

Comportamiento fenológico y características productivas

Seguimiento a unidad demostrativa de avellano europeo en la región de La Araucanía



POR DR. CRISTIAN MERIÑO^{1,2,3,4,5*}, DR. MIGUEL ELLENA^{1,3,5}, DANIELA PADILLA^{2,3,4,5} Y BENJAMÍN CAYUNAO^{2,3}

El Centro para la Investigación e Innovación en Fruticultura para la Zona Sur (Corfo 16PTE-CFS-66647), busca enfrentar los desafíos tecnológicos y productivos de la fruticultura en el sur de Chile, abordando aspectos genéticos, de sostenibilidad productiva y postcosecha en tres portafolios de proyectos que incluyen estudios en tres especies: cerezo, nogal y avellano europeo. En el caso de esta última especie, el portafolio incluye los proyectos de genética y sostenibilidad, los que se denominan “Introducción de nuevo material genético de Avellano Europeo desde Europa, para mejoramiento de la producción y calidad industrial de la fruta, con proyección para el mercado mundial” y “Sostenibilidad y uso eficiente de recursos en la producción de avellano europeo (*Corylus avellana* L.) en la zona centro sur de Chile”, respectivamente, y son ejecutados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en su sede Carillanca, y las Universidades de Concepción (UDEC) y La Frontera (UFRO).

Ambos proyectos han establecido una estrecha vinculación referida a la selección y establecimiento de nuevos materiales genéticos con el objetivo de evaluar su comportamiento fisiológico, bioquímico y productivo como alternativas productivas en la industria agroalimentaria para la zona sur de nuestro país. Esta vinculación se ha consolidado en la colaboración para establecer una unidad experimental, la que corresponde a un Jardín de variedades establecido en el valle central de la Región de La Araucanía, específicamente en Maquehue.

Unidad experimental en Campo Experimental Maquehue, jardín de variedades de avellano europeo: Este jardín de variedades se estableció en 2019 en el Campo Experimental

Maquehue (CEM) de la UFRO, ubicado en la Comuna de Freire, Región de LA Araucanía. Con 5.440 m² (Figura 1). Esta unidad cuenta con 20 genotipos, entre variedades y materiales colectados en el sur de Chile, destacándose estos últimos por ya encontrarse en la zona: Mackay, Manzo 7, Anders 35, San Carlos, 18 510577 EK La Barra, 5 Helmuth Anders 5, Barcelona INIA, La Barra 2 y La Barra 7.

Con el fin de comprender su comportamiento vegetativo y floral, esta unidad ha sido monitoreada desde la temporada 2021/22 a través de un seguimiento fenológico, realizándose además cosechas para conocer la calidad industrial de la fruta y, también poder determinar sus posibles propiedades funcionales.

Respecto de la metodología de trabajo utilizada en la unidad demostra-

tiva, se estableció un sistema de seguimiento semanal (52 semanas anuales) sobre la actividad de flores masculinas, femeninas y estructuras vegetativas. Para este seguimiento, se utilizó la escala fenológica italiana (GFI system: Giardini Fenologici Italiani) de Malosini (1993), utilizada por la industria, y cotejada con la escala con código BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie) propuesto para esta especie (Taghavi *et al.*, 2022) (Cuadro 1). De acuerdo con estos criterios, las plantas fueron identificadas y rotuladas debidamente para realizar el seguimiento semanal. En el caso de los amentos se siguieron cinco eventos fenológicos: R01-R05, mientras que en los glomérulos (flores femeninas) los estados fenológicos monitoreados fueron nueve: R07-R15 (Tabla 1). Para describir la evolución



Figura 1. Unidad demostrativa Jardín varietal de avellano europeo en Campo Experimental Maquehue, UFRO.

(1) LABORATORIO DE FISIOLÓGIA Y NUTRICIÓN EN FRUTALES, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MEDIOAMBIENTE, UFRO.

(2) LABORATORIO DE FERTILIDAD DE SUELOS, DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MEDIOAMBIENTE UFRO.

(3) CENTRO DE FRUTICULTURA, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MEDIOAMBIENTE, UFRO.

(4) NÚCLEO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO EN BIORECURSOS (BIOREN-UFRO), UFRO.

(5) PROGRAMA DE MAGÍSTER EN FRUTICULTURA, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MEDIOAMBIENTE, UFRO.

Cuadro 1. Eventos fenológicos evaluados durante el seguimiento a Unidad demostrativa del jardín varietal de avellano europeo en Campo Experimental Maquehue. Vinculación proyectos de Sostenibilidad y Genética en avellano europeo en la zona sur de Chile (Corfo 16PTECF5-66647).

Eventos fenológicos					
Amentos		Glomérulos		Vegetativo	
R01	Visibles, aunque pequeños	R07	Inicio floración	V01	Yemas en reposo
R02	Brácteas visibles pero inmaduros	R08	Máxima floración	V02	Yemas hinchadas
R03	Inicio maduración	R09	Final floración	V03	Abertura yemas
R04	Plena floración	R10	Inicio del engrosamiento del ovario	V04	Primeros folíolos
R05	Inicio de marchitamiento	R11	Inicio fructificación	V05	Folíolos extendidos
		R12	Frutos inmaduros	V06	Primeras hojas adultas
		R13	Frutos maduros	V07	Hojas adultas
		R14	Inicio caída frutos	V08	Senescencia foliar
		R15	Totalidad de frutos caídos	V09	Caída de hojas
				V10	Árbol desfoliado

de componentes vegetativos, se identificaron diez: V01-V10, descritos en la tabla 1 y que también se puede visualizar en la figura 2.

Para la evaluación de calidad de la fruta, se realizaron recolecciones para determinar las propiedades industriales como rendimiento de kernel (pepa), peso fruto, espesor de pericarpio (cáscara), calibres y facilidad de pelado (*Blanching*) (Figura 3). Las propiedades bioquímicas evaluadas fueron: contenido de proteína, acti-

vidad antioxidante y ácidos fenólicos, considerando que corresponden a atributos muy relevantes debido su valor como alimento funcional.

ACTIVIDAD FLORÍSTICA Y VEGETATIVA, Y COMPONENTES INDUSTRIALES

Respecto de los amentos en los materiales genéticos colectados (Figura 4), el estado R01 fue más anticipado en la temporada 2023 para 18 510577 EK La Barra, 5 Helmut Anders 5, Barcelona INIA y La Barra 7, mientras que

lo estados R03 y R04 se concentraron entre las semanas 20 a 31, siendo esto mediados de mayo a fines de julio, llegando en algunos casos hasta la semana 35, como es el caso de Manzo 7 en el año 2021, lo que resulta ser inusual. Por ahora esto es referencial, puesto que luego se debe evaluar calidad del polen o la viabilidad de las flores, que podrán dar una idea más clara del comportamiento de estos materiales.

En relación con periodo de tiempo de liberación de polen, éste resultó ser más extenso en los materiales Anders 35 y Barcelona INIA, destacándose por permanecer cerca de cuatro semanas liberando polen durante las temporadas evaluadas 2021, 2022 y 2023. La importancia de esto radica que al extender el tiempo durante el cual las flores están abiertas y disponibles para entregar polen, aumentan las probabilidades de éxito en la producción de fruta.

En el caso de las estructuras reproductivas femeninas, la mayoría de los materiales inició su floración hacia la semana 20 (mediados de mayo), mientras que su máxima actividad o receptividad estigmática (R08) fue registrada entre las semanas 22 y 33 (mediados de agosto). En este sentido, los periodos de inicio y máxima floración (R07 y R08) fueron relativamente similares entre los materiales estudiados durante todas las semanas de evaluación.

Ahora bien, la caída de fruta en su totalidad (R15) para todos los materiales presentó el mayor retraso en la temporada 2023/24 extendiéndose, en algunos casos, hasta la semana 18 (fines de abril a inicio de mayo). Debido a esto las actividades de cosecha presentaron retrasos, ocurriendo también en la mayoría de las zonas productoras del sur de Chile. Lo anterior, probablemente haya ocurrido por las condiciones climáticas, en particular por bajas temperaturas durante la primavera e inicios del verano, en estados fenológicos como la fecundación y el desarrollo de frutos, lo que puede repercutir en la viabilidad del polen, alteración del crecimiento del tubo polínico, reducción del tamaño y



Dr. Cristian Meriño.



Dr. Miguel Ellena.



Daniela Padilla.



Benjamín Cayunao.



Figura 2. Detalle de algunos de los estados fenológicos en el avellano europeo.

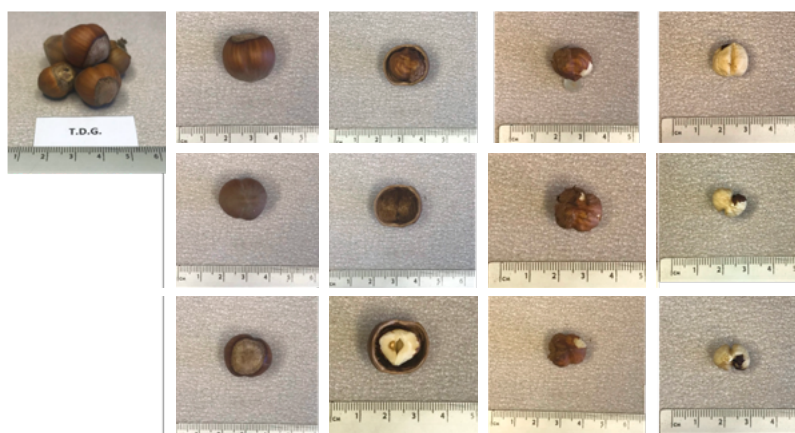


Figura 3. Comparación de avellanos europeos con TDG establecidos en la unidad demostrativa del Campo Experimental Maquehue, UFRO.

la calidad del fruto. Hay que destacar que en temporadas anteriores (2021, 2022 y 2023) la cosecha ocurrió entre las semanas 11 y 16, es decir entre marzo y mediados de abril. La idea de este seguimiento es poder conocer el comportamiento de los materiales, lo que permitirá que en el peak productivo (7 años) se pueda definir que materiales son mejores polinizantes y/o productores de fruta.

Por otro lado, las yemas vegetativas inician su apertura (V03) hacia las dos últimas semanas agosto e inicio de septiembre, consolidándose los primeros folíolos en la semana 37 (mediados de septiembre), con hojas nuevas (V06) en las semanas 41 y 43 (Figura 6). El estado de hojas adultas (V07) se extiende hasta las semanas 14 y 15, incluso hasta la semana 17, como ocurrió con los ecotipos Makay y Barcelona Inia en 2022 y 2023, respectivamente, para luego entrar en senescencia.

Respecto de las propiedades industriales, en Cuadro 2 se observan los valores promedio de las distintas variables evaluadas en la fruta cosechada de algunos materiales establecidos en el CEM.

Butler fue el material con el rendimiento de kernel más bajo (35,71%), debido al menor peso presentado por la nuez (0,85 g), obteniéndose esta relación kernel/fruto (Cuadro 2), siendo además, la fruta más alargada de las estudiadas en la unidad demostrativa. Cabe destacar que esta variedad se emplea principalmente como polinizador para la variedad Barcelona.

Por otro lado, La Barra 7 fue el ecotipo que exhibió el mayor rendimiento de kernel, con un 58,18%, debido al bajo peso de su pericarpo (Cuadro 2). Además, presentó una mayor facilidad en la labor de pelado.

Los resultados obtenidos permiten tener un mayor conocimiento y comprensión de la fisiología de esta es-

pecie frutal, el avellano europeo, establecida en zonas de clima templado. Junto con esto, permitirá seleccionar materiales vegetales mejor adaptados a la zona sur de Chile.

Sumado a lo anterior, esta iniciativa ha significado la participación de estudiantes de agronomía, quienes han desarrollado sus actividades de titulación y prácticas estivaes en torno a las evaluaciones y determinaciones implementadas en este jardín de variedades.

NUEVOS MATERIALES PARA LA UNIDAD DEMOSTRATIVA

Durante 2023 se realizó una nueva entrega de genotipos desde INIA-Carillanca, lo que permitirá ampliar esta unidad demostrativa. Cabe destacar que estas plantas, fueron obtenidas durante la ejecución del proyecto “Introducción de nuevo material genético de avellano europeo, para mejoramiento de la producción y calidad industrial de la fruta, con proyección para el mercado mundial”, estableciéndose un importante hito de trabajo colaborativo entre INIA-Carillanca y UFRO, al alero de este Programa de Corfo, donde se están haciendo esfuerzos importantes por introducir material de avellano europeo a la Región de La Araucanía.

El nuevo traspaso, incluye variedades que pueden mostrar una mejor adaptación climática y que constituyan una alternativa o complemento a las variedades tradicionalmente establecidas, Barcelona y/o Tonda di Giffoni (TDG), o bien como material parental, que permita consolidar el inicio de nuevos programas de mejoramiento genético para la obtención en el medio y largo plazo de variedades propias adaptadas a las características edafoclimáticas del sur de Chile.

Las variedades entregadas fueron 2 selecciones de Tonda Gentile della Langhe (TGL), principal variedad cultivada en la región de Piemonte, al norte de Italia. Cabe destacar que esta variedad es altamente apreciada por la industria, pues tiene semillas esféricas de color blanco marfil, con buen desprendimiento del perisperma, buen aroma, y rendimiento al descascarado del 45-50%. Sus partidas de fruta son muy homogéneas, de cáscara delgada y con un perisperma de espesor reducido, parámetro de calidad que es importante para el descascarado y el rendimiento industrial. Además, una vez tostada, puede ser fácilmente pelada, atributo de carácter genético, por el cual TGL se diferencia de todos los demás cultivares. Sumado a lo anterior, se indica que tiene buena resistencia a la rotura, debido a su forma y a la presencia de una cavidad interna poco acentuada. Todo lo anterior determina que dicha variedad sea considerada de mejor calidad industrial a nivel mundial (Ellena y otros, 2013, Ellena; 2018).

También, se hizo entrega de San Giovanni, variedad italiana de tamaño medio, precocidad productiva intermedia y de elevado vigor, cuya época de cosecha, en su lugar de origen, es temprana. Esta variedad presenta baja emisión de hijuelos (Ellena y otros, 2018), y es empleada fundamentalmente como polinizador. Por otro lado, otra de las variedades que podrán ser evaluadas en el CEM, y a futuro conocer sus características agronómicas, es Pauetet, variedad de origen español de buena calidad para la industria,

Cuadro 2. Propiedades industriales en frutos cosechados desde materiales de avellano europeo establecidos en la unidad demostrativa del Campo Experimental Maquehue, UFRO.

Material	Peso (g) Fruto	Kernel	Rendimiento (%)	Espesor cáscara (mm)	Diámetro nuez*		Altura nuez
					A	B	
Barcelona	3,02	1,36	45,03	1,80	18,68	22,85	20,61
Manzo 7	2,26	0,98	43,36	1,56	17,45	18,57	18,27
Butler	2,38	0,85	35,71	1,60	14,45	18,72	21,13
La Barra 2	3,41	1,42	41,64	2,10	20,17	22,79	19,70
La Barra 7	2,20	1,28	58,18	1,48	17,51	19,78	17,76
TDG	2,54	1,30	51,18	1,55	17,29	19,48	17,73
Helmut Anders5	2,53	1,29	50,98	1,33	17,20	18,16	18,00

*(A) espesor nuez; (B) ancho nuez.

que está aumentando su superficie plantada en Francia, y podría ser una variedad complementaria a TDG en nuestro país. Presenta frutos de tamaño mediano, rendimiento industrial entre 46 y 49%, forma ovalada, uniforme, bajo contenido en fibra y buena aptitud para el tostado. Cabe destacar, que tiene una baja emisión de hijuelos, es precoz en su entrada en producción, y muy productiva. Sus alelos de incompatibilidad polínica son S18S22 y sus principales polinizadores son Negret, San Giovanni y TDG. En relación con sus características nutricionales presenta un alto contenido en grasa: 66,29% y ácidos grasos como oleico (80,93%) y linoleico (10,71%) y 17,52 % de proteína. Interesante variedad, para establecer nuevos huertos asociada a TDG que la poliniza.

De acuerdo con estudios previos, las dos selecciones de TGL y Pauetet destacan en la transformación industrial, pudiendo complementar la producción de TDG, que actualmente es la principal variedad para kernel en Chile. Como se mencionó anteriormente, TGL es la variedad más apreciada por la industria por su elevada calidad, lo que ha permitido que alcance los mayores precios a nivel de mercado. Sin embargo, es necesario estudiar su comportamiento agronómico bajo las especiales condiciones edafoclimáticas del sur del país.

Para la temporada 2024/25 se pretende continuar con estas determinaciones y de esta manera cotejar con la información previamente levantada, respecto de la influencia del ambiente y condiciones de establecimiento sobre las repuestas productivas y genotípicas de las plantas. Esta data permitirá tener un mayor conocimiento y comprensión de la fisiología de esta especie frutal establecida en zonas de clima templado, junto con seleccionar materiales vegetales mejor adaptados.

COMENTARIOS FINALES

Los resultados en investigación, desarrollo e innovación que ha logrado el programa tecnológico se están consolidando no sólo a través del trabajo conjunto entre la academia y el sector productivo, sino que también mediante la vinculación entre proyectos del mismo Centro, donde se ha realizado un trabajo riguroso de varias temporadas, lo que permitirá transferir información validada a los productores frutícolas de las zonas sur del país, que exhibe condiciones distintas a las zonas del centro, tradicionalmente asociadas a este rubro. En este sentido, la colaboración entre proyectos ha sido muy activa desde los inicios del programa, involucrando a instituciones regionales que conocen muy bien la realidad y condiciones del sur de Chile, y en particular la Región de La Araucanía.

Finalmente, es importante desatacar que el jardín de variedades se ampliará durante la temporada 2024/25, incorporando nuevos genotipos introducidos al país en formato *in-vitro*, cuyo origen es Italia y España, lo que permitirá evaluar sus características y compararlos con los materiales ya establecidos, y establecer, o no, algún tipo de relación genética entre ellos. **Ra**

Agradecimientos

Programa Tecnológico 'Centro para la investigación e innovación en fruticultura para la zona sur' (16PTECF-66647), apoyado por Corfo.

Proyecto DIUFRO EP DI22-0045, Laboratorio de Fisiología y Nutrición en Frutales, Laboratorio de Fertilidad de Suelos, UFRO.

CENTRO FRUTICULTURA SUR

Proyecto apoyado por

CORFO

