



CARTILLA DIVULGATIVA N°1

Disminuyendo las pérdidas de agua en campo: El uso de cubiertas y mulch

Oscar Seguel
Charlotte Hardy
Francisco Alfaro

PROBLEMA Y SOLUCIÓN

La evapotranspiración (ET) de un cultivo hace referencia a dos procesos separados: la evaporación de agua desde la superficie del suelo y la transpiración por parte de las plantas a través de los estomas. Ambas dependen de la energía que es proporcionada por la radiación solar y la temperatura ambiente del aire, que resulta en la diferencia de presión de vapor de agua entre la superficie y la atmósfera circundante; para el caso de la transpiración, también existe un control dado por la apertura estomática. Por otra parte, la evaporación desde el suelo se considera una pérdida innecesaria de agua, por lo que hay que tratar de minimizarla.

La ET varía a lo largo del desarrollo del cultivo, y es afectada entre otras por las prácticas culturales y los manejos del riego, que pueden favorecer o disminuir los componentes evaporativos y transpirativos. Dada la escasez hídrica en zonas semi-áridas, el riego tecnificado es una condicionante obligada para incrementar la eficiencia de riego, lo que se asegura con un adecuado monitoreo del agua del suelo y la mantención del sistema de riego, entre otros. El conjunto de malas prácticas de riego genera una pérdida de agua por percolación profunda o por evaporación directa desde la superficie del suelo, lo que implica un menor aprovechamiento del agua, debiéndose aumentar los esfuerzos para disminuir estas pérdidas, especialmente en zonas con restricciones hídricas.

Existen diversas técnicas que buscan reducir las pérdidas de agua en huertos frutales. Dentro de estas prácticas, el uso de coberturas (mulch) en la superficie del suelo disminuye la incidencia directa de la radiación, reduciendo las pérdidas por evaporación desde el suelo. Para el caso de la industria olivícola, la producción de aceite deja como residuo el alperujo, el cual tiene un uso potencial como mulch; sin embargo, este uso ha sido escasamente probado en el país. Por otra parte, el uso de mallas de sombra sobre la canopia del cultivo disminuye la acumulación de calor en el dosel, generando un microclima que disminuye la pérdida de agua, tanto por evaporación directa desde el suelo como por transpiración de la planta. Finalmente, la aplicación de protectores foliares a la canopia, como es el caso de óxidos de Calcio, buscan aumentar la reflexión solar, lo que resulta en una menor transpiración.

Considerando que la implementación de manejos agronómicos que buscan disminuir las pérdidas hídricas de los cultivos puede contribuir a mejorar la gestión del agua, en esta cartilla se presentan los efectos de dichos manejos sobre los componentes del balance hídrico, con el

objetivo de aportar antecedentes del ahorro de agua que se genera con el uso de mallas de sombra, aplicación de protector solar y utilización de mulch en la sobrehilera.

IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO

En un huerto de olivos variedad arbequina, ubicado en la localidad de Tabalí, Ovalle, se realizaron aplicaciones de alperujo fresco (de la temporada) y estabilizado (un año de antigüedad). El huerto tiene 8 años de edad, con una conducción súper intensiva en forma de setos, con plantas a 1,5 m en la sobrehilera e hileras a 4 m de distancia y se riega por goteo, con una línea simple, con emisores de 4 L h⁻¹ ubicados a 0,75 cm en la sobrehilera. Entre junio y julio de cada temporada (años 2018 y 2019), después de la cosecha, se aplicó el alperujo en diferentes dosis, según se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos del ensayo con aplicaciones de alperujo compostado (viejo, V) y fresco (nuevo, N), con el detalle de la dosis por hectárea.

Tratamiento	Detalle	Dosis (m ³ /ha)	Dosis (ton/ha)
T0	Sin alperujo	-	-
AVb	Alperujo viejo en dosis baja	20	8,0
AVa	Alperujo viejo en dosis alta	60	23,9
ANb	Alperujo nuevo en dosis baja	30	7,2
ANa	Alperujo nuevo en dosis alta	90	21,7

Por otra parte, en un huerto de uva de mesa ubicado en la localidad de Talhuén, Ovalle, se estableció un ensayo con diferentes manejos para evitar las pérdidas de agua. El parrón es de la variedad Red Globe, de 12 años de edad, con un sistema de conducción en parrón español, con un marco de plantación de 3m x 3m y que cuenta con un sistema de riego por goteo, con una línea de riego espaciada a 1 metro en la línea, con goteros de 2 L/h. El año 2018 se establecieron los siguientes manejos en parcelas de 9 plantas (tres hileras de tres plantas):

- Testigo, plantas sin ningún método de ahorro de agua, fueron regadas definiendo un punto de recarga (aproximadamente un 50% de la humedad aprovechable) según el monitoreo continuo por sondas TDR.
- Protector solar, plantas con un dosel cubierto por protector solar en base a óxido de calcio (Wallsun 33, AM Ecological), aplicado en dos dosis, a inicios de enero y mediados de febrero, con un total de 30 kg/ha, asegurando una dilución de 100 L de agua por cada kg de producto. Con esto se busca disminuir la transpiración.
- Mulch, plantas que en la superficie del suelo tienen mulch de fibra plástica (malla Raschel monofilamento) cubriendo la manguera de riego y 1 m de ancho de la sobrehilera. Con esto se busca disminuir la evaporación desde el suelo.
- Malla, grupo de 15 plantas cubiertas con malla de hebras monofilamento marca Protekta, la cual se instaló en una estructura a 1,5 m por sobre la canopia del parrón. Con esto se busca disminuir la transpiración.

En ambos casos el suelo es plano, moderadamente profundo, de textura franca fina, que en profundidad presenta un sustrato de arcilla densa, lo que le confiere una baja permeabilidad al agua. El clima es característico del semiárido con influencia marina, ya que presenta

nubosidad abundante y lluvias invernales. La precipitación promedio anual varía entre los 80 y los 120 mm, con una evapotranspiración potencial que varía entre los 1.132 y los 1.460 mm al año, y temperatura media anual cercana a los 15°C.

En la Figura 1 se observa el aspecto del alperujo en el ensayo de olivos, en tanto la Figura 2 presenta la implementación de los manejos en el parrón de uva de mesa.



Figura 1. Aplicación de alperujo fresco (izquierda), condición al cabo de un año (centro) y detalle de la actividad biológica (hifas de hongos, crecimiento de raicillas, presencia de artrópodos) al cabo de dos años (derecha).



Figura 2. Aplicación del protector solar en vid (izquierda), instalación del mulch de malla plástica (centro) y estación meteorológica bajo la malla (derecha).

En el ensayo de vid se contó con estaciones meteorológicas bajo y fuera del tratamiento con malla. Para ambos ensayos, a través del uso de microlisímetros se evaluaron las pérdidas de agua por evaporación directa desde la superficie del suelo. Para evaluar el contenido de agua del suelo, se dispusieron sensores de humedad del tipo TDR (Decagon Devices) en la zona de mayor concentración de raíces, bajo la proyección de la línea de riego, evaluando también la temperatura. En ambos ensayos se realizaron mediciones periódicas de variables fisiológicas, además de medir el rendimiento al final de la temporada. De manera complementaria, en el ensayo de olivos se evaluaron propiedades físicas y químicas de suelo al cabo de un año de aplicada la enmienda.

RESULTADOS

En el ensayo de vid, cada riego llena la capacidad estanca del suelo, pero las pérdidas de agua en los días posteriores se diferencian según tratamiento (Figura 3). Para el caso de las aplicaciones de alperujo, los contenidos de agua en el suelo no presentaron diferencias, pero con altas dosis de alperujo se genera una menor temperatura del suelo (Figura 3).

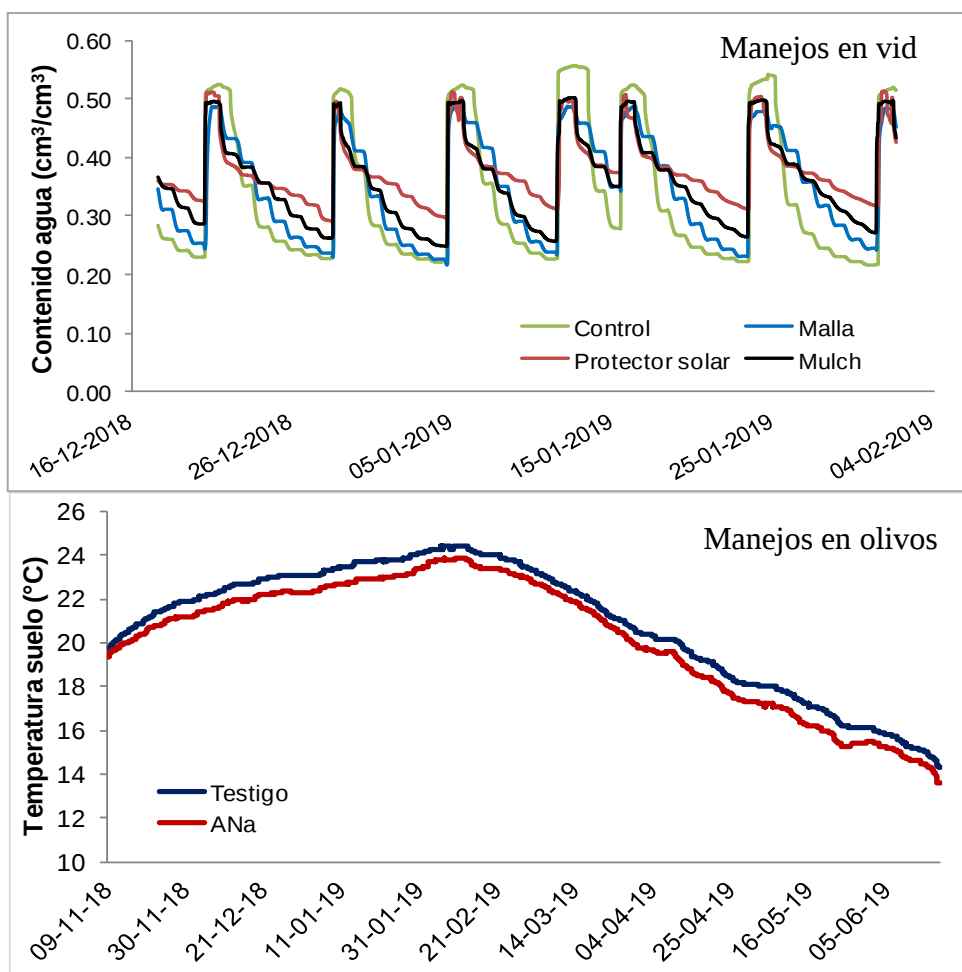


Figura 3. Cambios del contenido de agua del suelo en el ensayo en vid (arriba) y evolución de la temperatura en el ensayo en olivos, donde se compara el testigo y la dosis alta de alperujo nuevo (ANa).

En el caso del ensayo en vid, el testigo presenta las mayores variaciones en cada ciclo de riego, con los valores más altos por efecto del riego, una rápida caída posterior al riego y los menores valores previo al riego siguiente, lo que es indicador de los mayores consumos de agua y pérdidas por evaporación directa del suelo. El tratamiento con protector solar genera cambios graduales de pérdida de agua en el tiempo, seguido del tratamiento con mulch sobre la platabanda, lo que indica la efectividad de éstos en disminuir el uso-consumo de agua. En el caso del protector solar, no se previene la evaporación directa desde el suelo, pero sí se genera un menor consumo de agua por efecto de la reflexión de radiación.

El efecto de cobertura superficial del mulch previene la radiación directa sobre el camellón, generando una menor temperatura en relación a un suelo desnudo en el caso del huerto de

olivos. En el sitio de estudio, la temperatura del suelo no desciende de 12°C ni sube por sobre los 25°C, por lo que no existen riesgos de daño en el sistema de raíces; sin embargo, en zonas más frías (Región Metropolitana al sur) la aplicación de alperujo en alta dosis podría generar una condición de suelo más frío y aislamiento térmico que podría aumentar el daño por las heladas. El mismo efecto de aislante térmico genera las menores pérdidas por evaporación directa, como se muestra en la Figura 4.

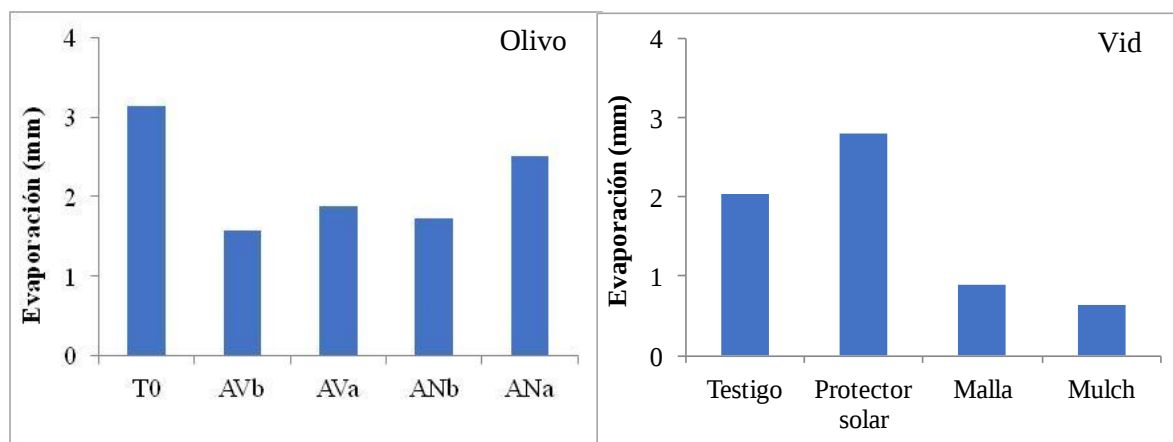


Figura 4. Evaporación directa desde el suelo en función de los tratamientos para el ensayo de olivo (izquierda) y vid (derecha). Mediciones realizadas en enero, mes de máxima demanda evapotranspirativa.

La disposición del alperujo sobre la línea de riego genera una pérdida por evaporación de aproximadamente un 60% del testigo, lo que durante la proyección de la temporada puede llegar a significar un ahorro mayor a 1.000 m³/ha. La dosis de alperujo no fue un factor determinante, por lo que bastan 20 m³/ha (8 ton/ha), aplicados a la sobre hilera, para cumplir con el objetivo de disminuir la evaporación. En el ensayo en vid, la superficie descubierta del testigo y el tratamiento con protector solar generan los valores más altos de evaporación, al doble de lo presentado en los tratamientos con malla sobre el dosel y mulch en la platabanda. En el caso de la malla sobre el dosel del parrón, la interceptación de la radiación genera una menor evapotranspiración (Figura 5); sin embargo, también disminuye la velocidad del viento, factor crucial para la remoción de la capa límite en el proceso de transpiración.

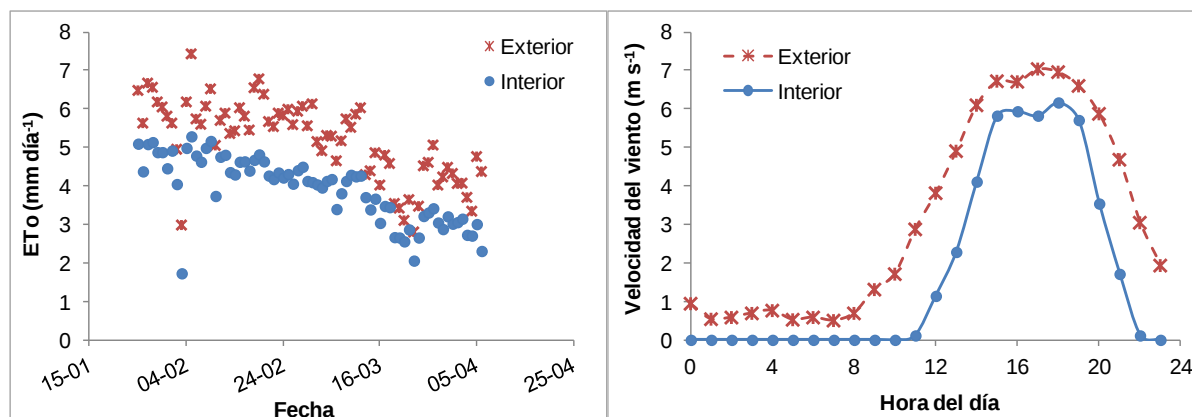


Figura 5. Evapotranspiración potencial (ETo, izquierda) y ciclo diario de velocidad del viento (derecha) en el parrón de vid de mesa en condiciones sin malla (exterior) y bajo la malla (interior).

Por otra parte, el mayor sombreado provocado por la malla induce un mayor crecimiento del brote en longitud (Figura 6), lo que se produce como una respuesta natural a la búsqueda de luz. Esto tendrá efectos a nivel productivo.

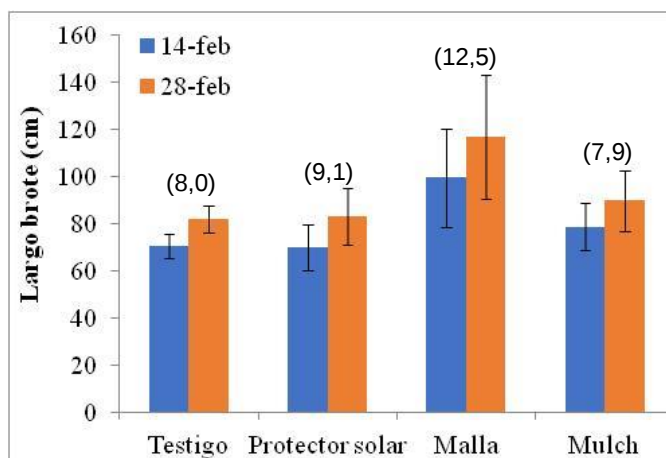


Figura 6. Largo de brotes en dos momentos de medición del ensayo en uva de mesa. Entre paréntesis se muestra la tasa de cambio (mm/día) del crecimiento de brote.

Para la primera fecha de evaluación, el tratamiento bajo malla sobre el dosel genera entre 20 a 30% de mayor longitud de brote, lo que aumenta ligeramente en la siguiente evaluación, explicando las tasas de crecimiento mayores (12,5 mm/día) cuando se utiliza esta tecnología en relación a doseles descubiertos (7,9 a 9,1 mm/día). Posterior a esta fecha (fines de febrero), el largo del brote se estabilizó y la tasa de crecimiento disminuyó en todos los casos. A pesar de estos cambios, las plantas no cambian su comportamiento fisiológico, y sólo bajo la malla existe una tendencia a presentar una menor asimilación fotosintética (Figura 7).

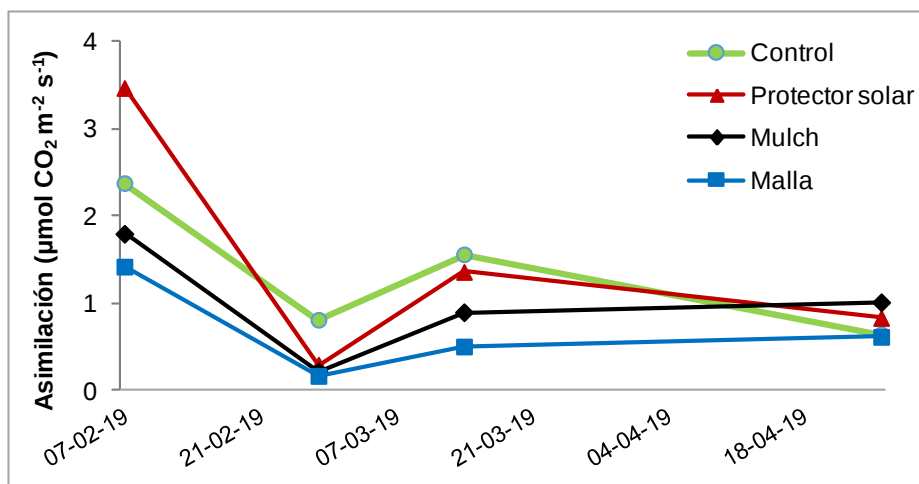


Figura 7. Asimilación neta en el tiempo de los tratamientos del ensayo de uva de mesa.

Para los momentos de alta radiación solar (primera fecha de medición en la Figura 7), el protector solar es eficiente en disminuir la fotosaturación por exceso de luz, manteniendo los mayores niveles de asimilación en relación al resto de los tratamientos. En el ensayo de mulch de alperujo en olivos, el comportamiento fisiológico no se vio alterado, pero la mineralización del mulch genera aportes considerables de macronutrientes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de fertilidad al cabo de un año de la aplicación del alperujo.

Tratamiento	pH	CE (dS/m)	MO (%)	N (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
0-10 cm						
T0	7,7	2,8	3,6	42	29	767
AVb	7,6	2,0	6,3	49	67	1.263
AVa	7,7	1,9	12,8	55	74	2.150
ANb	7,4	2,9	4,6	45	52	1.123
ANa	7,4	2,4	4,9	50	80	1.701
10-30 cm						
T0	7,7	1,2	2,4	28	13	319
AVb	7,5	1,1	3,0	35	27	485
AVa	7,8	0,76	3,3	40	19	1.036
ANb	7,7	1,1	2,9	32	24	602
ANa	7,6	0,86	3,0	35	32	687

Si bien el alperujo nuevo (AN) posee un pH bajo (5,2), su aplicación al suelo es neutralizada, manteniendo niveles de pH ligeramente alcalinos; por otra parte, la conductividad eléctrica (CE) es elevada en el material original (5,8 dS/m en el alperujo viejo), pero su dilución en el suelo permite mantener niveles no salinos ($CE < 4,0$ dS/m). El alperujo nuevo posee un alto contenido de agua, por lo que no genera un incremento de MO del suelo comparable al material estabilizado (AV); aún así los incrementos de MO promovidos por la aplicación de alperujo se concentran sólo en superficie, siendo proporcionales a la dosis aplicada.

Respecto al contenido de nutrientes, el alperujo genera incrementos en los niveles de P y K, manteniendo el N en niveles medios; en todos los casos los niveles disminuyen en profundidad. Los niveles de P_2O_5 alcanzaron niveles altos, especialmente con las dosis mayores, indistintamente de la edad del alperujo. Por su parte, los niveles de K_2O alcanzan niveles altos a excesivos, en especial con altas dosis y materiales estabilizados (AVa), incluso en el subsuelo, condición que eventualmente podría generar desbalances nutricionales, por lo que es necesario controlar la dosis de alperujo y disminuir la fertilización potásica.

Por otro lado, como consecuencia de la aplicación de alperujo estabilizado (AV), se generaron efectos benéficos sobre las propiedades físicas del suelo, según se muestra en la Figura 8.

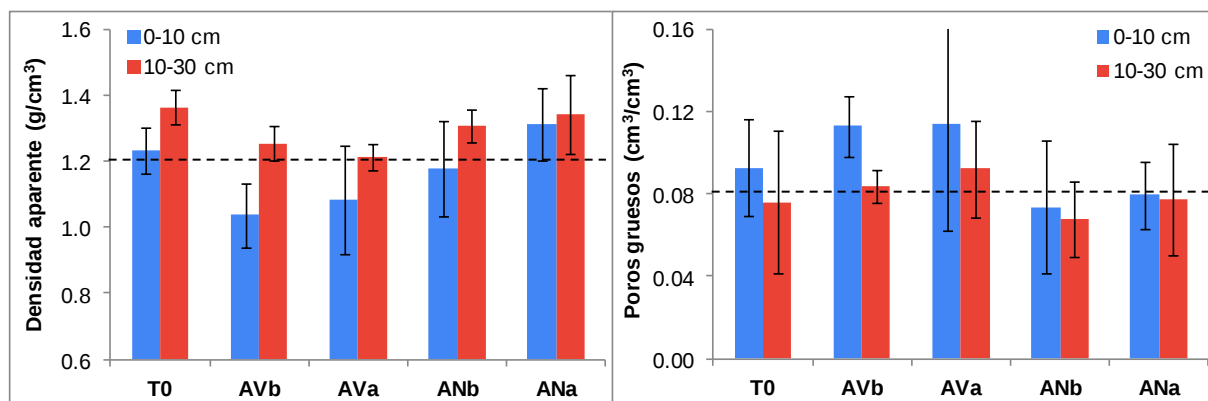


Figura 8. Densidad aparente (izquierda) y porosidad gruesa (derecha) en los tratamientos de mulch de alperujo en el huerto de olivos. Con línea punteada se presentan valores críticos.

El suelo testigo (T0) presenta niveles de densidad aparente (D_a) medios, los cuales aumentan en profundidad, producto de la presencia de arcilla densa. Las enmiendas estabilizadas

generan una disminución de la densidad aparente (mayor porosidad), efecto que se logra con el alperujo de un año de antigüedad (AV), el cual desarrolla un proceso de estabilización biológica. La naturaleza del alperujo fresco, con alto contenido de agua, favorece la formación de una pasta sobre el suelo (Figura 1), lo que sella la porosidad gruesa, provocando disminuciones de la porosidad de aireación (Figura 8, derecha). Se requiere un mínimo de 8% de poros gruesos ($0,08 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$) para el correcto desarrollo del sistema de raíces, lo que se logra sólo con el alperujo estabilizado (AV); aún así, al cabo de dos años el alperujo fresco (AN) termina descomponiéndose (Figura 1), por lo que se espera tenga el mismo efecto que el alperujo viejo (AV) en el mediano plazo. Si bien era esperable un mayor contenido de agua aprovechable en los tratamientos con aplicación de alperujo en altas dosis, sólo el material estabilizado (AV) generó dicho efecto, favoreciendo además una alta porosidad gruesa.

Finalmente, la Figura 9 presenta los rendimientos de cada ensayo, como un resultado integrador de los efectos fisiológicos de las cubiertas en vid y los efectos sobre propiedades físicas y nutricionales del suelo, en el caso del olivo.

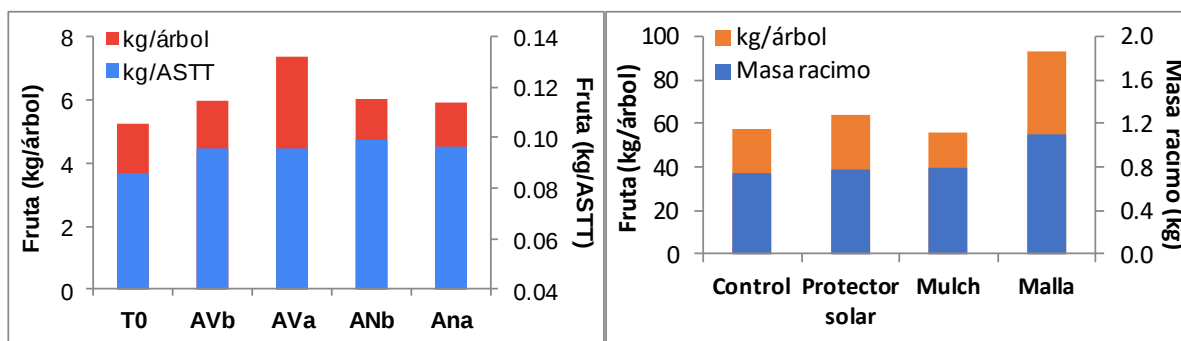


Figura 9. Producción en los ensayos de olivo (izquierda) y vid (derecha) en función de los tratamientos. ASTT es el área de sección transversal de tronco (cm^2).

Los manejos en olivo generaron efectos positivos sobre la producción por planta, especialmente con aplicaciones de alperujo estabilizado en altas dosis; sin embargo, al expresar la producción por área de sección transversal de tronco, dichas diferencias no son tan evidentes. Para el caso de la vid, el mayor crecimiento de brotes en el tratamiento con malla generó una mayor carga y racimos más grandes, lo que generó la mayor producción, sin diferenciarse los demás tratamientos respecto del control.

CONCLUSIÓN

Los manejos propuestos contribuyen a disminuir el consumo de agua, sin afectar el funcionamiento fisiológico y productivo de los cultivos, por lo que se presentan como opciones viables de manejo como contribución a sistemas productivos semiáridos. El mulch en la sobre hilera disminuye la evaporación directa desde el suelo, indistintamente si se utiliza un material artificial o alperujo de olivas. La malla sobre el follaje disminuye la evapotranspiración potencial y la velocidad del viento, pero la menor interceptación de la radiación genera un mayor crecimiento vegetativo, con brotes más largos. Por su parte, el uso de protector solar sobre el follaje de la vid es efectivo en disminuir la interceptación de la radiación, favoreciendo el menor consumo de agua desde el suelo.

