

Comportamiento fisiológico de avellanos frente a estrés de verano

La orientación de las hileras determina el tiempo en que la fruta y las hojas de cada lado de los árboles quedan expuestas al sol a través del día. Una sobreexposición puede acarrear daño por estrés fototérmico a hojas, flores y frutos. Estudios avanzan en conocer la mejor disposición de las plantas como herramienta para contener el impacto negativo de veranos extremos.

POR **ÁLVARO SEPÚLVEDA LEÓN,** CENTRO DE POMÁCEAS, UNIVERSIDAD DE TALCA.



Álvaro Sepúlveda León.

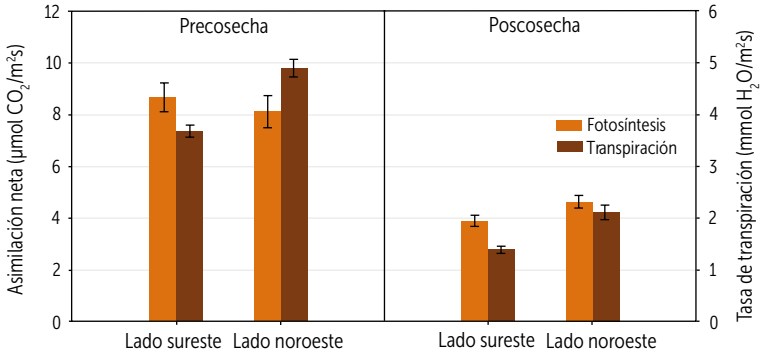
El Centro de Pomáceas (CP) de la Universidad de Talca crea en el 2023 la Unidad del Avellano, dado que comienza a realizar investigación aplicada en este frutal, en el marco de una colaboración con el grupo Avexa y la Universidad de Perugia, Italia. En 2025 se adjudica, junto al grupo liderado por la Dra. Paula Santibáñez, un proyecto FONDEF para determinar indicadores de riesgos bioclimáticos que contribuyan a mejorar la eficiencia productiva del cultivo.

El avellano se ha convertido en uno de los frutales más plantados de la región del Maule y, puesto que el CP cuenta con experiencia en el estudio del impacto del estrés fototérmico sobre manzanos y cerezos, se ha escogido esta línea como puntapié inicial. Ello, con el objetivo base de dimensionar el comportamiento de los huertos de avellanos en dicha región y relacionarlo con las condiciones climáticas predominantes.

ORIENTACIÓN DE LAS HILERAS Y ESTRÉS FOTOTÉRMICO

En la temporada 2023/24 se realizaron mediciones del desempeño fisiológico en tres huertos ubicados en Pelarco, en términos de su actividad en intercambio de gases (tasas de fotosíntesis y transpiración). Las mediciones se realizaron con un equipo IRGA (*infrared gas analyzer*) en diferentes momentos del día para dos fechas durante la temporada:

Figura 1. Tasa de fotosíntesis o asimilación neta de CO_2 y tasa de transpiración o salida de H^2O en avellanos en el momento del día con mayor actividad por lado de la hilera, en precosecha (enero) y postcosecha (abril). Promedio de tres huertos en la región del Maule.





precosecha (última semana de enero) y postcosecha (segunda semana de abril). Se midieron al menos 20 árboles de la variedad Tonda di Giffoni en cada fecha y se consideró cada lado de la hilera.

Evaluar la actividad fisiológica a cada lado de la hilera adquiere relevancia en condiciones locales. En el caso del manzano, la elección de la orientación de hileras es una de las medidas cruciales para reducir el daño o golpe de sol, expresión máxima del estrés fototérmico. La disposición debe ser tal que minimice la exposición de la fruta al sol en los momentos del día con mayor temperatura durante el verano. Lo anterior se consigue con orientaciones de hilera en torno a los 60° noroeste (en general, NO-SE), con lo que no se sobreexpone determinado lado del árbol al sol durante la tarde, cuando se registran las temperaturas más altas. Sin embargo, en huertos de avellanos es común encontrarlos plantados en la orientación contraria (NE-SO), con la que el lado noroeste de los árboles se expone al sol prácticamente durante toda la tarde.

Al consultar textos técnicos, la única consideración para elegir la orientación de hileras en avellanos tiene relación con los vientos predominantes, de modo de maximizar su polinización. Localmente, el criterio suele ser el drenaje por los suelos en que se cultivan, generalmente, pesados. Los huertos

Cuadro 1. Radiación fotosintéticamente activa incidente (PAR), tasa de transpiración, asimilación neta de CO_2 y eficiencia del uso del agua para tres especies frutales en la región del Maule.

Especie	IAF	Hojas frescas (t/ha)	Hojas secas (t/ha)	PAR	Tasa de transpiración	Asimilación neta	Eficiencia uso del agua
				µmol/m²s	mmol/m²s	µmol/m²s	mmol CO_2/ mol H_2O
Avellanos (26/01/24)	NE-SO	12:00	Sureste	1.23	3,8	10,8	2,8
		15:00	Noroeste	1.639	4,6	9,1	2,0
		17:00	Noroeste	1.018	3,2	7,1	2,2
Manzanos (01/02/24)	NO-SE	11:30	Noreste	1.534	5,3	15,2	2,9
		14:45	Noreste	1.748	6,0	10,4	1,7
		17:30	Suroeste	1.535	6,0	10,1	1,7
Cerezos (15/02/24)	E-O	12:30	Norte	1.775	6,5	12,7	2,0
		17:00	Sur	1.422	7,2	10,6	1,5

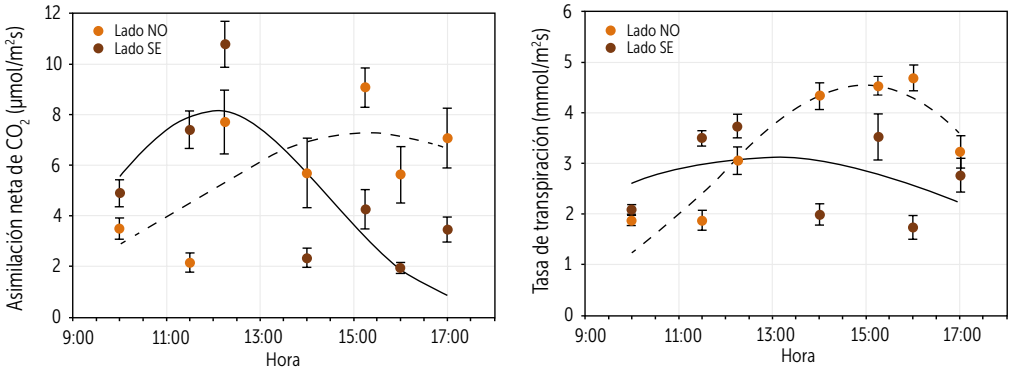
evaluados fueron plantados en diferentes grados de orientación NE-SO, de manera que adquirió especial interés el registro de transpiración y fotosíntesis en cada lado de la hilera.

Las mediciones realizadas durante la precosecha arrojaron que la magnitud de la tasa de asimilación neta de CO_2 (fotosíntesis) varió según la exposición al sol entre ambos lados de la hilera. En la mañana fue alta en la cara sureste del árbol y baja en la noroeste, mientras que por la tarde la situación se invirtió. Sin embargo, en el momento del día con mayor actividad de intercambio gaseoso de cada lado, el nivel de tasa fotosintética fue similar, pero con diferente tasa de transpiración (pérdida de agua desde las hojas).

LAS HOJAS DE AVELLANOS SE DAÑAN POR ESTRÉS FOTOTÉRMICO

En el transcurso del día estival, la alta radiación solar y el aumento de la temperatura matutina aseguran una elevada tasa de fotosíntesis con moderada

Figura 2. Tasa de fotosíntesis o asimilación neta de CO_2 y tasa de transpiración en avellanos durante el día. Mediciones en tres huertos de la región de Maule durante la última semana de enero de 2024.





Huerto de avellanos en orientación de hileras noreste-suroeste (NE-SO). Los rayos del sol se proyectan sobre la hilera a las 11:30 h en la última semana de enero.

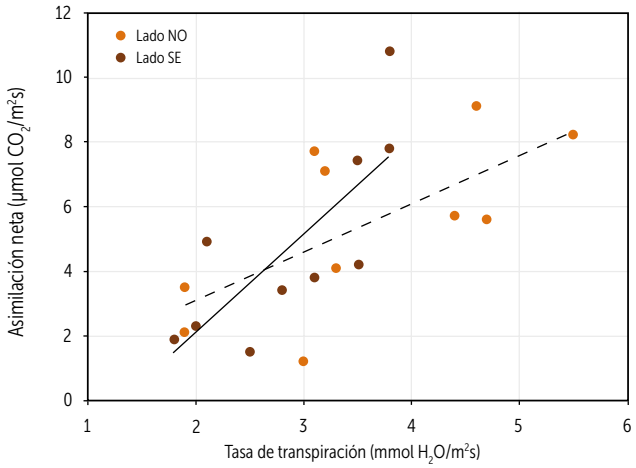
transpiración, en el lado sureste de los árboles. En horas de la tarde, la actividad fotosintética disminuye en esa cara del árbol y aumenta en su lado noroeste, expuesto al sol de la tarde. La tasa de transpiración de este lado se eleva a los máximos valores del día. La dinámica descrita resulta en diferente eficiencia en el uso del agua (cantidad de agua necesaria para fijar una unidad de CO_2), de acuerdo con el lado de la hilera, a través del día. Con exposición al sol en la tarde, es necesario perder más agua para asimilar la misma cantidad de CO_2. Además, en el lado con mayor exposición al sol en horas de más calor hay más riesgo de daño fototérmico de las hojas, de modo que se reduce el área foliar fotosintética.

Estos resultados se compararon con el desempeño fotosintético de manzanos y cerezos cultivados en la región (cuadro 1). Frente a dichos frutales, los avellanos mostraron una moderada tasa de fotosíntesis. En un día especialmente caluroso



Temperatura de hojas a) sin daño foliar y b) con daño foliar por estrés fototérmico en el lado de la hilera con exposición noroeste.

Figura 3. Asimilación neta de CO_2 (tasa de fotosíntesis) en función de la tasa de transpiración según lado de exposición en avellanos cultivados en la región del Maule.



(01/02/2024, temperatura máxima: 33,8 °C), manzanos Cripps Pink, a pesar de la alta temperatura, registraron altos valores de asimilación neta de CO_2.

En general, el follaje de manzanos y cerezos tiene gran capacidad para disipar el exceso de energía solar incidente, básicamente mediante dos mecanismos, además de sucontenido de agua: su alta relación superficie/volumen y su composición rica en pigmentos y otros compuestos polifenólicos, que actúan como filtro solar. Por lo tanto, es difícil encontrar hojas dañadas por estrés fototérmico en árboles con buen estado hídrico. Sin embargo, es común detectar este tipo de daño en avellanos en el lado con mayor exposición solar, lo que estaría asociado a características de sus hojas, la orientación de las hileras y la sensibilidad de la especie al estrés hídrico.

UNA ESPECIE MUY SENSIBLE AL DÉFICIT DE PRESIÓN DE VAPOR

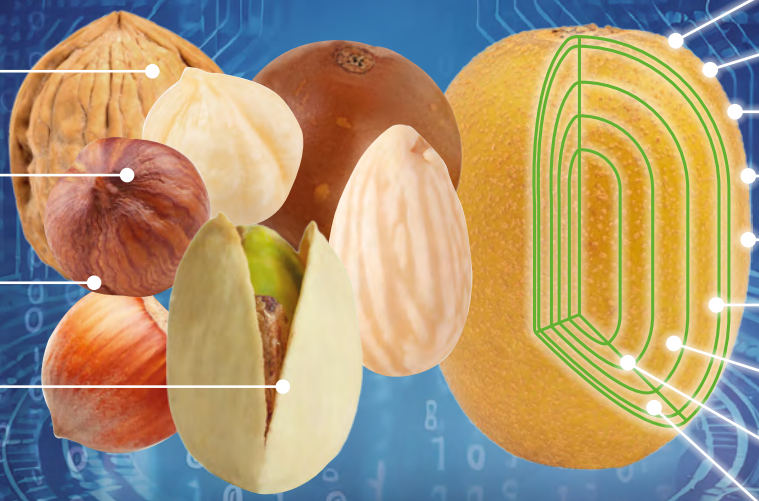
Se ha descrito que el avellano es muy sensible al estrés hídrico debido a un alto déficit de presión de vapor (DPV) o estrés atmosférico por alta temperatura y baja humedad relativa, incluso con disponibilidad de agua en el suelo. Se ha reportado incipiente cierre estomático (mecanismo que regula la salida de agua desde la planta), y con ello posible limitación de fotosíntesis, con valores de 1,5 kPa de DPV. La conductancia estomática (intercambio de gases vía estomática) se reduce drásticamente sobre los 2-2,5 kPa de DPV, y se ha propuesto esta variable (más que el potencial xilemático) como indicativo de déficit hídrico en este frutal.

En relación con lo anterior, la cantidad de horas con DPV sobre 2,5 kPa, días con más de cierta cantidad de horas en esas condiciones; o bien, cuantificación del índice de estrés, tal como se interpreta para estimar un ambiente negativo en manzanos y cerezos, podrían ser indicadores prácticos para el cultivo del avellano en condiciones locales. Asimismo, la elección de la orientación de hileras puede ser determinante en el éxito de un proyecto frutícola (especialmente en tiempos en que el clima se ha vuelto cada vez más desafiante) y debe considerar el análisis de todos los antecedentes disponibles. Es una herramienta simple y decisiva para contener el impacto negativo de veranos extremos. **Ra**

Agradecimientos

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, por su apoyo mediante el Proyecto FONDEF "Indicadores de riesgos bioclimáticos para una gestión eficiente de agua del cultivo del avellano europeo en Chile" (Código ID25I10573).

Ai



UNITEC

We work for your results

UNITEC apoya a las centrales hortofrutícolas en todas las fases del proceso de CLASIFICACIÓN de los frutos secos, de los kiwis y de más de 50 tipos de frutas y hortalizas, desde la recepción hasta el envasado final. Las líneas automatizadas, equipadas con tecnologías potenciadas por una IA de última generación, representan una oportunidad concreta para tus productos: un proceso y una selección aún más rápidos y fiables.





Visión y automatización inteligentes para generar resultados.

Por qué los líderes del sector eligen UNITEC

- Valorizamos cada fruta con nuestras tecnologías.
- Realizamos soluciones personalizadas y duraderas.
- Apoyamos tu negocio.
- Ofrecemos una asistencia global, siempre estamos a tu lado.

unitec-group.com