

Corylus avellana L.: morfología, biología floral y eficiencia reproductiva en la Provincia de San Luis, Argentina.

Alicia Andersen¹ y D Medan²

1 Cátedra de Morfología Vegetal, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis, Ejército de los Andes 950, 5700 San Luis, Argentina.

2 Cátedra de Botánica, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina.

Recibido: 15 de Febrero de 1994. Aceptado: 10 de Febrero de 1995.

RESUMEN

Durante los años 1987-1991 se realizaron estudios morfológicos, fenológicos, ontogenéticos y de biología reproductiva de tres cultivares de *Corylus avellana*, en explotación, en la provincia de San Luis, Argentina. Los cultivares «Barcelona», «Pauetet» y «Cosford» fueron manifiestamente protándricos. «Cosford» presentó el polen en coincidencia con la receptividad de los cultivares «Barcelona» y «Pauetet», y exhibió un buen nivel de compatibilidad con los mismos, comportándose como buen cultivar polinizador. En los tres cultivares el crecimiento ovárico se inició en momentos diferentes, pero el tamaño máximo se alcanzó en forma casi simultánea (enero). «Pauetet» se distinguió por adquirir el volumen final del fruto en menor tiempo y sin un período inicial de crecimiento lento. «Barcelona» y «Pauetet» tuvieron características de cultivares productores. «Barcelona» tuvo mayor porcentaje de fructificación (ca. 18 %) y frutos más pesados, pero «Pauetet» lo superó en productividad (3,5 vs. 2,9 kg/planta) debido a su mayor número de flores por individuo. El rendimiento al descascarado efectivo fue de ca. 50 %. El contenido de aceite crudo de la semilla, en promedio, fue de ca. 61 % del peso seco, y la fracción correspondiente al ácido oleico representó ca. 76 % del total.

Palabras claves: Morfología, fenología, polinización, biología floral, éxito reproductivo materno, avellano, *Corylus*, Betulaceae.

Studies on morphology, phenology, pollination biology and reproductive success of filbert (*Corylus avellana* L.) in the San Luis province, Argentina.

SUMMARY

Studies on morphology, phenology, pollination biology and reproductive success of filbert (*Corylus avellana* L.) in the San Luis province, Argentina. During the period 1987-1991 studies on morphology, phenology, morphogenesis of reproductive structures, and reproductive biology were carried out on three filbert cultivars. The cultivars «Barcelona», «Pauetet», and «Cosford» showed marked protandry. «Cosford» presented its pollen when «Barcelona» and «Pauetet» were receptive and showed a good level of compatibility with them. Consequently, «Cosford» behaved mainly as a pollinator cultivar. Ovary growth started at different times in the three



Andersen y Medan, *Corylus avellana* L., *biología floral y eficiencia reproductiva...*

cultivars, but final size was reached almost simultaneously (January). «Pauetet» was fastest in attaining maximal fruit size and lacked an initial period of slow fruit growth. «Barcelona» and «Pauetet» exhibited good conditions as productive cultivars. «Barcelona» had higher fruit set (ca. 18%) and heavier fruits, but was surpassed in productivity by «Pauetet» (3,5 vs. 2,9 kg fruit/individual) because the latter's higher flower number per individual. Mean effective shelling yield was ca. 50%, and mean raw oil contents was ca. 61% of dry weight of the seed. The oleic acid fraction amounted to ca. 76% of total oil contents.

Keywords: morphology, phenology, pollination biology, breeding system, reproductive success, filbert, *Corylus*, Betulaceae

INTRODUCCION

Corylus es uno de los géneros de la familia Betulaceae (ocasionalmente segregado como parte de Corylaceae). Suelen reconocerse 9 especies de *Corylus* (Lagerstedt 1975), a una de las cuales (*C. avellana* L.) corresponden la mayoría de las variedades de avellano cultivadas para consumo humano.

El avellano suministra un fruto de alto contenido lipídico. Las ventajas nutricionales de reemplazar con grasas vegetales a las de origen animal explican en parte el incremento productivo del avellano durante el presente siglo. El consumo directo de avellanas al estado natural es relativamente limitado; su empleo es mucho mayor en la elaboración de confituras y como complemento y sustituto del cacao en el chocolate (Miuccio 1968). Debido a la insuficiencia de la producción local, se importan avellanas de Italia y Estados Unidos.

En la provincia de San Luis (Departamento Pringles) el avellano se cultiva en pequeña escala hace más de 30 años, obteniéndose con regularidad buenas cosechas. En este trabajo se procura esclarecer la identidad de los principales cultivares en explotación, precisar aspectos básicos de su comportamiento reproductivo (fenología reproductiva, sistema reproductivo, y éxito reproductivo materno) e indagar sobre la calidad y rendimiento de la producción local.

MATERIAL Y METODOS

Lugar del estudio y material vegetal empleado.

Las observaciones se realizaron en la localidad de «El Durazno», ubicada en el pedemonte de la vertiente oriental de las Sierras de San Luis, (Long. O 33° 10' 18", Lat S 66° 8' 45") Departamento Pringles, a 830 m sobre el nivel del mar. Las tareas experimentales se realizaron sobre tres cultivares, los que quedaron documentados con ejemplares depositados en el Herbario de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL 216, 217 y 218, respectivamente). El lote sobre el cual se realizaron las pruebas experimentales se ubica en una zona sobre una colina. La orientación de las hileras es de NE - SW y las mismas están conformadas por plantas de diez años de edad, en buen estado sanitario, cultivadas en forma monocaule. Hay 2,5 m entre planta y planta y 4m entre hileras.

Identidad de los cultivares en estudio.

Se determinó mediante comparación de los órganos vegetativos y reproductivos con descripciones e ilustraciones contenidas en la bibliografía especializada (Abbe 1935, Lagerstedt 1975), y por comparación con la colección viva ubicada en Viedma, provincia de Río Negro perteneciente al IDEVI, que fue visitada al efecto en Julio de 1990.

Fenología reproductiva.

Se estudió en tres ejemplares de cada cultivar, mediante observaciones quincenales, durante los años 1988-1990. Para describir el desarrollo de las inflorescencias pistiladas se distinguieron etapas, limitadas por la presentación de los estigmas en una proporción del 2-5% (sobre un total de 100 inflorescencias pistiladas), hasta llegarse al 100% de estigmas post-receptivos. Para las inflorescencias estaminadas se definieron etapas análogas, desde el inicio de la presentación del polen hasta la caída de los amentos.

Ontogenia de las estructuras reproductivas.

Dos veces por mes se coleccionaron 10 inflorescencias pistiladas de tres individuos por cultivar. Hasta el mes de octubre las muestras se fijaron en FAA. Una o dos flores por inflorescencia se incluyeron en parafina y se cortaron transversalmente a 5 µm mediante un micrótopo rotatorio; sobre los cortes teñidos con safranina-verde rápido se midió el diámetro ovárico. A partir de noviembre las inflorescencias se coleccionaron en bolsas de papel y el diámetro ovárico se midió directamente con regla milimetrada.

Sistema reproductivo.

En 1989 y 1990 se llevaron a cabo experimentos de polinización controlada en los tres cultivares. Cada tratamiento se aplicó a la porción distal de tres ramas floríferas, con un número medio de cuatro inflorescencias pistiladas por rama, a tres individuos por cultivar. Los tratamientos incluyeron: a) prueba de apomixis (aislamiento de las inflorescencias pistiladas, mediante bolsas de papel, durante el período de receptividad de los estigmas), b) prueba de autocompatibilidad (como en el tratamiento anterior, pero incluyendo en las bolsas inflorescencias

estaminadas del mismo cultivar en etapa de antesis, y luego agitando vigorosamente la rama embolsada) c) pruebas de compatibilidad intervarietal (como en el tratamiento (b), pero incluyendo inflorescencias estaminadas de un cultivar distinto del receptor) y d) testigos de polinización libre. En todos los casos se registró el número de frutos cuajados (es decir iniciados) en cada rama florífera. Trabajos realizados sobre diferentes cultivares de ave llano, muestran la presencia de autoincompatibilidad (Romisondo y De Rosa 1967, Riera 1962, Romisondo 1978); resultados que también se verifican en los tres cultivares en estudio. Investigaciones recientes realizadas sobre cultivares «Tombul» y «Montebello» revelaron la existencia de autocompatibilidad parcial en dichos cultivares (Mehlenbacher y Smith 1991). La calidad del polen empleado en las polinizaciones manuales se determinó en tres muestras por cultivar, mediante la técnica de coloración de Muntzing (glicerina y carmín acético) y por siembra del polen en una solución de sacarosa al 10% a 25°C (Tombesi 1968, Zielinsky 1968). En los años en los cuales no hubo coincidencia de floración entre cultivares, los amentos estaminados en fase de máxima emisión polínica se mantuvieron estacionados en recipientes aislados, en heladera a 4°C.

Éxito reproductivo materno.

Se determinó en 1988 y 1989 en tres individuos por cultivar, registrándose el número total de frutos maduros en cada individuo, como porcentaje del total de flores pistiladas presentes en todas las inflorescencias de ese individuo. Se incluyeron en el recuento los frutos vacíos, tanto los persistentes en la planta cuanto los caídos anticipadamente. Se registraron por separado los frutos aislados, los agrupados de a dos, de a tres y más de tres por inflorescencia. Entre 1987 y 1991 se obtuvie-

ron valores de productividad de individuos aislados en base al peso total de frutos cosechados por planta y por año.

Composición del peso del fruto.

Se determinó en 1989 y 1990 en muestras de 100 frutos, procedentes de diferentes individuos de un mismo cultivar, que permanecieron almacenadas durante tres meses sobre malla metálica en ambiente ventilado. De las muestras se separó el pericarpo de la semilla y se pesaron las fracciones obtenidas con una balanza electrónica.

Composición química de la semilla.

Se determinó en muestras frescas, y en muestras secadas en estufa a 80°C, de diferentes individuos de un mismo cultivar. El aceite fue extraído por sistema continuo sólido-líquido, utilizándose como disolvente al n-hexano. La composición ácida fue determinada por cromatografía gas-líquido. Las características de la corrida cromatográfica fueron: temperatura del inyector= 250°C, columna DEGS 20 % sobre Chromosob; temperatura inicial= 170°C, 5 min; 2°C c/min; temperatura final= 190°C; gas portador: nitrógeno; detector: ionización de llama (FID).

Análisis estadístico. Los resultados de las experiencias de polinización cruzada se analizaron mediante análisis de varianza y prueba de Student. Los valores medios de éxito reproductivo se compararon mediante la prueba de X².

RESULTADOS Y DISCUSION

Identidad de los cultivares en estudio. Pudo establecerse que la mayor parte de las plantas en producción en el lugar del estudio corresponden a los cultivares «Barcelona», «Pauetet» y «Cosford», si bien se identificaron

algunos individuos correspondientes a otros cultivares, entre ellos «Trenet», «Royal», «Tonda Gentile delle Langhe», «Gironell», que son de normal utilización en áreas productivas de España e Italia (Riera 1962, Romisondo 1978).

Fenología reproductiva.

Se registró una coincidencia parcial entre los períodos de floración pistilada y estaminada de los tres cultivares, en los tres años observados (Figura 1). En todos los cultivares la presentación del polen precedió a la aparición de estigmas. La floración estaminada de «Pauetet» fue particularmente precoz (mayo) y relativamente breve, mientras que «Cosford» presentó el polen sólo a partir de junio, y en dos de los tres años lo hizo hasta mediados de agosto. Por lo tanto, el polen de «Cosford» pudo alcanzar estigmas receptivos de los otros dos cultivares en los tres años observados.

La presentación de estigmas presentó mayores variaciones entre años y cultivares, que la emisión del polen, como en el caso de «Pauetet». Estas fluctuaciones pudieron deberse a causas climáticas. Experiencias realizadas por períodos trienales sobre 40 cultivares europeos, mostraron que a temperaturas superiores a 9°C se manifiesta protandria y acortamiento de la floración estaminada y de la receptividad estigmática, mientras que a temperaturas inferiores aparece proteroginia y prolongación de los períodos de floración estaminada y pistilada (Stritzke 1962). Estos resultados se contradicen con las experiencias locales, ya que en 1988 la temperatura media para el período mayo-septiembre fue inferior a 9°C y sin embargo se manifestó protandria en las tres variedades.

En el mismo año, las bajas temperaturas de junio afectaron negativamente a una alta proporción de los amentos estaminados de

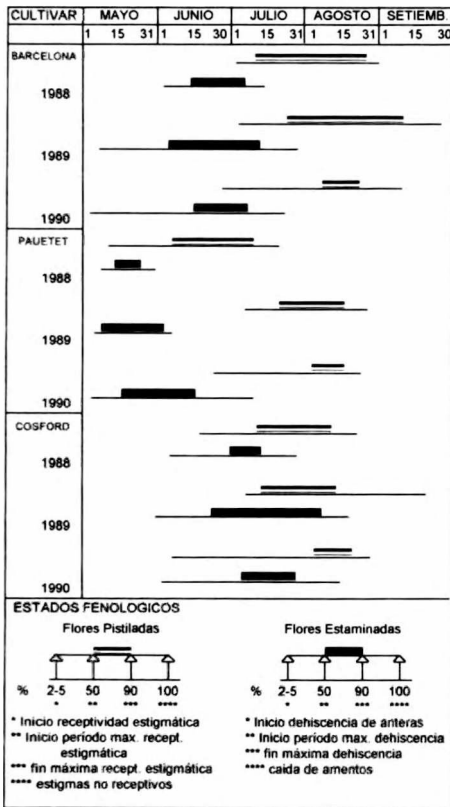


Figura 1: Fenograma de floración de tres cultivares de avellano en "El Durazno", provincia de San Luis, en el período 1988-1990.

Flowering phenology of three filbert cultivars grown at "El Durazno", San Luis province, Argentina, in the period 1988-1990.

«Barcelona» y «Pauetet», interrumpiendo o reduciendo su desarrollo y provocando su caída precoz. Después del 30 de junio, las bajas temperaturas no afectaron la emisión del polen por parte de amentos ya dehiscentes. Las inflorescencias pistiladas, en cambio, demostraron mayor resistencia al frío, y no se percibieron alteraciones fenológicas ni de receptividad aún tras las heladas de agosto de 1988.

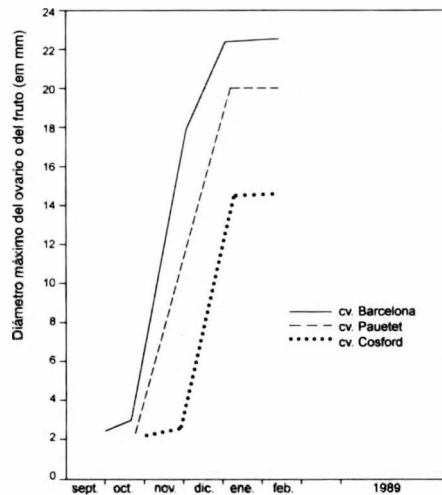


Figura 2: Crecimiento del ovario y del fruto de tres cultivares de avellano en San Luis, durante el período 1988-1989.

Ovary and fruit growth of three filbert cultivars grown at "El Durazno", San Luis province, Argentina, in the period 1988-1989.

Ontogenia de las flores pistiladas. La brotación de las yemas florales precedió a la de las vegetativas. Durante la antesis, la flor se reduce a un pequeño primordio ovárico del que nacen dos estilos rojos de 1.8-2 mm de longitud, provistos de numerosas papilas estigmáticas. Después de la polinización (fines de agosto), los estigmas se oscurecieron y necrotizaron. A fines de octubre los primordios ováricos median ca. 2 mm de diámetro en «Pauetet» y «Cosford», y ca. 4 mm diám. en «Barcelona» (Figura 2). Durante la primera mitad de noviembre 1-2, o en algunos casos 3-4 y hasta 5 ovarios de cada inflorescencia crecieron rápidamente, quedando sin desarrollar un alto porcentaje de flores, incluidas en los involucros de los ovarios en desarrollo: los cultivares «Pauetet» y «Cosford» poseen un número medio de 10 flores por inflorescencia (n= 50), mientras que en «Barcelona» se de-

terminó una media de 8,6 flores.

A fines de noviembre el diámetro ovárico difería mucho entre cultivares: media 17 mm en «Barcelona», en «Pauetet» 10 mm y sólo 3 mm en «Cosford». Transcurridos ya 4-5 meses de la polinización, el saco embrionario estaría entonces maduro para la fertilización (Thompson 1979). A mediados de enero el diámetro del fruto estaba casi estabilizado, con ca. 23 mm (Barcelona), 20 mm (Pauetet) y 14 mm (Cosford). En cortes longitudinales de frutos en este estado pudieron observarse embriones de ca. 1 mm de longitud, lo que confirma que en el avellano transcurre un largo período entre la polinización y el inicio del desarrollo embrional (Romisondo 1965, Thompson 1979). A pesar de que el crecimiento ovárico se inició en momentos diferentes en los tres cultivares, el tamaño máximo se alcanzó en forma casi simultánea. «Pauetet» se distinguió por adquirir su volumen final en menor tiempo y por carecer de un período

inicial de crecimiento lento. A fines de enero los frutos de los tres cultivares presentaban color castaño-verdoso y estaban externamente lignificados, mientras que en la parte interna del pericarpo el tejido medular parenquimático (Hagerup 1942) estaba ya aplastado y transformado en endocarpo fibroso de color castaño, y más o menos adherido al embrión. En la región distal de los frutos maduros se observaron frecuentemente los restos de un pequeño óvulo abortivo de 1-1.5 mm diám.

Sistema reproductivo. Se observaron altos valores de fertilidad de polen (70% en «Pauetet», 80% en «Barcelona» y 85% en «Cosford»). Los valores de germinación in vitro fueron mucho menores: 10-12% en los dos primeros cultivares, y 30% en «Cosford».

No se observó formación de frutos en inflorescencias pistiladas aisladas ni autopolinizadas (Tabla 1), lo que permite descartar la existencia de apomixis y autogamia. Sólo se iniciaron frutos bajo xenogamia, y el

Tabla 1: Porcentaje medio de iniciación de frutos a partir de flores tratadas y no tratadas de tres cultivares de avellano en la provincia de San Luis. Dentro de la misma columna, valores seguidos de letras distintas difieren significativamente para $p=0,05$.

Mean fruit initiation of treated and untreated flowers of three filbert cultivars grown at «El Durazno», San Luis province, Argentina. Within columns, values followed by the same letter are not significantly different at $p=0,05$.

Tratamiento	cultivar receptor del polen				
	Barcelona		Pauetet	Cosford	
	1989	1990	1989	1990	1990
Embolsado	0,0a n=6		0,0a n=6		
Embolsado y autopolinización	0,0a n=6		0,0a n=6		
Embolsado y polinización cruzada (cultivar dador de polen)	0,0a (Pauetet)	0,0a (Pauetet)	13,1c (Barcelona)	6,6a (Barcelona)	4,3b (Barcelona)
	15,0c (Cosford) n=5	13,6b (Cosford) n=3	7,6b (Cosford) n=5	16,6c (Cosford) n=3	1,6a (Pauetet) n=3
Testigo de polinización libre	13,6b n=6	16,6b n=3	10,0c n=6	13,0b n=3	10,6c n=3

porcentaje de fructificación varió de acuerdo con el par dador/aceptor de polen. «Barcelona» resultó compatible sólo con polen de «Cosford». A su vez «Cosford» se mostró compatible con polen de «Trenet» y de «Barcelona». El cultivar «Pauetet» resultó compatible con «Barcelona» y «Cosford», si bien el primero fue más exitoso como dador de polen en 1989 y el segundo en 1990. Esto sugiere que dichos pares constituyen combinaciones válidas desde el punto de vista de la diagramación de futuros cultivos: «Cosford» resulta un buen polinizador para «Barcelona» y «Pauetet». El cultivar «Trenet» lo es para «Cosford» y ocasionalmente, «Barcelona» lo es para «Pauetet». Los testigos de polinización libre presentaron tasas de iniciación de frutos semejantes o significativamente mayores.

Exito reproductivo materno. Alrededor del 90% de las inflorescencias pistiladas de los tres cultivares produjeron al menos un fruto maduro. Aproximadamente la mitad de los frutos se formaron de manera aislada, y los restantes lo hicieron, en proporciones decrecientes, agrupados de a dos, tres y más frutos por inflorescencia (Tabla 2). El número medio de frutos por individuo varió ampliamente (desde ca. 100 en «Cosford» hasta ca. 700 en «Pauetet»). Además de madurar relativamente pocos frutos, «Cosford» presentó la mayor proporción de frutos vacíos (ca. 10% vs. 2-3% de «Barcelona» y «Pauetet»). Dividiendo el número de frutos llenos (obtenido descontando los vacíos del total) por el número total de flores pistiladas, se obtuvieron los porcentajes medios de maduración (Tabla 2). Con más del 18%, «Barcelona» maduró significativamente más frutos que «Pauetet» y «Cosford», en coincidencia con lo observado en la etapa de iniciación de frutos (ver Tabla 1: Testigos).

La producción media de 6 plantas por cultivar, durante el período 1987-1991 de los cultivares «Barcelona» y «Pauetet» fue de 2,9

Tabla 2: Número de flores, inflorescencias fructíferas y frutos maduros por individuo, y porcentaje de maduración (base= 100 flores pistiladas de inflorescencias fructíferas) de tres cultivares de avellano en la provincia de San Luis (valores medios de 1989 y 1990, excepto para «Cosford»: sólo 1989). Dentro de la misma fila, las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente para $p=0,05$.

Number of pistillate flowers, fruiting inflorescences, and mature fruits (on a per-individual basis), and mean percent fruit set (basis: 100 pistillate flowers from fruiting inflorescences) from three filbert cultivars grown at «El Durazno», San Luis province, Argentina. Values are averages from 1989 and 1990, except for «Cosford» (data from 1989 only). Within row, values followed by the same letter are not significantly different at $p=0,05$.

	Barcelona	Pauetet	Cosford
No. inflorescencias con			
1 fruto	105,5	308	66,5
2 frutos	80,75	145	16
3 frutos	17,5	20,25	5,5
4 o más frutos	4,5	7,5	0,5
Nº total de frutos	337,5	688,75	117
Nº de frutos vacíos	10	14,5	12
Nº de flores pistiladas	1790,95	4807,5	885
Porcentaje de fructificación			
	18,3b	14,0a	11,8a

kg y 3,5 kg por planta, respectivamente, con valores máximos de 3,5 y 6 kg/planta en 1990-91, valores que se pueden considerar altos respecto a la producción media por planta en el contexto mundial (Fiorentino 1992). Pese al mayor éxito reproductivo materno de «Barcelona», «Pauetet» presentó productividad superior, debido a su mayor número de flores por inflorescencia y mayor número de inflorescencias fecundas.

La baja productividad de «Cosford» contribuye a caracterizarlo como cultivar eminentemente polinizador.

Si la producción por planta se calcula multiplicando el número de frutos por individuo (Tabla 2) por el peso medio del fruto (Tabla 3) se obtienen valores inferiores a los arriba

Tabla 3: Composición del peso del fruto y rendimiento al descascarado de tres cultivares de avellano en la provincia de San Luis (valores medios de 1989 y 1990).

Composition of fruit weight and shelling yield from three filbert cultivars grown at «El Durazno», San Luis province, Argentina. Values are averages from 1989 and 1990.

Cultivar	Peso del fruto(g)	Peso del semilla(g)	Rendimiento al descascarado (%)
Barcelona	4,11	1,82	44,3
Pauetet	2,94	1,4	47,6
Cosford	2,6	1,31	50,3

indicados. La fertilización anual, la poda y los riegos fueron repetidos anualmente en forma sistemática, por lo cual se presume que estos resultados se deben principalmente a las fluctuaciones climáticas anuales con valores menos favorables en los años 89 - 90 que en el quinquenio 87 - 91 en su totalidad.

Composición del peso del fruto y composición química de la semilla. «Barcelona» presentó los frutos de mayor peso, y los de «Pauetet» y «Cosford» fueron más livianos (Tabla 3), en correspondencia con sus respectivas dimensiones (ver arriba). Los tres cultivares arrojaron un rendimiento al descascarado cercano al 50 %, observándose entre ellos diferencias no significativas.

El tenor promedio de aceite crudo fue de 60,8 % para los tres cultivares en conjunto. Con 67,1 % de aceite crudo, «Pauetet» superó el contenido considerado medio para el avellano (Beuchat y Worthington 1978) que es de 62,3 % (Tabla 4). Los otros dos cultivares presentaron valores inferiores en ca. 10 % a

Tabla 4: Composición lipídica de la semilla de tres cultivares de avellano en la provincia de San Luis, en porcentajes de peso fresco y peso seco. Valores medios de 1991.

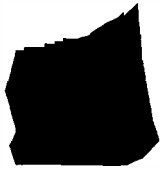
Percent lipidic composition of the seed in three filbert cultivars grown at «El Durazno», San Luis province, Argentina. Values are means for 1991 and are given on a fresh weight / dry weight basis.

	Barcelona	Pauetet	Cosford
Contenido de aceite crudo	53,2	57,7	60,5
Composición ácida			
16:0	5,51	5,08	4,89
18:0	1,92	1,83	1,99
18:1	76,69	75,12	75,89
18:2	15,69	17,72	17,01
18:3	0,16	0,17	0,18
18:1/18:2	4,9	4,2	4,4

«Pauetet». Las proporciones relativas de ácido oleico y linoleico resultaron semejantes a las informadas por Beauchat y Worthington (1978) como normales para la especie (74,6 % y 16,3 % respectivamente).

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Evangelina Sánchez por su constante apoyo, a JJ Valla y Elda Fernández por la lectura crítica del manuscrito, a JP Rolka por facilitarnos el acceso a las colecciones vivas de avellanos del IDEVI en la provincia de Río Negro, y a C Guzmán, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, por la realización de los análisis químicos.



BIBLIOGRAFIA

- Abbe EC** (1935) Studies in the phylogeny of Betulaceae. Floral and inflorescence anatomy and morphology. *Bot Gaz* 97: 1-67
- Beuchat LR and RE Worthington** (1978) *Journ Food Techn* 13: 335 pp
- Fiorentino R and A Di Giulio** (1992) Anteproyecto de desarrollo del cultivo del avellano en el área de influencia de IDEVI. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires Argentina: 1-65
- Hagerup O** (1942) The morphology and biology of the *Corylus* fruit. *Det Kgl Danske Vidensk Selskab Biol Medd* 17 (16): 3-32
- Lagerstedt HB** (1975) Filberts. J Janick & JN Moore eds. *Advances in fruit breeding*. Purdue Univ Press West Lafayette Ind.: 128-147
- Mehlenbacher SA and D Smith** (1991) Partial self-compatibility in «Tombul» and «Montebello» hazelnuts. *Euphytica* 56: 231-236
- Miuccio FC** (1968) Valore nutritivo della nocciola. *Atti Conv Naz Studi sul Nocciolo, Viterbo*: 593-595
- Riera F** (1962) La coltivazione del nocciolo in Spagna. *Atti Conv nocciolo, Alba*.
- Romisondo P** (1965) Alcuni aspetti della biologia floreale del nocciolo cv. «Tonda Gentile delle Langhe». *Ann dell'Accad di Agr di Torino* 107: 1-60
- Romisondo P and M De Rosa** (1967) La fruttificazione incrociata del nocciolo «Tonda Gentile delle Langhe» in ambienti differenti da quello tipico per la cultivar. *Atti Conv Naz Studi sul Nocciolo, Viterbo*: 179-197
- Romisondo P** (1978) Il nocciolo e la sua cultura. Comitato difesa e valorizzazione del nocciolo, Alba. P Ferrero & Spa: 1-28
- Stritzke S** (1962) Untersuchungen über befruchtungsbiologischen Verhältnisse bei Haselnuss-Sorten unter besonderer Berücksichtigung ökologischer Verhältnisse. *Arch Gartenbau* 10: 573-609
- Thompson MM** (1979) Growth and development of the pistillate flower and nut in «Barcelona» Filbert. *J Amer Soc Hort Sci* 104: 427-432
- Tombesi A** (1968) Ricerca sul polline di nocciolo. *Tecnica di prelevamento. Atti Conv Naz Studi sul Nocc, Viterbo*: 411-425
- Zielnisky QB** (1968) Techniques for collecting, handling, germinating and storing of pollen of the filbert (*Corylus* spp.). *Euphytica* 17: 121-125