedad	A la fecha de la CARGA de DATOS de T°C: ¿Fue superada la Demanda de UF de Endolatenencia?	A la fecha de la CARGA de DATOS: ¿Fue satisfecha la demanda media de calor de ecolatenencia??	
	21/09/2022	15/09/2022	21/09/2022
Bing	ya superó la endo	NO	NO
Brooks	ya superó la endo	NO	NO
Kordia	ya superó la endo	NO	NO
Celeste	ya superó la endo	SI	NO
Santina	ya superó la endo	SI	SI
Stella	ya superó la endo	NO	NO
Lapins??	ya superó la endo	NO	NO
Rainier	ya superó la endo	NO	NO
Garnet	ya superó la endo	NO	NO
Ruby	ya superó la endo	NO	NO
Regina	ya superó al endo	NO	NO
Somerset	ya superó la endo	NO	NO
Sweetheart	ya superó la endo	NO	NO
New Star	ya superó la endo	SI	SI
Sonata	ya superó la endo	NO	NO
Sylvia	ya superó la endo	NO	NO

14.5.6. Tabla 6. Estimación del porcentaje de brotación según Pronóstico de UF y según la media local de GDH>4,5°C.

La Tabla 6 estima el %Brot a partir del dato de pronóstico de UF, con la condición que el año en curso, alcance la oferta media de GDH>4,5°C de la zona de cada variedad. La Tabla 6 muestra que la última fecha de carga de datos fue el 29-07-2022. Al aplicar el modelo %Brot-UF-GDH>4,5°C de cada variedad, se estima el %Brot de yemas vegetativas al inicio de la floración (15-09) y en plena floración (21-09), siendo este, de mayor importancia.

La Tabla 6 muestra que, al 29-07-2022 se pronosticó una brotación media, de la serie de variedades del 77%, al 21-09-2022. Se estimó que las variedades Stella y Lapins no alcanzarían un %Brot adecuado y que podrían extender sus floraciones, el resto estima porcentajes normales **siempre que se cumplan ambos supuestos**: cumplimiento del pronóstico de UF y de la oferta media de GDH>4,5°C.

Las columnas siguientes estiman el %Brot que se hubiese alcanzado al aplicar algunos de los tratamientos y dosis de remplazantes. En este caso en particular, la Tabla 6 con fecha 29-07-2022 muestra que, con un tratamiento de H₂CN₂ al 1% más aceite mineral emulsionable al 1%, será suficiente para corregir el déficit estimado por Stella y Lapins.

Tabla 6. Estimación del porcentaje de brotación según Pronóstico de UF y media de GDH>4,5°C. Calcula el porcentaje medio de brotación siempre que, el Año en curso alcance la oferta media de GDH>4,5°C.										
Variedad	Estimación del %Brot a la FECHA de Carga de Datos bajo los siguientes supuestos: cumplimiento de la oferta media de GDH>4,5°C y NO aplicación de remplazantes					Estimación del %Brot al 21-09 según oferta de UF pronosticada y satisfecha la media de GDH>4,5°C con la aplicación de reemplazante s/dosis				
	OFERTA UF PRONOSTICADA según Fecha de Carga de Datos:	Oferta media de GDH>4,5°C de ECOLATENCIA (2014-2021)		% Brot ESTIMADO según UF pronosticado a la Fecha de Carga de Datos y GDH>4,5°C media local (2014-2021)		H2CN2 al 1%+Ac 3% ó H2CN2 al 2,5%(L%L)	H2CN2 al 2,5%+ Ac 3%	H2CN2 al 2,5%	H2CN2 al 5%	
	29/7/2022	15/09/2022	21/09/2022	15/09/2022	21/09/2022	21/09/2022				
Bing	1120	9476	10903	51	66	98	100	94	100	
Brooks		11854	13282	81	91	100	100	100	100	
Kordia		9150	10578	59	71	96	100	92	98	
Celeste		10461	11888	100	100	100	100	100	100	
Santina		10764	12191	61	73	100	100	100	100	
Stella		9079	10506	34	47	96	100	91	97	
Lapins		11371	12798	48	56	100	100	100	100	
Rainier		11150	12577	64	71	100	100	100	100	
Garnet		10876	12303	81	90	100	100	100	100	
Ruby		11046	12473	91	100	100	100	100	100	
Regina		10551	11978	71	79	100	100	100	100	
Somerset		12222	13649	99	100	100	100	100	100	
Sweetheart		10892	12319	68	79	100	100	100	100	
New Star		10551	11978	60	70	100	100	100	100	
Sonata		10900	12327	60	73	100	100	100	100	
Sylvia		7629	9056	36	63	86	95	81	88	
Media					67	77				

Debido a la auto-infertilidad de variedades como Bing, Kordia o Silvia el %Brot objetivo deberá alcanzar el 60-70%. Estas aplicaciones permiten floraciones concentradas y con mayor coincidencia, condición indispensable para una adecuada carga en variedades auto-infértiles.

Desde un punto de vista vegetativo la correcta brotación de yemas vegetativas sobre brindillas del año, asegura un mejor estado vegetativo del árbol. Cuando el porcentaje de brotación alcanza el 50-60%, en la fecha de plena floración el comportamiento general de la planta es normal.

14.5.7. Tabla 7. Estima el %Brot según la oferta “REAL” observada de UF y de GDH>4,5°C al día 21-09 del año en curso

La Tabla 7 calcula el %Brot a partir de datos observados a campo. Se diferencia de la Tabla 6, por el origen de los datos climáticos, ya que no utiliza las UF pronosticadas o las GDH>4,5°C promedio. La tabla 7 utiliza sólo los datos de temperatura horaria de la madera que fueron observados a campo. Es la estimación de %Brot más cercana a la realidad ya que se basa en datos climáticos observados. En consecuencia, la tabla mostrará los resultados solamente, cuando la carga de datos se haya completado al final del conteo en la fecha 21-9.

MUY IMPORTANTE: en años con déficit de frío, la oferta de UF de esta tabla no considera las UF remplazadas. Por ello, el %Brot puede ser menor al observado si se ha realizado la aplicación de remplazantes.

Como la oferta climática observada no será conocida hasta el día 21-09-2022, mientras eso no suceda, en la celda respuesta de oferta observada de **UF** aparecerá “AÚN NO se CONOCE la OFERTA REAL de UF al 21-09”. Una vez completada la serie de temperaturas aparecerá el valor observado de la oferta de UF del año en curso.

Tabla 7. Estima el %brot según la OFERTA REAL OBSERVADA de UF y de GDH>4,5°C al día 21-09 del año en curso.					
Variedad	OFERTA "REAL" OBSERVADA en Plena Floración		Déficit estimado de GDH>4,5°C en Plena Floración según GDH>4,5°C medio	%Brot estimado según la oferta de UF y GDH>4,5°C al 21-9	
	UF	GDH>4,5°C			
Bing	1156,5	10243	-660	60	
Brooks		12455	-827	87	
Kordia		10092	-486	69	
Celeste		11667	-221	100	
Santina		13367	1176	85	
Stella		10033	-473	43	
Lapins??		11679	-1119	50	
Rainier		11679	-898	68	
Garnet		11672	-632	88	
Ruby		11679	-794	100	
Regina		11622	-356	78	
Somerset		13063	-586	100	
Sweetheart		11672	-647	76	
New Star		12366	388	74	
Sonata		11672	-656	68	
Sylvia		8391	-666	50	
Media					75

La oferta real de GDH>4,5°C por variedad al 21-09-2022, se observa en la columna siguiente. El saldo de GDH>4,5°C se calculó como la diferencia entre los GDH>4,5°C observado y el valor de la oferta media de la zona. El déficit generalizado indica que el invierno fue cálido y/o la primavera fue ligeramente fresca.

Se observa que, Bing, Stella, Lapins y Silvia el %Brot registrado fue bajo. Sin embargo, en variedades autofértiles como Lapins los efectos no fueron muy evidentes.

14.5.8. Tabla 8. Oferta de calor de post-cosecha y estimación del porcentaje de defecto del siguiente año

Durante la diferenciación floral, en la post-cosecha del año anterior se forman flores con gineceos defectuosos que en la temporada siguiente incrementa la proporción de frutos con defectos como sutura profunda (SP), espolón (EP) y fruto doble (FD) y en conjunto se expresan como porcentaje de defectos (%Def).

El %Def es consecuencia de la interacción entre el genoma de la variedad y de temperaturas mayores que 30°C, durante el proceso de diferenciación floral. Por lo tanto, existen variedades que registran mayor %Def que otras.

La Tabla 8 muestra el cálculo de la oferta de calor de post-cosecha expresada como “Grado Hora de crecimiento con base 30°C (GDH>30°C) registrado en el período entre 21 días después de cosecha y el 28-02.

Tabla 8. Oferta de calor durante la post-cosecha según la variedad Bing		Estimación del %Def medio según grupo al siguiente año	
Última fecha de Carga de datos	28/2/2023	Grupo variedades tolerantes: 13S-313, Santina, Symphony, Skeena, Somerset, Brooks, Rainier, Lapins, Garnet, Sonata y Samba	Grupo variedades susceptibles: Royal Down, Regina, Sweet Heart, Bing clon B13, Bing clon 5-69, Ruby y Prime Giant
Fecha de Inicio de conteo GDH>30°C	05/12/2022		
Fecha de Fin de Conteo de GDH>30°C	28/02/2023		
Días de conteo de GDH>30°C	85		
GDH>30°C acumuladas a la fecha de carga de datos	718		
Tasa media diaria de GDH>30°C a la fecha última carga	8,45	GDH>30°C/día	

Si bien la oferta de GDH>30°C influye en el desarrollo de defectos de todas las variedades, posee mayor relevancia en las variedades más susceptibles.

La Tabla 8 muestra la oferta de calor de post-cosecha y la estimación del %Def de la fruta a cosechar en la temporada siguiente, según la susceptibilidad.

La tabla muestra automáticamente la última fecha de carga de datos. Como es de esperar la estimación de %Def sólo es definitiva si los datos de temperatura están completados hasta el 28-02.

Las fechas de inicio y final de conteo de GDH>30°C provienen de la planilla “Actualización de datos”.

Los días de conteo varían de acuerdo a la fecha de fin de cosecha de la variedad Bing que, el ciclo 2022/23 fue de 86 días.

Se registró una oferta de 718 GDH>30°C en el 2022/23 semejante a la observada 2019/21 de 871 GDH>30°C pero mucho mayor que las observadas en el 2021-22 de 141GDH>30°C, en el 2020/21 de 148 GDH>30°C.

Las celdas contiguas C118 y D118 muestran el %Def estimado según grupo de susceptibles o tolerantes a experimentar defectos. Ambos datos son estimados y es posible que algunas variedades presenten menor o mayor proporción de defectos que el esperado.

Se aclara que, como cada grupo está integrado por variedades con comportamientos diferentes es posible que dentro de cada grupo haya variedades con respuestas parecidas, pero no iguales. Sin embargo, estos datos pueden orientar sobre los costos de selección de la futura campaña.

15. Retorno de la información

Se solicita a los usuarios interesados en acceder al contador que, por favor, remitan el archivo una vez completado a la dirección de correo tersoglio.eduardo@inta.gov.ar.

De ser necesario tratar las plantas con remplazantes se aconseja dejar plantas testigo para evaluar mediante la comparación visual y la producción los resultados obtenidos.

Esta información permitirá mejorar la calidad de la información ofrecida en futuras campañas agrícolas de la región.

16. Exención de responsabilidad

La información contenida en este documento está destinada, exclusivamente, a los productores de cerezas del oeste del oasis Norte de la provincia de Mendoza, Argentina. Se basa en la información disponible, producida por este Laboratorio hasta el momento de la redacción de este documento y, por lo tanto, debe utilizarse únicamente como guía.

Debido a la imposibilidad de controlar el correcto uso de remplazantes, como así también debido a la complejidad de la información contenida en este trabajo y del modo en que puede ser interpretada, no se acepta ninguna responsabilidad por las consecuencias, pérdidas o daños que, eventualmente surjan de una mala interpretación de la información o por conceptos omitidos o aplicados fuera de tiempo en la zona aludida.

INTA MZ