

Características de la disponibilidad de frío invernal para cerezos en la zona norte de la provincia de Mendoza, Argentina

Naranjo, G. y E. Tersoglio

RESUMEN

La carencia de frío invernal afecta la calidad y reduce los rendimientos de los frutales de carozo. Los cerezos poseen fuertes exigencias de frío invernal. La acumulación de unidades de frío Utah modificada (UFUM) que presentan las zonas estudiadas, San Martín y Junín, varía a través de los años. En tales áreas el cultivo del cerezo aún no se ha difundido. Junín posee un valor medio de 884 UFUM, mientras que en San Martín es de 816 UFUM, suficiente sólo para variedades de requerimientos bajos. El 95% de los ciclos invernales oscilaron de 459 a 1310 para Junín y de 390 a 1241 UFUM para San Martín. En ambos departamentos sólo el 45% de los años se alcanzan las 900 UFUM, mientras que la probabilidad de cumplir 900 UFUM es 57% y 41% para Junín y San Martín respectivamente. La probabilidad de 1200 UFUM es de sólo 8 y 5% para Junín y San Martín respectivamente. Este estudio establece bases que deberían ser consideradas para el desarrollo de proyectos de producción de cerezas en áreas con baja disponibilidad de frío y sin experiencia en el cultivo. Además, permitiría seleccionar las variedades más adaptadas y desarrollar una zonificación para el cultivo.

Palabras clave: requerimiento de frío, *Prunus avium*, unidades de frío, disponibilidad de frío.

Naranjo, G. and E. Tersoglio, 2010. Features available of winter cold to sweet cherry north areas of the province of Mendoza, Argentina. Agriscientia XXVII: 27-34

SUMMARY

The lack of winter chilling has an effect on fruit quality and yield in stone fruits. Sweet cherry trees have strong winter chilling demands. The accumulation of

modified Utah chill units (MUCU) observed in these areas, San Martín and Junín, is variable. In these areas, the cultivation of the sweet cherry tree has not spread yet. Junín shows a mean of 884 MUCU, meanwhile San Martín has 816 MUCU, just enough for low requirement varieties. However, 95% of winters oscillated between 459 and 1310 MUCU for Junín, and 390 to 1241 MUCU for San Martín. In both areas only 45% of the years reaches 900 MUCU, while probabilities to fulfill 900 MUCU are 57% and 41% for Junín and San Martín respectively. The probability of 1200 MUCU is 8% and 5% for Junín and San Martín. This study establishes the basis that should be considered for sweet cherry development projects in areas with low chilling availability and no experience in crop production. Moreover, it allows to select more adapted varieties and to develop crop zoning.

Key words: chilling requirement, *Prunus avium*, chill unit, chilling offer.

G. Naranjo y E. Tersoglio. Laboratorio de Fruticultura. EEA Mendoza INTA. San Martín 3.853. CC3 (5507) Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. Correspondencia a G. Naranjo: gnaranjo@mendoza.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

Durante el invierno, los árboles de clima templado ingresan en un estado denominado dormancia, el cual les permite sobrevivir en condiciones climáticas adversas. Faust *et al.* (1997) distinguen tres etapas: la paradormancia, la endodormancia y la ecodormancia. La endodormancia es la más profunda y sólo puede ser superada si los tejidos son previamente expuestos al frío por periodos que varían según la especie y variedad. Se denomina requerimiento de frío al tiempo en el cual las plantas deben estar expuestas a bajas temperaturas para lograr una brotación normal en la primavera siguiente (Erez, 1995). Este concepto tiene tanto un aspecto cuantitativo por depender del tiempo en el cual las plantas están expuesta a bajas temperaturas, como otro cualitativo ya que dicha acumulación se relaciona con el rango de temperaturas experimentadas (Erez, 1995).

El cerezo es considerado una especie exigente en frío invernal, y sus requerimientos deben estar satisfechos para obtener producciones rentables (Couvillon, 1995; Erez, 1995; Young *et al.*, 1995; Tersoglio *et al.*, 2006). Los problemas de falta de frío invernal se producen cuando la disponibilidad de unidades de frío observada en la zona de cultivo es menor que el requerimiento. El incumplimiento reduce la velocidad de la floración y la brotación, incrementa la desuniformidad entre variedades y afecta la fecundación, sobre todo en variedades autoestériles (Byrne & Bacon, 2003). La coexistencia de flores y brotes maximiza los

efectos negativos de la competencia fuente-sumidero, lo que perjudica la fecundación (Erez, 1995).

Las necesidades de frío varían entre variedades. Según Seif & Gruppe (1985) las variedades Early Burlat y Van requieren aproximadamente 1300 unidades de frío calculadas con el método de Norvell & Moore (1982). Tersoglio *et al.* (2006) encontraron que las variedades Celeste y Garnet poseen requerimientos medios, ya que necesitan menos de 1200 unidades de frío Utah modificadas (UFUM) para obtener una brotación de 90% después de dos semanas de calor. Mientras que la variedad Bing es considerada de altos requerimientos ya que necesita 1400 UFUM y Rubí es de bajos requerimientos, pues demanda menos de 900 UFUM en condiciones semejantes.

La disponibilidad de frío invernal depende de la latitud y la altitud (Damario y Pascale, 1999; Damario *et al.*, 2007). Además, cada zona presenta valores de UFUM que pueden oscilar entre años. Por ello en regiones en las cuales no se tiene experiencia, se debe conocer previamente la disponibilidad de frío invernal, para seleccionar las variedades más adaptadas (Albuquerque *et al.*, 2008).

En la provincia de Mendoza existen tres oasis productivos: norte, centro y sur. El del norte se compone de dos regiones diferenciadas principalmente por la altitud. Tradicionalmente el cultivo del cerezo se localizó en las zonas más altas cercanas a la cordillera de los Andes entre los 800 y 1200 msnm. Mientras que los departamentos cuyo perfil térmico se desea estudiar, están

situados a una altitud de alrededor de 650 msnm y presentan temperaturas más extremas, con menor acumulación de frío invernal. Sin embargo, estas áreas son potenciales productoras de variedades de cerezas de bajos requerimientos de frío invernal y de maduración temprana.

El objetivo del presente trabajo fue definir el perfil térmico de la zona norte de la provincia de Mendoza, con especial referencia a las características del frío invernal necesarias para el cultivo del cerezo. Para ello se realizó un análisis descriptivo del frío invernal, se estableció la relación tiempo-UFUM con su correspondiente modelo predictivo y se estimó la probabilidad que posee cada zona de satisfacer un determinado requerimiento de frío.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los departamentos de Junín (33° 08' S y 669 msnm) y San Martín (32° 52' S y 627 msnm) de la provincia de Mendoza, Argentina.

Las UFUM anuales de ambos departamentos fueron calculadas sobre la base de datos de temperaturas medias horarias de la serie de años 1998–2008 (Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas, 1998-2008).

El método utilizado para medir el efecto del frío durante el reposo invernal es el de Utah modificado por la UC Davis, que utiliza el concepto de unidad de frío modificadas (UFUM); consiste en una ligera modificación de los rangos de temperatura propuestos por Richardson *et al.* (1974) (Seedley, 1996). Se basa en una ponderación del efecto de las temperaturas, dando un valor unitario a temperaturas entre 2,23 y 8,88 °C. Media unidad es asignada a temperaturas entre 1,1 y 2,22 °C y entre 8,89 y 12,22 °C, mientras que entre temperaturas menores a 1,1 °C y entre 12,23 y 15,55 °C no hay adición. Cuando la temperatura oscila entre 15,56 y 18,33 °C se sustrae media unidad y cuando supera los 18,33 °C se sustrae una unidad (Seedley, 1996; UC Fruit & Nut Reserch Information Center, 2006).

El cálculo de UFUM requiere de temperaturas horarias y se inicia en el momento de la caída de hojas y finaliza en la floración (Anderson *et al.*, 1986). El inicio de los conteos de UFUM se realizó en cada año con la fecha correspondiente a 6 días después de la primera helada, lo cual permitió estimar correctamente la fecha de 50% caída de hojas (Richardson, 1975; Couvillon, 1995; Ramina *et al.*, 1995). La fecha de finalización del conteo de UFUM corresponde a la fecha media de

floración de ambas regiones (15-9). Ambas fechas se expresaron en días julianos (DJ).

Estudios descriptivos de la disponibilidad de frío

Se determinó la fecha de inicio del conteo, las UFUM y las correspondientes tasas medias diarias de cada uno de los años estudiados. Se estimaron las UFUM medias, el coeficiente de variación (CV) y la desviación estándar (DE) de cada zona.

Se determinaron fechas medias, tempranas, tardías y su correspondiente amplitud para cada intervalo de 100 UFUM en el rango de 300 a 1200 UFUM.

Se establecieron modelos que relacionan el tiempo expresado en DJ y el frío en UFUM a través de los programas informáticos Table Curve 2D (versión prueba) y Statistic 1,0.

El efecto “año” sobre la relación DJ-UFUM se estudió mediante el método de regresión anidada, estableciendo si el origen de eventuales diferencias se debe a la fecha de inicio o a la tasa de acumulación de UFUM o a ambas (Mendenhall & Sincich, 1995).

Estimación de la probabilidad

La probabilidad de alcanzar un determinado valor de UFUM para cada zona de estudio fue calculada utilizando el modelo de regresión “logística” (Díaz y Demetrio, 1998). Mediante la asignación de valores “1” o “0” a cada intervalo de 100 UFUM, dentro del rango de estudio de 100 a 1800 UFUM, se transformó la variable continua UFUM en dicotómica. Por lo tanto para cada año en estudio y para cada incremento de UFUM correspondió el valor 1 o 0 según si la UFUM del intervalo fueron o no alcanzadas respectivamente.

El análisis logístico considera la variable dependiente como una proporción de casos en los cuales es cumplida la condición binomial requerida. Se trata de una función estrictamente decreciente ya que, a medida que aumentan las exigencias de UFUM, la probabilidad de su cumplimiento será menor. Ello satisface la definición de distribución acumulada logística. El modelo de regresión logística se basa en el método de la máxima verosimilitud, a través del cual es posible seleccionar el modelo con mayor probabilidad de ocurrir. El análisis de la desviación o “deviance” del modelo logístico estimado describe la calidad del algoritmo establecido (Díaz y Demetrio, 1998). Para efectuar el análisis estadístico se utilizó el programa Statgraphics plus 4.1.

RESULTADOS

Disponibilidades de UFUM

El departamento de Junín mostró un valor promedio de 884,5 UFUM (Tabla 1). El CV fue de 24,1%, lo que indica que las UFUM oscilaron entre 459 y 1310 en el 95% de los ciclos invernales estudiados. La fecha media de inicio de la acumulación de UFUM fue el 16 de junio (166 DJ) y la tasa media de acumulación diaria de 9,6 UFUM.

El departamento de San Martín tuvo una media anual de 815,7 UFUM (Tabla 1). El CV fue de 26,1%, lo que indica que las UFUM oscilaron entre 390 y 1241 UFUM en el 95% de los años estudiados. La fecha media del inicio del conteo correspondió al 14 de junio (164 DJ) y la tasa media diaria de acumulación fue de 8,5 UFUM.

Ambas zonas mostraron acumulaciones medias de UFUM, fechas de inicio y tasas diarias semejantes.

Análisis descriptivo de la calidad del frío invernal

-Departamento de Junín

La Tabla 2 muestra que Junín alcanzó todos los años las 300 UFUM y que las 900 UFUM son satisfechas en 45% de los años, mientras que las 1200 UFUM sólo en 9% de los ciclos invernales.

La fecha más temprana y más tardía en las que fue alcanzado un determinado valor de UFUM y su amplitud son también indicadores de la variación entre años. Se observó que las 900 UFUM fueron alcanzadas en promedio el 26-08 y que las correspondientes fechas máximas y mínimas fueron el 24-07 y el 12-09 con una amplitud de 50 días.

-Departamento de San Martín

La Tabla 3 muestra que todos los años se alcanzaron las 300 UFUM. Las 900 UFUM fueron alcanzadas 45% de los años y 9% correspondió a las 1200 UFUM. La amplitud registrada a las 900 UFUM fue de 50 días.

Relación DJ - UFUM de cada departamento. Importancia del efecto año

- Departamento de Junín

La Figura 1 muestra la evolución diaria de las UFUM clasificadas para cada uno de los años considerados. Se observa que los años 1998, 2002, 2003 y 2006 registraron valores de UFUM menores al promedio, mientras que el resto de los años fue igual o mayor. La figura además muestra la variabilidad de la fecha de inicio de conteo.

La prueba de comparación de modelos (regresión anidada) estableció que la relación

Tabla 1. Disponibilidad de frío invernal, tasas media diaria de UFUM, y fecha de inicio por departamento.

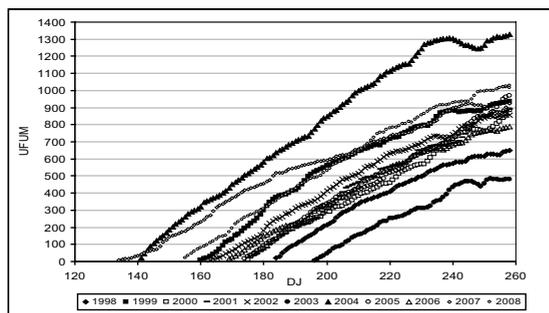
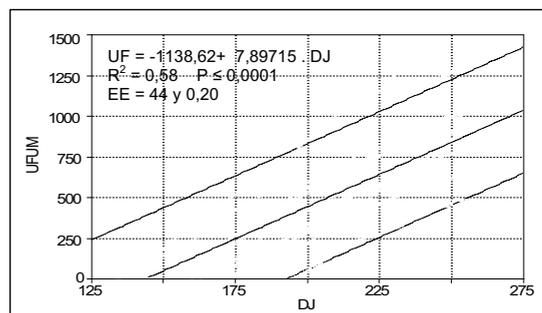
Año	Junín			San Martín		
	UFUM	Tasa media diaria (UFUM DJ ⁻¹)	Fecha inicio DJ	UFUM	Tasa media diaria (UFUM DJ ⁻¹)	Fecha inicio DJ
1998	650	8,8	184	512	6,6	181
1999	936	9,6	160	817	8,3	160
2000	885	10,7	176	946	10,1	165
2001	891	10,7	175	753	9,0	175
2002	854	9,0	163	849	8,3	157
2003	482	7,8	196	430	6,8	196
2004	1328	11,4	142	1190	10,1	141
2005	970	11,5	174	907	10,7	174
2006	789	8,9	169	704	7,7	167
2007	926	7,5	134	970	7,8	134
2008	1018	9,9	156	895	8,6	155
Media	884,5	9,6	166,3	815,7	8,5	164,1
CV	24,1	14,1	10,8	26,1	15,6	10,8
DE	212,9	1,4	18,0	213,1	1,3	17,7

Tabla 2. Resumen estadístico descriptivo de la variable DJ observada en cada rango de UFUM. Departamento de Junín, Mendoza.

	UFUM									
	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
% de años	100	100	91	91	82	73	45	18	9	9
Fecha media	11-jul	20-jul	26-jul	06-ago	15-ago	24-ago	26-ago	20-ago	08-ago	17-ago
Fecha temprana	08-jun	17-jun	24-jun	01-jul	10-jul	17-jul	24-jul	31-jul		
Fecha tardía	17-ago	27-ago	19-ago	03-sep	01-sep	12-sep	12-sep	09-sep		
Amplitud (días)	70	71	56	64	53	57	50	40		

Tabla 3. Resumen estadístico descriptivo de la variable DJ observada en cada UFUM. Departamento de San Martín, Mendoza.

	UFUM									
	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
% de años	100	91	91	82	82	64	45	9	9	9
Fecha media	11-jul	18-jul	29-jul	06-ago	18-ago	25-ago	31-ago	06-ago	17-ago	23-ago
Fecha temprana	16-jun	24-jun	03-jul	05-jul	15-jul	21-jul	28-jul			
Fecha tardía	22-ago	14-ago	05-sep	01-sep	14-sep	10-sep	16-sep			
Amplitud (días)	67	51	64	58	61	51	50			

**Figura 1.** UFUM acumuladas diarias (1998-2008), departamento de Junín, Mendoza.**Figura 2.** Relación entre DJ-UFUM y límites de predicción 95% (1998-2008), departamento de Junín, Mendoza.

DJ-UFUM difiere según la fecha de inicio del conteo de las UFUM, ya que ésta varía con los años. Esta información mejora el modelo con una probabilidad $\leq 0,005$. Por lo tanto, el modelo DJ-UFUM posee una variabilidad residual que no es adecuadamente explicada por la variable DJ.

La Figura 2 muestra las UFUM_{estimadas} y sus correspondientes intervalos de predicción al 95%. Se observa que, debido a la variabilidad de los datos, la amplitud de tales intervalos para un mismo valor de DJ oscila en un rango muy amplio. Por ejemplo, en la fecha 15-09 (DJ 258), las UFUM_{estimadas} pueden variar entre 512 y 1285 aproximadamente, el cual es un rango muy elevado a los fines predictivos. Por lo tanto este modelo no es adecuado para realizar estimaciones de UFUM.

- Departamento de San Martín

La Figura 3 muestra las UFUM en función de los DJ de cada año de la serie. Se observa que 1998, 2001, 2003 y 2006 registran valores inferiores al resto de los años. La prueba de comparación de modelos anidados indicó que el modelo DJ-UFUM presenta diferencias debidas al inicio de las mediciones con una probabilidad menor del 0,005. Por ello, el aporte de información de la fecha de inicio del conteo es el principal responsable de la variabilidad hallada entre años.

La Figura 4 muestra la relación entre las UFUM estimadas con los DJ y los correspondientes intervalos de predicción al 95%. Ellos indican que el 15-09 (DJ 258) las UFUM_{estimada} pueden oscilar entre 488 y 1211 UFUM con una probabilidad

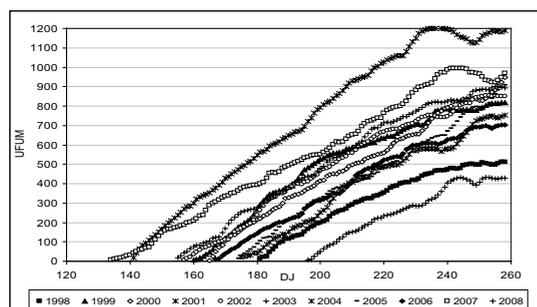


Figura 3. UFUM acumuladas diarias (1998-2008), departamento de Junín, Mendoza.

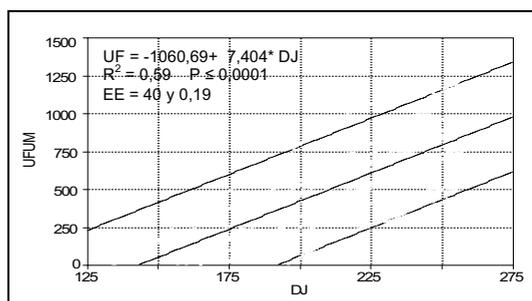


Figura 4. Relación entre DJ-UFUM y límites de predicción 95% (1998-2008), departamento de San Martín, Mendoza.

de 95%, lo que muestra que el modelo no tiene capacidad para efectuar estimaciones con suficiente precisión.

La acumulación de las UFUM de ambos departamentos para cada año estudiado se ajusta a un modelo lineal; consecuentemente, la derivada de primer grado, que es la tasa de acumulación, es constante entre años. Este concepto reviste importancia ya que conociendo las UFUM en una fecha intermedia y teniendo en cuenta que la tasa es constante, puede ser pronosticado el valor final de las UFUM del año en curso.

Estimación de la probabilidad de cumplir con un determinado requerimiento

Las Tablas 4 y 5 muestran los modelos logísticos de distribución de probabilidad y sus estadígrafos de bondad de ajuste para cada una de las respectivas zonas en estudio. En ambos modelos los valores $P_{(modelo)}$ son menores de 0,01, por lo tanto existe una relación UFUM- $P_{(modelo)}$ con significación estadística. Según el análisis de la desviación el modelo logístico ajustado explica 71,3 y 69,4% de la variabilidad para Junín y San Martín respectivamente. Como la probabilidad de los residuos es mayor que 0,1, se indica que el modelo establecido es el mejor posible. El valor de

la $P\chi^2$ es menor de 0,1, por ello la función logística ajusta adecuadamente. La prueba de proporción de verosimilitud (P_{pv}) indica que el modelo no puede ser más simple, con un nivel de confianza del 99%.

Las Figuras 5 y 6 muestran la distribución de probabilidades de alcanzar valores entre 0 y 1800 UFUM en los departamentos de Junín y San Martín, respectivamente, y los correspondientes límites de confianza al 95%. Ambas figuras muestran que a medida que aumentan las UFUM necesarias para satisfacer los requerimientos, se reduce la probabilidad de cumplir tales exigencias en ambas zonas de estudio.

Un requerimiento de frío de 900 UFUM tiene una probabilidad de 57% de cumplirse en el departamento de Junín, mientras que en el de San Martín es 41% (Tabla 6). Las probabilidades de cumplir un requerimiento de 1200 UFUM son sólo de 8 y 5% para Junín y San Martín respectivamente.

DISCUSIÓN

El conocimiento de la disponibilidad de frío invernal para el cultivo del cerezo, expresado en UFUM y basado en datos de varios años, permite estimar parámetros estadísticos que definen su

Tabla 4. Modelos de ajuste de regresión logística calculados en los departamentos de Junín y San Martín.

Departamento	Modelo de la función de enlace de la regresión logística
Junín	$P = e^{(8,564 - 0,00919 \cdot UFUM)} \cdot (1 + e^{(8,564 - 0,00919 \cdot UFUM)})^{-1}$
San Martín	$P = e^{(7,439 - 0,00866 \cdot UFUM)} \cdot (1 + e^{(7,439 - 0,00866 \cdot UFUM)})^{-1}$

Tabla 5. Resultados de las pruebas de bondad de ajuste de los modelos de cada departamento.

Departamento	Análisis de la desviación		% desviación explicado	Prueba de bondad de ajuste $P\chi^2$	Valor P_{pv}
	Valor $P_{(modelo)}$	Valor $P_{(residuo)}$			
Junín	0,0000	1,0000	71,34	0,80	0,0000
San Martín	0,0000	1,0000	69,40	0,87	0,0000

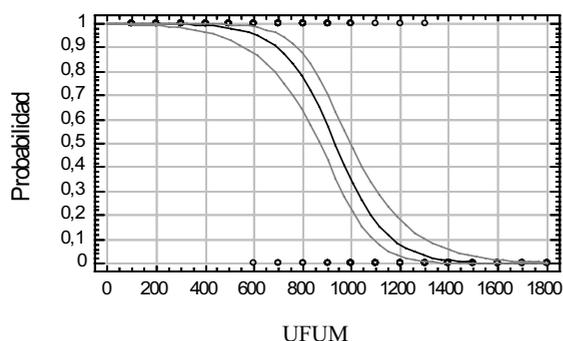


Figura 5. Modelo de regresión logístico que estima la probabilidad que posee el departamento de Junín de alcanzar un valor de UFUM.

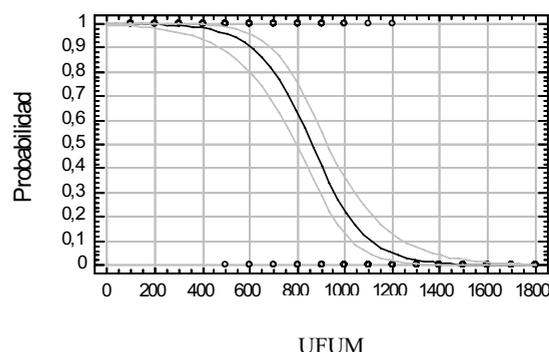


Figura 6. Modelo de regresión logístico que estima la probabilidad que posee el departamento de San Martín de alcanzar un valor de UFUM.

Tabla 6. Probabilidad media y límites superior e inferior de predicción de distintos niveles de UFUM con 95% de confianza de los departamentos de Junín y San Martín, Mendoza.

UFUM	Junín			San Martín		
	P	LIC 95%	P media	P	LIC 95%	P media
500	0,93	0,98	0,99	0,88	0,96	0,98
600	0,87	0,95	0,98	0,80	0,90	0,96
700	0,78	0,89	0,95	0,66	0,80	0,89
800	0,63	0,77	0,87	0,48	0,63	0,75
900	0,43	0,57	0,70	0,29	0,41	0,55
1000	0,23	0,35	0,49	0,13	0,23	0,36
1100	0,09	0,18	0,31	0,05	0,11	0,22
1200	0,03	0,08	0,18	0,02	0,05	0,13
1300	0,01	0,03	0,10	0,01	0,02	0,07

perfil climático. La mayoría de los trabajos que estudian la disponibilidad de frío invernal se basan en estimadores poco convenientes para el cerezo, como son las horas de frío (Damario y Pascale, 1999; Damario *et al.*, 2007). Albuquerque *et al.* (2008) mostraron que las variaciones anuales de las unidades de frío por el método Utah, medidas durante 8 a 12 años, son similares para la zona de Murcia (España). Mientras que el presente trabajo establece que la variabilidad de la disponibilidad de frío entre años es tan elevada que aunque el promedio satisface los requerimientos de frío, existen años en los que no son suficientes. Tales diferencias pueden ser debidas al tipo de clima de cada región: Mendoza con clima netamente desértico, continental, y Murcia marítimo, mediterráneo. Por lo tanto, desde esta perspectiva es necesario analizar con mayor profundidad la variabilidad de los datos.

Tersoglio y Naranjo (2007) mostraron que las zonas altas del oasis norte y del centro de la provincia de Mendoza, situadas a 950 y 1100 msnm para los

departamentos de Luján de Cuyo y Tupungato de Mendoza respectivamente, poseen valores medios de UFUM entre 1106 y 1445. Mientras que los valores hallados en los departamentos Junín y San Martín situados a menor altura son sensiblemente más bajos. Los resultados presentados coinciden con los obtenidos por Damario y Pascale (1999), Damario *et al.* (2007) y Albuquerque *et al.* (2008).

Los departamentos Junín y San Martín poseen escasas probabilidades de satisfacer los requerimientos de variedades exigentes. Sólo es posible cumplir las demandas de variedades con requerimientos menores de 900 UFUM. Variedades con requerimientos de aproximadamente 600 UFUM podrían ser cultivadas con éxito en el 95% de los años en Junín y del 90% en San Martín.

La variabilidad de las UFUM indica que un modelo predictivo basado sólo en la información que aportan los DJ no posee suficiente exactitud para establecer un pronóstico de valor práctico. Las pruebas de comparación de regresiones indican que la acumulación de UFUM varía entre años debido fundamentalmente a la fecha del inicio del conteo.

Ambos departamentos presentan un perfil térmico semejante para el cultivo del cerezo.

Este estudio establece información ecofisiológica necesaria para desarrollar el cultivo del cerezo en dos áreas con escasa disponibilidad de frío invernal. Ello permitirá seleccionar las variedades y portainjertos según sus requerimientos y establecer nuevas zonas de cultivo basadas en sus limitaciones agroecológicas.

BIBLIOGRAFÍA

Albuquerque, N.; F. García Montiel, A. Carrillo and L. Burgos, 2008. Chilling and heat requirements of sweet

- cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Environ. Exp. Bot.* 64: 162-170.
- Anderson, J.; E. Richardson and C. Kesner, 1986. Validation of chill unit and flower bud phenology models for Montmorency sour cherry. *Acta Hort.* 184:71-78.
- Byrne, D. and T. Bacon, 2003. Chilling accumulation: its Importance and Estimation. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/stonefruit/chillacc.htm>
- Couvillon, G., 1995. Temperature and stress effects on rest in fruit trees: a review. *Acta Hort.* 395: 11-19.
- Damario, E. y A. Pascale, 1999. Cartas agroclimáticas de horas de frío de la región serrana de la provincia de Córdoba (Argentina). *Agriscientia* 16: 17-28.
- Damario, E.; A. Pascale y R. Hurtado, 2007. Frío invernal disponible para frutales criófilos en la región de Cuyo (Argentina). *Rev. Fac. Agron. UBA* 27: 83-95.
- Díaz, M. y C. Demetrio, 1998. Introducción a los Modelos Lineales Generalizados. Su aplicación en las ciencias biológicas. Editorial Screen 105 pp.
- Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas, 1998-2008. Archivos de temperaturas horarias de la Provincia de Mendoza. Gobierno de Mendoza. Erez, A., 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. *Acta Hort.* 395: 81-95.
- Erez, A., 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. *Acta Hort.* 395:81-95.
- Faust, M.; A. Erez, L. Rowland, S. Wang and H. Norman, 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance and release. *HortScience* 32: 623-629.
- Mendenhall, W. and T. Sincich, 1995. Statistics for engineering and the sciences. Fourth edition. New Jersey, Prentice Hall 787pp.
- Norvel, D. and J. Moore, 1982. An evaluation of chilling requirements models for estimating rest requirements of highbush blueberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107: 54-56.
- Ramina, A.; A. Colauzzi, A. Pitaco, T. Caruso, R. Messina and G. Scarabelli, 1995. Hormonal and climatological aspects of dormancy in peach buds. *Acta Hort.* 395: 35-46.
- Richardson, E., 1975. Author Letter. *HortScience* 10: 561-562.
- Richardson, E.; S. Seeley and R. Walter, 1974. A model for estimating the completion of rest for "Redhaven" and "Elberta" Peach Trees. *HortScience* 9: 331-332.
- Seeley, S., 1996. Modelling climatic regulation of bud dormancy. p361-376 En: Lang, G (Ed.) *Plant Dormancy: Physiology, biochemistry, and molecular biology*. CAB Int. Wallingford, Oxon, UK. 408pp.
- Seif, S. and W. Gruppe, 1985. Chilling requirements of sweet cherries (*Prunus avium*) and interespecific cherry hybrids. *Acta Hort.* 169: 289-294.
- Tersoglio, E.; G. Naranjo, L. Rivero y M. Quiroga, 2006. Requerimientos de frío invernal y de calor en variedades de cerezos. *ITEA* 102: 251-259.
- Tersoglio, E. y G. Naranjo, 2007. Características del frío invernal de las zonas productoras de cereza de la provincia de Mendoza, Argentina. Parte I. *ITEA* 103: 186-197.
- UC Fruit & Nut Research Information Center, 2006. About chilling unit, hours and portions. University of California. Disponible: <http://fruitsandnuts.ucdavis/weather/aboutchilling.shtml> (Consulta 2007).
- Young, E.; T. Dautlick and R. Belding, 1995. Respiratory changes during dormancy breaking of apple trees. *Acta Hort.* 39: 21-32.