

2

AVELLANO EUROPEO

(*Corylus avellana* L.)

Arturo Lavín A.
Marisol Reyes M.

2.1. Clasificación botánica

El avellano pertenece a la familia *Betulaceae*, subfamilia *Coryloidea*, género *Corylus*, que posee 25 especies. Las de interés económico son: *C. avellana* L., *C. maxima* Mill y sus híbridos. Son interesantes para mejoramiento genético por su resistencia al frío y a enfermedades, *C. americana*, avellano americano, arbusto silvestre del este de los EE.UU. y *C. cornuta*, avellano picudo, arbusto silvestre, estolonífero, que crece desde la zona central a la costa oeste de los EE.UU. Por su baja tendencia a emitir sierpes desde el tronco, *C. colurna* L. avellano turco, árbol grande, silvestre, ornamental y *C. chinensis* Franch., avellano chino, árbol grande, subtropical, ornamental y maderero. Ambas especies pueden ser usadas como patrones de *C. avellana*. Otras especies son *C. ferox*, avellano tibetano, árbol pequeño que crece en tierras altas, *C. jacquemontii*, avellano indio, es una versión más pequeña que *C. colurna* (Westwood, 1982; Jona, 1986).

2.2. Origen

El origen del avellano parece estar en Asia, desde donde fue introducido a Grecia. La mayoría de las especies cultivadas de este género son nativas de Europa o Asia. A Chile probablemente llegó con los españoles (Grau, 2003; Valenzuela *et al*, 2001).

En idioma inglés, las avellanas se denominan Hazel o *Filbert*. Hazel viene de la palabra anglo-sajona “Haezel”, que quiere decir gorro, la que a su vez viene del griego “korys”, casco o capucha. En Norteamérica se denomina Hazel a las especies nativas y *Filbert* a las de origen europeo (Owen and Severson, 2006).

Las avellanas europeas ocupan el segundo lugar en el mercado mundial de producción de frutos de nuez. Turquía es el líder en el mercado mundial, con un 80% de total de la producción, seguido por Italia (Snare, 2008).

2.3. Descripción de la especie

Es una especie caducifolia. En estado natural son arbustos, con variable número de pies o fustes, pero bajo cultivo se utiliza principalmente un sistema de un monoeje (Foto 2.1.) (como árbol de un solo tronco), multieje (con tres a cuatro ejes). Especial mención requiere el sistema utilizado en Turquía, en el que se plantan tres a cuatro árboles en el hoyo de plantación, metodología que recibe el nombre de “ocak”.

Las hojas son ovales, en general, doblemente aserradas y más o menos pubescentes (Westwood, 1982). El crecimiento es simpodial y el vigor de los brotes originados por yemas axilares disminuye del extremo a la base del brote. Esto significa que el brote de un año presenta acrotonía, lo cual corresponde a la forma arbórea. Sin embargo, a fines del verano, el árbol presenta una basitonía, pues se produce el crecimiento de sierpes, lo que corresponde a la forma arbustiva (Tasias, 1975). Tiene raíces fibrosas, poco profundas, que se desarrollan, principalmente, en los primeros 60 cm del suelo (Hazelnut Growers of Australia, 2005).



Foto 2.1. Huerto conducido en sistema monoeje.

Es una especie diclino monoica, es decir, posee flores machos y flores hembra en un mismo pie, pero separadas físicamente. Las flores masculinas se agrupan en inflorescencias llamadas amentos, los que aparecen en las axilas de las hojas en forma aislada o en grupos de 2 a 3 e incluso hasta 8 (Fotos 2.2. a y b).

La flor femenina se denomina glomérulo (Foto 2.2.b.). Posee un gineceo bicarpelar y dos estilos que se juntan por la base en el esbozo de un ovario. El glomérulo tiene un aspecto similar a las yemas vegetativas, siendo posible distinguirlas en invierno al momento de la floración, porque en su extremidad aparece un ramillete de estigmas de color rojo vivo. Nacen en racimos sobre yemas laterales en madera del año anterior y situados en posición terminal, sobre un brote corto que se desarrolla de la yema mixta (Westwood, 1982; Torres, 1994).



Foto 2.2. Amento o inflorescencia masculina abierta (a). Flores femeninas denominadas glomérulos (b).

En medicina popular las hojas y corteza de las ramas son utilizadas como astringente, de acción hemostática y antiinflamatoria. Se señala que tienen un ligero efecto hipertensor y que su aceite es saludable para pieles grasas. Se caracteriza por su alto contenido de vitamina A y por ser rico en vitamina E, siendo además destacables los niveles de calcio, magnesio y potasio. También contiene ocho aminoácidos considerados esenciales. Tiene 634 kcal por cada 100 g de porción comestible. Otros componentes se señalan en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Composición de 100 g de frutos de avellano europeo.

Componente	(%)	Vitaminas y minerales	(mg)
Agua	5,8	Vitamina A	--
Proteínas	12,6	Tiamina, B1	0,46
Grasas	62,4	Riboflavina, B2	--
Carbohidratos	16,7	Niacina	0,9
		Vitamina C	Trazas
		Calcio	209
		Fósforo	337
		Hierro	3,4
		Sodio	2
		Potasio	704

Fuente: Adaptado de Westwood, 1982.

2.4. Características agronómicas

2.4.1. Suelos

Requiere de suelos bien drenados, no tolera excesos de humedad ni estratas duras. Si bien su sistema radical es más bien superficial, en suelos profundos se produce mayor exploración, pudiendo llegar a 2 o 3 m. En suelos poco profundos se produce crecimiento inicial por ocho a diez años, pero después declina, y no logra alcanzar rendimientos elevados. El pH óptimo para su desarrollo es entre 6 y 7 (Tous, 2001; Grau, 2007).

2.4.2. Clima

El avellano es una planta de climas templados. Las temperaturas medias anuales deben oscilar entre 12 y 16 °C (Hazelnut Growers of Australia Ltd., 2001; Grau, 2003).

El mejor clima es aquel con un verano suave e invierno frío. Se deben evitar sitios con vientos fuertes y de efecto desecante en verano (Tous, 2001). Sitios con

temperaturas sobre 35 °C y baja humedad relativa durante el período vegetativo, debieran evitarse (Grau, 2007).

En zonas muy ventosas, las plantas presentarán ejes doblados y ramas primarias mal ubicadas, lo que obligaría a instalar cortavientos (Grau, 2007).

Requiere largos períodos de frío para asegurar el llenado de frutos y adecuados rendimientos. Los requerimientos de frío de las yemas florales macho, hembra y vegetativas varían, pero con alrededor de 1.200 horas entre 5 y 7 °C se considera adecuado. Temperaturas inferiores a -5 °C pueden dañar las flores hembra cuando están abiertas. A fines del invierno, cuando se intercalan a las bajas temperaturas dominantes períodos cálidos cortos, se produce mayor daño en los amentos que cuando las bajas temperaturas son estables desde el inicio de la estación.

Cuando los amentos se encuentran en dormancia, pueden dañarse con temperaturas de alrededor de 21 °C. Temperaturas más altas en verano pueden quemar las hojas y evitar una adecuada fructificación.

El avellano no tolera condiciones ventosas combinadas con veranos calurosos y de baja humedad. Se señala que los climas con alta humedad durante el período vegetativo (70 - 80%, entre septiembre y abril) son óptimos para la especie (Tous, 2001; Grau, 2003). Sin embargo, existe una amplia variabilidad en la capacidad de respuesta de las diferentes variedades a esta condición climática.

Respecto a la exposición, el avellano necesita posiciones aireadas, pero no estar expuesto a viento permanente, ya sea en invierno o verano. Esto debido a que el viento excesivo perturba la fecundación en invierno y en verano, sobre todo si es cálido, pues provoca una transpiración excesiva en el follaje para lo que la especie no tiene adecuados mecanismos de control, o éstos son poco eficientes en condiciones de estrés. Además, su sistema radical no es muy eficiente para compensar fuertes pérdidas de humedad desde el follaje (Tous, 2001; Grau, 2003).

2.4.3. Riego

Las necesidades varían acorde a las condiciones climáticas. En climas cálidos, con precipitaciones que bordean los 500 mm/año (Tarragona, España), se requieren 2.500 m³/ha para riego, distribuidos entre noviembre y marzo (Tous, 2001). En zonas con precipitaciones cercanas a los 600 mm/año (Clermont-Ferrand, Francia), en ausencia de lluvias, para árboles de nueve años de edad se ha determinado requerimientos de riego que pueden variar entre 20 y 48 L/ árbol/día, siendo particularmente demandante entre enero y febrero (Mingeau and Rousseau, 1994).

Especialmente sensible al déficit hídrico es el período desde polinización a llenado de nuez, donde se ha observado una reducción promedio del rendimiento de hasta 60%. Incluso, en algunas circunstancias puede producirse deterioro de la calidad y valor de la producción. Otro período muy crítico se produce 10 días antes de la fertilización floral, cuando el desarrollo de la inflorescencia es rápido, por lo que el momento y duración de los estados fenológicos puede ser relevante para evitar, parcialmente, los daños de un déficit hídrico (Mingeau *et al.*, 1994).

Estudios realizados en Italia (Tombesi, 1994), sugieren que para obtener la mayor asimilación por parte de las hojas, el contenido de agua en el suelo debería mantenerse sobre un 60% de la capacidad de campo, sin excederse demasiado para evitar pérdidas de agua.

2.4.4. Nutrición

La fertilización, como en cualquier frutal, debe realizarse de acuerdo al estado de crecimiento del huerto.

Previo a la plantación se recomienda realizar análisis de suelo. Éste será útil para determinar necesidades de potasio, magnesio y encalado (cuando el pH es inferior a 5,6).

En huertos establecidos se recomienda realizar análisis foliar y junto con la observación de las condiciones del huerto realizar la fertilización. Los niveles foliares normales de nutrientes se entregan en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Rangos adecuados de concentración de elementos minerales en hojas de avellano europeo.

Elemento	Rango de concentración adecuada	
Nitrógeno	2,21 - 2,50	%
Fósforo	0,14 - 0,45	%
Potasio	0,81 - 2,00	%
Azufre	0,13 - 0,20	%
Calcio	1,01 - 2,50	%
Magnesio	0,25 - 0,50	%
Cobre	5 - 15	ppm
Zinc	16 - 60	ppm
Manganeso	26 - 650	ppm
Hierro	51 - 400	ppm
Boro	31 - 75	ppm

Fuente: Adaptado de Olsen, J. 2001.

La tasa anual de crecimiento de las ramillas en una planta de avellano, en los dos a tres primeros años, debiera ser de entre 45 y 75 cm; sin embargo, en árboles adultos 25 cm anuales son suficientes. Un crecimiento reducido y amarillez en las hojas, frecuentemente son signo de deficiencia de nitrógeno. En plantaciones nuevas, el nitrógeno debe comenzar a aplicarse pasados dos períodos de crecimiento. En árboles adultos, en el inicio del período de crecimiento, el avellano utiliza el N almacenado y muy poco el de la fertilización. La más eficiente extracción del N aplicado al suelo ocurre durante el crecimiento activo de primavera. El momento de aplicación puede tener un importante efecto en cómo el N aplicado es usado por el árbol. Aplicado en septiembre tiende a estimular un crecimiento vegetativo vigoroso, mientras que aplicaciones parcializadas, entre septiembre y diciembre, son destinadas hacia el almacenaje en troncos y raíces. Lo mismo ocurre con aplicaciones parcializadas de N foliar: en enero se destina al fruto, mientras que en postcosecha se destina al desarrollo de yemas (Olsen, 2001; Genc, 2005).

La deficiencia de potasio se manifiesta con hojas y nueces pequeñas (Olsen, 2001). Se recomienda aplicarlo anualmente en forma de sulfato de potasio, para cubrir los requerimientos de azufre del cultivo.

También se pueden presentar deficiencias de boro que se manifiestan en una muerte regresiva de las puntas de los brotes. Otros elementos que se deben cuidar son el azufre, magnesio, calcio y zinc (Olsen, 2001; Grau, 2003).

En Grau (2003) se entregan las recomendaciones de dosis y forma de aplicación de fertilizantes para distintas condiciones de suelo. Un esquema más generalizado respecto de distribución porcentual de fertilizantes, vía fertirriego, se muestra en el Cuadro 2.3. La fertilización anual para árboles en producción debe también considerar la extracción de nutrientes realizada por los frutos. En el Cuadro 2.4 se presenta la demanda de nutrientes para una producción de 1.200 k/ha.

Cuadro 2.3. Rangos adecuados de concentración de elementos minerales en hojas de avellano europeo.

	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	postcosecha
N	40	20	20	5	5	10
P	40	10	10	10	10	20
K	10	20	20	15	5	30
Ca	20	60				20
Mg		30	30	20	10	10

Fuente: Valdés, 2007.

Cuadro 2.4. Extracción de nutrientes para una hectárea de avellano con una producción de 1.200 kg.

Extracción de nutrientes (kg/ha)			
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
19	9	12	16

Fuente: Genc, C. 2005.

2.4.5. Fructificación

Ambos tipos de flores son inducidos el verano anterior a la cosecha. La polinización es anemófila y ocurre durante el invierno. Con bajas temperaturas y presencia de lluvias, el tubo polínico crece hacia la base del estilo y permanece en receso por 5 a 6 meses (verano). Luego retoma su crecimiento y los óvulos son fertilizados. La fertilización, entonces, tiene lugar en verano y la nuez rápidamente se desarrolla y madura a fines de esa estación (Childers, 1969; Grau, 2003).

Al momento de la polinización, el ovario aún no ha terminado de desarrollarse, encontrándose solo tejidos ováricos no diferenciados, incluso 4 a 5 meses después. Además, el fruto comienza a desarrollarse en el nucelo, antes de que se haya llevado a cabo la fertilización. Aunque es posible apreciar una nuez en desarrollo, de color verde blanquecino, si por alguna razón existe un impedimento u obstrucción que limite la fertilización, la nuez queda vana, siendo éste un factor varietal negativo (Jona, 1986).

Algunas variedades de avellano son autoincompatibles, por lo que requieren polinizadores. Otras son ineficientes al liberar el polen demasiado tarde o demasiado temprano para que sea efectivo (Westwood, 1982). Hampson *et al.* (1993) describen que en avellano, la incompatibilidad se manifiesta a nivel del estigma y se caracteriza por el rechazo del polen al entrar en contacto con éste. Como resultado de ello, se produce una importante pérdida de producción debido a la presencia de frutos vanos. Otra razón asociada a la incompatibilidad es la cantidad de polen disponible en relación con su potencial germinativo, lo que limita la cantidad de frutos cuajados, obteniéndose, de esta forma, alta cantidad de frutos vanos (Valenzuela *et al.*, 2001).

El fruto es un aquenio (Foto 2.3.) rodeado por un involucro foliáceo, con pericarpio leñoso indehisciente, conteniendo, en general, una sola semilla con dos cotiledones semiesféricos, ricos en reservas oleaginosas (Torres, 1994). Se agrupan en racimos en un número de 1 a 12. La forma varía desde redonda a oval u oblonga. Las nueces están rodeadas por un involucro hojoso, que se abre desde la base

a fines del verano. Sin embargo, la nuez no se suelta hasta 6 semanas después, cuando está seca y se abre.



Foto 2.3. Frutos de avellana.

2.4.6. Portainjertos

El avellano europeo se puede injertar, como todo frutal, pero la injertación no se usa comercialmente debido a su tipo de crecimiento que tiende a ser arbustivo, con varios fustes o troncos.

2.4.7. Variedades

A continuación se detallan algunas características de las variedades evaluadas en el Centro Experimental Cauquenes de INIA. Referencias sobre otras variedades existentes en el país se pueden consultar en el Boletín INIA N° 108: Avellano Europeo: Manual de plantación y manejo (Grau, 2003).

Barcelona

Es la variedad más importante en los Estados Unidos (Oregon). Su popularidad se basa en el gran mercado de venta de nueces con cáscara, la que se ve favorecida por su forma redondeada y buen sabor (Valenzuela *et al.*, 2001). Es un cultivar muy antiguo, probablemente originado cerca de Barcelona (España). Aparentemente es muy adaptable a un rango amplio de suelos y condiciones de clima.

La planta es de vigor medio y elevada productividad. Fruto de calibre medio a grande, redondo, con un 42% de llenado de nuez, especialmente empleado para consumo en fresco (snacks). Presenta dificultad de descascarado del tegumento. Tiene un rendimiento medio al descascarado. Productividad moderada.

La liberación de polen comienza hacia fines de mayo y se extiende hasta inicios de julio. La receptividad estigmática comienza la segunda quincena de junio y se extiende desde mediados a fines de julio. La cosecha comienza la primera semana de febrero, llegando hasta fines de marzo (Grau, 2003).

Daviana

Es de origen inglés. De vigor medio, crecimiento erecto y escasa productividad, es usado como polinizante.

La liberación del polen comienza entre fines de julio e inicios de agosto y se extiende hasta fines de agosto. La receptividad estigmática se extiende durante todo agosto. La cosecha comienza hacia fines de febrero y se extiende hasta mediados de marzo. Se clasifica como media – tardía en relación a los demás cultivares (Grau, 2003).

El fruto es oval, de tamaño medio a grande, con un 52% de llenado de nuez (Valenzuela *et al.*, 2001).

Butler

Es bien aceptada por los procesadores, por su nuez y cáscara. Es excelente como polinizante de Barcelona. Presenta un fruto de forma oval, de tamaño medio a grande, con un 48% de llenado de fruto (Valenzuela *et al.*, 2001).

2.5. Comportamiento agronómico de la especie en el Centro Experimental Cauquenes (INIA).

2.5.1. Metodología

En un trabajo de prospección del comportamiento de especies frutales en el secano interior, en noviembre de 1982, se plantaron, a una distancia de 7,5 x 5,0 m, cuarenta y cinco plantas de la variedad Barcelona y cinco plantas de Daviana como polinizante, todas sobre sus propias raíces. En el año 1987, debido a problemas en la cuaja, se incorporó el polinizante Butler. El manejo agronómico aplicado fue general para todo el huerto que consideraba 35 diferentes especies, salvo en lo concerniente a control de plagas y enfermedades.

Para describir el comportamiento de los diferentes cultivares, se utilizaron los registros desde la fecha de establecimiento del huerto (1981) hasta 1989 (Lavín, informes anuales²). Las variables que se analizaron fueron las siguientes:

■ Supervivencia

Se contabilizó el número de plantas vivas al quinto año desde plantación (1986-1987) y se llevó a porcentaje respecto de lo plantado.

²Evaluación de nuevas alternativas frutícolas para el secano interior. Subestación Experimental Cauquenes de INIA. Informes técnicos presentados a Odepa en 1983; 1984; 1985; 1987; 1988; 1989; 1990; 1991; 1992 y 1993.

■ **Crecimiento**

Desde el año de plantación de cada variedad se realizaron mediciones de perímetro de tronco a una determinada altura desde el nivel del suelo. Posteriormente, estas mediciones se transformaron en Área de Sección Transversal de Tronco (ASTT), expresada en cm^2 y se graficó en función del tiempo. Se utilizaron regresiones lineales para describir el crecimiento de cada variedad.

■ **Producción**

Se evaluó la producción (kg/árbol) para ocho temporadas (1988/89 –1995/96) y para transformarlas a producción por ha se consideraron 266 árboles/ha.

■ **Características de los frutos**

En las temporadas 1993/94 y 1995/96 se midió peso de nuez (g), peso de semilla (g) y porcentaje de llenado de frutos (%).

■ **Estados fenológicos**

Desde el año 1989 a 1999, para cada variedad, se registró visualmente la ocurrencia de los estados fenológicos de la flor masculina y femenina.

2.6. Resultados y discusión

2.6.1. Supervivencia

En las tres variedades fue bastante satisfactoria, solo observándose muerte de plantas en el establecimiento (Cuadro 2.5.).

Cuadro 2.5. Supervivencia de tres variedades de avellano europeo, a la quinta temporada desde plantación, en Cauquenes.

Variedad	Supervivencia (%)
Barcelona	97
Butler	100
Daviana	100

2.6.2. Crecimiento

Al observar la Figura 2.1. se aprecia que Barcelona y Daviana presentaron tasas de crecimiento similares. Butler, si bien fue plantado después, mantuvo un crecimiento menor al presentado por las otras dos variedades.

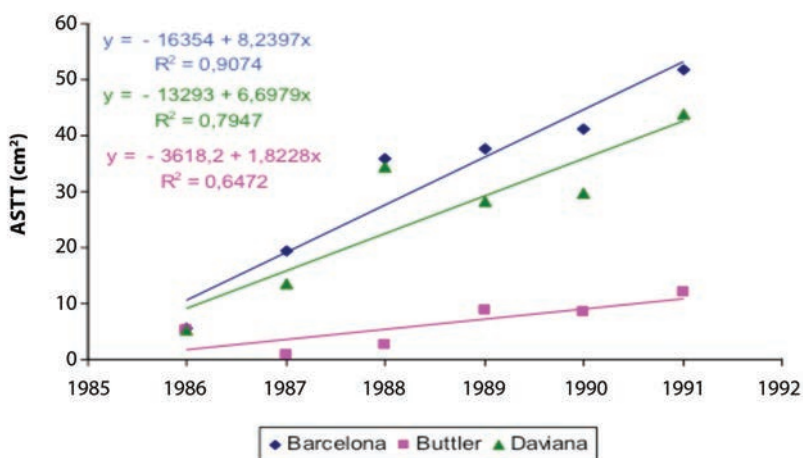


Figura 2.1. ASTT (cm²) de tres variedades de avellano europeo, para seis temporadas de crecimiento, en Cauquenes.

En los primeros años, aunque el crecimiento fue normal, se encontraba bajo el óptimo, lo que se atribuyó a la frecuencia y/o cantidad de agua aplicada (Lavín, informes anuales³).

³Evaluación de nuevas alternativas frutícolas para el secano interior. Subestación Experimental Cauquenes de INIA. Informes técnicos presentados a Odepa en 19880 a 1990.

2.6.3. Producción

Barcelona se describe como una variedad de productividad moderada, similar a Butler, mientras que Daviana como de muy baja (Valenzuela, 2001). En este caso Barcelona tuvo una producción acumulada que duplicó a Daviana y triplicó a Butler (Figura 2.2.). La literatura extranjera cita valores de 2 a 2,5 kg/árbol al sexto año (Snare, 2005), mientras que experiencias nacionales dan valores de producción, al tercer año, de 1,2 a 1,3 kg/planta (Valenzuela *et al.*, 2001).

Comparando los rendimientos reportados en el país, con lo obtenido en este ensayo, las producciones iniciales no fueron reducidas; sin embargo, no se observa aumento con los años. Lo anterior podría deberse, de acuerdo a los requerimientos de suelo señalados anteriormente, que el utilizar un suelo muy delgado provoca un escaso crecimiento de la planta y un bajo potencial de rendimiento. Las características de suelo de la zona en que se realizó el estudio presentan factores de suelo delgado y de bajo potencial. Algunas experiencias en el país señalan que una buena producción estaría en 4.500 kg/ha y una media en 1.150 kg/ha. De acuerdo a estos rendimientos, los obtenidos serían bajos, lo que se podría deber a que no se usó un manejo agronómico intensivo para lograr altos rendimientos (Cuadro 2.6.).

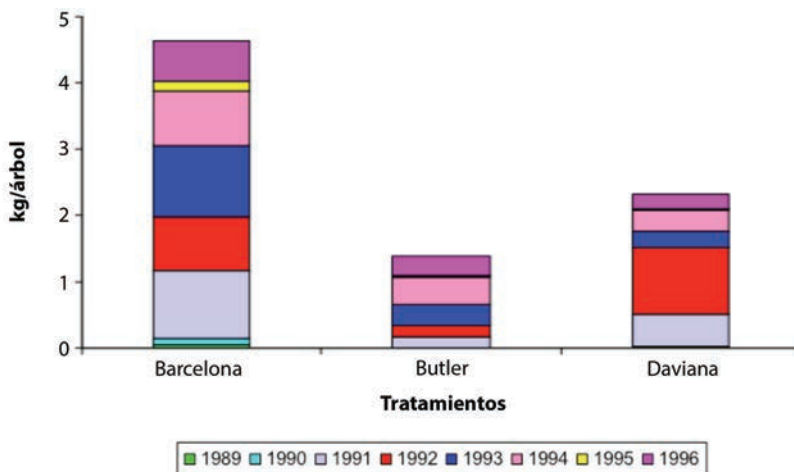


Figura 2.2. Producción acumulada en ocho temporadas, para las variedades Barcelona y Daviana, y seis temporadas para la variedad Butler. Cauquenes.

Cuadro 2.6. Producción evaluada (kg/árbol) y estimada (kg/ha), para seis (*) y ocho temporadas, en Cauquenes.

Variedad	Producción evaluada (kg/árbol)	Producción estimada (kg/ha)
Barcelona	0,58	154,05
Butler*	0,23	61,73
Daviana*	0,33	87,67
Promedio	0,38	101,15

2.6.4. Características de los frutos

La variedad Barcelona, en todas las temporadas evaluadas (Cuadro 2.7.), presentó un peso de nuez y de semilla superiores a lo señalado en la literatura (Grau, 2003). En cuanto a porcentaje de llenado, fue inferior, excepto para la cosecha 1993. Butler también presentó un buen tamaño de nuez y semilla, mientras que el porcentaje de nuez fue inferior. Daviana solo fue evaluada en una cosecha y el peso de la nuez y de la semilla fueron bajos.

Cuadro 2.7. Evaluación de atributos de calidad de frutos de tres variedades de avellano europeo. Cosechas 1993-1996. Cauquenes.

Variedad	Cosecha	Peso nuez (g)	Peso de semilla (g)	Llenado (%)	Frutos vanos (%)
Barcelona	1993	3,14	1,55	54,05	15
	1994	3,94	1,75	41,50	15
	1995	4,02	1,57	39,03	0
	1996	3,64	1,46	39,36	5
	Promedio	3,68 ± 0,71	1,58 ± 0,26	43,48 ± 7,56	9 ± 8
Butler	1994	4,36	1,72	38,60	10
	1995	3,91	1,63	42,60	0
	1996	4,25	38,99	38,99	5
	Promedio	4,17 ± 0,69	1,69 ± 0,24	40,06 ± 3,12	5 ± 5
Daviana	1993	2,39	1,20	47,19	5

En relación al porcentaje de frutos vanos, estudios realizados por Valenzuela *et al.* (2001), muestran gran diversidad entre variedades, con valores entre un 5,7 y 59,13%, por lo que los valores obtenidos pueden considerarse relativamente bajos.

2.6.5. Estados fenológicos

En la Figura 2.3. se presenta el desarrollo fenológico de las tres variedades estudiadas y un resumen para la especie. La emisión de los amentos se inició normalmente entre diciembre y enero, pero por razones prácticas, solo se muestra la fenología desde mayo. La floración de Barcelona fue más tardía y extendida que lo descrito por Grau (2003) (mediados de junio a fines de julio), comenzando en julio y extendiéndose hasta agosto. Estudios previos (Santos and Silva, 1994) sugieren una estrecha relación entre las características genéticas de dicogamia y el medio ambiente, lo que hace que algunas variedades puedan comportarse como protándricas, homogámicas o protogínicas, según las condiciones de clima bajo las que se desarrollan.

En general, se puede decir que las tres variedades estudiadas mostraron tendencia a la protandria, similar a lo observado por Santos y Silva (1994). En el resumen para la especie se ve que aproximadamente la mitad de la floración femenina es cubierta por el polen, lo que evidentemente disminuye los porcentajes de cuaja. Daviana y Butler, aunque su producción tiene valor comercial, fueron puestas como polinizantes de Barcelona y desde este punto de vista, Daviana sería más adecuada ya que su plena liberación de polen cubre casi la totalidad de la plena flor de Barcelona, mientras que Butler no alcanzó a cubrir la mitad del período de floración de Barcelona.

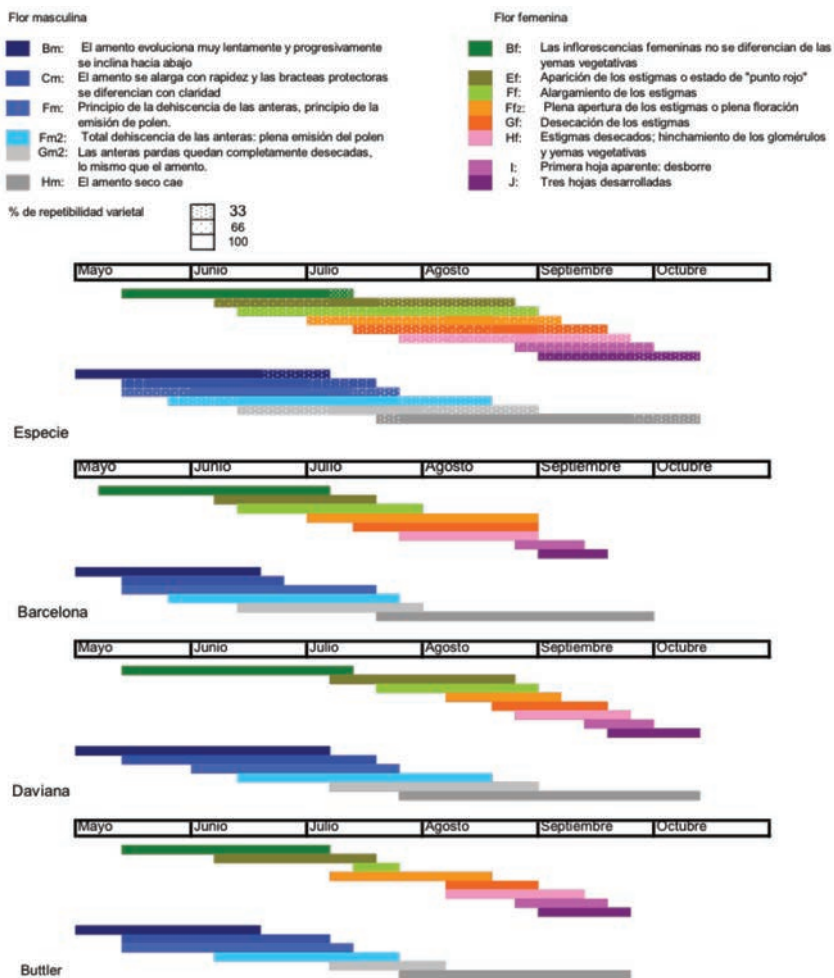


Figura 2.3. Fenología floral de flores hembra y macho, de tres variedades de avellano europeo. Temporadas 1988/89 a 1998/99. Cauquenes.

2.7. Proyección de la especie en el secano interior

El avellano europeo puede tener un amplio desarrollo en el área agroecológica del secano interior, especialmente en lomajes de pendientes suaves y con suelos de mediana profundidad, si se cuenta con la disponibilidad suficiente de agua para riego que permita satisfacer los requerimientos del cultivo. Huertos experimentales con riego oportuno han demostrado que se pueden obtener producciones rentables (Lavín y Reyes, 2005). Además, la disponibilidad adecuada de agua ayudaría a disminuir los efectos perjudiciales de las altas temperaturas (sobre 30 °C) y baja humedad relativa estival, la que puede llegar al 40% en la zona de estudio (Reyes y Mejías, 2011).

Otros factores incidentes en la producción y que deben ser evaluados previo a establecer el huerto, son la falta de temperatura durante la cuaja y la utilización de polinizantes compatibles, que en otras zonas han causado problemas. Es necesario establecer como polinizantes otros ecotipos disponibles en el país, que presentan una fecha de emisión de polen más tardía, de manera que coincida con el momento de receptividad estigmática de la flor femenina de la variedad principal.

Desde el punto de vista de las variedades, se ha trabajado en Chile con la variedad Tonda di Giffoni, que ha demostrado buena adaptación a la región del Maule, por lo que podría considerarse para futuras plantaciones.

El acondicionamiento del suelo para mejorar las características físicas, biológicas y químicas, previo a la plantación, resulta necesario debido a las condiciones propias de los suelos del secano. En cuanto a la presencia de plagas, el control del pulgón del avellano (*Myzocallis coryli* Goeze), que es propio de la especie, fue el único insecto que requirió control. Ello se realizó mediante control biológico con *Trioxis pallidus* o Crisopa (*Chrysoperla* sp.), que fue altamente efectiva en huertos del Centro Experimental Cauquenes.

2.8. Literatura Citada

- Childers, N. 1969.** Modern fruit science. Horticulture Publications. New Jersey, EE.UU. 912 p.
- Genc, C.** Hazelnut or Filbert (*Corylus avellana*) World Fertilizer User Manual. Disponible en: <http://www.fertilizar.org/ifa/publicat/html/pubman/hazelnut.htm>) Leído el 5 de febrero del 2005.
- Grau, P. 2003.** Avellano europeo: manual de plantación y manejo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán, Chile. Boletín INIA 108. 90 p.
- Grau, P. 2007.** Establecimiento, fenología y desarrollo del avellano europeo. Seminario: Avellano Europeo: una oportunidad productiva para la zona centro sur de Chile. Centro de eventos Fimaule, Talca, Julio 18. Disponible en: http://www.fdf.cl/biblioteca/presentaciones/2007/02_avellano_europeo/descargas/05_Pablo_Grau.pdf Leído el 13 de junio de 2011.
- Hampson, C., Azarenko, A. and Soeldner, A. 1993.** Pollen-stigma interactions following compatible and incompatible pollinations in hazelnut. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(6):814-819.
- Hazelnut Growers of Australia Ltd. 2001.** The Basics of establishing a Commercial Hazelnut Grove. Disponible en: www.hazelnuts.org.au Leído el 5 de febrero del 2005.
- Jona, 1986.** Hazelnut. In: CRC Handbook of Fruit Set and Development. CRC Press, Boca Raton, Florida. 652p.
- Mingeau, M. and Rosseau, P. 1994.** Water use of hazelnut trees as measured with lysimeters. Acta Horticulturae 351: 315-322.
- Mingeau, M., Ameglio, T., Pons, B. and Rosseau, P. 1994.** Effects of water stress on development growth and yield of hazelnut trees. Acta Horticulturae 351: 305-314.
- Olsen, J. 2001.** Hazelnut. Nutrient Management Guide. Oregon State University, Extension Service.
- Owen, P. and Severson, L. 2006.** A Filbert o Hazelnut?. Oregon Hazelnut Marketing Board. Disponible en <http://www.oregonhazelnuts.org/>. Consultado en octubre del 2009.
- Reyes, M. y Mejías, P. 2011.** Caracterización de suelo y clima para la provincia de Cauquenes. En Reyes M, y Díaz I Eds.: "Denominación de origen para el vino y aceite de oliva: una apuesta a la diferenciación de Cauquenes. Boletín INIA N° 217. P. 97 – 117.

- Santos, A. and Silva, A. P. 1994.** Dichogamy and flowering periods of eleven hazelnut varieties in Northern Portugal – eight years of observations. *Acta Horticulturae* 351: 211-214.
- Snare, L. 2005.** Hazelnut production. Disponible en: <http://www.agric.nsw.gov.au/reader/deciduous-fruits/h3149-hazelnut-production.htm> Consultado en febrero del 2005.
- Snare, L. 2008.** Hazelnut production. Disponible en: http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/247939/Hazelnut-production.pdf Consultado en julio del 2010.
- Tasias, V. 1975.** El avellano en la Provincia Tarragona Exema. Servicio Agropecuario Provincial Tarragona. España. 152 p.
- Tombesi, A. 1994.** Influence of soil water levels on assimilation and water use efficiency in hazelnut. *Acta Horticulturae (ISHS)* 351: 247-255.
- Torres, A. 1994.** Ficha hortofrutícola para la novena Región de La Araucanía. *Corylus avellano* L. (Avellano Europeo). *IPA Carillanca* 13(2): 50 – 52.
- Valenzuela J., Lemus G. y Lobato A. 2001.** Avellano europeo. En Lemus G, Ed. Curso: Frutales de nuez no tradicionales: macadamia, pistacho, pecano, avellano europeo. Pag. 68 – 86.
- Westwood, N.H. 1985.** Fruticultura de zonas templadas. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 461 p.