

Sumario

Producción Animal

Desarrollo folicular en la coneja

Follicular development in rabbit

M. Arias-Álvarez, RM. García-García, PG. Rebollar, PL. Lorenzo

173

Producción Vegetal

Características del frío invernal de las zonas productoras de cerezas de la provincia de Mendoza, Argentina. Parte I

Characteristics of winter chill of cherry areas of Mendoza province, Argentina. Part I

E. Tersoglio, G. Naranjo

186

Modelo de estimación de disponibilidad de frío invernal de áreas productoras de cerezas de Mendoza, Argentina. Parte II

Estimation model of winter chilling availability in sweet cherry areas of Mendoza, Argentina. Part II

E. Tersoglio, G. Naranjo

198

Evaluación morfológica, de pungencia y contenido en sólidos solubles de la cebolla 'Fuentes de Ebro'

Evaluation of morphology, pungency and soluble solid content of the onion 'Fuentes de Ebro'

C. Mallor, A. Llamazares, M. Gutiérrez, P. Bruna, F. Mallor, M.S. Arnedo-Andrés, J.M. Álvarez

212

Desarrollo folicular en la coneja

M. Arias-Álvarez*, RM. García-García*, PG. Rebollar**, PL. Lorenzo*

* Departamento de Fisiología (Fisiología Animal). Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Ciudad universitaria s/n. 28040 Madrid. España. m.arias@vet.ucm.es

** Departamento de Producción Animal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad universitaria s/n. 28040 Madrid. España

Resumen

El conocimiento de la fisiología de la reproducción es fundamental para mejorar los parámetros reproductivos en conejas sometidas a ritmos intensivos de producción, así como para aumentar los rendimientos económicos de una granja cunícola. Por ello, este trabajo trata de revisar los conocimientos existentes hasta el momento sobre la dinámica folicular en la coneja. Se pretende conocer mejor las características morfológicas y funcionales de los folículos ováricos durante el desarrollo folicular, así como la relación de la actividad ovárica de la coneja con el comportamiento sexual y la lactación. Esta última es uno de los principales factores que limitan el éxito reproductivo, el cual depende, a su vez, del éxito progresivo de varios procesos fisiológicos como son la ovulación, la fecundación, la implantación y la supervivencia embrionaria. Además, se describe el papel que juega el oocito a lo largo de la foliculogénesis, así como la influencia de los factores endocrinos, paracrinos y autocrinos en los procesos de diferenciación, proliferación y esteroidogénesis celular, que intervienen en el desarrollo de los folículos ováricos. Todos estos procesos tienen como fin formar un oocito competente apto para ser ovulado, fecundado y capaz de dar lugar a un embrión normal que conduzca al nacimiento de gazapos.

Palabras clave: oocito, folículo, coneja.

Summary

Follicular development in rabbit

The understanding of the physiology of reproduction is essential to improve the reproductive parameters and the economic benefits, especially in rabbits that are subjected to a high rhythm of production. This paper is focused to review the current advances in follicular dynamics in rabbit. To better understand the relationship between ovarian activity and sexual behaviour and lactation, both morphological and functional characteristics of ovarian follicles during folliculogenesis are described. Lactation in rabbit is a physiological status, which influences the reproductive success of this specie. Nevertheless, this reproductive achievement also depends on success of different and progressive physiologic process like ovulation, fertilization, implantation and embryo survival. Moreover, this review highlights the relevance of oocyte through follicular development; endocrine, paracrine and autocrine factors are involved in differentiation, proliferation and cellular steroidogenesis processes implied in ovarian follicular development and formation of a competent oocyte capable to ovulate, be fertilized and give rise to survival embryos and newborns.

Key words: oocyte, follicle, rabbit.

Introducción

A diferencia de lo que ocurre en otras especies, como la oveja (Sawyer *et al.*, 2002) o la vaca (Leibfried-Rutledge, 1999), en las que todos los folículos primordiales necesarios para la vida reproductiva del animal se forman durante el desarrollo fetal, en la coneja, la formación de la mayoría de estos folículos se produce en el periodo postnatal, alrededor de las dos o tres semanas de edad (Peters *et al.*, 1965; Van der Hurk *et al.*, 1997; Hutt *et al.*, 2006). En esta especie, la pubertad se alcanza en torno a las 10-11 semanas de vida (Díaz, 1987; Alvarino, 1993), y la tasa de ovulación es mayor a partir de las 17 semanas (Díaz, 1987); por ello, la edad de la primera cubrición se sitúa habitualmente en torno a las 20 semanas, momento en el que el animal alcanza el peso adecuado reflejado indirectamente por los niveles de leptina sintetizada principalmente por los adipocitos. Este dato indica que existe una reserva energética adecuada para mantener la función reproductiva normal; además, esta hormona ejerce una acción sobre la esteroidogénesis folicular y actúa en la regulación de la secreción de gonadotropinas hipofisarias (Boiti, 2004). En lo que se refiere al inicio de la foliculogénesis, algunos autores describen que comienza a partir de la pubertad en torno a los 65-90 días (Alvarino, 1993), mientras que otros puntualizan la existencia de oleadas foliculares en conejas prepúberes (Kennedy *et al.*, 2003; Hutt *et al.*, 2006). En esta especie, tanto los mecanismos de reclutamiento folicular como la regulación precisa de la foliculogénesis *in vivo* no son del todo conocidos. Por ello, el objetivo de este trabajo es revisar los conocimientos existentes, hasta el momento, sobre los procesos que regulan la dinámica folicular en esta especie.

Características foliculares en la coneja

Durante el desarrollo folicular se pueden definir cinco estadios morfológicos principales los cuales, a su vez, se pueden agrupar en relación al momento en el que se forma el antro folicular en folículos preantrales (primordiales, primarios y secundarios) y antrales (terciarios y preovulatorios).

1. Folículo primordial (figura 1.A.1). El oocito se encuentra rodeado de una capa de células planas conectadas entre sí y al oocito mediante las uniones 'gap' (en hendidura), las cuales permiten el intercambio de pequeñas moléculas, señales o nutrientes (Kidder y Mhawi, 2002; Kennedy *et al.*, 2003). El diámetro del folículo y del oocito en este estadio en la coneja es de 30-44 μm y 30 μm , respectivamente (Pincus y Enzmann, 1935; Hutt *et al.*, 2006). En la coneja, la matriz extracelular glicoproteica ZP₁ que compone la zona pelúcida, se encuentra entre el oocito y las células foliculares y aparece antes de que dichas células se transformen en cúbicas (Wolgemuth *et al.*, 1984). Esta relacionada con el inicio del crecimiento folicular y se produce tanto por el oocito como por las células de la granulosa que lo rodean (Lee, 2000; Hutt *et al.*, 2006). También se ha determinado la presencia de la glicoproteína responsable del reconocimiento gameto-oocito (ZP₃) en algunos folículos primordiales (Waserman, 1989; Grootenhuis *et al.*, 1996).

2. Folículo primario (figura 1.B.2). El folículo tiene un diámetro de unos 100-120 μm (Pincus y Enzmann, 1935; Hutt *et al.*, 2006). Las células foliculares planas que rodean al oocito en crecimiento se transforman en una capa de células cúbicas. El oocito de la coneja experimenta un gran crecimiento llegando a medir 60 μm .

3. Folículo secundario o preantral (figura 1.C.3 y 1.D.3). El folículo mide 200 μm de diámetro medio (Pincus y Enzmann, 1935). Consta de un oocito que alcanza casi su

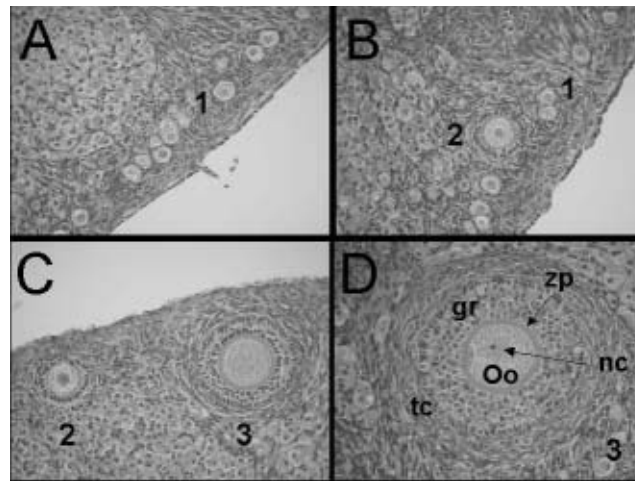


Figura 1. Desarrollo folicular preantral. A) 1) Folículos primordiales. 40x. Formados por un oocito rodeado de una capa de células planas. B) 2) Folículo primario. 40x. Formado por un oocito rodeado de una capa de células cúbicas de la granulosa. C) 3) Folículo secundario. 40x. El oocito se encuentra rodeado de dos o más capas de células de la granulosa, alrededor de las cuáles se forma la teca.

D) 3) Detalle de un folículo secundario. 40x: Oo: oocito, nc: núcleo del oocito, zp: zona pelúcida, gr: células de la granulosa, tc: células de la teca.

Figure 1. Preantral follicles. A) 1) Primordial follicles. 40x. Formed by an oocyte surrounded by one layer of squamous somatic cells. B) 2) Primary follicles. 40x. The oocyte is surrounded by a single layer of cuboidal granulosa cells. C) 3) Secondary follicle. 40x. The oocyte is surrounded by two or more layers of granulosa cells and the theca layer appears around them. D) 2) Secondary follicle. 40x. oo: oocyte, nc: oocyte nucleus, zp: zona pellucida, gr: granulosa cells, zp: theca cells.

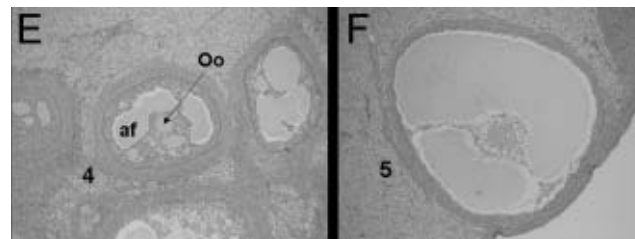


Figura 2. Desarrollo folicular antral. E) 4) Folículos terciarios o antrales. 10x. Antro folicular relleno de líquido folicular. Oo: oocito, af: antro folicular. F) 5) Folículo preovulatorio o de Graff. 10x. El aumento de tamaño es debido principalmente al gran acúmulo de líquido folicular.

Figure 2. Antral follicles. E) 4) Tertiary or antral follicles. 10x. With the formation of a fluid filled cavity, the antrum. Oo: oocyte, af: follicular antrum. F) 5) Preovulatory follicle. 10x. The follicular growth is due to antral fluid accumulation.

tamaño máximo (80-104 μm), con dos o más capas de células de la granulosa alrededor que se multiplican rápidamente; comienzan

a desarrollarse las células de la teca y su vascularización (Krandfelder et al., 1984; Macchiarelli et al., 1992).

4. *Folículo terciario o antral* (figura 2.E.4). Estos folículos en la coneja tienen un diámetro superior a 200-250 μm según distintos autores (Fleming et al., 1984; Krandfelder et al., 1984; Jelinkova et al., 1994; Hutt et al., 2006). Aparecen pequeños espacios rellenos de líquido folicular, producidos por el metabolismo de las células foliculares, los cuales van formando una cavidad llamada antro folicular. El oocito crece hasta unos 133-135 μm (Jelinkova et al., 1994) y presenta de seis a nueve capas de células de la granulosa (Alvariño, 1993).

5. *Folículo preovulatorio o de Graff* (figura 2.F.5). En la coneja, estos folículos tienen un diámetro superior a 800-900 μm (Krandfelder et al., 1984) y el oocito mide entre 140-143 μm (Jelinkova et al., 1994). El antro aumenta de tamaño y acumula gran cantidad de factores de crecimiento, hormonas peptídicas y esteroideas, proteínas, metabolitos energéticos y otras muchas sustancias desconocidas (Sutton et al., 2003). Las células de la granulosa más externas contactan con la membrana basal; externamente a la misma se encuentran las células de la teca interna, con un gran número de capilares sanguíneos, y las células de la teca externa completamente formadas. Durante este periodo, el oocito apenas aumenta su tamaño (Pincus y Enzmann, 1935; Eppig, 2001) produciéndose el crecimiento de los folículos antrales principalmente por el acúmulo de líquido folicular (Bonhoff y Adams, 1985; Van der Hurk, 2005).

La morfología de los folículos es comparable entre especies sobre todo en las fases preantrales, aunque el tiempo total que dura la foliculogénesis varía enormemente entre unas y otras. Mientras que en especies de pequeño tamaño este proceso dura días (20 días en el ratón), en grandes especies como la oveja, la vaca y la mujer, este proceso dura desde semanas a meses (Sirard, 2001). En la coneja, según Mariana et al. (1989), el tiem-

po medio que tarda un folículo de aproximadamente 100 μm en alcanzar el tamaño preovulatorio de 950 μm es de 97 días.

Regulación endocrina de la foliculogénesis

El eje Hipotálamo-Hipófisis-Gonadal (HPO) está implicado en el control de la ovulación y el comportamiento sexual, mediante una serie de mecanismos de 'feedback' complejos, tanto hormonales como nerviosos. La secreción de GnRH (Hormona Liberadora de Gonadotropina) por el hipotálamo estimula la síntesis y la liberación de hormonas gonadotropas por parte de la hipófisis anterior; la FSH, que favorece el crecimiento folicular, y la LH, que actúa sobre el periodo final del desarrollo folicular e induce la ovulación de los folículos preovulatorios. Las hormonas esteroideas (principalmente estrógenos y progesterona) secretadas por los folículos ejercen a su vez un 'feedback' positivo o negativo sobre la GnRH, FSH y LH (control de retroalimentación) (Theau-Clément, 2000). En la coneja, factores como el manejo, la nutrición y el entorno pueden generar diferentes estímulos auditivos, olfatorios, visuales y estresantes que generan señales neuromoduladoras, los cuales influyen en la secreción hormonal del eje HPO y permiten modificar positiva o negativamente los parámetros reproductivos (Theau-Clément, 2000; Boiti, 2004). En el desarrollo folicular están implicados una gran cantidad de factores endocrinos y paracrinos. Así, generalmente se pueden distinguir dos periodos en relación con la influencia que tienen las gonadotropinas hipofisaria LH y FSH:

a) Fase folicular no gonadotropo receptiva

Corresponde al desarrollo lento de los folículos preantrales (primordiales, primarios y secundarios), que parece ser independiente

de las gonadotropinas sistémicas FSH y LH; en este periodo prevalece la regulación intraovárica e intrafolicular debida a factores paracrinos y autocrinos. No obstante, se ha detectado la presencia de RNAm para el receptor de la FSH en folículos preantrales de diferentes especies como la oveja (Tisdall et al., 1995) o la mujer (Oktay et al., 1997). Esto induce a pensar que pudiera existir una posible acción de la FSH a nivel basal sobre el desarrollo de estos folículos y la competencia de sus oocitos (Van der Hurk et al., 1997; Eppig, 2001; Webb et al., 2003; Adriaens et al., 2004). Se ha demostrado que factores como BMPs (Proteínas Morfogénicas del Hueso), IGFs (Factores de Crecimiento similares a la Insulina), EGF (Factor de Crecimiento Epidérmico), FGFs (Factores de Crecimiento Fibroblásticos), y la activina, entre otros, estimulan el crecimiento folicular induciendo la proliferación y diferenciación de las células de la granulosa en este periodo (Van der Hurk, 2005). Aunque existen pocos estudios hasta el momento, trabajos efectuados *in vitro* sugieren que estos factores intraováricos ejercen acciones similares en la coneja (Lorenzo et al., 1996a).

b) Fase folicular gonadotropo receptiva

Para el desarrollo correcto de los folículos antrales (folículos terciarios y preovulatorios), es esencial la acción de la FSH y la LH. La acción de las gonadotropinas está a su vez modulada por factores de crecimiento locales y otras hormonas como la inhibina, la activina o la hormona del crecimiento (GH), que ejercen acciones más específicas sobre el oocito y las células foliculares (Van der Hurk, 2005). La FSH es uno de los agentes de supervivencia más importantes, ya que estimula la producción de factores de crecimiento como el EGF, TGF α (Factor de Crecimiento Transformante α), IGFs y, además, suprime la expresión de genes inductores de apoptosis

(Smitz et al., 2001). En la coneja se requiere la integridad del folículo para ejercer su efecto antiapoptótico (Maillet et al., 2002).

Por otro lado, la acción de las gonadotropinas sobre la esteroidogénesis ovárica se lleva a cabo a través de receptores expresados en las células diana de los folículos. Las células de la teca expresan receptores para la LH, cuya unión desencadena la síntesis de precursores de estrógenos (androstenediona). Las células de la granulosa expresan receptores para la FSH y poseen actividad aromataasa, que cataliza la síntesis de 17- β estradiol a partir de la androstenediona procedente de la teca y estimulada por la acción de la FSH y de otros factores de crecimiento (Erickson y Ryan, 1975 y 1976). Por ello, los niveles de 17- β estradiol aumentan considerablemente a medida que aumenta el tamaño de los folículos (Lefèvre y Caillol, 1978). En la coneja la presencia de folículos en un estadio de desarrollo final, mayores de 850 μ m, está relacionada indirectamente con el aumento en la producción de 17- β estradiol, y de la receptividad sexual (Lefèvre y Caillol, 1978; Molina et al., 1986). No obstante, un nivel plasmático de 17- β estradiol determinado no puede predecir con exactitud el nivel de receptividad sexual en esta especie (Rebollar et al., 1992), sobre todo en el periodo de lactación (Ubilla y Rebollar, 1995).

En relación con el reclutamiento y la selección folicular, según Fleming et al. (1984), el reclutamiento de un grupo de folículos en la coneja va precedido de un aumento agudo de FSH, al igual que en las especies cíclicas. De entre todos los folículos reclutados, la selección y el crecimiento de unos pocos folículos dominantes hasta el estado preovulatorio se lleva a cabo mediante la disminución progresiva de los niveles circulantes de FSH (Souza et al., 1996). Esto es debido al 'feedback' negativo que ejercen las concentraciones crecientes de 17- β estradiol (Duffy-Barbe et al., 1978; Turckheim et al., 1983) e

inhibina (Goodman, 1984; Pau et al., 2000) producidos por los folículos dominantes sobre la hipófisis. Estos folículos, a su vez, tienen una mayor concentración de IGF (Yoshimura et al., 1994) y folistatina. Esta última hormona inhibe la acción de la activina mediante su unión a ella y así, la activina no estimula la liberación de GnRH (Pau et al., 2000) e indirectamente inhibe la liberación de FSH de la hipófisis, lo que también contribuye a la disminución de dichos niveles (Webb et al., 2003; Van der Hurk, 2005). Por otro lado, estudios realizados *in vitro* en la coneja, demuestran que el IGF-I estimula la producción de 17- β estradiol, el desarrollo folicular y la maduración del oocito (Yoshimura et al., 1996; Lorenzo et al., 1997). El IGF y la FSH aumentan de forma sinérgica la respuesta folicular a las gonadotropinas, la actividad aromatasa (Webb et al., 2003) y la expresión de receptores de LH en las células de la granulosa (Van der Hurk, 2005). Esto último permite a los folículos dominantes utilizar la LH para continuar su crecimiento, aún cuando las concentraciones de FSH circulantes sean bajas. La LH, por lo tanto, es la hormona predominante en la fase de dominancia, que favorece el desarrollo de los folículos al final de la foliculogénesis (Smitz et al., 2001; Webb et al., 2003). Así, Krandfelder et al. (1984) muestran como la estimulación ovárica con hCG (Gonadotropina Coriónica humana), que es una hormona de acción similar a la LH, favorece el desarrollo folicular final, apareciendo un mayor número de folículos de mayor diámetro o preovulatorios. En este sentido, antes de la aplicación de hCG exógena, la mayoría de los folículos antrales que se observan en el ovario de la coneja no superan el diámetro de 700 μm . Todo ello contribuye al distanciamiento en el tamaño de los folículos dominantes seleccionados respecto a los subordinados. Asimismo, los primeros ejercerían estímulos inhibitorios intraováricos sobre los segundos que conducirían a la atresia de aquellos que

tienen un diámetro alrededor de 700 μm (Krandfelder et al., 1984). Sin embargo, los mecanismos de dominancia y cómo influyen en el número final de folículos preovulatorios no están del todo explicados en la coneja. En este sentido, estudios llevados a cabo por Yoshimura et al. (1994) en condiciones *in vitro* establecen que la Hormona del Crecimiento (GH) también juega un papel importante sobre la selección, la maduración de los oocitos y el proceso de ovulación en el ovario de la coneja. En ausencia de gonadotropinas, la GH estimula el desarrollo folicular y el reinicio de la meiosis en los complejos cúmulo oocito (COC), directamente mediante su unión a receptores de GH presentes en los folículos y en los oocitos de la coneja (Lorenzo et al., 2006) o indirectamente a través de la estimulación de IGF-I.

Desarrollo del oocito durante la foliculogénesis

El paso previo a la ovulación del oocito consiste en una capacidad para reducir su material genético a la mitad mediante la meiosis, dando lugar a dos células hijas haploides: el oocito propiamente dicho, que conserva casi la totalidad del citoplasma, y el corpúsculo polar. En la coneja, la meiosis comienza en el periodo postnatal. Al nacimiento, los gametos que hay en los ovarios son oogonias diploides, que, a partir del día 1, inician progresivamente la meiosis (Peters et al., 1965). La mayoría, pasadas dos o tres semanas de edad, se habrán transformado en oocitos en estadio de diplotene de la profase I (Peters et al., 1965). En condiciones normales, los oocitos permanecen quiescentes y mantienen esta configuración nuclear, llamada vesícula germinal por poseer un núcleo prominente, hasta pocas horas antes de la ovulación. Sin embargo, a lo largo de la foliculogénesis, los oocitos se desarrollan

a nivel citoplasmático, y sintetizan y almacenan, macromoléculas, proteínas y RNA mensajero, a lo que se debe su aumento de tamaño (Motlik *et al.*, 1989; Hyttel *et al.*, 1997; Leibfried-Rutledge, 1999). El pico pre-ovulatorio de la LH desencadena el reinicio de la meiosis que progresa hasta el estadio de metafase II con la extrusión del primer corpúsculo polar (periodo conocido como maduración nuclear del oocito). A su vez, en el citoplasma se produce una redistribución de diferentes orgánulos, como las mitocondrias y los gránulos corticales, proceso referido como maduración citoplasmática (Assey *et al.*, 1994; Sirard, 2001). Tanto ésta como la maduración nuclear son la culminación del progresivo desarrollo del oocito desde el inicio de la foliculogénesis y a lo largo de ella hasta la ovulación (Hyttel *et al.*, 1997). En la coneja, según Jelinkova *et al.* (1994), la mayoría de los folículos menores de 1 mm de diámetro contienen oocitos que no son competentes para llevar a cabo adecuadamente procesos de desarrollo posteriores. Por lo tanto, la competencia del oocito aumentará, por lo general, con el tamaño del mismo y el diámetro folicular debido a que ha acumulado el material e instrucciones necesarias durante la foliculogénesis para llevar a cabo estos procesos con éxito (Leibfried-Rutledge, 1999; Van der Hurk, 2005). De hecho, los resultados de maduración *in vitro* mejoran cuando se utilizan aquellos oocitos que se encuentran dentro de folículos superiores a 1 mm y se realiza una selección de los oocitos basada en criterios morfológicos (Lorenzo *et al.*, 1996b). A pesar de esto, los resultados expresados en porcentajes de blastocistos obtenidos *in vitro* a partir de oocitos procedentes de folículos antrales, son menores que los obtenidos *in vivo*. Esto probablemente sea debido, entre otros factores, a que los oocitos de los folículos dominantes al final de la foliculogénesis además presentan una serie de modificaciones ultraestruc-

turales fundamentales que les confieren la competencia o capacitación final adecuada para continuar su desarrollo óptimo posterior (Van der Hurk, 2005).

Comunicación oocito- cúmulo

Hasta la pasada década, se consideró que el papel del oocito en el control de la foliculogénesis era fundamentalmente pasivo. Sin embargo, hoy en día se sabe que para el correcto desarrollo tanto del oocito como de las células que lo rodean durante la foliculogénesis y, también, durante el proceso de maduración posterior, es esencial el intercambio bidireccional de una gran cantidad de señales entre ambos a través de las uniones 'gap' (Kidder y Mhawi, 2002), como son nutrientes, precursores metabólicos, hormonas y factores de crecimiento. Todos ellos ejercen estímulos tanto positivos como negativos (Van der Hurk, 2005). Así, el oocito controla la proliferación y diferenciación de las células de la granulosa, aumenta su respuesta a las gonadotropinas, influye en la esteroidogénesis, favorece la diferenciación de las células de la teca y la expansión del cúmulo durante la ovulación (revisado por Lorenzo *et al.*, 1997). Por su parte, las células del cúmulo son indispensables para el crecimiento y la maduración (Lorenzo *et al.*, 1996 a y b), así como para la actividad transcripcional del oocito durante la foliculogénesis (Eppig, 2001).

La ovulación y la actividad ovárica en la coneja

La coneja presenta características reproductivas diferentes a las otras especies, derivadas de la ausencia de un ciclo estral definido y regular, ya que más que por el 'feedback'

positivo de los estrógenos, la ovulación es inducida por el coito. Éste genera un reflejo neuroendocrino que aumenta el tono noradrenérgico, lo que estimula la liberación de GnRH del hipotálamo (Pau y Spies, 1986; Kaynard et al., 1990), aumentando la pulsabilidad de la LH que alcanza su nivel máximo entre una hora y media y dos horas después (Mills y Gerardot, 1984; Pau et al., 2000). Posteriormente, vuelve a sus niveles basales a las 4-5 horas, coincidiendo con los niveles máximos de 17- α hidroxiprogesterona producida por el folículo (Waterson y Mills, 1976). Se ha sugerido que esta hormona facilita la descarga de LH después del coito y que, a su vez, activaría la síntesis de 17- α hidroxiprogesterona. Según Pau et al. (2000), otros factores ováricos, además del 17- β estradiol y la 17- α hidroxiprogesterona, pueden estar implicados en esta función ya que, tras el coito, conejas ovariectomizadas tratadas con estas hormonas de forma crónica no desarrollan un pico de LH tan pronunciado como las conejas no ovariectomizadas. Por otro lado, después del coito, se genera un aumento transitorio de FSH a los 60- 90 minutos (Kaynard et al., 1990; Pau et al., 2000), un aumento de esteroides foliculares (Lefèvre y Caillol, 1978) y de la síntesis de proteínas y RNAm (Mills, 1975), que vuelven a sus valores basales en el momento de la ovulación. Ésta se produce a las diez o doce horas del pico de LH (Hilliard et al., 1967; Díaz et al., 1987), por lo que entran en atresia aquellos folículos antrales con un diámetro superior a 600 μ m que no hayan ovulado (Krandfelder et al., 1984). Según Osteen y Mills. (1980), en conejas a las que se induce la ovulación con hCG se produce un segundo pico de FSH a las 24-48 horas. Ello es responsable de estimular el reemplazamiento folicular, dando lugar a los 6 días a una nueva población de folículos preovulatorios. Sin embargo, según Krandfelder et al. (1984), a las 40-50 horas del pico de LH aparecen de nuevo folículos preovu-

larios en el ovario de la coneja, de diámetro superior a 900 μ m, preparados para una posible ovulación en el caso de que en la anterior no se haya producido la gestación. Si no se produce el coito, las oleadas de folículos se desarrollan y regresan en intervalos de 7 a 10 días bajo la acción tónica de la FSH (revisado por Boiti, 2004), ya que la supervivencia de los folículos preovulatorios en la coneja sería de 7-10 días (Hill y White, 1933). Sin embargo, los estudios de dinámica folicular muestran resultados variables, según las condiciones experimentales en las que se llevan a cabo y el estado fisiológico reproductivo de las hembras utilizadas.

En cuanto al periodo postparto, Díaz et al. (1987) señalan que aparece una primera oleada de crecimiento folicular al final de la gestación, coincidiendo con la caída de los niveles de progesterona circulantes en los días 29 y 30 de la misma. En este periodo, el desarrollo folicular tiene una ciclicidad de 10 a 12 días aproximadamente, coincidiendo con un tamaño folicular de 450 μ m, hasta que llegan al estadio preovulatorio (diámetro folicular > 1,5 mm). Esto supone que los ciclos se superponen parcialmente cada 4 a 6 días. De este modo, mientras los folículos de un ciclo se encuentran en estado preovulatorio, antes de su regresión, comienza el crecimiento de los folículos de la oleada siguiente. Según estos autores, estas oleadas alcanzan su máximo desarrollo en torno al día 3 y 9 post-parto; por ello, el comportamiento sexual de las conejas no es igual en todo el periodo post-parto (Ubilla y Rebollar, 1995).

Control de la reproducción

En las granjas de producción cunícula, la coneja soporta periodos de lactación y gestación simultáneos que merman sus reservas energéticas y su condición corporal, incrementando los intervalos entre partos y aumentan-

do el número de inseminaciones necesarias para obtener una gestación (Rebollar *et al.*, 2006; Fortun-Lamothe, 2006). Además, durante la lactación, los niveles de prolactina circulantes son elevados en respuesta a la succión de los gazapos siendo indispensable para el mantenimiento de la lactogénesis. Sin embargo, la hiperprolactinemia ejerce un efecto antagonista sobre la función reproductiva de la coneja. Esto es debido a que, esta hormona afecta a los mecanismos relacionados con el desarrollo folicular y la esteroidogénesis ovárica que, en definitiva, determinan una receptividad sexual, fertilidad y prolificidad inferior en las conejas lactantes (Ubilla *et al.*, 2000). En este sentido, Rodríguez *et al.* (1989), observaron una menor respuesta de la LH a la GnRH en conejas con baja receptividad sexual, como resultado a una posible disminución en la sensibilidad de la hipófisis a esta hormona. Por esto, se utilizan estrategias reproductivas y nutricionales que permiten, por un lado, inducir y sincronizar el celo en las conejas lactantes de forma efectiva y, por otro, paliar el déficit energético. El ovario es el órgano diana sobre el que en última instancia actúan estas estrategias y cuya respuesta a los cambios endocrinos ocurridos puede englobarse un gran número de procesos relacionados con el grado de maduración de los folículos y de sus oocitos antes de la ovulación y la fecundación. Gracias al conocimiento de los mecanismos implicados en el desarrollo folicular y de los factores que lo regulan, se han introducido sistemas de sincronización de celo que han mejorado la productividad de las granjas comerciales. Para ello, se han empleado hormonas como eCG (Gonadotropina Coriónica equina), de acción similar a la FSH (70%) y a la LH (30%), para estimular el crecimiento y el desarrollo folicular. Así mismo, con la introducción de técnicas de inseminación artificial ha sido necesario inducir la ovulación en las conejas mediante la administración de hormonas de acción similar a la LH,

como son los análogos sintéticos de GnRH y la hCG. Otros métodos de sincronización de celo, desarrollados más recientemente, están basados en el control de diversos sistemas de manejo o bioestimulación, como la separación transitoria de la camada previa a la inseminación artificial, para reducir los niveles de prolactina que interfieren con el desarrollo folicular evitando así el uso de hormonas exógenas. Este manejo ha demostrado que mejora los parámetros reproductivos en conejas lactantes (Alvariño *et al.*, 1998; Theau-Clément, 2000; Rebollar *et al.*, 2006).

Como conclusión se puede establecer, en base a los diferentes estudios, que el conocimiento de la fisiología de la reproducción es fundamental para mejorar los parámetros reproductivos sobre todo en conejas sometidas a ritmos intensivos de producción, y para aumentar los rendimientos económicos de una granja cunícola. Por otro lado, el conocimiento de los mecanismos reguladores de la foliculogénesis es de gran importancia para mejorar los futuros sistemas de desarrollo folicular *in vitro*, dentro de las técnicas de reproducción asistida (ART) que utilizan a la coneja como biomodelo. Por lo tanto, el estudio de sistemas de desarrollo folicular *in vitro* permitiría utilizar no solo los oocitos de folículos antrales, sino los primordiales y primarios, más difíciles de manipular pero de gran importancia, al ser la fuente del potencial reproductivo de cualquier especie, sobre todo en aquellas de alta calidad genética.

Agradecimientos

María Arias Álvarez es becaria predoctoral de la Comunidad de Madrid (Consejería de Educación y Fondo Social Europeo). Rosa María García García, es investigadora del programa Juan de la Cierva del MEC (Ministerio de Educación y Ciencia).

Bibliografía

- Adriaens I, Cortvrindt R, Smith J, 2004. Differential FSH exposure in preantral follicle culture has marked effects of folliculogenesis and developmental oocyte competence. *Human Reprod.* 19(2): 398-408.
- Alvariño JMR, 1993. Control de la reproducción en el conejo, pp. 48-114. Alvariño JMR, MAPA (Eds.). Mundi-Prensa, España.
- Alvariño JM, Del Arco JA, Bueno A, 1998. Effect of mother-litter separation on reproductive performance of lactating rabbit females inseminated on day 4 or 11 post partum. *World Rabbit Sci.* 6(1): 191-194.
- Assey RJ, Hyttel P, Greve T, Purwantara B, 1994. Oocyte morphology in dominant and subordinate follicles. *Mol. Reprod. Dev.* 37: 335-344.
- Boiti C, 2004. Underlying physiological mechanism controlling the reproductive axis of rabbit does. *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, 186-206, Puebla (Méjico).
- Bonhoff AJ, Adams CE, 1985. Relationship of hormonally induced developmental changes in preovulatory follicles of the rabbit. *Lab. Anim.* 19: 27-31.
- Díaz P, Rodríguez JM, Gosálvez LF, Román MR, 1987. Cyclic ovarian activity in post-partum rabbits. *J. Appl. Rabbit. Res.* 10: 122-125.
- Díaz P, 1987. Actividad reproductiva de la coneja doméstica en torno a la pubertad. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
- Dufy-Barbe L, Dufy B, Vicent JD, 1978. Serum gonadotrophin levels in the ovariectomized rabbit: Effect of acute and chronic administration of estradiol. *Biol. Reprod.* 18: 118-124.
- Eppig J, 2001. Oocyte control of ovarian follicular development and function in mammals. *Reproduction.* 122: 829-838.
- Erickson GF, Ryan KJ, 1975. The effect of LH/FSH, dibutyryl cyclic AMP, and prostaglandins on the production of estrogens by rabbit granulosa cells in vitro. *Endocrinology.* 97: 108-113.
- Erickson GF, Ryan KJ, 1976. Stimulation of testosterone production in isolated rabbit testis tissue by LH/FSH, dibutyryl cyclic AMP, PGf2a and PGE2. *Endocrinology.* 99: 452-458.
- Fleming MW, Rhodes RC, Dailey RA, 1984. Compensatory responses after unilateral ovariectomy in rabbits. *Biol. Reprod.* 30: 82-86.
- Fortun-Lamothe L, 2006. Energy balance and reproductive performance in rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.* 93: 1-15.
- Goodman AL, 1984. In vitro evidence of a role for inhibin in female rabbits. *Am. J. Physiol.* 246: 243-248.
- Grootenhuys AJ, Philipsen HLA, de Breet-Grijnsbach JTM, van Duin M, 1996. Immunocytochemical localization of ZP3 in primordial follicles of rabbit, marmoset, rhesus monkey and human ovaries using antibodies against human ZP3. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 50: 43-54.
- Hill M, White WE, 1933. The growth and regression of follicles in the oestrus rabbits. *J. Physiol. (London).* 80: 174-178.
- Hilliard J, Penardi R, Sawyer CH, 1967. A functional role for 20 α -Hydroxypregn-4-en-3-one in the rabbit. *Endocrinology.* 80: 901-909.
- Hutt KJ, McLaughlin EA, Holland MK, 2006. Primordial follicle activation and follicular development in the juvenile rabbit ovary. *Cell. Tissue. Res.* 326(3): 809-822.
- Hyttel P, Fair T, Callesen H, Greve T, 1997. Oocyte growth, capacitation and final maturation in cattle. *Theriogenology.* 47: 23-32.
- Jelinkova L, Kubelka M, Motlik J, Guerrier P, 1994. Chromatin condensation and histone H1 kinase activity during growth and maturation of rabbits oocytes. *Mol. Reprod. Dev.* 37: 210-215.
- Kaynard AH, Pau KYF, Hess DL, Spies HG, 1990. Gonadotrophin-Releasing Hormone and Norepinephrine release from the rabbit mediobasal and anterior hypothalamus during the mating-induced luteinizing hormone surge. *Endocrinology.* 127(3): 1176-1185.
- Kennedy KL, Floyd AA, Clarkson AM, Lee VH, 2003. Epidermal growth factor regulation of

- connexin 43 in cultured granulosa cells from preantral rabbit follicles. *Mol. Reprod. Dev.* 64: 61-69.
- Kidder GM, Mhawi AA, 2002. Gap junctions and ovarian folliculogenesis. *Reproduction.* 123: 613-620.
- Kranzfelder D, Korr H, Mestwerdt W, Maurer-Schulze B, 1984. Follicle growth in the ovary of the rabbit after ovulation-inducing application of human chorionic gonadotropin. *Cell. Tissue. Res.* 238: 611-620.
- Lee VH, 2000. Expression of rabbit zona pellucida-1 messenger ribonucleic acid during early follicular development. *Biol. Reprod.* 63: 401-408.
- Lefèvre B, Caillol M, 1978. Relationship of oestrus behaviour with follicular growth and sex steroid concentration in the follicular fluid in the domestic rabbit. *Anim. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 18(6): 1435-1441.
- Leibfried-Rutledge ML, 1999. Factors determining competence of in vitro produced cattle embryos. *Theriogenology.* 51: 473-485.
- Lorenzo PL, Rebollar PG, Illera MJ, Illera JC, Illera M, Alvariño JM, 1996a. Stimulatory effect of insulin-like growth factor I and epidermal growth factor on the maturation of rabbit oocytes in vitro. *J. Reprod. Fertil.* 107(1): 109-107.
- Lorenzo PL, Rebollar PG, Illera MJ, Illera JC, Illera M, Alvariño JMR, 1996b. Characterization of rabbit follicular oocytes and their ability to mature in vitro. *Arch. Zootec.* 45: 25-35.
- Lorenzo PL, Illera JC, Silván G, Munro CJ, Illera MJ, Illera M, 1997. Steroid-level response to insulin-like growth factor I in oocytes matured in vitro. *J. Reprod. Immunol.* 35(1): 11-29.
- Lorenzo PL, Bonanno A, Arias-Álvarez M, López-Béjar M, Rebollar PG, 2006. Estudio preeliminar sobre las características inmunohistoquímicas e histológicas ováricas de conejas sincronizadas. XXXI Symposium de cunicultura, 15-21, Lorca (España).
- Macchiarelli G, Viza E, Nottola SA, Familiari G, Motta PM, 1992. Cellular and microvascular changes of the ovarian follicle during folliculogenesis; a scanning electro microscopic study. *Arch. Citol. Histol.* 55: 191-204.
- Maillet G, Bread E, Benhaïm A, Leymarie P, Féral C, 2002. Hormonal regulation of apoptosis in rabbit granulosa cells in vitro: evaluation by flow cytometric detection of plasma membrane phosphatidylserine externalisation. *Reproduction.* 123: 243-251.
- Mariana JC, Hulot F, Drevin C, Tomassone R, Poudjardieu B, 1989. Estimation de la durée moyenne de croissance d'un follicule d'ovaire de lapine âgée de 20 semaines, dans deux souches. *Archiv. Biol.* 100: 47-63.
- Mills TM, 1975. Protein and RNA synthesis in follicles isolated from rabbit ovaries. *Proceedings of the Society for experimental Biology and Medicine.* 148: 995-1000.
- Mills TM, Gerardot RJ, 1984. Dissociation of copulation from ovulation in pregnant rabbits. *Biol. Reprod.* 30: 1243-1252.
- Molina I, Pla M, García F, 1986. Poblaciones de folículos antrales en función del comportamiento de monta en conejas: utilización de un método simple para la medición de folículos. *ITEA* 66: 21-26.
- Motlik J, Fulka Jr J, Procházka R, Rimkevícova Z, Kubelka M, Fulka J, 1989. RNA and protein synthesis requirements for the resumption of meiosis in rabbit oocytes: the role of cumulus cells. *Reprod. Nutr. Dev.* 29: 601-609.
- Oktay K, Briggs D, Gosden RG, 1997. Ontogeny of follicle stimulating hormone receptor gene expression in isolated human ovarian follicles. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 82(11): 3748-51.
- Osteen KG, Mills TM, 1980. Changes in the size, distribution and steroid content of rabbit ovarian follicles during early pseudopregnancy. *Biol. Reprod.* 22: 1040-1046.
- Pau KY, Spies HG, 1986. Estrogen-dependent effects of norepinephrine on hypothalamic Gonadotropin-Releasing Hormone release in rabbit. *Brain. Res.* 399(1): 15-23.
- Pau CY, Pau KY, Berria M, Spies H, 2000. Ovarian influence on gonadotropin and prolactin release in mated rabbits. *Endocrine.* 13(1): 25-35.

- Peters H, Levy E, Crone M, 1965. Oogenesis in rabbit. *J. Exp. Zool.* 158: 169-180.
- Pincus G, Enzmann EV, 1935. The growth, maturation and atresia of ovarian eggs in the rabbit. *J. Physiol.* 61: 351-382.
- Rebollar PG, Ubilla E, Alvarino JC, Illera JC, Silván G, 1992. Influencia del nivel de receptividad sexual sobre el estradiol plasmático y la respuesta ovulatoria durante el postparto en la coneja. *Rev. Esp. Fisiol.* 48(1): 13-18.
- Rebollar PG, Milanés A, Pereda N, Millán P, Cano P, Esquifino AI, Villaroel M, Silván G, Lorenzo PL, 2006. Oestrus synchronization of rabbit does at early post-partum by doe-litter separation or ECG injection: Reproductive parameters and endocrine profiles. *Anim. Reprod. Sci.* 93: 218-256.
- Rodríguez JM, Agrasal C, Esquifino A, 1989. Influence of sexual receptivity on LH, FSH and prolactin release after GnRH administration in female rabbits. *Anim. Reprod. Sci.* 20: 57-65.
- Sawyer RH, Smith P, Heath AD, Juengel JL, Wakefield J, McNatty KP, 2002. Formation of ovarian follicles during fetal development in sheep. *Biol. Reprod.* 66: 1134-1150.
- Sirard MA, 2001. Resumption of meiosis: Mechanism involved in meiotic progression and its relation with developmental competence. *Theriogenology.* 55: 1241-1254.
- Smitz J, Nogueira D, Albano C, Cortvrindt R, Devroey P, 2001. Improving in vitro maturation of oocytes in the human taking lessons from experiences in animal species. *Reprod. Dom. Anim.* 36: 11-17.
- Souza CJH, Campbel BK, Baird DT, 1996. Follicular dynamics and ovarian steroid secretion in sheep during anoestrus. *J. Reprod. Fertil.* 108: 101-106.
- Sutton ML, Gilchrist RB, Thompson JG, 2003. Effects of in-vivo and in-vitro environments on the metabolism of the cumulus-oocyte complex and its influence on oocyte developmental capacity. *Hum. Reprod. Update.* 9(1): 35-48.
- Theau-Clément M, 2000. Advances in biostimulation methods applied to rabbit reproduction. 7th World Rabbit Congress, 61-79, Valencia, (España).
- Tisdall DJ, Watanabe K, Hudson NL, Smith P, McNatty KP, 1995. FSH receptor gene expression during ovarian follicle development in sheep. *J. Mol. Endocrinol.* 15: 273-281.
- Turckheim M, Berger M, Jean-Faucher CH, Veysièrè G, Jean CL, 1983. Changes in ovarian oestrogens and in plasma gonadotropins in female rabbits from birth to adulthood. *Acta Endocrinol.* 103: 125-130.
- Ubilla E, Rebollar PG, 1995. Influence of the postpartum day on plasma estradiol-17b levels, sexual behaviour and conception rate, in artificially inseminated lactating rabbits. *Anim. Reprod. Sci.* 38: 337-344.
- Ubilla E, Rebollar PG, Pazo D, Esquifino AI, Alvarino JM, 2000. Pituitary and ovarian response to transient doe-litters separation in nursing rabbits. *J. Reprod. Fertil.* 118: 361-366.
- Van der Hurk R, Bevers MM, Beckers JF, 1997. In-vivo and In-vitro development of preantral follicles. *Theriogenology.* 47: 73-82.
- Van der Hurk R, 2005. Formation of mammalian oocytes and their growth, differentiation and maturation within ovarian follicles. *Theriogenology.* 63: 1717-1751.
- Wassarman, 1989. La fecundación en los mamíferos. *Investigación y ciencia.* 149: 48-55.
- Waterson JW, Mils TM, 1976. Peripheral blood steroid concentrations in the preovulatory rabbits. *J. Steroid. Biochem.* 7: 15-17.
- Webb R, Nicholas B, Gong JG, Campbell BK, Gutierrez CG, Garverick HA, Armstrong DG, 2003. Mechanisms regulating follicular development and selection of the dominant follicle. *Reprod. Suppl.* 61: 71-90.
- Wolgemuth DJ, Celenza J, Bundman DS, Dunbar BS, 1984. Formation of the rabbit zona pellucida and its relationship to ovarian follicular development. *Dev. Biol.* 106: 1-14.
- Yoshimura Y, Nagamatsu S, Ando M, Iwashita M, Oda T, Katsumata Y, Shiokawa S, Nakamura Y, 1996. Insulin-like growth factor binding pro-

tein-3 inhibits gonadotropin-induced ovulation, oocyte maturation, and steroidogenesis in rabbit ovary. *Endocrinology*. 137(2): 438-46.

Yoshimura Y, Iwashita M, Karube M, Oda T, Akiba M, Shiokawa S, Ando M, Yoshinaga A, 1994. Growth hormone stimulates follicular

development by stimulating ovarian production of insulin-like growth factor-I. *Endocrinology*. 135(3): 887-94.

(Aceptado para publicación el 21 de mayo de 2007)

Características del frío invernal de las zonas productoras de cerezas de la provincia de Mendoza, Argentina. Parte I

E. Tersoglio*, G. Naranjo*

* Laboratorio de Fruticultura. EEA Mendoza INTA. CC3. (5507) Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. San Martín 3.853 Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. CC3 CP 5507

Resumen

Los frutales de clima templado superan la etapa de reposo mediante la exposición a bajas temperaturas. La falta de frío invernal afecta la calidad de la fruta y reduce los rendimientos del cultivo del cerezo. El tiempo necesario en el cual los tejidos deben permanecer a bajas temperaturas para experimentar una brotación y floración normal durante la primavera se denomina necesidades de frío. Para medirlo se utilizó el método de las unidades de frío (UFUM) calculadas mediante el sistema Utah modificado por la UC Davis. El estudio se realizó en dos zonas productoras de cerezas, pertenecientes a los departamentos Luján de Cuyo y Tupungato de la provincia de Mendoza, Argentina. Se observó una reducción masiva de la producción en coincidencia con años con baja disponibilidad de frío invernal. Debido a las particularidades fisiológicas de la especie y a la variabilidad anual que presentan las temperaturas de las zonas es necesario estudiar su perfil térmico con especial referencia a las características del frío invernal. Luján de Cuyo posee un valor medio de 1.106 UFUM, suficientes para variedades de requerimientos bajos a medios. El 90% de los ciclos invernales oscilaron entre 824 y 1.388 UFUM, por lo que algunos años la disponibilidad es suficiente sólo para las variedades de bajos requerimientos. Tupungato tiene una media anual de 1.445 UFUM lo que indica que posee suficiente frío para satisfacer altos requerimientos. Sin embargo el 90% de los ciclos invernales estudiados oscilaron entre 1.152 y 1.738 UFUM existiendo años en los que la disponibilidad fue suficiente sólo para variedades de requerimientos medios y bajos. La probabilidad de cumplir 1.400 UFUM en Luján de Cuyo fue del 18%, mientras que en Tupungato fue del 66%. Estos estudios establecen los lineamientos necesarios para realizar una zonificación varietal basada en una importante limitación ecofisiológica del cerezo, mejorando la productividad de las áreas en estudio.

Palabras clave: requerimiento de frío, cerezo, unidades de frío, disponibilidad de frío.

Summary

Characteristics of winter chill of cherry areas of Mendoza province, Argentina. Part I

The temperate fruit tree climate overcomes the dormancy stage by exposure to low temperatures. The lack of winter chill affects sweet cherry quality and yields of cherry crops. The time which these plants should remain under low temperatures is denominated chilling requirement. This is essential to obtain a normal leafing and blooming. This study used the chill unit (CUUM) method calculated by Utah model modify by Fruit & Nut Research Information Center, UC Davis. This study was carried out on two cherry producer counties, Luján de Cuyo and Tupungato of Mendoza Province, Argentine. Those areas have experimented significant yields reduction each time the chilling offer was not enough. Because of this specie have specific physiologic requirement and these areas have great annual temperatures variability, it is necessary to study its climatic profile in reference to winter chilling. Luján de Cuyo County had a mean of 1.106 CUUM, enough for varieties with low and intermediate requirements. Ninety percent of winters fluctuated between 824 and 1.388 CUUM. Consequently some years the chilling availability could be enough only for low chill requirements varieties. Tupungato has a mean

of 1.445 CUUM, indicating that it was enough for high requirements varieties. However ninety percent of winters, CU oscillated between 1.152 y 1.738 CUUM indicating there was years that winter chilling was enough for intermediate requirements varieties. The estimated probability to attain 1.400 CUUM, at Luján de Cuyo County was 18%, while at Tupungato County was 66%. These studies establish the bases to develop a varietal zonation based on an important limitation of sweet cherry, improving its productivity and development.

Key words: chilling requirement, sweet cherry, chill unit, chilling availability.

Introducción

Durante el invierno, los árboles de clima templado ingresan en un estado denominado dormancia, el cual les permite sobrevivir condiciones climáticas adversas. Faust *et al.* (1997) distinguen tres etapas de dormancia, 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 períodos que varían según la especie y variedad. Se denomina necesidades de frío al tiempo en el cual las plantas deben estar expuestas a bajas temperaturas para lograr una brotación normal en la primavera siguiente. Este concepto tiene tanto un aspecto cuantitativo por depender del tiempo en el cual las plantas están expuestas a las 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, sus requerimientos deben estar satisfechos para obtener producciones rentables (Couvillon, 1995; Young *et al.*, 1995; Erez, 1995, Tersoglio *et al.*, 2005). Por ello, la falta de frío invernal reduce la velocidad de la floración y brotación e incrementa la desuniformidad entre variedades, afectando la fecundación sobre todo en variedades autoestériles (Byrne *et al.*, 2003). La coexistencia de flores y brotes maximiza los efectos negativos de la com-

petencia fuente-sumidero perjudicando la fecundación (Erez, 1995).

Los requerimientos de frío varían entre variedades. Según Seif *et al.* (1985) las variedades Early Burlat y Van requieren 1.300 UFUM calculadas con el método Norvell. Tersoglio *et al.* (2005) encontraron que Marvin 4-70, Celeste, Garnet poseen requerimientos medios ya que necesitan menos de 1.200 UFUM Utah para obtener una brotación del 90% después de dos semanas de calor. Mientras que en condiciones semejantes Bing, considerada de altos requerimientos necesita 1.400 UFUM y Rubí, de bajas exigencias, demanda menor de 900 UFUM.

El objetivo del presente trabajo fue definir el perfil climático de las zonas estudiadas con especial referencia a las características del frío invernal. Para ello se realizó un análisis descriptivo de la calidad de frío invernal, se estableció la relación tiempo-acumulación de UFUM y se estimó la probabilidad de satisfacer los requerimientos de frío de las variedades de cada zona.

Material y método

El estudio se realizó en dos zonas productoras de cerezas, distrito Mayor Drumond departamento Luján de Cuyo (33° 02' de LS y 950 msnm) y El Peral, Tupungato (33° 22' LS y 1.100 msnm) de la provincia de Mendoza.

Los conteos de UFUM fueron iniciados en fecha correspondiente a seis días después de la primera helada, la cual permitió estimar correctamente el 50% de caída de hojas (Richardson, 1975; Couvillon, 1995; Ramina, 1995). La fecha de finalización corresponde a la fecha media de floración, estimada el día 15 de setiembre. Para los cálculos, el tiempo se expresó en días julianos (DJ).

El método utilizado para medir el efecto del frío durante el reposo invernal es el de Utah modificado (UFUM) por la UC Davis. El mismo consiste en una ligera modificación de los rangos originales propuestos por Richardson, (1974). Se basa en una ponderación del efecto de las temperaturas, dando un valor máximo unitario a temperaturas entre 2,2 y 8,9°C. La mitad de una UFUM es asignada a temperaturas entre 1,1 y 2,2°C y entre 8,9 y 12,2°C. Cuando la temperatura oscila entre 15,6 y 18,3°C se sustrae media UFUM por cada hora y cuando supera esta última se elimina toda una UFUM. (Seeley S.D. 1996; UC FRUIT & Nut Research Information Center, 2006).

El cálculo de UFUM requiere datos horarios de temperaturas. Es necesario además definir la clase de temperatura medida, sea la del abrigo meteorológico, sea la de la madera del frutal o la del aire, ya que ello influye en los cálculos de las UFUM (Anderson *et al.*, 1986). Las UFUM de Luján de Cuyo fueron calculadas en base a datos de temperaturas máximas y mínimas del abrigo meteorológico de la serie de años 1990 - 2006 (Ortiz, 1990-2006). La estimación de las temperaturas horarias se obtuvo mediante interpolación de las temperaturas máximas y mínimas diarias con los modelos "seno-logarítmico" (Linvill, 1990; Linsley-Noakes *et al.*, 1995). Los cálculos de las UFUM correspondiente a Tupungato se realizaron con datos de temperaturas horarias de los años 1998 al 2006 (Dirección de Contingencias Climáticas, 1998-2006).

1. Estudios descriptivos de la disponibilidad de frío

Se determinó la fecha de inicio del conteo, se calcularon las UFUM y las correspondientes tasas medias diarias de cada año y se estimaron las respectivas medias, coeficiente de variación (CV) y desviación estándar (DE) de cada zona.

Se calcularon las fechas medias, más tempranas, más tardías y su correspondiente amplitud en las que se alcanzaron entre las 500 y 1.500 UFUM y entre las 800 y 1.800 UFUM en incrementos de 100, para los departamentos Luján de Cuyo y Tupungato respectivamente.

Se establecieron los modelos que relacionan el tiempo medido en DJ y las UFUM mediante los programas informáticos Table Curve 2D y Statistix 1.0.

El efecto "año" sobre la relación DJ-UFUM se estudió mediante el método de las regresiones anidadas, estableciendo si el origen de las eventuales diferencias se debe a la fecha de inicio o a la tasa de acumulación de UFUM (Mendenhall *et al.*, 1995).

2. Estimación de la probabilidad

La probabilidad que posee cada zona de estudio de alcanzar un determinado valor de UFUM fue calculada utilizando el modelo de regresión no lineal logístico. Mediante la asignación de valores "0" ó "1" a cada intervalo de 100 UFUM, dentro del rango de estudio 100 a 2.000 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 0 ó 1 según si las UFUM del intervalo fueron o no alcanzadas respectivamente. En consecuencia, la variable dicotómica depende de la exigencia preestablecida en la varia-

ble cuantitativa y permite así obtener una respuesta binomial en cada rango de UFUM.

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 se incrementa el valor del intervalo de UFUM que debe ser alcanzado, se reduce la probabilidad de su cumplimiento. Ello satisface la definición de distribución acumulada logística (Díaz y Demetrio, 1998; Infostat, 2004).

Los análisis estadísticos se realizaron con Statgraphics plus 4.1.

Resultados y Discusión

1. Disponibilidad de UFUM por región y por año

El departamento de Luján de Cuyo mostró un valor promedio de 1.106 UFUM. Sin embargo el CV y su DE fueron 26% y 282 respectivamente, indicando que oscilaron entre 824 y 1.388 UFUM en el 90% de los ciclos invernales estudiados. La fecha media de inicio de conteo fue el 27 de mayo y la tasa media de acumulación diaria de 9,9 UFUM·DJ⁻¹. Los correspondientes CV y DE indican que tanto la fecha de inicio del conteo como las tasas de incremento varían con los años (tabla 1).

Tabla 1. Disponibilidad de frío invernal, tasas media diaria de UF, y fecha de inicio por departamento, provincia Mendoza
 Table 1. Winter chilling availability, CU diary means rates and initial date by county of Mendoza Province

Año	Luján			Tupungato		
	UF _{acumulada}	Tasa media diaria (UF DJ ⁻¹)	Fecha de inicio	UF _{acumulada}	Tasa media diaria (UF DJ ⁻¹)	Fecha de inicio
1990	1.302	8,8	23-Abr	sd	sd	sd
1991	1.238	9,7	10-May	sd	sd	sd
1992	1.177	11,1	02-Jun	sd	sd	sd
1993	1.047	9,6	30-May	sd	sd	sd
1994	767	9,8	30-Jun	sd	sd	sd
1995	1.059	9,3	25-May	sd	sd	sd
1996	990	9,5	04-Jun	sd	sd	sd
1997	1.139	10,1	27-May	sd	sd	sd
1998	833	7,1	21-May	898	11,3	29-Jun
1999	808	6,4	13-May	1.558	10,6	21-Abr
2000	1.088	11,5	12-Jun	1.603	12,4	10-May
2001	1.567	11,8	06-May	1.894	13,3	04-May
2002	999	9,5	04-Jun	1.400	10,3	02-May
2003	545	9,7	14-Jul	1.116	10,1	08-Jun
2004	1.569	12,2	11-May	1.628	12,6	11-May
2005	1.505	11,9	12-May	1.512	11,9	12-May
2006	1.176	10,1	24-May	1.393	12,0	24-May
Media	1.106	9,9	27-May	1.445	12	17-May
CV	26	15,8	14	20	10	15
DE	282	1,6	20	293	1	21

La acumulación media en Tupungato fue 1.445 UFUM oscilando entre 1.152 y 1.738 UFUM en el 90% de los años. La fecha media de inicio del conteo correspondió al 17 de mayo (138 DJ) y la tasa media diaria de acumulación fue 12 UFUM·DJ⁻¹. La DE y el CV indicaron que el inicio y la tasa media de acumulación de las UFUM variaron con los años (tabla 1).

La mayor disponibilidad de UFUM del departamento Tupungato se debe a que la fecha de inicio del conteo es más temprana y que la tasa media de acumulación es más alta que las registradas en el departamento de Luján de Cuyo.

Las medidas de variabilidad (CV, DE) de las UFUM, de las tasas medias anuales y de las fechas de inicio de ambos departamentos indican que los valores de Tupungato son más estables, a través de los años, que los correspondientes a Luján de Cuyo.

2. Análisis descriptivo de la calidad del frío invernal

Mayor Drumond, Luján de Cuyo, Mendoza

La tabla 1 indica que, Luján de Cuyo, alcanzó todos los años 500 UFUM, que las 1.100 UFUM son satisfechos en el 47% de los años y que las

1.500 UFUM en el 18%. La fecha más temprana y la más tardía en las que fue alcanzado un determinado valor de UFUM y su respectiva diferencia (amplitud) son también indicadores de la variación entre años. Se observó que las 1.100 UFUM fueron alcanzadas en la fecha media 20-08 y que los máximos y mínimos observados, correspondieron al 25-07 y el 08-9 con una amplitud de 45 días.

El Peral, Tupungato, Mendoza

La tabla 2 muestra que todos los años se alcanzaron 900 UFUM, mientras que las 1.100 UFUM en el 78% y las 1.500 UFUM en el 56% de los años. La amplitud registrada a las 1.100 UFUM fue de 26 días.

3. Relación DJ - UFUM. Importancia del efecto año

Mayor Drumond, Luján de Cuyo, Mendoza

La figura 1 muestra la evolución de las UFUM respecto al tiempo expresado en DJ clasificado por año. Se observa que los años 1994, 1998, 1999, 2002 y 2003 registraron un valor de UFUM menor 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.

Tabla 2. Resumen estadístico descriptivo de la variable DJ observada en cada rango de UF. Localidad: Mayor Drumond, Luján de Cuyo, Mendoza

Table 2. Statistical summary of observed DJ in CU intervals. Mayor Drumond, Luján de Cuyo, Mendoza

	UF										
	500	600	700	800	900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500
% de años	100	94	94	88	76	76	47	29	24	18	18
Fecha media	07-07	13-7	25-7	01-08	09-08	19-08	20-08	21-08	18-08	31-08	07-09
Fecha temprana	09-06	17-06	25-6	03-07	12-07	17-07	25-07	01-08	08-08	15-08	06-09
Fecha tardía	29-08	24-8	05-8	31-8	30-8	14-8	08-9	02-09	14-09	08-09	14-09
Amplitud (días)	81	68	72	59	49	59	45	32	37	24	8

Tabla 3. Resumen estadístico descriptivo de la variable DJ observada en cada UF. Localidad: El Peral, Tupungato, Mendoza

Table 3. Statistical summary of observed DJ in CU intervals. El Peral, Tupungato, Mendoza

	UF										
	800	900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800
% de años	100	100	89	78	78	78	78	56	33	11	11
Fecha media	19-7	28-7	01-8	05-8	11-8	21-8	30-8	05-9	06-9	06-9	14-9
Fecha temprana	27-7	03-7	11-7	22-7	29-7	05-8	13-8	26-8	22-8	sd	Sd
Fecha tardía	02-9	14-9	12-9	17-8	28-8	04-9	14-9	13-9	14-9	sd	Sd
Amplitud (días)	67	73	63	26	30	30	32	18	23	sd	sd

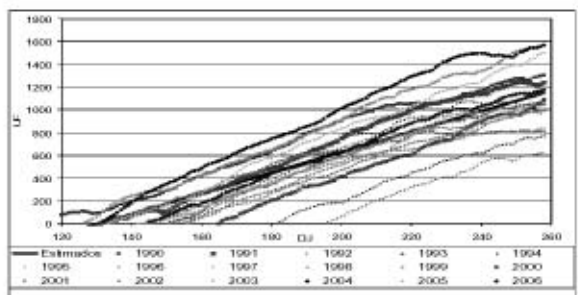


Figura 1. Efecto DJ - UFUM observados (1990-2006). Luján de Cuyo, Mendoza

Figure 1. Effect DJ - CU observed (1990-2006) Luján de Cuyo, Mendoza

El modelo de estimación fue sometido a una prueba de comparación de regresiones mediante el método de modelos anidados a fin de estudiar si explica adecuadamente las diferencias, que eventualmente pudiesen existir entre años. La relación DJ-UFUM puede diferir entre años por la fecha en la cual se inicia el conteo o por la tasa de acumulación de las UFUM o por ambos. Los resultados indican que tanto las "dummies" que representan las fechas de inicio del conteo de UFUM, como las de la tasa de acumulación varían con los años y que esta información mejora el modelo con una probabilidad $\leq 0,005$. Por lo cual el modelo posee una

variabilidad residual que no es adecuadamente explicada sólo por la variable DJ. Si bien la fecha de inicio y la tasa de acumulación varían con los años, la variabilidad residual que elimina el aporte de la fecha de inicio produce un valor F que es 6 veces mayor que el correspondiente al aporte de información de la tasa de acumulación. Ello indica que la variabilidad residual del modelo DJ-UFUM está mejor explicada por la fecha de inicio que por la tasa de acumulación aunque ambas aportan información.

La figura 2 muestra el modelo de regresión UFUM estimadas-DJ y sus correspondientes límites de predicción al 90% de confianza.

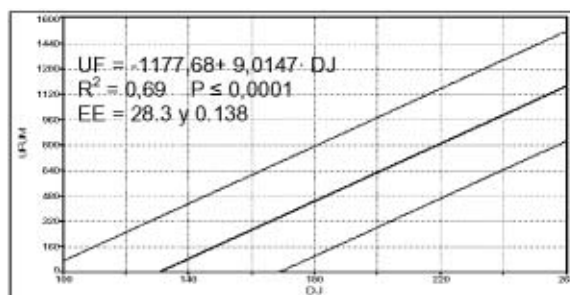


Figura 2. Efecto DJ - UFUM estimados y límites de predicción 90% de confianza (1990-2006). Luján de Cuyo, Mendoza.

Figure 2. Effect DJ - CU estimated and predictions limits 90% of confidence (1990-2006). Luján de Cuyo, Mendoza.

Se observa que, debido a la variabilidad de los datos, la amplitud de los límites para un mismo valor de DJ oscila en un rango muy amplio. En la fecha 15-09 (DJ 258) las UFUM pueden variar entre 803 y 1.492 UFUM, indicando que tales límites pronostican valores aproximadamente iguales a los de la media \pm DE, por lo tanto el modelo no es adecuado para realizar pronósticos.

El Peral, Tupungato, Mendoza

La figura 3 muestra las UFUM en función de los DJ de cada año de la serie. Se observa que los años 1998 y 2003 registran valores inferiores al resto de los años. La prueba de comparación de modelos anidados indicó

que el modelo estimado DJ-UFUM presenta diferencias debidas tanto al inicio de las mediciones como a la tasa de acumulación con una probabilidad $\leq 0,005$. El modelo DJ-UFUM posee una variabilidad residual que no es adecuadamente explicada por la variable DJ. El valor F correspondiente al modelo que introduce fecha de inicio es 28 veces mayor que el que corresponde al de tasa de acumulación, indicando que el aporte de la información de la primera variable es mayor aunque ambas son significativas.

La figura 4 muestra la relación entre los UFUM estimados con DJ y los correspondientes límites de predicción al 90% de confianza. Ellos señalan que a los 258 DJ el

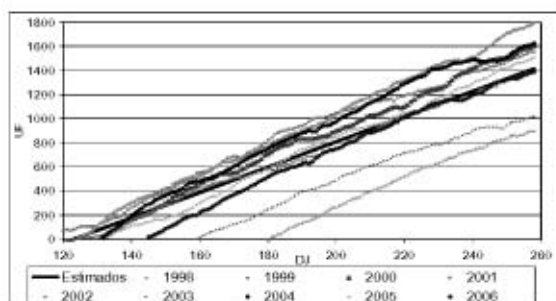


Figura 3. Efecto DJ - UFUM observados (1998-2006). El Peral, Tupungato, Mendoza
Figure 3. Effect DJ - CU observed (1998-2006) El Peral, Tupungato, Mendoza

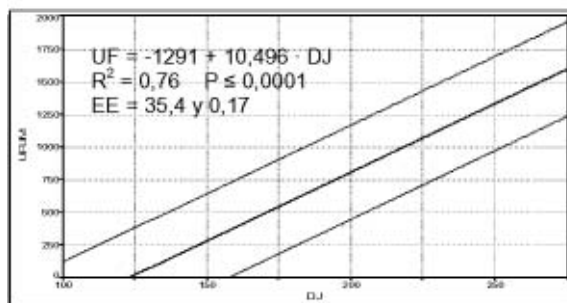


Figura 4. Efecto DJ - UFUM estimados y límites de predicción 90% de confianza (1998-2006).
Tupungato, Mendoza

Figure 4. Effect DJ - CU estimated and predictions limits 90% of confidence (1998-2006). El Peral,
Tupungato, Mendoza

valor estimado de UFUM oscila entre 1.056 y 1.770 UFUM, indicando que el modelo no tiene capacidad para efectuar pronósticos con suficiente exactitud.

Los análisis de ambas zonas indican que la acumulación de las UFUM de cada año estudiado se ajusta a un modelo lineal, consecuentemente la derivada de primer grado, que es la tasa de acumulación, es constante. Por lo tanto la tasa de acumulación media estimada varía entre años pero es constante para cada año. Este concepto reviste importancia ya que conociendo las UFUM en una fecha intermedia y teniendo en cuenta que la tasa es constante podría ser pronosticado el valor final de las UFUM.

1.4. Estimación de la probabilidad que posee cada zona 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 respectivamente para cada una de las zonas en estudio. En ambos modelos los valores de $P_{(modelo)}$ son menores de 0,01, existe una relación $UTUM-P_{(modelo)}$ con significación estadística. La "Deviance" indica que la variabilidad de las UFUM explica el 56 y 57% de la variabilidad encontrada en los valores de probabilidad para Luján y Tupungato respectivamente. La probabilidad de los residuos es mayor

Tabla 4. Modelos de ajuste "logísticos" calculados por región
Table 4. Fitting models calculated by region

Departamento	Modelo de ajuste
Luján	$P = e^{(6,31513 - 0,00543 \cdot UF)} \cdot (1 + e^{(6,31513 - 0,00543 \cdot UF)})^{-1}$
Tupungato	$P = e^{(9,48558 - 0,00637672 \cdot UF)} \cdot (1 + e^{(9,48558 - 0,00637672 \cdot UF)})^{-1}$

Tabla 5. Resultados de las pruebas de bondad de ajuste de los modelos de cada región
 Table 5. Goodness of Fit test of logistic regression models of each region

Localidad	Análisis de la "desviación"		% deviance explicado	Prueba de bondad de ajuste $P\chi^2$	Valor P (Proporción de verosimilitud)
	Valor $P_{(modelo)}$	Valor $P_{(residuo)}$			
Luján	0,0000	1,0000	56	0,59	0,0000
Tupungato	0,0000	1,0000	57	0,60	0,0000

o igual que 0,1 lo que indica que el modelo establecido es el mejor posible. El valor de la $P\chi^2$ es menor de 0,1 indicando que la función logística ajusta adecuadamente. La prueba de proporción de verosimilitud indica que el modelo no puede ser simplificado con un nivel de confianza del 99%.

Las figuras 5 y 6 muestran la distribución de probabilidades de alcanzar valores entre 0 y 2.000 UFUM en Luján de Cuyo y Tupungato respectivamente y los correspondientes límites de predicción 95% de confianza.

Ambas figuras muestran que a medida que aumentan las UFUM necesarias para satisfa-

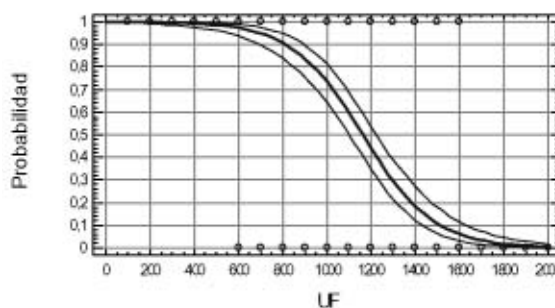


Figura 5. Modelo logístico estima la probabilidad de Luján de Cuyo de alcanzar un valor de UF.
 Figure 5. Logistic model estimates the probability of Luján de Cuyo to reach a CU value.

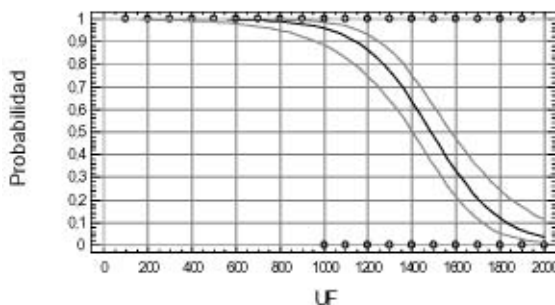


Figura 6. Modelo logístico estima la probabilidad de Tupungato de alcanzar un valor de UF.
 Figure 6. Logistic model estimates the probability of Tupungato to reach a CU value.

cer los requerimientos, se reduce la probabilidad de cumplir tales exigencias.

La tabla 6 muestra que a un mismo requerimiento (1.100), el departamento Luján de Cuyo posee un porcentaje de probabilidad del 73%, mientras que en Tupungato es del 92%. Inversamente el 98% de probabilidad corresponde, en Luján de Cuyo, a las 500 UFUM mientras que en Tupungato a las 900 UFUM.

Conclusión

La disponibilidad de UFUM de las zonas estudiadas indica que aunque el promedio satisface los requerimientos de frío de la mayoría de las variedades de cerezos, existen años en los cuales no es posible cumplir tales exigencias.

El departamento Luján de Cuyo, tiene una probabilidad de alcanzar su valor medio de disponibilidad de frío (1.106 UFUM) de aproximadamente el 60%. Ello indica que se adapta a variedades de requerimientos bajos o intermedios. La zona tiene un 84% de probabilidad de satisfacer las variedades de bajos requerimientos, 44% para las de rango intermedio y del 18% para aquellas con alta demanda de frío.

La disponibilidad media de UFUM de Tupungato es de 1.445 y la probabilidad de ser cumplida es del 66%. El departamento Tupungato satisface altos requerimientos de frío (1.400 UFUM) el 77% de los años, indicando que es posible producir variedades de altos, medios y bajos requerimientos el 77, 86 y 98% respectivamente.

La variabilidad de las UFUM indica que un modelo predictivo basado sólo en la infor-

Tabla 6. Probabilidad media y sus límites superior e inferior de predicción 95% de confianza de los departamentos Luján y Tupungato según las UF requeridas por variedades de cerezo
Table 6. Mean probability value and its predictions limits 95% of confidence of Luján and Tupungato counties, according to CU required by sweet cherry cultivars

Requerimiento de frío (UF)	Probabilidad					
	Luján de Cuyo			Tupungato		
	P _{media}	P _{LIC 95%}	P _{LSC 95%}	P _{media}	P _{LIC 95%}	P _{LSC 95%}
400	99	98	100	100	100	100
500	98	96	99	100	98	100
600	97	94	99	100	98	100
700	95	90	97	99	97	96
800	91	84	95	99	95	92
900	84	76	90	98	92	87
1.000	73	64	81	96	88	78
1.100	60	50	68	92	82	67
1.200	44	35	54	86	74	54
1.300	30	22	39	77	64	41
1.400	18	12	27	66	50	30
1.500	11	6	18	48	35	21
1.600	6	3	12	33	21	15
1.700	3	2	7	20	11	10

mación que aportan los DJ no posee suficiente exactitud para establecer un pronóstico de valor práctico. Las pruebas de comparación de regresiones indican que los años varían tanto en las fechas del inicio del conteo de las UFUM como en la tasa diaria de acumulación, siendo la primera de mayor importancia en ambos departamentos.

La probabilidad de alcanzar un mismo valor de UFUM es superior en el departamento Tupungato que en el de Luján de Cuyo, indicando que el primero posee una mayor disponibilidad de frío y por lo tanto está más adaptado al cultivo del cerezo.

Estos estudios establecen los lineamientos para realizar una zonificación varietal basada en una de las limitaciones ecofisiológicas más importantes del cerezo y en las características climáticas de las zonas estudiadas, contribuyendo a mejorar la productividad del cultivo en la Provincia.

Referencias bibliográficas

- Anderson JL, Richardson EA, Kesner CD, 1986. Validation of chill unit and flower bud phenology models for Montmorency sour cherry. *Acta Hort.* 184: 71-78.
- Byrne DH, Bacon T, 2003. Chilling accumulation: its Importance and Estimation. <http://aggiehorticulture.tamu.edu/stonefruit/chillacc.htm>
- Couvillon G, 1995. Temperature and stress effects on rest in fruit trees: a review. *Acta Hort.* 395: 11-19.
- Díaz MP, Demetrio CG, 1998. Introducción a los Modelos Lineales Generalizados. Su aplicación en las ciencias biológicas. Editorial Screen. 105 p.
- Dirección de Contingencias Climáticas, 1998-2006. Archivos de temperaturas horarias de la Provincia de Mendoza. DCC. Gobierno de Mendoza. 2007.
- Erez A, 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. *Acta Horticulturae* 395: 81-95
- 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. *HortScience*, 32(4) 623-629.
- Infostat, 2004. InfoStat, versión 2004. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- Linville DE, 1990. Calculation chilling hours and chilling units from daily maximum and minimum temperature observations. *HortScience* 25, 14-16.
- Linsley-Noakes G, Louw M, Allan P, 1995. Estimating daily positive Utah chill units using daily minimum and maximum temperatures. *J.S. Afr. Soc. Hort. Sci.* 5 (1)
- Mendenhall W, Sincich T, 1995. Statistics for engineering and the sciences. Fourth edition. New Jersey, Prentice hall. (741-749) p 787.
- Norvel D, Moore JN, 1982. An evaluation of chilling requirements models for estimating rest requirements of highbush blueberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(1): 54-56
- Ortiz A, 1990-2006. Boletín Agrometeorológico. Cátedra de Meteorología FCA UNCuyo
- Richardson E, Seeley SD, Walter RD, 1974. A model for estimating the completion of rest for "Redhaven" and "Elberta" Peach Trees. *HortScience* vol 9(4).
- Richardson E, 1975. Author Letter. *HortScience* 10(6): 561-562
- Seeley SD, 1996. Modeling climatic regulation of bud dormancy. P 361-376. En: G.L.LANG (ed.) *Plant dormancy: Physiology, biochemistry, and molecular biology*. CAB Intl. Wallingford, Oxon, U.K.
- Seif S, Gruppe W, 1985. Chilling requirements of sweet cherries (*Prunus avium*) and interspecific cherry hybrids. *Acta Horticulturae* 169: 289-294.

UC Fruit & Nut Research Information Center, 2006. About Chilling Units, Hours, and Portions University of California Disponible: <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/weather/aboutchilling.shtml> [Consulta jun 2007].

Tersoglio E, Naranjo G, Rivero L, Quiroga M, 2005. Requerimientos de frío invernal y de calor en variedades de cerezos. ITEA 102 (3), 251-259.

(Aceptado para publicación el 27 de septiembre de 2007)

Modelo de estimación de disponibilidad de frío invernal de áreas productoras de cerezas de Mendoza, Argentina. Parte II

E. Tersoglio*, G. Naranjo*

* Laboratorio de Fruticultura. EEA Mendoza INTA. CC3. (5507) Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. San Martín 3.853 Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. CC3 CP 5507

Resumen

Durante el reposo invernal, los árboles frutales de clima templado deben estar expuestos a bajas temperaturas para satisfacer sus necesidades de frío. El cerezo es uno de los frutales de carozo más exigente en frío. Tales requerimientos se expresan en unidades de frío (UFUM) calculadas por el método Utah modificado. La disponibilidad de frío varía entre regiones y entre años, siendo a veces, insuficiente para satisfacer las necesidades de los cerezos. En tales condiciones pueden desarrollar síntomas de falta de frío. En ocasiones, cuando la disponibilidad de frío invernal es insuficiente es necesaria la aplicación de productos químicos para una correcta salida del reposo invernal. Tales productos deben ser aplicados con anticipación al inicio de la floración. Por ello es necesario contar, previamente, con información sobre la disponibilidad de frío del año en curso, permitiendo optimizar el manejo de tal técnica. Los objetivos del presente estudio fueron desarrollar métodos de pronóstico que permitan estimar la disponibilidad de frío invernal y la probabilidad de cumplir un determinado requerimiento. Se estimó la disponibilidad de frío invernal en dos áreas de cultivo de cerezo, dentro de los departamentos de Tupungato y Luján de Cuyo de la Provincia de Mendoza. Los modelos mostraron que el porcentaje de variabilidad explicado por las UFUM acumuladas en fechas parciales osciló entre el 83 y 90% para Luján de Cuyo y entre el 92 y el 96% para Tupungato. Debido a la amplitud de los límites de predicción, los modelos de pronóstico de disponibilidad de frío no fueron lo suficientemente precisos para fundamentar la toma de decisiones. Por ello fue necesario desarrollar un método que permita calcular la probabilidad que posee el año en curso de satisfacer una determinada demanda de frío. Esta herramienta complementaria posibilitará la toma de correctas decisiones, asumiendo riesgos calculados. Mediante la estimación de la disponibilidad de frío, se puede seleccionar un modelo de regresión logístico y calcular la probabilidad de completar los requerimientos de frío de una determinada variedad. Los modelos explicaron aproximadamente entre el 90 y el 75% de la variabilidad encontrada en Luján de Cuyo y Tupungato respectivamente. La probabilidad en el departamento Luján de Cuyo de alcanzar las 900 UFUM es del 99% y del 26% para 1.200 UFUM. En el departamento de Tupungato, con inviernos más fríos, las probabilidades de alcanzar 1.200 y 1.500 UFUM son del 100% y del 82% respectivamente. Una vez validado el método, el pronóstico de la disponibilidad de frío invernal permitirá que el productor evalúe los riesgos que tiene su plantación de experimentar daños por falta de frío y ejecutar eventuales medidas correctivas para minimizarlos.

Palabras clave: requerimiento de frío, cerezo, unidades de frío, pronóstico

Summary

Estimation model of winter chilling availability in sweet cherry areas of Mendoza, Argentina. Part II
During winter rest, the fruit trees of temperate climate have to be exposed to low temperatures to satisfy their chill requirements. The sweet cherry trees are one of the more demanding winter chilling of the stone fruit. These requirements are expressed in chill units (CUMU) calculated by the Modify Utah method. The chill availability varies among regions and years, and sometimes it is not enough to

satisfy sweet cherry requirements. In such conditions sweet cherry trees can develop symptoms of lack of chill. Sometimes, when the chill availability is not enough, it is necessary the application of chemicals for a correct rest completion. These products must be applied in advance to the bloom begins. Therefore, the data of chill availability of the current year let improve orchard management. The objectives of this study were to develop a forecast method that allows estimating the availability of chill and the probability of completing certain requirement. It was estimated the chill availability of two sweet cherry produced areas, Tupungato and Luján counties of Mendoza province. The models show the percentages of the variability explained by the CUMU accumulated in partial dates. Those oscillated between the 83 and 90% for Luján de Cuyo and between 92 and 96% for Tupungato. Due to the data variability, prediction limits were too wide and they do not have enough precision for taking decisions. For that reason it was necessary to develop a method that permit to calculate the probability that has the current year of satisfying a certain chill demand. This complementary tool will facilitate to take right decisions and assume calculated risks. Through the estimation of the chill availability of the current year, the logistical regression model could be selected and the probability of chill completion of a particular variety could be calculated. The models explained approximately among 90 and 75% of the variability found in Luján de Cuyo and Tupungato, respectively. Luján de Cuyo has 99% probability of reaching the 900 CUMU and 26% for 1.200 CUMU. Tupungato County with colder winters has 100 and 82% probabilities of reaching the 1.200 and 1.500 CUMU respectively. After a validation phase, the forecasting will allow farmers evaluate the risks that orchards experiment lack of winter chilling damages and execute the eventual measured to minimize them.

Key words: chilling requirements, sweet cherry, chill unit, forecasting.

Introducción

Durante el invierno los árboles frutales de clima templado ingresan en un estado denominado reposo invernal. La forma natural de superar esta etapa es mediante permanencia en condiciones de bajas temperaturas, hasta satisfacer sus necesidades de frío. Este concepto tiene un aspecto cuantitativo, ya que depende del tiempo en el cual las plantas están expuestas a las bajas temperaturas y uno cualitativo, ya que depende del rango de temperaturas experimentadas. Ello significa que con un tiempo a ciertas temperaturas las plantas pueden superar el reposo invernal, pero con otras puede extenderse (Richardson *et al.*, 1974; Erez, 1995).

Existen numerosos sistemas propuestos para medir el efecto del frío durante el reposo invernal. El presente trabajo utiliza el método UF de Utah modificado utilizado actualmente por el "Departamento de Investiga-

ción de Frutas y Nueces" de la Universidad de California (Seeley, 1996). El mismo consiste en una ligera modificación del método original Utah propuesto por Richardson, (1974). Este método calcula el frío invernal en unidades de frío de Utah modificado (UFUM). El modelo de cálculo se basa en la variación del efecto de las distintas temperaturas sobre el progreso del reposo, dando un valor máximo unitario a temperaturas entre 2,2 y 8,9°C. La mitad de una UFUM es asignada a temperaturas entre 1,1 y 2,2°C y entre 8,9 y 12,2°C. Cuando la temperatura oscila entre 15,6 y 18,3°C se sustrae media UFUM por cada hora y cuando supera esta última se elimina toda una UFUM. Por lo tanto a cada hora transcurrida en el periodo a considerar le corresponde un determinado valor de UFUM, disminuyendo cuando las temperaturas se alejan por debajo o por encima de ese rango. Estas variaciones respecto del método propuesto por Richardson, (1974) alteran el resultado de la acu-

mulación de unidades de frío, siendo sistema de UF Utah modificado algo más exigente que el método original. Las UFUM permitieron interpretar con mayor claridad los síntomas de falta de frío invernal experimentados en la región durante los años 1998 y 2003.

La falta de frío invernal afecta el crecimiento, el rendimiento y la calidad de los frutos. Reduce la tasa diaria de floración y brotación, favoreciendo la desuniformidad en la misma planta y entre las diferentes cultivares. Los largos períodos de floración perjudican la fecundación, sobre todo cuando se producen después de la brotación ya que se incrementa la competencia con los sumideros vegetativos. En condiciones de frío insuficiente se observan con frecuencia frutos ya formados coexistiendo con flores (Byrne *et al.*, 2003; Erez, 1995; Couvillon, 1995). Otros síntomas fisiológicos característicos son: brotación tardía, incremento de la caída de yemas y reducción de la calidad de los frutos. Con falta de frío las ramas tienden a brotar en los extremos formando grupos de hojas aislados con 30 a 60 cm de madera sin hojas. Las yemas florales presentan mayor proporción de anormalidades en pistilos y estambres. Los frutos que parecían estar bien fecundados caen o permanecen pequeños, deformados y poco firmes (Byrne *et al.*, 2003).

El cerezo, posee requerimientos de frío que deben ser satisfechos para obtener producciones rentables (Anderson *et al.*, 1986; Couvillon, 1995). Los requerimientos de las variedades difieren entre sí. Aunque el cerezo es considerado un cultivo exigente en frío, los productores insisten en cultivarlos en zonas más cálidas debido a los altos precios alcanzados por los frutos de primicia (Faust *et al.*, 1997). Estas zonas están ubicadas en el umbral térmico para la producción del cerezo, por ello existen años en que la oferta de frío es suficiente para un grupo de

variedades pero insuficiente para otras (Seif y Gruppe), 1985; Norvell y Moore, 1982; Tersoglio *et al.*, 2006).

En la actualidad existen técnicas correctivas que permiten ya sea reducir los requerimientos de frío, ya sea reemplazar la falta de frío mediante métodos físicos o químicos (Erez, 1995; Jackson y Bepete, 1995; Küden *et al.*, 1997). Tales medidas deben ser aplicadas con gran anticipación, generalmente a principios del invierno (Walser *et al.*, 1981). La decisión de aplicar métodos de reemplazo de frío, deben basarse en información fiable que permita estimar con suficiente antelación la disponibilidad de frío invernal del año en curso. El pronóstico de la oferta de frío invernal fiable, objetivo de este trabajo, puede ser una herramienta que le permita al agricultor mejorar la calidad de sus decisiones con impacto en el rendimiento y la calidad de la fruta.

Materiales y métodos

Las zonas de estudio pertenecen al distrito El Peral del departamento Tupungato situado a 33° 22' LS y a 1.100 msnm y al distrito Mayor Drumond del departamento Luján de Cuyo ubicado 33° 02' LS y a 950 msnm ambos de la Provincia de Mendoza.

Los valores UFUM se calcularon mediante el método Utah modificado (Seeley, 1996).

Se consideró como fecha de inicio del conteo de UFUM cuando una significativa cantidad (50%) de hojas ha caído durante el otoño (Couvillon, 1995; Ramina, 1995). Como sólo se disponía de los datos de la fecha caída de hojas de los años 2003 al 2006, se seleccionó la fecha seis días después de la primera helada como un correcto estimador del inicio de caída de hojas.

La fecha de finalización corresponde a la fecha media de floración, estimada el día 15 de setiembre.

Las UFUM medidas desde la caída de hojas hasta floración se denominan UFUM total observada ($UFUM_{TO}$).

Todas las fechas fueron expresadas en días julianos (DJ).

Las UFUM de Luján de Cuyo fueron calculadas en base a datos de temperaturas máximas y mínimas de la serie de años 1990 - 2006 (Ortiz, 1990-2006). La estimación de las temperaturas horarias se obtuvo mediante interpolación de las temperaturas máximas y mínimas diarias con un modelo "seno" para las diurnas y las nocturnas con uno logarítmico (Linvill, 1990; Linsley-Noakes et al., 1995).

Las UFUM de Tupungato fueron calculadas en base a las temperaturas medias horarias registradas en el aire durante la serie de años 1998-2006 (Dirección de Contingencias Climáticas, 1998-2006).

Para efectuar el análisis estadístico se utilizaron los programas TableCurve 2D versión prueba, Statgraphics plus 4.1.

Pronóstico cuantitativo de la disponibilidad de frío invernal

La variabilidad entre años de las $UFUM_{TO}$ se debe tanto a la fecha de inicio de las mediciones como a la tasa media diaria de acumulación que posee cada año en estudio. Por ello el pronóstico efectuado a partir de la relación DJ-UF resulta poco fiable (Tersoglio et al., en prensa).

Aunque para una misma región las tasas de acumulación de UFUM varían entre años, para un mismo año resultan ser constantes, pudiendo ser utilizadas para la estimación de UFUM ($UFUM_{TE}$) (Tersoglio et al., 2007). De modo que en una fecha determinada,

denominada fecha de referencia (FR), le corresponde cierta cantidad de UFUM ($UFUM_{FR}$) la cual se relaciona con el valor de $UFUM_{TO}$. Por lo tanto, para una serie de años, son conocidos los valores de $UFUM_{FR}$ y de $UFUM_{TO}$ y considerando que las tasas de acumulación de unidades de frío son constantes para cada año es posible efectuar un pronóstico a través de un modelo matemático con significancia estadística. Para calcular las $UFUM_{TE}$ se establecieron modelos de regresión entre las $UFUM_{FR}$ y las $UFUM_{TO}$ con sus respectivos límites de predicción al 90%.

Las fechas de referencia (FR) fueron 161, 182, 201, 213 y 222 DJ que correspondieron a las fechas 10 de junio, 01 y 20 de julio, 01 y 10 de agosto. En cada FR se calcularon las $UFUM_{FR}$.

Estimación de la probabilidad

Para el cálculo de la probabilidad de alcanzar un valor de UFUM durante el año en curso se utilizó el modelo de regresión no lineal logístico. Su selección permite modelar la relación entre una variable respuesta de naturaleza dicotómica en relación a una variable independiente continua. El modelo de regresión logística puede ser utilizado para predecir la probabilidad de que la variable respuesta asuma un valor determinado (Díaz y Demetrio, 1998; Infostat, 2004).

Para transformar la variable respuesta continua en dicotómica, los datos del departamento Luján de Cuyo fueron previamente clasificados en intervalos de clase según las $UFUM_{TO}$ fuesen menores de 900, entre 900 y 1.200 y mayores de 1.200. Los datos de Tupungato fueron clasificados en intervalos de clase según las $UFUM_{TO}$ fuesen menores o mayores de 1.200. Las diferencias de los intervalos seleccionados entre regiones se

deben a que las bases difieren en la cantidad de años estudiados.

A cada año clasificado en cada intervalo de clase se le asigna una serie de valores de UF en un rango de 100 a 2.000 con incrementos de 100 (variable independiente continua). A cada valor de UF se le asigna la variable dicotómica (1-0) según alcance o no cada uno de los valores de UF respectivamente. Por lo tanto, el valor de la variable dicotómica dependió de la exigencia establecida en la variable independiente en cada intervalo de clase. Tal requisito permitió obtener una respuesta binomial para cada uno de los valores de la serie de UF preestablecida en cada año e intervalo. De modo tal que, el departamento Luján de Cuyo, posee para cada uno de sus tres intervalos de clase un modelo que relaciona las UFUM con su correspondiente valor de la probabilidad de ser alcanzado (P_{UFUM}).

En la serie de años del departamento de Luján de Cuyo se observan años (1994, 1998, 1999 y 2003) con valores menores de 900 UFUM. A cada uno de los cuatro años se asigna los valores de 100 a 2.000 UFUM en incrementos de 100. Como se conocen los valores de las $UFUM_{TO}$ de esos años a cada incremento de 100 UFUM se le asigna el correspondiente valor 0 ó 1. Por lo tanto en años en los que las $UFUM_{TO}$ sólo alcanzaron las 700, la variable respuesta dicotómica le correspondió el valor "1" entre 100 y 700, mientras que entre 800 y 2.000 fue "0".

La variable dependiente es una proporción de casos en los cuales se cumple la condición binomial requerida. Tal proporción es estrictamente decreciente ya que, a medida que se incrementan las UFUM en cada uno de los intervalos, la probabilidad de su cumplimiento es menor. Ello satisface la condición de una distribución acumulada logística (Díaz *et al.*, 1998).

Para identificar el modelo de distribución de probabilidades que representa el año en curso, se utilizó el dato de $UFUM_{TE}$ obtenido a través de las relaciones $UFUM_{FR}-UFUM_{TO}$. Finalmente conocido el requerimiento de frío de la variedad se puede estimar la P_{CUFUM} .

Resultados y discusión

Cálculo de las UFUMTE y estimación de la capacidad predictiva de los modelos

Para calcular anticipadamente las $UFUM_{TE}$ se seleccionó el mejor modelo de ajuste entre las $UFUM_{FR}$ y las $UFUM_{TO}$ para los años estudiados. Se evaluaron tantos modelos como FR se prefijaron en cada zona analizada. El nivel de confianza de la predicción de $UFUM_{TE}$ respecto del valor real de $UFUM_{TO}$ fue al menos del 90%

La tabla 1 muestra los modelos $UFUM_{FR}-UFUM_{TE}$ calculados en ambas localidades y en cada FR con sus respectivos estadígrafos de bondad de ajuste. La misma indica que los modelos correspondientes a las FR 01-07 al 01-08 muestran que el porcentaje de la variabilidad explicado por las $UFUM_{FR}$ oscilan entre el 83 y 90% para Luján de Cuyo y entre el 92 y el 96% para Tupungato.

Se observa que a medida que la FR se acerca a la fecha final de conteo, mayor es la calidad del ajuste ya que el coeficiente de determinación (R^2) se incrementa, mientras que los errores estándares de la ordenada de origen (EEa) y el de la pendiente (EEb) se reducen. Sin embargo, como la FR está cada vez más cerca de la fecha final del conteo el valor predictivo de los modelos se reduce. El valor P de los modelos menor de 0.001 indica que todos poseen significación estadística. Debido a ello es posible realizar estimaciones de las $UFUM_{TE}$ a partir del valor de las $UFUM_{FR}$.

Tabla 1. Modelos de ajuste entre $UFUM_{FR}$ y $UFUM_{TE}$ para los departamentos Luján de Cuyo y Tupungato respectivamente

Table 1. Fitting models between CU observed at prefixed Julian Days and total estimated CU for Luján de Cuyo and Tupungato department respectively

Localidad	FR	DJ	Modelo $UFUM_{FR} - UFUM_{TE}$	Valor	R^2	EE	
				P_{modelo}		a	b
Mayor Drumond	20-5	140	$UFUM_{TE} = 1.000,696 + 2,299 \cdot UFUM_{FR}$	0,005	0,41	65	0,7
Luján de Cuyo	10-6	161	$UFUM_{TE} = 851,229 + 1,368 \cdot UFUM_{FR}$	<0,0001	0,56	76,5	0,31
	01-7	182	$UFUM_{TE} = 727,491 + 0,994 \cdot UFUM_{FR}$	<0,0008	0,54	104,7	0,24
	20-7	201	$UFUM_{TE} = 487,473 + 1,005 \cdot UFUM_{FR}$	<0,00012	0,77	94,5	0,14
	01-8	213	$UFUM_{TE} = 314,849 + 1,0641 \cdot UFUM_{FR}$	<0,00001	0,80	105,8	0,13
	10-8	222	$UFUM_{TE} = 218,924 + 1,055 \cdot UFUM_{FR}$	<0,00001	0,86	97,76	0,11
El Peral	10-6	161	$UFUM_{TE} = (944,24 + 29,62 \cdot UFUM_{FR})^{0,5}$	<0,005	0,88	74,4	4,03
Tupungato	01-7	182	$UFUM_{TE} = 880,33 + 0,95 \cdot UFUM_{FR}$	<0,00001	0,92	77,5	1,01
	20-7	201	$UFUM_{TE} = 622,99 + 1,02 \cdot UFUM_{FR}$	<0,00001	0,94	78,7	0,09
	01-8	213	$UFUM_{TE} = 467,92 + 1,03 \cdot UFUM_{FR}$	<0,00001	0,96	73,9	0,08
	10-8	222	$UFUM_{TE} = 351,89 + 1,03 \cdot UFUM_{FR}$	<0,00001	0,96	87,9	0,08

A partir del 20-07 la tasa de incremento de las $UFUM_{TE}$ (pendiente) es casi constante, mientras que la ordenada del origen reduce sustancialmente su valor. Ello indica que a partir de esa FR las $UFUM_{TE}$ dependen principalmente de lo acumulado hasta ese momento.

Las figuras 1, 2, 3 y 4, 5, 6 muestran las relaciones $UFUM_{FR} - UFUM_{TO}$ de los departamentos Luján de Cuyo y Tupungato respectivamente. Los grupos de figuras 1 y 4; 2 y 5; 3 y 6 corresponden a las FR 01-07, 20-07 y 01-08. Para una misma fecha, al incrementarse las $UFUM_{FR}$ se incrementan las $UFUM_{TE}$. Mientras que, para una misma cantidad de $UFUM_{FR}$, a medida que las FR se incrementan, las $UFUM_{TE}$ se reducen. Ello indica que a medida que la FR avanza las $UFUM_{FR}$ son cada vez mayores ya que siempre existe acumulación de frío, sin embargo su efecto sobre el valor de $UFUM_{TE}$ es cada vez menor.

Se observa que cuando las $UFUM_{FR}$ de Luján de Cuyo pronostican el valor medio de la zona (1.162 $UFUM$) los límites de predicción 90%, oscilan entre 900 y 1.400 $UFUM_{TE}$ para la FR 201 (figura 2) y entre 960 y 1.360 $UFUM_{TE}$ para la FR 213 (figura 3). De modo que la amplitud de las estimaciones de ambas FR es de 500 y 400 $UFUM$ respectivamente. Tales valores indican que si bien el pronóstico ofrece información valiosa sobre la disponibilidad de frío, la misma no posee la precisión deseada.

Los modelos correspondientes al departamento Tupungato muestran amplitudes más reducidas y por lo tanto, pronósticos más precisos. Para obtener el valor medio de $UFUM_{TE}$ de Tupungato (1.445 $UFUM$) los límites de predicción oscilan entre 1.315 y 1.586 y entre 1.331 y 1.559 para las FR 20-07 y 01-08 respectivamente (figuras 5 y 6), indicando una amplitud de 271 y 228 para cada una de las fechas mencionadas.

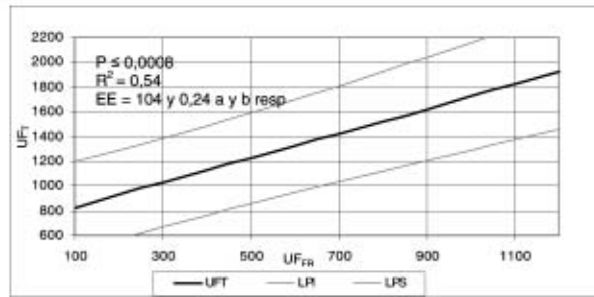


Figura 1. Relación entre las $UFUM_{FR}$ observadas el 01-07 (182 DJ) y las $UFUM_{TO}$ y sus límites de predicción 90% confianza Luján de Cuyo.
 Figure 1. Relationship CU at the reference date 01-07 (182 Julian day) and total CU observed and its predictions limits 90% of confidence Luján de Cuyo.

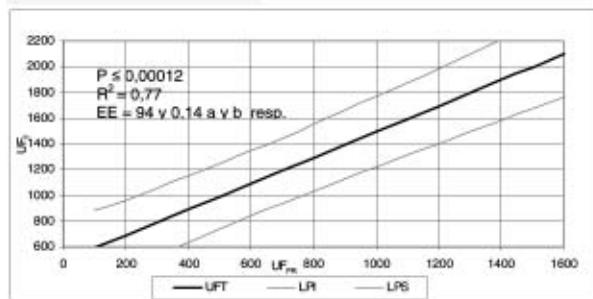


Figura 2. Relación entre las $UFUM_{FR}$ observadas el 20-07 (201 DJ) y las $UFUM_{TO}$ con sus respectivos límites de predicción 90% confianza Luján de Cuyo.
 Figure 2. Relationship CU at the reference date 20-07 (201 Julian day) and total CU observed and its predictions limits 90% of confidence Luján de Cuyo.

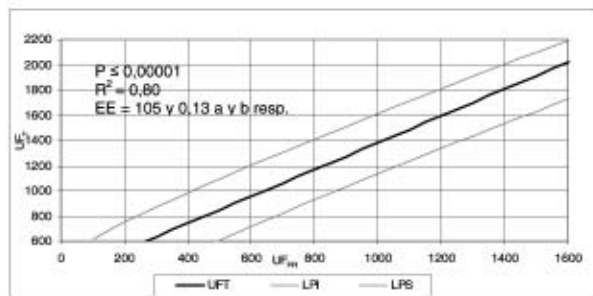


Figura 3. Relación entre las $UFUM_{FR}$ observadas el 01-08 (213 DJ) y las $UFUM_{TE}$ y sus límites de predicción 90% confianza, Luján de Cuyo.
 Figure 3. Relationship CU at the reference date 01-08 (213 Julian day) and total CU estimated and its predictions limits 90% of confidence Luján de Cuyo.

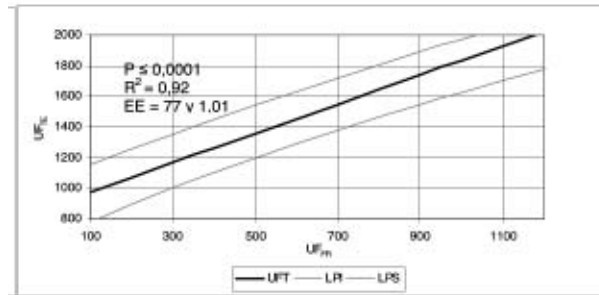


Figura 4. Relación entre las UF_{FR} observadas el 01-07 (182 DJ) y las UF_{TE} y sus límites de predicción 90% confianza, Tupungato.
 Figure 4. Relationship CU at the reference date 01-07 (182 Julian day) and total CU estimated and its predictions limits 90% of confidence Tupungato.

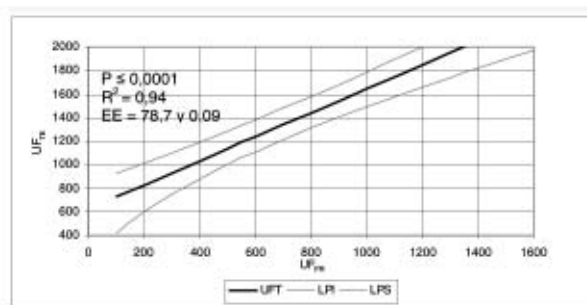


Figura 5. Relación entre las UF_{FR} observadas el 20-07 (201 DJ) y las UF_{TE} y sus límites de predicción, 90% confianza. Tupungato.
 Figure 5. Relationship CU at the reference date 20-07 (201 Julian day) and total CU estimated and its predictions limits 90% of confidence Luján de Cuyo.

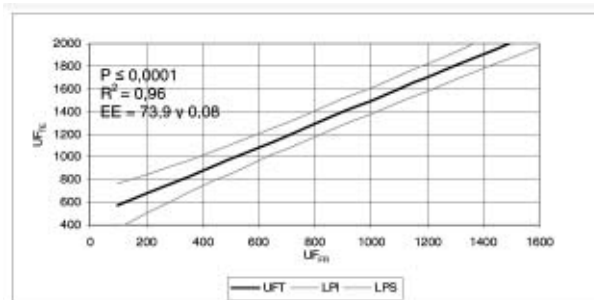


Figura 6. Relación entre las UF_{FR} observadas el 01-08 (213 DJ) y las UF_{TE} y sus límites de límites de predicción, 90% confianza. Tupungato.
 Figure 6. Relationship CU at the reference date 01-08 (213 Julian day) and total CU estimated and its predictions limits 90% of confidence Tupungato.

Por lo tanto, los modelos de pronóstico de $UFUM_{TE}$ de ambos departamentos aportan un elemento, que si bien da noción de las $UFUM$ disponibles, no es suficientemente preciso para fundamentar toma de decisiones. El desarrollo de un método que permita calcular la probabilidad del año en curso de experimentar una determinada oferta de frío es la herramienta que complementa el pronóstico de $UFUM$ y que permite tomar decisiones asumiendo riesgos calculados.

Estimación de la probabilidad

La tabla 2 muestra los modelos de regresión logística para cada una de las localidades estudiadas y según los intervalos de clase fijados a través de las $UFUM_{TO}$.

Los estadígrafos de bondad de ajuste de los modelos de ambas zonas se muestran en la tabla 3. Debido a que, en todos los modelos, los valores de $P_{(modelo)}$ son menores de 0,01, existe una relación, $UFUM_{TE} - P_{UFUM}$, con significación estadística. La variabilidad de las $UFUM_{TO}$ del departamento Luján de Cuyo, explica el 88,97; el 88,40 y el 77,13% de la variabilidad encontrada en los valores de la probabilidad para los años con menos de 900, entre 900 y 1.200 y mayores de 1.200 $UFUM$ respectivamente. Mientras que la variabilidad de las $UFUM$ del departamento de Tupungato explica el 87,47 y 78,38% de la variabilidad encontrada en los valores de probabilidad para años con menos y más de 1.100 $UFUM$ respectivamente. El valor de la probabilidad de los residuos del análisis de

Tabla 2. Modelos de estimación de P_{UFUM}
Table 2. Probability estimation models according to region and total CU estimated

Localidad	UF_{TE} según pronóstico	Modelo
Mayor Drumond	Menor de 900	$P_{UFUM} = e^{(11,097 - 0,01432 \cdot UFUM_{TE})} \cdot (1 + e^{(11,097 - 0,01432 \cdot UFUM_{TE})})^{-1}$
Luján de Cuyo	900 a 1.200	$P_{UFUM} = e^{(28,356 - 0,02493 \cdot UFUM_{TE})} \cdot (1 + e^{(28,356 - 0,02493 \cdot UFUM_{TE})})^{-1}$
	Mayor de 1.200	$P_{UFUM} = e^{(20,634 - 0,01366 \cdot UFUM_{TE})} \cdot (1 + e^{(20,634 - 0,01366 \cdot UFUM_{TE})})^{-1}$
El Peral	Menor de 1.100	$P_{UFUM} = e^{(8,871 - 0,00808 \cdot UFUM_{TE})} \cdot (1 + e^{(8,871 - 0,00808 \cdot UFUM_{TE})})^{-1}$
Tupungato	Mayor de 1.200	$P_{UFUM} = e^{(23,03 - 0,0143 \cdot UFUM_{TE})} \cdot (1 + e^{(23,03 - 0,0143 \cdot UFUM_{TE})})^{-1}$

Tabla 3. Pruebas de bondad de ajuste de los modelos logísticos de P_{CUF}
Table 3. Goodness of Fit test of logistic regression models of each region

Localidad	Intervalo de clase de año según UF_{TE}	Análisis de la deviance		% deviance explicado	Prueba de bondad de ajuste $P\chi^2$	$P_{(Proporción de verosimilitud)}$
		Valor $P_{(modelo)}$	Valor $P_{(residuo)}$			
Mayor	Menor de 900	0	1	82,46	0,91	0.000
Drumond	900 a 1.200	0	1	90,45	0,98	0.000
Luján de Cuyo	Mayor de 1.200	0	1	79,40	0,89	0.000
El Peral	Menor de 1.100	0	1	84,82	0,78	0.000
Tupungato	Mayor de 1.200	0	1	78,38	0,99	0.000

la "Deviance" estimado en los modelos de ambas zonas es mayor que 0,1, indicando que el algoritmo establecido es el mejor posible para los datos analizados a un nivel de confianza mayor del 90%. El valor P_c^2 indica que la función logística de todos los modelos ajusta adecuadamente a un nivel de confianza mayor del 90%. El valor de la Probabilidad de la prueba de proporción de verosimilitud ($P_{\text{proporción de verosimilitud}}$) es menor de 0.01 en los todos los modelos, por lo que no puede ser simplificado con un nivel de confianza del 99%.

En las figuras 7, 8 y 9 se muestran las P_{UFUM} en los años con disponibilidad estimada menor de 900, entre 900 y 1.200 y mayores de 1.200 UFUM respectivamente del departamento Luján de Cuyo. En las figuras 10 y 11 se muestran las P_{UFUM} para los años con disponibilidad menor y mayor de 1.200 UFUM respectivamente en el departamento de Tupungato. Las figuras indican la P_{UFUM} que posee el año en curso de cumplir cierto umbral de oferta de frío cuando las UFUM_{TE} coinciden con un intervalo establecido. Cuando el departamento Luján de Cuyo posee una UFUM_{TE} mayor de 1.200 corres-

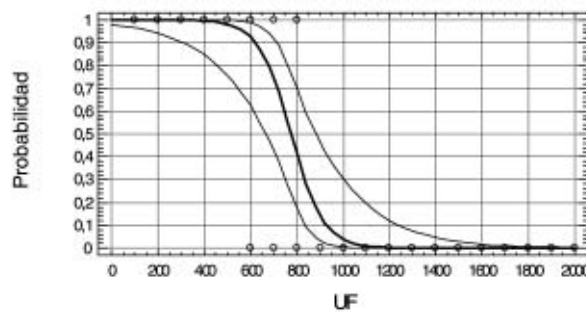


Figura 7. Modelo de estimación de la P_{UFUM} de alcanzar UFUM cuando la UFUM_{TE} es < de 900. Luján.
 Figure 7. Probability of estimation to attain a certain CU value when estimated CU is less than 900. Luján.

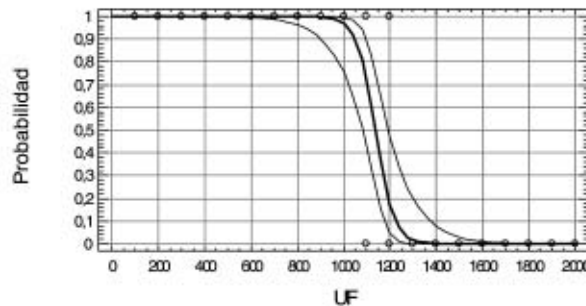


Figura 8. Modelo de estimación de la P_{UFUM} de alcanzar UFUM cuando la UFUM_{TE} está entre 900-1.200. Luján.
 Figure 8. Probability of estimation to attain certain CU value when estimated CU is between 900-1.200 CU. Luján.

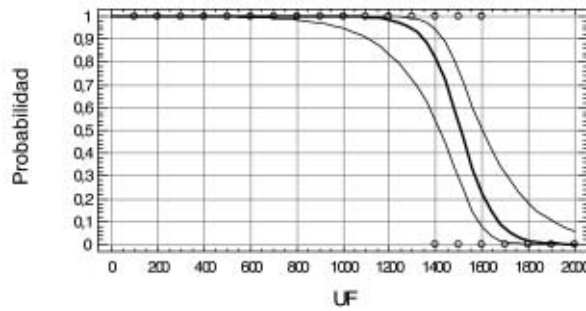


Figura 9. Modelo de estimación de la P_{UFUM} de alcanzar UFUM cuando la $UFUM_{TE}$ es $>$ de 1.200. Luján.
 Figure 9. Probability estimation to reach a certain CU value when estimated CU is more than 1.200. Luján.

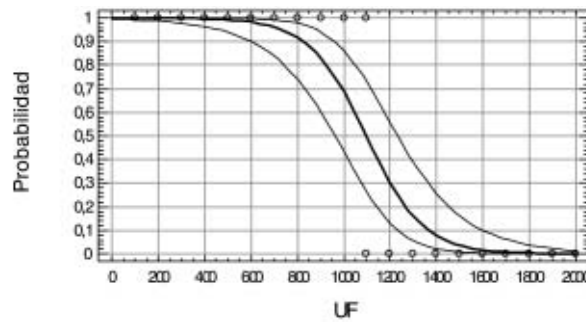


Figura 10. Modelo de estimación de la P_{UFUM} de alcanzar UFUM cuando la $UFUM_{TE}$ es $<$ de 1.100. Tupungato.
 Figure 10. Probability estimation to reach a certain CU value when estimated CU is less than 1.200. Tupungato.

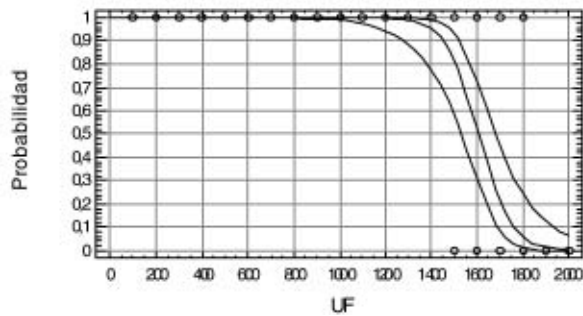


Figura 11. Modelo de estimación de la P_{UFUM} de alcanzar UFUM cuando la $UFUM_{TE}$ es $>$ de 1.200. Tupungato.
 Figure 11. Probability estimation to reach a certain CU value when estimated CU is more than 1.200 CU. Tupungato.

ponde analizar la curva de la figura 9. Ella indica que en tales condiciones la probabilidad de alcanzar 1.200 UFUM es de aproximadamente 98%, mientras que las 1.600 UFUM tienen el 25%. Tupungato cuando se estima una disponibilidad de frío mayor de 1.200 UFUM_{TE} las probabilidades de alcanzar una determinada cantidad de UFUM se estiman a través de la curva del figura 10. En tales condiciones, cuando las UFUM_{TE} son 1.200 y 1.600 se estima que la P_{UFUM} será del 100 y 50% respectivamente.

En la tabla 4 se muestra los porcentajes de las P_{UFUM} en función de la zona, de las UFUM_{TE} del año y del requerimiento de frío necesario para satisfacer la demanda de una determinada variedad. También se muestran los valores de los límites de predicción inferior y superior de la probabilidad, con un nivel de confianza del 95%. Se puede observar como, para un mismo valor de UFUM_{TE}, a medida que los requerimientos aumentan, la probabilidad de alcanzarlos disminuye. Se observa que para una misma demanda de frío las probabilidades se incrementan cuanto mayor sean las

UFUM_{TE}. El departamento Tupungato muestra que para valores iguales de UFUM_{TE}, las P_{UFUM} son mayores que las estimadas en Luján de Cuyo. Ello se debe a la mayor disponibilidad de UFUM que posee el primer departamento respecto del segundo.

El porcentaje de probabilidad que posee el año promedio (1.162 UFUM) del departamento de Luján de Cuyo de alcanzar las 900 UFUM es del 99% y para las 1.200 UFUM es del 26%. Mientras que las de Tupungato en un año promedio (1.445 UFUM) son del 100% y del 82% para 1.200 y 1.500 UFUM respectivamente.

Por lo tanto en el departamento de Luján de Cuyo, las variedades de bajas necesidades, menores de 900, como Rubí podrán ser cultivadas sin inconvenientes, las que requieren entre 900 a 1.200 como Celeste y Garnet tendrán mayores riesgos de experimentar daños por falta de frío. Mientras que en Tupungato las variedades medianamente exigentes serán cultivadas sin inconvenientes y las mayores de 1.400 como Bing o Early Burlat presentarán inconvenientes 2 de cada 10 años (Tersoglio et al., 2006).

Tabla 4. Porcentaje de P_{UFUM} según diferentes requerimientos con sus correspondientes límites superior e inferior de predicción (LI y LS) al 95% de confianza, según las UFUM_{TE}
 Table 4. Percentage of probability to fulfill different requirements with its predictions limits, 95% confidence, according to total CU estimated

Localidad	UF _{TE}	P _{CUF} según requerimiento de frío (%)											
		600			900			1.200			1.500		
		LI	media	LS	LI	media	LS	LI	media	LS	LI	media	LS
Mayor	Menor 900	62	92	99	3	14	46	0	0	12	0	0	3
Drumond	900 a 1.200	100	100	100	90	100	100	5	17	47	0	0	3
Luján de Cuyo	Mayor 1.200	100	100	100	97	100	100	84	99	100	29	53	76
El Peral	Menor 1.200	90	98	100	60	83	94	13	30	56	1	4	16
Tupungato	Mayor 1.200	100	100	100	99	100	100	94	100	100	59	82	94

Conclusión

El presente trabajo permite pronosticar la disponibilidad de frío que tendrá el cultivo del cerezo en el año en curso. Permite además estimar la probabilidad de cumplir el requerimiento de frío de una determinada variedad de cerezo en las condiciones de los departamentos de Luján de Cuyo y Tupungato.

Las UFUM_{TE} permiten pronosticar un eventual déficit de frío invernal. Tal propuesta posibilita, con una antelación que oscila entre 97 a 36 días a la fecha media de inicio floración, estimar la cantidad total de frío invernal que recibirá el cultivo. Sin embargo la amplitud de los límites de predicción indica que los modelos de pronóstico de UFUM_{TE} no son suficientemente precisos para fundamentar la toma de decisiones. Para ello el cálculo de la probabilidad que posee el año en curso de satisfacer un determinado requerimiento es la herramienta complementaria que permitirá tomar de decisiones asumiendo riesgos calculados.

La estimación de la P_{UFUM} le permitirá al productor seleccionar las variedades más adaptadas a cada región, evaluar los riesgos de experimentar daños por falta de frío y realizar eventuales medidas correctivas en función de las variedades que cultiva, de la zona y de las condiciones del presente invierno. Si bien la metodología propuesta y los resultados esperados deben ser convenientemente validados a través de los años, tal información representa un importante avance ya que permitirá mejorar el control de los problemas que ocasiona la falta de frío invernal en el cultivo del cerezo.

Bibliografía

- Anderson JL, Richardson EA, Kesner CD, 1986. Validation of chill unit and flower bud phenology models for Montmorency sour cherry. *Acta Hort.* 184: 71-78.
- Byrne DH, Bacon T, 2003. Chilling accumulation: its Importance and Estimation. <http://aggiehorticulture.tamu.edu/stonefruit/chillacc.htm>
- Couvillon G, 1995. Temperature and stress effects on rest in fruit trees: a review. *Acta Hort.* 395: 11-19.
- Díaz MP, Demetrio CG, 1998. Introducción a los Modelos Lineales Generalizados. Su aplicación en las ciencias biológicas. Editorial Screen. 105 p.
- Dirección de Contingencias Climáticas. 1998-2007. Archivos de temperaturas horarias de la Provincia de Mendoza. DCC. Gobierno de Mendoza. 2007.
- Erez A, 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. *Acta Horticulturae* 395: 81-95.
- 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. *HortScience*, 32(4) 623-629.
- Infostat, 2004. InfoStat, versión 2004. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- Jackson JE, Bepete M, 1995. The effect of hydrogen cyanamida (Dormex) on flowering and cropping of different apple cultivars under tropical conditions of sub-optimal winter chilling. *Scientia Horticulturae* 60: 293-304.
- Küden AB, Küden A, Kaska N, 1997. Cherry Growing in the subtropics. *Acta Horticulturae* 441: 71-74.
- Linville DE, 1990. Calculation chilling hours and chilling units from daily maximum and minimum temperature observations. *HortScience* 25, 14-16.
- Linsley-Noakes G, Louw M, Allan P, 1995. Estimating daily positive Utah chill units using daily minimum and maximum temperatures. *J. S. Afr. Soc. Hort. Sci.* 5 (1)

- Norvel DJ, Moore JN, 1982. An evaluation of chilling requirements models for estimating rest requirements of highbush blueberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(1): 54-56
- Ortiz A, 1990-2006. Boletín Agrometeorológico. Cátedra de Meteorología FCA UNCuyo
- Richardson E, 1975. Author Letter. *HortScience* 10(6), 561-562
- Richardson E, Seeley SD, Walter RD, 1974. A model for estimating the completion of rest for "Redhaven" and "Elberta" Peach Trees. *HortScience* vol 9(4).
- Seeley SD, 1996. Modeling climatic regulation of bud dormancy. P 361-376. En: G.L.LANG (ed.) *Plant dormancy: Physiology, biochemistry, and molecular biology*. CAB Intl. Wallingford, Oxon, U.K.
- Seif S, Gruppe W, 1985. Chilling requirements of sweet cherries (*Prunus avium*) and interspecific cherry hybrids. *Acta Horticulturae* 169: 289-294.
- Tersoglio E, Naranjo G, Rivero L, Quiroga M, 2006. Requerimientos de frío invernal y de calor en variedades de cerezos. *ITEA* 102 (3), 251-259.
- Tersoglio E, Naranjo G, 2007. Características del frío invernal de las zonas productoras de cerezas de la provincia de Mendoza, Argentina. Parte I. En prensa.
- UC Fruit & Nut Research Information Center . 2006. About Chilling Units, Hours, and Portions University of California Disponible: <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/weather/aboutchilling.shtml> [Consulta junio 2007].
- Walser RH, Walker DR, Seeley D, 1981. Effect of temperature, fall defoliation and gibberelic acid on the rest period of peach leaf bud. *J. Amer. Hort. Sci.* 106(1): 91-94.
- (Aceptado para publicación el 27 de septiembre de 2007)

Evaluación morfológica, de pungencia y contenido en sólidos solubles de la cebolla 'Fuentes de Ebro'

C. Mallor*, A. Llamazares**, M. Gutiérrez***, P. Bruna***, F. Mallor****, M.S. Arnedo-Andrés*, J.M. Álvarez*

* Unidad de Tecnología en Producción Vegetal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA-DGA). Apdo. 727. 50080 Zaragoza

** Centro de Transferencia Agroalimentaria. Bº Movera, s/n. 50071 Zaragoza

*** Centro de Transferencia Agroalimentaria. Avda. Montañana, 930. 50059 Zaragoza

**** Universidad Pública de Navarra (UPNA). Campus de Arrosadía. 31006 Pamplona

Resumen

La Cebolla Fuentes de Ebro es una variedad autóctona aragonesa muy valorada que se caracteriza principalmente por su succulencia y escaso picor. Sin embargo, para su adaptación a los estándares de la demanda actual, requiere que se mejore su uniformidad en tamaño y nivel de picor, así como su capacidad de conservación. Para evaluar el estado actual de la problemática de esta variedad se ha caracterizado material vegetal representativo de la variabilidad existente en la zona tradicional de cultivo. Se han evaluado caracteres morfológicos (peso, altura y diámetro), se ha cuantificado el ácido pirúvico producido enzimáticamente, por su relación con el picor o pungencia, y se ha determinado el contenido en sólidos solubles, expresado en °Brix, por su relación con la conservación. La variabilidad observada entre los diferentes parámetros evaluados sugiere acometer con esta variedad un programa de mejora. Así mismo, se pone de manifiesto la existencia de un material vegetal idóneo para el inicio del mismo, siendo el método de selección masal el que parece más adecuado.

Palabras clave: *Allium cepa* L., picor, ácido pirúvico, °Brix, mejora genética.

Summary

Evaluation of morphology, pungency and soluble solid content of the onion 'Fuentes de Ebro'

The onion 'Fuentes de Ebro' is a very important autochthonous variety from the Aragon region characterized by its succulence and low pungency. However, for its adjustment to the actual market demand, it needs to improve the size and pungency uniformity, as well as its conservation capacity. To assess the actual problem with this variety we have characterized vegetal material from the traditional production area. We have evaluated morphological characters (weight, high and diameter), we have estimated the pyruvic acid enzymatically produced, due to the relation to pungency, and we have determined the soluble solid content in °Brix because of the relation to the conservation capacity. The variability among the different parameters evaluated suggests the necessity to carry out a breeding program with this variety. In fact, we have identified vegetal material suitable to start this breeding. The mass selection seems to be the more adequate method.

Key words: *Allium cepa* L., pungency, pyruvic acid, °Brix, breeding program.

Introducción

Cada año se cultivan en Aragón unas 700 ha de cebolla. Una parte importante de esta superficie (150 hectáreas) está dedicada a la variedad autóctona aragonesa Cebolla Fuentes de Ebro (CFE), cuya zona de producción se extiende entre los ríos Ginel y Ebro y corresponde a los términos municipales de la provincia de Zaragoza: Fuentes de Ebro, Mediana de Aragón, Pina de Ebro, Osera de Ebro, Villafranca de Ebro y Quinto. La CFE es un referente entre las hortalizas de la zona por sus especiales características. Tiene el cuello grueso, forma globosa redondeada por la raíz y ligeramente alargada hacia el tallo, coloración externa blanco-paja y las túnicas interiores blancas y esponjosas. Pero lo que caracteriza principalmente a la CFE es su escaso picor; se dice de ella popularmente que 'no pica y tiene un sabor ligeramente dulzón'. El consumidor también valora muy positivamente su succulencia y sabor, que no deja retrogusto desagradable en la boca. Estos aspectos marcan la diferencia con el resto de las variedades de cebolla y por ello se consume principalmente en fresco.

Este producto autóctono cuenta desde 1997 con la C de Calidad Alimentaria, distinción que el Gobierno de Aragón otorga a los productos agroalimentarios por su reconocida calidad y reputación, y actualmente busca ser reconocido como Denominación de Origen Protegida.

La CFE es una denominación varietal tradicional de prestigio que es preciso depurar, dado que para su adaptación a los estándares de la demanda actual requiere que se mejore su uniformidad, principalmente en lo referente a tamaño y nivel de picor, manteniendo el resto de sus características históricas. Otro inconveniente que presenta esta variedad es su escasa aptitud para la conservación, que hace que se trate de un producto de consumo estacional.

En este trabajo y con el objeto de evaluar el estado actual de la problemática de esta variedad y sus posibles soluciones a través de la mejora genética, se ha caracterizado material vegetal de la Cebolla Fuentes de Ebro, con diferentes orígenes, representativo de la variabilidad existente en la zona tradicional de cultivo.

Para ello se han realizado determinaciones morfológicas de los bulbos y se ha cuantificado su pungencia y su contenido en sólidos solubles. La pungencia o picor es una característica muy importante en la CFE porque es una de las cualidades que más se valoran en esta variedad. Por otro lado, el contenido en sólidos solubles está relacionado con la conservación. A mayor contenido en sólidos solubles, mayor porcentaje en materia seca y por tanto mejor aptitud para la conservación tiene la cebolla.

Materiales y métodos

Material vegetal

Se han evaluado 15 ecotipos de la CFE; cada uno es una selección realizada por un agricultor de la zona tradicional de cultivo. El material vegetal se cultivó en dos parcelas de ensayo ubicadas en el Término Municipal de Fuentes de Ebro.

Las prácticas culturales aplicadas fueron las características de la zona para este cultivo. Se realizó siembra directa y el cultivo precedente fue trigo en ambas parcelas. El riego de la parcela 1 se realizó inicialmente por aspersión (2 riegos), y el resto a manta (10 riegos). El suelo de esta parcela es de textura franco-limosa de tipo medio, es un suelo salino y su superficie es de 2.400 m². Se aplicó un abonado en semenera de 56 U.F./ha de N, 105 U.F./ha de P₂O₅ y 105 U.F./ha de K₂O, en cobertera se aplicaron dos abona-

dos, el primero de 94 U.F. de N y el segundo de 32,5 U.F. de N y 115 de K_2O .

En la parcela 2 todos los riegos se realizaron a manta (10 riegos). El suelo de esta parcela es de textura franco-arcillo-limosa de tipo fino (suelo pesado), se trata de un suelo salino y su superficie es de 2.000 m². Se aplicó un abonado en semenera de 48 U.F./ha de N, 90 U.F./ha de P_2O_5 y 90 U.F./ha de K_2O , en cobertera se aplicaron dos abonados, el primero de 81 U.F. de N y el segundo de 39 U.F. de N y 138 de K_2O .

En ambas parcelas la siembra se realizó en febrero de 2006 y la recolección de los bulbos en agosto del mismo año.

Para las determinaciones que a continuación se detallan se analizaron 24 bulbos por cada ecotipo y parcela.

Determinaciones morfológicas

Para cada bulbo se determinó el peso, la altura, el diámetro máximo y el diámetro del cuello.

Cuantificación de la pungencia

La evaluación de la pungencia se realizó mediante la cuantificación del ácido pirúvico producido enzimáticamente tras la rotura celular, según el método descrito por Schwimmer y Weston (1961) y modificado posteriormente por Boyhan et al. (1999).

Para la extracción de las muestras se obtuvo el jugo de la cebolla mediante el prensado de una rodaja de un grosor aproximado de 5 mm procedente de su parte ecuatorial. El jugo obtenido se centrifugó, separando así la fase semisólida. Las muestras se prepararon diluyendo 100 μ l del jugo en 4 ml de agua destilada. 30 μ l de esa disolución se añadieron a una placa de microtitración junto con 50 μ l de 2,4 dinitrofenilhidracina

(0,0125%) en HCl 2N y se incubó la placa durante 10 minutos a 37°C. Transcurrido este tiempo, se añadieron 150 μ l de NaOH 0,6 N, produciéndose la reacción colorimétrica. La absorbancia se midió en un espectofotómetro (Multiskan® EX, Thermo Electron Corporation) a 420 nm. Los datos obtenidos se compararon con una recta de calibrado realizada previamente con piruvato sódico, calculando así la concentración equivalente en el jugo de cebolla.

Contenido en sólidos solubles

Para cada bulbo se determinó, mediante un refractómetro (Euromex RF532), la medida en °Brix, que constituye una evaluación indirecta del contenido en sólidos solubles.

Evaluación de los resultados

Para tratamiento estadístico de los datos obtenidos, correlaciones, análisis de la varianza y separación de medias, se utilizaron los paquetes estadísticos SPSS versión 13 y Minitab 14.

Resultados

Comportamiento de los ecotipos según la parcela de ensayo

Para el estudio del comportamiento de los ecotipos según la parcela de ensayo se han tenido en cuenta tres parámetros de gran interés desde el punto de vista comercial y de la mejora: el peso de los bulbos, el nivel de picor o pungencia y el contenido en sólidos solubles. Los resultados obtenidos para cada uno de estos parámetros y ecotipo, según la parcela de cultivo, se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1. Comparación de peso (g), sólidos solubles (°Brix) y pungencia (μ moles ácido pirúvico / g tejido) de cada ecotipo según la parcela de cultivo.

Table 1. Weight (g), soluble solid content (°Brix) and pungency (μ moles pyruvic acid / g fresh tissue) comparison of each ecotype and plot.

Ecotipo	Variable	Parcela	Media	Desv. Est.	Valor P	
1	Peso	1	243,2	46,1	0,014	*
		2	277,4	46,7		
	Sólidos solubles	1	6,979	0,580	0,520	NS
		2	6,854	0,744		
	Pungencia	1	5,84	1,40	0,820	NS
		2	5,93	1,39		
2	Peso	1	239,0	43,6	0,036	*
		2	278,1	76,7		
	Sólidos solubles	1	7,19	1,07	0,018	*
		2	6,475	0,931		
	Pungencia	1	5,91	1,28	0,415	NS
		2	5,60	1,38		
3	Peso	1	220,1	51,3	0,209	NS
		2	246,0	84,9		
	Sólidos solubles	1	7,188	0,719	0,005	**
		2	6,458	0,955		
	Pungencia	1	6,04	1,24	0,913	NS
		2	6,00	1,13		
4	Peso	1	238,1	48,9	0,183	NS
		2	257,4	49,9		
	Sólidos solubles	1	7,125	0,663	0,046	*
		2	6,729	0,675		
	Pungencia	1	6,23	1,69	0,924	NS
		2	6,18	1,62		
5	Peso	1	221,4	44,6	0,000	***
		2	304,0	75,6		
	Sólidos solubles	1	7,042	0,765	0,033	*
		2	6,542	0,806		
	Pungencia	1	5,29	1,35	0,208	NS
		2	5,73	1,02		
6	Peso	1	222,4	47,5	0,931	NS
		2	220,5	91,2		
	Sólidos solubles	1	7,521	0,759	0,484	NS
		2	7,350	0,912		
	Pungencia	1	6,03	1,33	0,448	NS
		2	6,33	1,35		
7	Peso	1	221,5	56,0	0,222	NS
		2	199,5	68,3		
	Sólidos solubles	1	7,542	0,569	0,034	*
		2	7,125	0,741		
	Pungencia	1	6,17	1,35	0,374	NS
		2	5,82	1,31		

Tabla 1. (Continuación)

Ecotipo	Variable	Parcela	Media	Desv. Est.	Valor P	
8	Peso	1	286	138	0,456	NS
		2	309,2	87,1		
	Sólidos solubles	1	7,271	0,571	0,138	NS
		2	6,938	0,913		
	Pungencia	1	5,81	0,870	0,430	NS
		2	5,58	1,08		
9	Peso	1	279,4	74,4	0,508	NS
		2	292,5	56,8		
	Sólidos solubles	1	7,042	0,859	0,069	NS
		2	6,583	0,843		
	Pungencia	1	6,22	0,903	0,077	NS
		2	5,70	1,06		
10	Peso	1	258,3	50,5	0,067	NS
		2	287,7	58,0		
	Sólidos solubles	1	7,571	0,570	0,001	***
		2	6,708	0,988		
	Pungencia	1	6,58	1,46	0,072	NS
		2	5,95	0,824		
11	Peso	1	219,4	43,6	0,000	***
		2	283,2	59,3		
	Sólidos solubles	1	7,104	0,737	0,208	NS
		2	6,833	0,732		
	Pungencia	1	5,58	0,951	0,452	NS
		2	5,34	1,24		
12	Peso	1	185,6	52,7	0,061	NS
		2	216,7	59,1		
	Sólidos solubles	1	7,542	0,588	0,722	NS
		2	7,458	0,977		
	Pungencia	1	7,11	1,16	0,003	**
		2	6,11	1,06		
13	Peso	1	180,8	37,3	0,307	NS
		2	199,9	56,7		
	Sólidos solubles	1	7,333	0,545	1,000	NS
		2	7,333	0,913		
	Pungencia	1	6,86	1,16	0,686	NS
		2	6,67	1,39		
14	Peso	1	195,1	29,6	0,000	***
		2	295,2	48,0		
	Sólidos solubles	1	7,167	0,637	0,000	***
		2	6,479	0,580		
	Pungencia	1	5,96	1,28	0,096	NS
		2	5,33	1,27		
15	Peso	1	192,3	43,1	0,000	***
		2	265,8	50,3		
	Sólidos solubles	1	7,271	0,625	0,421	NS
		2	7,125	0,433		
	Pungencia	1	5,78	1,22	0,914	NS
		2	5,83	1,62		

Respecto al peso de los bulbos, se ha obtenido que para seis de los quince ecotipos evaluados, los bulbos de la parcela dos pesaron significativamente más que los de la parcela uno (ecotipos 1, 2, 5, 11, 14 y 15), mientras que para el resto de los ecotipos el peso no dependió de la parcela de cultivo.

Para °Brix se obtuvieron valores significativamente superiores en la parcela uno en siete de los quince ecotipos (2, 3, 4, 5, 7, 10 y 14), siendo los contenidos similares en ambas parcelas para el resto de los ecotipos.

Respecto a la pungencia, sólo en el caso del ecotipo 12 se han obtenido resultados significativamente distintos siendo superiores los de la parcela uno.

Según estos resultados, parece existir una tendencia para obtener bulbos de mayor peso y menor contenido en sólidos solubles en la parcela dos, siendo, en general, el efecto de la parcela no significativa para la pungencia.

Relación entre los parámetros evaluados

Con el fin de determinar la relación existente entre los parámetros evaluados se calculó

la matriz de correlaciones entre los mismos como se detalla en la tabla 2.

El peso de los bulbos se correlaciona positivamente con su altura (correlación de Pearson = 0,663), su diámetro máximo (correlación de Pearson = 0,867), y de forma menos intensa con el diámetro del cuello del bulbo (correlación de Pearson = 0,336). Efectivamente, las cebollas de mayor peso son aquellas que tienen mayores dimensiones del bulbo. De forma similar se correlacionan positivamente la altura del bulbo con los diámetros de bulbo y cuello, y el diámetro del bulbo con el del cuello.

Se ha obtenido una correlación negativa y significativa entre el peso de los bulbos y su pungencia (figura 1), siendo el valor de la correlación de Pearson de -0,203, lo que significa que, en general se observa una tendencia de que los bulbos de mayor peso presenten un menor picor, aunque la relación no resulta muy intensa. También se observa una correlación negativa entre el peso y el valor en °Brix (correlación de Pearson = -0,241). De nuevo esta correlación no es muy importante, pero determina una cierta tendencia a que los bulbos de menor peso tengan un mayor °Brix.

Tabla 2. Matriz de correlaciones entre los diferentes parámetros evaluados en la Cebolla Fuentes de Ebro. En cada celda se especifica la correlación de Pearson (en la parte superior) y el valor-P (en la parte inferior)

Table 2. Correlations coefficients among the evaluated parameters for the onion Fuentes de Ebro. Each cell indicates the Pearson correlation and the P-value

	Peso	Altura	∅ bulbo	∅ cuello	Sólidos solubles
Altura	0,663 0,000				
∅ bulbo	0,867 0,000	0,504 0,000			
∅ cuello	0,336 0,000	0,452 0,000	0,267 0,000		
Sólidos solubles	-0,241 0,000	-0,096 0,011	-0,212 0,000	0,068 0,073	
Pungencia	-0,203 0,000	-0,052 0,174	-0,228 0,000	-0,011 0,768	0,305 0,000

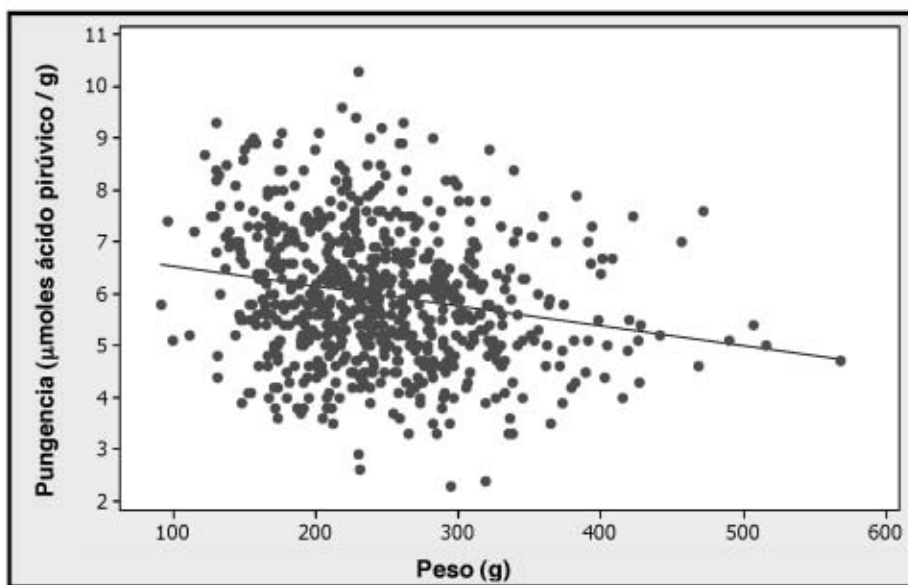


Figura 1. Relación entre la pungencia y el peso de los bulbos.
 Figure 1. Relationship between pungency and weight of the bulbs.

Los °Brix se correlacionan positivamente con la pungencia (correlación de Pearson = 0,305), de modo que los bulbos con más °Brix tienden a ser más pungentes (figura 2).

Caracterización de los ecotipos según su pungencia

El análisis de la varianza (tabla 3) revela la existencia de diferencias significativas entre los ecotipos según su pungencia.

La separación de medias muestra la existencia de tres grupos (figura 3). Si excluyéramos los ecotipos 12 y 13 no habría diferencias significativas entre las medias de los restantes 13 ecotipos. La inclusión de los ecotipos 12 y 13 genera la existencia de dos nuevos subconjuntos homogéneos, uno que incluye el 12 y otro el 13. Por ello, los únicos ecotipos con un nivel de pungencia significativamente diferente son el 12 y el 13.

Caracterización de los ecotipos según su peso

El análisis ANOVA que se muestra en la tabla 4 revela que existen diferencias significativas entre los ecotipos según su peso, una vez eliminado el efecto de la parcela. La separación de medias muestra la existencia de seis grupos según se muestra en la figura 4. De nuevo los ecotipos 12 y 13 destacan por tener los bulbos de menor peso. Según el análisis de Tukey (figura 4), los ecotipos 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11 y 14 forman un grupo homogéneo que se caracteriza por tener los bulbos de mayor tamaño que el resto.

Caracterización de los ecotipos según su contenido en sólidos solubles

El análisis ANOVA que se muestra en la tabla 5 revela que existen diferencias significativas entre los ecotipos según su contenido en sólidos solubles, una vez eliminado el efecto de la parcela. La separación de

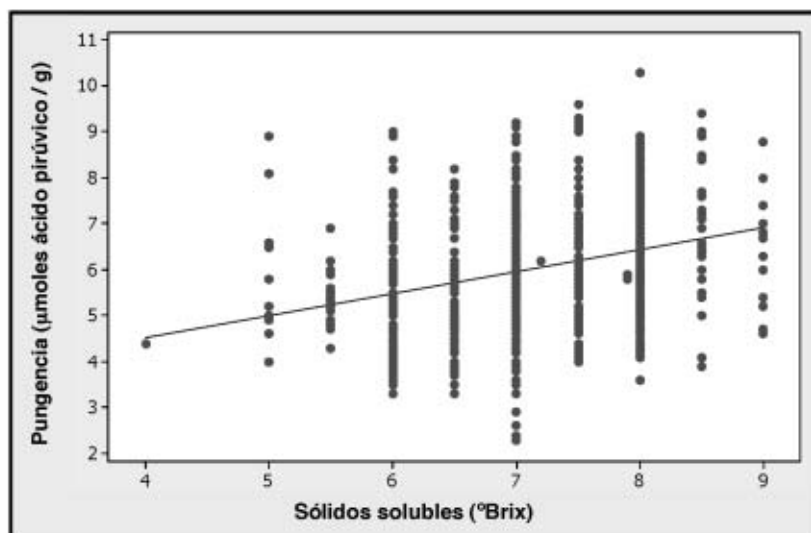


Figura 2. Relación entre la pungencia y el contenido en sólidos solubles.
 Figure 2. Relationship between pungency and soluble solid content.

Tabla 3. Análisis ANOVA de la pungencia según ecotipos
 Table 3. ANOVA analysis of pungency

	Suma de cuadrados	g.l.	Media cuadrática	F	Significación
Inter-grupos	87,438	14	6,246	3,931	,000
Intra-grupos	1080,376	680	1,589		
Total	1167,814	694			

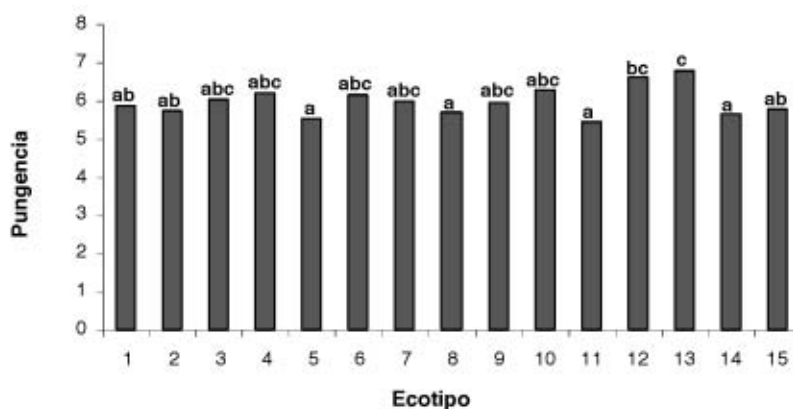


Figura 3. Pungencia, expresada en μ moles ácido pirúvico / g tejido fresco, de los 15 ecotipos de cebolla y grupo al que pertenecen, según la separación de medias, denominados a, b y c.
 Figure 3. Pungency (μ moles pyruvic acid / g fresh tissue) of the 15 onion ecotypes and their corresponding group according to their mean, named as a, b and c.

Tabla 4. Análisis ANOVA del peso con factores ecotipo y parcela
 Table 4. ANOVA analysis of weight

Fuente	Suma de cuadrados	g.l.	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	964057,751	29	33243,371	9,645	,000
Intersección	40019383,596	1	40019383,596	11610,782	,000
Ecotipo	517558,714	14	36968,480	10,726	,000
Parcela	231234,238	1	231234,238	67,088	,000
Ecotipo * Parcela	169839,334	14	12131,381	3,520	,000
Error	2292084,226	665	3446,743		
Total	44635614,000	695			
Total corregida	3256141,977	694			

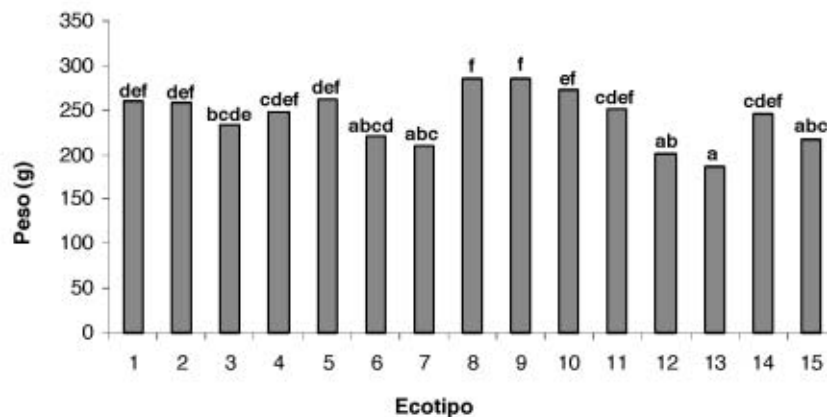


Figura 4. Peso medio de los ecotipos de cebolla y grupo al que pertenecen, según la separación de medias, denominados a, b, c, d, e y f.

Figure 4. Weight (g) of the 15 onion ecotypes and their corresponding group according to their mean, named as a, b, c, d, e, and f.

Tabla 5. Análisis ANOVA del contenido en sólidos solubles con factores ecotipo y parcela
 Table 5. ANOVA analysis of soluble solid content

Fuente	Suma de cuadrados	g.l.	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	79,842	29	2,753	4,697	,000
Intersección	33626,316	1	33626,316	57363,269	,000
Ecotipo	39,573	14	2,827	4,822	,000
Parcela	26,103	1	26,103	44,528	,000
Ecotipo * Parcela	10,956	14	,783	1,335	,181
Error	389,823	665	,586		
Total	35079,910	695			
Total corregida	469,665	694			

medias muestra la existencia de tres grupos según se muestra en la figura 5.

Discusión

Los resultados sobre la tipificación de material vegetal de la CFE, según el peso, nivel de pungencia y contenido en sólidos solubles

de los bulbos, revelan una elevada variabilidad entre los valores obtenidos para todos los caracteres evaluados. Esta variabilidad ya había sido constatada en trabajos anteriores realizados con ecotipos de CFE procedentes de las Comarcas de Zaragoza y Ribera Baja del Ebro (Llamazares et al., 2002; Llamazares y Pérez, 2003). Ambos trabajos sugieren además la necesidad de acometer un programa de mejora con esta variedad.

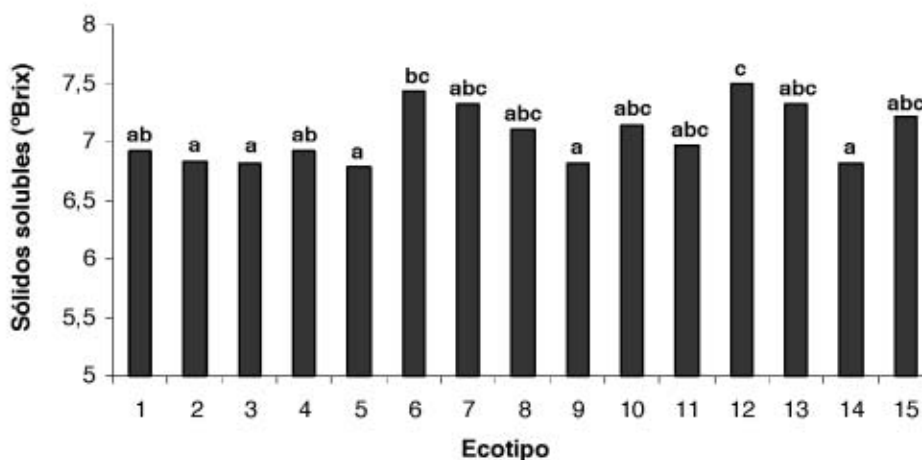


Figura 5. Contenido en sólidos solubles, expresados en °Brix, de los ecotipos de cebolla y grupo al que pertenecen, según la separación de medias, denominados a, b y c.

Figure 5. Soluble solid content, in °Brix, of the 15 onion ecotypes and their corresponding group according to their mean, named as a, b and c.

La variabilidad es la 'materia prima' con la que se desarrolla la mejora genética. En el caso de la CFE se parte de un material vegetal tradicional de prestigio pero que es preciso uniformizar. De este modo, se obtendría un producto que siguiese los estándares de la demanda actual, principalmente en lo referente a uniformidad de tamaño y nivel de pungencia, pero que mantuviera sus características históricas. Además dada la escasa aptitud para la conservación de esta variedad también sería interesante mejorar este carácter en la medida de lo posible.

La evaluación de la **pungencia o picor** se ha realizado mediante la cuantificación del ácido pirúvico, que sin ser responsable del picor, es un buen indicativo del mismo. El método del ácido pirúvico producido enzimáticamente, se ha aplicado con éxito en muestreos de campo para la evaluación de la pungencia en cebolla (Randle et al., 1998) y debido a su robustez, sencillez y rapidez, se puede utilizar de forma rutinaria en controles de calidad.

A pesar de que la variabilidad de la pungencia ha sido importante dentro de cada ecoti-

po, sólo se detectaron diferencias significativas con los ecotipos 12 y 13. Estos ecotipos se deberían eliminar del programa de selección por tener una pungencia elevada. Por otro lado, la variabilidad existente entre los valores obtenidos para cada ecotipo justifica llevar a cabo un programa de selección para este carácter con el fin de seleccionar las cebollas que presenten un menor nivel de picor dentro de los mejores ecotipos.

Según el reglamento de certificación de cebollas aplicado en Estados Unidos en la variedad *Vidalia* (*Vidalia Sweet Onion*), para que los bulbos se consideren poco picantes o suaves no deben de superar el límite de 5,5 micromoles de ácido pirúvico / gramo de tejido fresco. Los datos obtenidos en este trabajo muestran la existencia de bulbos que superan estos valores. Sin embargo, existen cebollas con unos niveles muy bajos de pungencia que podrían constituir un material vegetal idóneo para su utilización como material base en un futuro programa de mejora, una vez evaluados el resto de los caracteres de interés.

El **peso** promedio de los bulbos ha sido de 244,5 g Este parámetro también ha mostrado una elevada variabilidad. Se han podido establecer diferencias significativas por ecotipos. Según el análisis estadístico, los ecotipos 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11 y 14 forman un grupo homogéneo que se caracteriza por tener los bulbos de mayor tamaño que el resto y por tanto los que más interesarían para la selección. De nuevo, los ecotipos 12 y 13 destacan por pertenecer al grupo de los bulbos de menor peso.

Los hidratos de carbono no estructurales solubles en agua (NSWC, *nonstructural water-soluble carbohydrates*) contribuyen al dulzor en las cebollas. Son el componente principal del bulbo, variando del 41 al 88% del total de la materia seca. Los principales NSWC son la sacarosa, fructosa, glucosa y

fructanos. La glucosa, fructosa y sacarosa son las que aportan el dulzor de las cebollas ya que los fructanos no son dulces, sin embargo, se degradan en los mencionados azúcares durante los procesos metabólicos, por lo que el sabor de las cebollas puede cambiar durante el almacenamiento (Pozzo-Ardizzi et al., 2005). Los NWSC se correlacionan positivamente con el contenido en **sólidos solubles** ($R = 0,96$) (Randle, 1992). A mayor contenido en sólidos solubles mayor porcentaje de materia seca y por tanto mejor aptitud para la conservación tiene la cebolla. Así pues, dado que el contenido en sólidos solubles está directamente relacionado con la aptitud para la conservación de los bulbos y también con su contenido en azúcares, desde el punto de vista de la mejora, interesan los bulbos con mayor contenido en sólidos solubles. La valoración de este parámetro ha mostrado un escaso margen de variación, entre 6,8 y 7,5 °Brix. Estos valores indican que se trata de una cebolla típica para el mercado fresco, de escasa aptitud para la conservación, por ello la Cebolla Fuentes de Ebro es un producto estacional que sólo está disponible en el mercado unos determinados meses al año. Las cebollas de larga conservación suelen tener un contenido en sólidos solubles entre 15 y 25 °Brix (Voss, 2005). Si tuviésemos que seleccionar exclusivamente en función de este parámetro se optaría por los ecotipos pertenecientes al grupo homogéneo de mayor contenido, que se corresponden con los ecotipos: 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13 y 15.

Teniendo en cuenta el peso, la pungencia y el contenido en sólidos solubles, entre los 15 ecotipos evaluados se podrían seleccionar en principio los ecotipos 8, 10 y 11. Sin embargo, dada la influencia del ambiente y las prácticas culturales en la estimación de estos parámetros, convendría repetir este ensayo durante al menos una campaña más,

para tratar de eliminar así en cierta medida el efecto del ambiente.

De los resultados obtenidos en este trabajo, así como de las características propias del cultivo y los antecedentes de esta variedad, un programa de selección masal parece el más adecuado para iniciar la mejora con esta variedad de cebolla.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección General de Fomento Agroalimentario del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón la financiación aportada para la realización de este trabajo y a la asociación ACEFUENTES su interés y colaboración en la realización del mismo.

Bibliografía

Boyhan GE, Schmidt NE, Woods FM, Himelrick DG, Randle WM, 1999. Adaptation of a spectrophotometric assay for pungency in onion to a microplate reader. *J. Food Qual.* 22: 225-233.

Carravedo M, Mallor C, 2007. Variedades autóctonas de cebollas españolas. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria – Gobierno de Aragón. 382 pp.

Llamazares A, Pérez LP, Páramo J, 2002. Parámetros que caracterizan a la cebolla (I). *Informaciones Técnicas, Dirección General de Tecnología Agraria, Gobierno de Aragón.* Núm. 110, 15 pp.

Llamazares A, Pérez LP, 2003. Parámetros que caracterizan a la cebolla (II). *Informaciones Técnicas, Dirección General de Tecnología Agraria, Gobierno de Aragón.* Núm. 127, 11 pp.

Pozzo-Ardizzi MC, Abrameto M, Pellejero G, Aschkar G, Gil MI, Van Konijnenburg A, 2005. Efecto del periodo de conservación sobre algunas propiedades nutraceuticas y organolépticas en los bulbos de cultivares nacionales de cebollas (*Allium cepa* L.) en el valle inferior de Río Negro. *R.I.A.*, 34 (3): 115-130.

Randle WM, 1992. Sampling procedures to estimate flavor potential in onion. *HortScience* 27: 1116-1117.

Randle WM, Kopsell DA, Kopsell DE, Snyder RL, Torrance R, 1998. Field sampling short-day onions for bulb pungency. *HortTechnology* 8: 329-332.

Schwimmer S, Weston, WJ, 1961. Enzymatic development of pyruvic acid as a measure of pungency. *J. Agr. Food Chem.* 9: 301-304.

Voss RE, 2005. La producción de cebolla para deshidratado en California. Centro de Información e investigación de Hortalizas. Serie de Producción de Hortalizas. 4pp.

(Aceptado para publicación el 12 de julio de 2007)



ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL
PARA EL DESARROLLO AGRARIO

ITEA

INFORMACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA AGRARIA

CONCESIÓN DEL PREMIO PRENSA AGRARIA 2006 DE AIDA

Presidente

Leonardo Plana Claver

Vocales

José Luis Arrúe Ugarte

Secretario

Juan A. Marín Velázquez

Reunido el Jurado del Premio 2006 de Prensa Agraria de AIDA formado por D. Leonardo Plana Claver, Presidente de AIDA, D. José Luis Arrúe Ugarte, Director de la Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), D. José González Bonillo, Director del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA) que disculpa su asistencia y D. Dunixi Gaviña Iturriaga, en representación del Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ) que disculpa asimismo su asistencia, y actuando como secretario D. Juan A. Marín Velázquez, Director de ITEA, tal como establecen las bases de la convocatoria aprobadas en la Asamblea General de la Asociación celebrada en mayo de 1983, acordó premiar entre los artículos publicados en ITEA durante el año 2006 a los siguientes:

Serie Producción Vegetal: "Adaptación del tulipán a zonas de inviernos templados de Argentina", siendo sus autores N. FRANCESCANGELI, P. FRANGI, R. FERNÁNDEZ.

Serie Producción Animal: "Producción de leche y crecimiento de los cordeiros de ovejas de raza 'Churra-Tensina' explotadas en primavera bajo dos condiciones de manejo", siendo sus autores: M. JOY, R. REVILLA, S. GRACIA, R. DELFA.

Zaragoza 2 de Mayo de 2007

EL PRESIDENTE DE AIDA
Leonardo Plana Claver

**PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2007
DE LA
ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL
PARA EL DESARROLLO AGRARIO**

La Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) acordó en Asamblea General celebrada en mayo de 1983, instaurar un premio anual de Prensa Agraria, con el objetivo de hacer destacar aquel artículo de los publicados en ITEA que reúna las mejores características técnicas, científicas y de valor divulgativo, y que refleje a juicio del jurado, el espíritu fundacional de AIDA de hacer de transmisor de conocimientos hacia el profesional, técnico o empresario agrario. Se concederá un premio y un accésit, pudiendo quedar desierto.

Los premios se regirán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podrán concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder a los premios serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2007. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
 - a) Presidente de AIDA, que presidirá el jurado.
 - b) Director de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
 - c) Director Gerente del CITA (Diputación General de Aragón).
 - d) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
 - e) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
4. Los premios serán anuales y con una dotación económica.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizará con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.



CIHEAM

CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2006-07-08

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	2 Oct. 06/8 Jun. 07	Zaragoza	IAMZ/UdL
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	24 Sep. 07/ 31 Mayo 08	Córdoba	UCO/JA/CSIC/COI/ INIA/IAMZ
	MÉTODOS ESTADÍSTICOS EN GENÓMICA DE PLANTAS	18-29 Feb. 08	Zaragoza	IAMZ
	TENDENCIAS ACTUALES EN AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	31 Mar./4 Abr. 08	Zaragoza	IAMZ/ICARDA/FERT
	CULTIVOS ENERGÉTICOS SOSTENIBLES EN EL MEDITERRÁNEO	5-9 Mayo 08	Zaragoza	IAMZ
PRODUCCIÓN ANIMAL	PRODUCCIÓN CAPRINA	6-17 Nov. 06	Murcia	IAMZ/CAA-CARM
	TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS CÁRNICOS: SISTEMAS Y TÉCNICAS	11-15 Dic. 06	Zaragoza	IAMZ
	PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN CLIMAS CÁLIDOS	5-10 Feb. 07	Zaragoza	IAMZ
	BIENESTAR ANIMAL EN LA PRODUCCIÓN GANADERA	12-16 Mar. 07	Zaragoza	IAMZ
	CALIDAD DE LA CARNE Y DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN RUMIANTES	16-20 Abr. 07	Zaragoza	IAMZ
	NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE OVINO DE LECHE	14-19 Mayo 07	Vitoria	IAMZ/Neiker
	*NUTRICIÓN ANIMAL	1 Oct. 07/6 Jun. 08	Zaragoza	IAMZ/UZ/FEDNA
	*MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN	1 Oct. 07/6 Jun. 08	Barcelona/ Valencia	UPV/UAB/IVIA/INIA/ IAMZ

(*) **Cursos de Especialización de Postgrado** del correspondiente Programa Master of Science (*marcados con asterisco en el listado). Se desarrollan cada dos años:

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 06-07; 08-09; 10-11
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 07-08; 09-10; 11-12
- NUTRICIÓN ANIMAL: 07-08; 09-10; 11-12
- MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN: 07-08; 09-10; 11-12
- PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 06-07; 08-09; 10-11
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 07-08; 09-10; 11-12
- ACUICULTURA: 06-07; 08-09; 10-11
- ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA: 06-07; 08-09; 10-11

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización de posgrado. No obstante se estructuran en secciones independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. Los participantes que cumplan los requisitos académicos pueden optar a la realización del 2º año para la obtención del Título Master of Science. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y elaiotecnica finaliza el 15 de Abril 2007. El plazo de inscripción para los cursos de Nutrición animal, Mejora genética animal y biotecnología de la reproducción y Marketing agroalimentario finaliza el 15 de Mayo 2007. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora genética vegetal, Planificación integrada para el desarrollo rural y la gestión del medio ambiente, Acuicultura y Economía y gestión de la actividad pesquera finaliza el 1 de Mayo 2008.

Los **cursos de corta duración** están orientados preferentemente a investigadores y profesionales relacionados en el desarrollo de sus funciones con la temática de los distintos cursos. El plazo de inscripción para los cursos de corta duración finaliza 90 días antes de la fecha de inicio del curso.

Becas. Los candidatos de países miembros del CIHEAM (Albania, Argelia, Egipto, España, Francia, Grecia, Italia, Líbano, Malta, Marruecos, Portugal, Túnez y Turquía) podrán solicitar becas que cubran los derechos de inscripción, así como becas que cubran los gastos de viaje y de estancia durante el curso. Los candidatos de otros países interesados en disponer de financiación deberán solicitarla directamente a otras instituciones nacionales o internacionales.

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	*PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	2 Oct. 06/8 Jun. 07	Zaragoza	IAMZ/UdL
	ECONOMÍA AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES	15-26 Ene. 07	Zaragoza	IAMZ
	DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PLANES DE GESTIÓN DE SEQUÍA: ORGANIZACIÓN, METODOLOGÍA Y ACTUACIONES	4-8 Feb. 08	Zaragoza	IAMZ/ICARDA
	INDICADORES AGROAMBIENTALES Y DE DESARROLLO COMO HERRAMIENTAS DE APOYO A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL MEDIO RURAL	14-18 Abr. 08	Zaragoza	IAMZ
	RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE RÍOS MEDITERRÁNEOS	9-13 Jun. 08	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	INVESTIGACIÓN DE MERCADOS AGROALIMENTARIOS: NUEVOS ENFOQUES	25-29 Sep. 06	Zaragoza	IAMZ
	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO: NORMATIVAS, SISTEMAS Y REPERCUSIONES EMPRESARIALES	13-17 Nov. 06	Zaragoza	IAMZ
	TRAZABILIDAD Y ETIQUETADO DE LOS ALIMENTOS: RESPUESTA A LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y DE MERCADO	20-24 Nov. 06	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS DE MARKETING DE ACEITE DE OLIVA	26-30 Mar. 07	Zaragoza	IAMZ/COI
	MARKETING DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS	21-25 Mayo 07	Zaragoza	IAMZ
*MARKETING AGROALIMENTARIO	1 Oct. 07/6 Jun. 08	Zaragoza	IAMZ	
PESCA Y AGRICULTURA	ESTRATEGIAS, ALTERNATIVAS DE DESARROLLO Y OPCIONES TECNOLÓGICAS EN ACUICULTURA MEDITERRÁNEA	18-23 Sep. 06	Zaragoza	IAMZ/AECI
	* ACUICULTURA	2 Oct. 06/ 30 Mar. 07	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/IAMZ
	*ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA	2 Oct. 06/4 Abr. 07	Barcelona	Univ. Barcelona/ MAPA/IAMZ
	AVANCES EN LA REPRODUCCIÓN DE PECES Y SU APLICACIÓN AL MANEJO DE REPRODUCTORES	19-24 Feb. 07	Castellón	IAMZ/CSIC-IATS
	DISEÑO Y GESTIÓN DE ARRECIFES ARTIFICIALES DE INTERÉS PESQUERO	7-11 Mayo 07	Zaragoza	IAMZ/MAPA-SGPM
	CONTROL DE LA CALIDAD Y DE LA SEGURIDAD DEL PESCADO Y DE LOS PRODUCTOS DE LA PESCA	11-15 Jun. 07	Zaragoza	IAMZ/FAO
	COMERCIALIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL MAR: TENDENCIAS Y RETO	12-16 Nov. 07	Zaragoza	IAMZ/FAO/ MAPA-FROM
	ORGANIZACIÓN DE SISTEMAS DE ESTADÍSTICAS PESQUERAS	14-18 Ene. 08	Zaragoza	IAMZ/AECI
	SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN Y SU APLICACIÓN EN ACUICULTURA	10-14 Mar. 08	Tarragona	IAMZ/IRTA
	NUTRICIÓN DE PECES: SOSTENIBILIDAD Y CALIDAD DE LOS PRODUCTOS	26-30 Mayo 08	Zaragoza	IAMZ

Información e inscripción. Los folletos informativos de cada curso se editan 6-8 meses antes de la fecha de inicio. Dichos folletos, así como los correspondientes formularios de inscripción pueden solicitarse a la dirección del IAMZ u obtenerse directamente de la página web:

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Apartado 202 - 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Teléfono +34 976 716000 - Fax +34 976 716001 - e-mail iamz@iamz.ciheam.org
www.iamz.ciheam.org

INSCRIPCIÓN EN AIDA

* Si desea Ud. pertenecer a la Asociación, rellene la ficha de inscripción así como la carta para la domiciliación del pago de la cuota de asociado y envíelas a AIDA. Apto. 727. 50080 Zaragoza.

El abajo firmante solicita su inscripción como miembro de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario.

Apellidos..... Nombre.....

Dirección postal

Teléfono

Profesión..... Empresa de trabajo.....

Área en que desarrolla su actividad profesional

CUOTA ANUAL:

Firma.

ITEA 36 e

FORMA DE PAGO:

Cargo a cuenta corriente o libreta

Cargo a tarjeta

Cheque bancario

VISA

Tarjeta número:

MASTERCARD

w w w w w w w w w w w w w w w w w w

Fecha de caducidad: /

SR. DIRECTOR DE.....

Muy Sr. mío:

Ruego a Vd. se sirva adeudar en la cuenta cte./libreta n.º..... que matengo en esa oficina, el recibo anual que será presentado por la "Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario".

Atentamente,

Firmado:

BANCO O CAJA DE AHORROS:

SUCURSAL:

DIRECCIÓN CALLE/PLAZA: N.º

CÓDIGO POSTAL:

POBLACIÓN:

