

## **Estrategias de manejo para la transición hacia viñedos sostenibles en Mendoza**

### **Management strategies for the transition to sustainable vineyards in Mendoza**

Ernesto Martin Uliarte \*, Florencia Noemí Ferrari, Laura Elizabeth Martínez, Carla Vanina Dagatti, Alejandro Omar Ambrogetti, Marcos Adrián Montoya

Originales: *Recepción*: 30/06/2018 - *Aceptación*: 16/03/2019

#### **RESUMEN**

En agro-ecosistemas de regadío frágiles como los de Mendoza, con suelos de baja fertilidad, escasas precipitaciones y elevada evapotranspiración estival, el cambio climático tendrá un impacto significativo. Las prácticas vitícolas convencionales mediante labranza y uso intensivo de agroquímicos, profundizan los desequilibrios ecológicos generando serios riesgos ambientales. La problemática requiere de un rediseño de estos sistemas y el replanteo de sus prácticas actuales. En la Estación Experimental Mendoza del INTA se trabajó en la transición hacia sistemas de manejo del viñedo con enfoque agroecológico. En una parcela demostrativa y experimental de vid, se establecieron corredores biológicos y diversos cultivos de cobertura, se estudiaron diferentes metodologías de compostaje y obtención de té de compost, bioles y su aplicación periódica al cultivo. Se ensayaron tecnologías alternativas para controlar malezas y programas preventivos de menor impacto para el control de plagas y enfermedades. Las prácticas propuestas permitieron aumentar la diversidad de especies en el viñedo, mejorar la fertilidad del suelo y alcanzar niveles productivos cercanos al manejo convencional. En el transcurso de nueve temporadas agrícolas, se logró mantener satisfactoriamente las condiciones fitosanitarias. Por último, los costos operativos se aproximaron a los de un manejo convencional.

#### **Palabras clave**

vid • agroecología • coberturas verdes • compost • bioles • fertilidad

---

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Mendoza. San Martín N° 3853. Mayor Drummond. C. P. M5507EVY. Luján de Cuyo. Mendoza. Argentina. \* uliarte.ernesto@inta.gob.ar

## ABSTRACT

In fragile irrigated agro-ecosystems like those in Mendoza, with low fertility soils, scarce rainfall and high summer evapotranspiration, climate change will have a significant impact. Agricultural practices with tillage and intensive use of agrochemicals generate serious ecological imbalances. This problem requires the redesign of these systems and a reconsideration of its practices. The Agricultural Experimental Station of INTA Mendoza worked on the transition to vineyard management systems with an agroecological approach. In a demonstrative and experimental vineyard plot, biological corridors and diverse cover crops were established, studying different methodologies of elaboration of compost, compost tea, bio-slurry and their periodic application to the crop. We evaluated alternative technologies for weed control and phytosanitary programs with lower environmental impact. The proposed practices allowed increasing biodiversity of species in the vineyard, improving soil fertility and achieving productive levels close to those of conventional management. In the course of nine agricultural seasons, the sanitary conditions of the vineyard were satisfactorily maintained. Finally, operating costs were close to those of conventional management.

### Keywords

grapevine • agroecology • cover crops • compost • bioslurry • fertility

## INTRODUCCIÓN

Los valles cultivados de la provincia de Mendoza se encuentran insertos en ecosistemas áridos y semiáridos, con suelos de escasa fertilidad, bajas precipitaciones y elevados potenciales de evapotranspiración durante el verano. En estos agro-ecosistemas frágiles el cambio climático tendrá un impacto significativo (29).

Las prácticas vitícolas convencionales, mediante labranzas con arados de reja y vertedera, que en algunos casos son sustituidas por la aplicación de herbicidas, y el uso intensivo de otros agroquímicos, generan graves desequilibrios ecológicos: reducción de la infiltración de agua, aumento de la escorrentía, mayor riesgo de erosión y compactación del suelo, problemas de tracción en maquinaria, disminución de la fertilidad, pérdida de biodiversidad, perjuicios a insectos benéficos, contaminación del suelo, el

agua y potenciales riesgos para la salud humana (8). Asimismo, la complejidad para controlar todos los factores que intervienen en los tratamientos fitosanitarios determinan una elevada ineficiencia en las aplicaciones de agroquímicos (13); en viñedos se verifica que la proporción del líquido pulverizado que queda en la vegetación objetivo es menor o igual al 55% del volumen total aplicado, cerca del 25% termina en el suelo y el 20% restante se pierde en el aire (1, 2, 16). Estas pérdidas por deriva además de reducir la eficacia del tratamiento y representar una significativa pérdida económica, se transforman en un serio peligro ambiental y de riesgo para la salud humana al contaminar suelo, agua y aire. Como ejemplo concreto se puede citar el aumento de metales pesados como el cobre y el cadmio, detectado en suelos agrícolas, mayormente vitícolas

de Mendoza, en comparación con suelos vírgenes no cultivados, lo cual se vincula a la aplicación de productos cúpricos para el control de hongos fitopatógenos (11).

Muestreos realizados por SENASA entre los años 2011 y 2016, tomando muestras en los principales mercados concentradores de frutas y hortalizas de Argentina, detectan presencia de pesticidas en cerca del 60% de las muestras analizadas, con alrededor del 10% superando el límite máximo de residuos. Además, se identifican varios principios activos para cada alimento (18).

Ante esta situación, se acrecienta la preocupación de los consumidores por los riesgos ambientales y la búsqueda de alimentos seguros y saludables (14). Los vitivinicultores preocupados por los diversos impactos de los agroquímicos y que buscan alternativas a las prácticas habituales, se encuentran con algunos problemas ante la transición hacia sistemas más sustentables: i) escasa diversidad parcelaria dentro de las fincas mendocinas; predomina el monocultivo de la vid, ii) baja fertilidad del suelo; escasos contenidos de materia orgánica, nutrientes y reducida actividad biológica, iii) limitadas alternativas de insumos de bajo impacto, que puedan sustituir a los agroquímicos tradicionales y de alto valor económico, iv) mayor necesidad de mano de obra para ciertas tareas, v) elevados costos operativos y vi) menores rendimientos.

La problemática de la viticultura regional requiere de un rediseño de los agroecosistemas vitícolas y un replanteo de sus prácticas agrícolas.

En la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Mendoza del INTA se trabajó en la evaluación de diferentes prácticas para la transición hacia sistemas sostenibles de manejo del cultivo.

## Objetivo

Desarrollar tecnologías que faciliten la gestión de viñedos con un enfoque de manejo agroecológico, buscando aumentar la diversidad de especies, mejorar la materia orgánica del suelo, evitar el uso de agroquímicos, aumentando y sosteniendo la productividad en el tiempo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Parcela demostrativa de vid bajo manejo agroecológico

En un viñedo implantado en el año 1994 de 4,5 ha ubicado en Mayor Drummond, Luján de Cuyo, Mendoza (INTA EEA Mendoza), se inició en 2009 el proceso de transición hacia un sistema de cultivo con enfoque de manejo agroecológico (21).

Las plantas de vid fueron conducidas en un sistema de espaldero alto con poda corta (pitones de dos yemas dispuestos en cordones bilaterales) en hileras de 142 m de largo orientadas norte-sur (con 2.666 plantas ha<sup>-1</sup>).

El riego fue superficial por melgas sin pendiente en el sentido de las hileras, con agua proveniente del río Mendoza (turno). En el transcurso de los años se redujo la dotación de agua para riego, lo cual se tradujo en una disminución de la frecuencia de riegos para determinados momentos de la temporada.

La parcela se aproximó a un rectángulo de 120 x 600 m e incluyó al viñedo y un sector inculco. En el límite oeste poseía un cerco de *Pyracantha coccinea* (cratego) que lo separó de una calle secundaria y una autopista, hacia el sur limitaba con el predio de una empresa, separada por una cortina forestal de álamos y olivos, mientras que el límite este poseía una fila de olivos que la separaban de una calle

y una zona residencial. El límite norte colindó con otros viñedos y al inicio de la experiencia no poseía cortina vegetal.

A partir de este viñedo de 15 años de antigüedad, manejado con prácticas habituales en la viticultura regional: uso de pesticidas para control de enfermedades, pulverización de herbicidas (mayormente glifosato) en la línea de plantas, aplicación eventual de fertilizantes de síntesis y labranzas periódicas; se propuso un cambio en la gestión abordando temas considerados esenciales para promover los principios agroecológicos: diversidad, fertilidad (en el suelo y el cultivo), actividad biológica (en el sistema) y protección integrada. Para ello, se decidió trabajar sobre diferentes estrategias que influyen sobre los temas definidos, estas son: establecimiento de corredores biológicos y cultivos de cobertura, utilización de enmiendas orgánicas, opciones para el control de malezas y búsqueda de pesticidas alternativos.

Se destinó un depósito de uso exclusivo de la unidad demostrativa para almacenar insumos y maquinarias (*e.g.* pulverizadora). En un sector inculdo próximo al cultivo se estableció una playa para la elaboración de compost.

Inicialmente, año 2009; la parcela se registró en el proceso de certificación orgánica en el marco de la normativa Argentina (ley 25.127). En la temporada 2012/13, se alcanzó la certificación de uvas orgánicas correspondientes a 2,8 ha del cv. Cabernet sauvignon y 1,7 ha de cv. Sauvignon blanc, luego de tres temporadas de manejo de transición.

En 2017 se redujo el tamaño de la parcela a 2 ha del cv. C. sauvignon y se discontinuó la certificación formal, manteniendo las prácticas agroecológicas de manejo hasta 2018. En el periodo 2009-18 se registraron temperaturas mínimas medias anuales de 8,2°C y máximas

medias de 22,5°C, con precipitaciones anuales promedio de 263 mm.

En el esquema de transición agroecológica definido por Tiftonell (2014), se consideró que esta parcela de experimentación se ubicó dentro de la situación definida como la más crítica y vulnerable, caracterizada por la sustitución de insumos y en camino hacia el rediseño del sistema. En la unidad se experimentaron prácticas de manejo a escala de un productor vitícola medio a pequeño, y a su vez funcionó como viñedo demostrativo: fue visitado por productores, estudiantes y profesionales.

### **Estrategias de manejo del cultivo**

#### *Corredores biológicos*

Se propuso el establecimiento de un corredor biológico en el límite norte de la parcela, compuesto por especies floríferas de bajo requerimiento hídrico, con mediano y bajo porte, para aumentar la biodiversidad y como barrera física (3 m de ancho y 310 m de largo) entre la parcela orgánica y el viñedo vecino bajo manejo convencional. En el año 2010, se trasplantaron más de 25 especies diferentes, nativas y exóticas (24).

Complementariamente, se incorporó una franja de cultivo con alfalfa, inicialmente de 10 m de ancho por 150 m de largo, y que se amplió en 2013 a 60 m de ancho, para separar la parcela de un sector inculdo ubicado en el límite este.

Las especies del corredor biológico presentaron durante todo el año la floración de una proporción de las especies presentes (24). La flora proveyó de alimento y refugio a insectos benéficos con potencial para el control de plagas, favoreciendo su multiplicación y circulación. De la misma manera, la franja de alfalfa proporcionó condiciones óptimas a enemigos naturales, favoreció su establecimiento y reproducción.

*Cultivo de cobertura*

En el interfililar del viñedo orgánico se sembró, en septiembre de 2010, un cultivo de cobertura polifítico con especies herbáceas anuales: *Trifolium balansae*, *Tagetes sp.*, *Calendula officinalis*, *Brassica alba*, *Lolium multiflorum*, *Bromus unioloides*, y perennes: *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Lotus tenuis*, *Trifolium repens*, *T. fragiferum* y *T. pratense* (24).

Luego de tres temporadas de manejo con cobertura vegetal en todos los interfilares, en 2014 se decidió controlar el desarrollo de la cobertura hilera por medio: manejando entre hileras con especies perennes alternadas con interfilares con labranza periódica con rastra de cuatro cuerpos y doble efecto, buscando reducir la competencia entre la cobertura y la vid.

Los cultivos de cobertura se transformaron en soporte de diversos insectos benéficos, pero además contribuyeron a mejorar estructura y fertilidad del suelo, incrementando actividad biológica, favoreciendo biodiversidad, aumentando infiltración, reduciendo compactación, controlando erosión y permitiendo el ingreso anticipado de maquinaria al cultivo luego de una lluvia (21). Los cortes en franjas alternas permitieron mantener gran parte del ciclo a los cultivos en floración.

A partir de la temporada 2015/16 se trabajó con cultivos de cobertura anuales invernales interfililar por medio (*X Triticosecale*, *Hordeum vulgare* y *Vicia sativa*) y en la temporada siguiente se estableció un ensayo experimental para evaluar alternativas con diferente grado de competencia. En la experimentación se estudiaron los siguientes tratamientos: i-cobertura anual invernal: *Avena sativa* u *Hordeum vulgare*, *Secale cereale* y *Vicia sativa*, interfililar por medio, alternado con interfililar labrado periódicamente (TM); ii-cobertura permanente: *Lolium perenne* y

*Trifolium repens*, en la mitad de los interfilares y labranza el resto (PM); iii-cobertura anual invernal todos los interfilares (TT) y iv-interfilares alternados con cobertura perenne y cobertura anual invernal (PT) (foto, pág. 110).

Los tratamientos fueron dispuestos en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

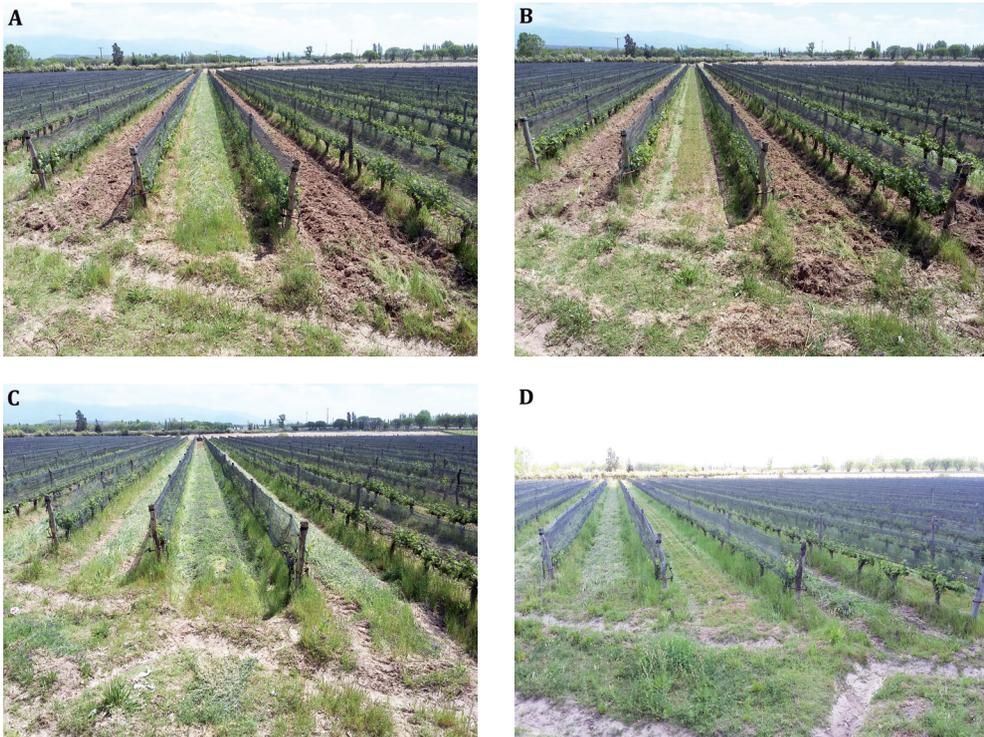
Los interfilares con cobertura anual invernal se manejaron mediante rolado primaveral a través de un rodillo de coberturas verdes, aplicado en la época de floración de las especies, y posteriormente mediante cortes periódicos con segadora, al igual que la cobertura permanente.

La superficie del interfililar efectivamente sembrada fue del 60% y en la línea de plantas se desmalezó mediante un prototipo de labranza intercepa. En todos los tratamientos se aplicó compost y se realizaron aplicaciones fitosanitarias de la misma manera que en el resto de la parcela demostrativa, tal como se detalla posteriormente. En el viñedo se evaluó producción, calidad de uva y peso de poda, mientras que en los cultivos cobertura se midió aporte de biomasa (datos no presentados).

*Insectos benéficos y hormigas*

Tanto en los corredores biológicos, la cobertura verde, como también en el viñedo, se observaron una gran diversidad de insectos. Sin embargo, no se efectuaron relevamientos sistemáticos, solo algunos muestreos puntuales (datos no presentados).

A partir del mes de noviembre, en algunos años con mayor intensidad que otros, se registró la presencia de coccinélidos de distintas especies, como *Hippodamia variegata*, *Chrysolina graminis*, *Adalia bipunctata*, *Eriopsis connexa*, pasando el invierno bajo la corteza de las cepas y visitando los incipientes brotes.



(A) Cobertura temporaria la mitad de los interfilares: TM;  
(B) cobertura permanente la mitad de los interfilares: PM; (C) cobertura temporaria todos los interfilares: TT; (D) cobertura temporaria y permanente alternada: PT.  
La cobertura anual se observa recién rollada y la permanente segada.

(A) Temporary cover crop one interrow in half: TM;  
(B) permanent cover crop in half of the interrows: PM; (C) temporary cover crop in each interrow: TT;  
(D) alternating interrows with temporary and permanent cover crops: PT. Annual cover crops is observed recently rolled and permanent mowed.

**Foto.** Experimentación con cultivos cobertura de distinto grado de competencia con plantas de vid cv. Cabernet sauvignon, INTA EEA Mendoza.

**Photo.** Experimentation with cover crops of different levels of competition with grapevines cv. Cabernet sauvignon, INTA EEA Mendoza.

Asimismo, se encontraron numerosos pulgones parasitados con microhimenópteros, principalmente en las especies leguminosas utilizadas como cobertura verde y en la alfalfa. También se observó actividad de diferentes especies de otros artrópodos como sírfidos, crisópidos y arácnidos.

La actividad de insectos benéficos es considerada una señal importante para el manejo integrado de plagas y enfermedades. Por ejemplo los coccinélidos, además de ser reconocidos predadores de áfidos, se ha comprobado que son importantes consumidores de hongos como el oidio (19).

En un estudio realizado por Chorbadjian y Kogan (2001) en viñedos de Chile, se evidenció que aquellos que poseían cobertura vegetal presentaron mayor número de artrópodos totales (fitófagos, benéficos y otros) que las viñas sin cultivo de cobertura, mientras que la proporción entre insectos benéficos/fitófagos fue muy superior en los viñedos con cobertura verde. Si en primera instancia se hiciera solo el relevamiento de algún insecto fitófago, se encontraría mayor presencia de la plaga en las parcelas que poseen cobertura verde, sin considerar que justamente allí es donde existe un mayor número relativo de insectos que pueden colaborar en el control natural de las plagas.

Durante 2014, se colectaron hormigas de forma manual y mediante trampas de caída, se clasificaron y se estudió el régimen alimenticio de las hormigas cortadoras, ya que representan un potencial riesgo de daños para los viñedos.

### *Compost*

La aplicación de compost se implementó desde el inicio de la parcela orgánica demostrativa; ya que mejora la fertilidad física, química y biológica del suelo, incorpora materia orgánica, favorece la estructura del suelo, aumenta retención de agua, estimula actividad biológica y mejora la disponibilidad gradual de nutrientes (12). Anualmente se incorporaron cerca de 6 t de compost por hectárea, aplicado hilera por medio.

Los materiales iniciales utilizados fueron diversos y cambiaron según su disponibilidad: orujo fresco y agotado, hojas secas y segado de parques, estiércoles de vaca, caballo, cama pollo parrillero, guano gallina, cabra, cortes alfalfa, chala de ajo, aserrín, entre otros. Las técnicas también fueron modificándose a través de

los años hasta ajustar la metodología de elaboración: desde pilas estáticas (2010), con ventilación pasiva (2011), volteos semi-mecanizados (2012/13), hasta volteos mecanizados (a partir de 2014).

El riego fue inicialmente por aspersión, aunque con baja eficiencia y escurrimiento superficial; y luego, a partir de 2014, se utilizaron cintas de goteo, logrando mayor eficiencia y homogeneidad en el riego.

En 2014 se comparó el trabajo realizado por una volteadora de compost del tipo comercial (desarrollada en INTA EEA Ascasubi) y un implemento tipo reja (desarrollada en INTA EEA Mendoza) y se evaluó la calidad final del compost obtenido.

### *Té de compost*

El té de compost o extracto de compost (EC) es un preparado a base de compost fermentado en agua que posee nutrientes y microorganismos. Existen distintas metodologías de elaboración del té: con diferentes relaciones compost:agua, no aireados y aireados por diferentes lapsos.

En una primera experiencia local realizada en 2014, se caracterizaron los EC obtenidos con distinto grado de aireación y se evaluó su influencia sobre el crecimiento de plantas jóvenes de vid (22).

En la parcela demostrativa, el té de compost se elaboró a partir de 2015 en tambores de 220 litros con una relación en volumen compost:agua de 1:4, aireado mediante dos aireadores tipo pecera y difusores ubicados al fondo del recipiente, por un período de 24 horas. Anualmente, entre primavera y verano, se efectuaron entre tres y cuatro aplicaciones foliares sin dilución, con una dosis de 280 l ha<sup>-1</sup> con plena vegetación.

En un ensayo comparativo a campo iniciado en el año 2016, se evaluaron los efectos de la incorporación de compost al suelo (CO) (dosis de 7 a 8 t ha<sup>-1</sup>) y

la aplicación combinada de compost (al suelo con igual dosis) y extracto de compost (foliar, dosis de 280 l ha<sup>-1</sup>) (CO+EC), contrastadas con un tratamiento testigo sin enmiendas (TE), en la producción y calidad de la uva. El compost tuvo una relación C/N de 17, 2,4 % de N, conductividad eléctrica (CE) de 2,2 dS m<sup>-1</sup> y pH de 6,8, mientras que el té de compost presentó 2,9 mg l<sup>-1</sup> de N-NO<sub>3</sub> y 4,0 mg l<sup>-1</sup> de N-NH<sub>4</sub>, 2,4 dS m<sup>-1</sup> de CE y 7,9 de pH.

### *Biol*

A partir de 2015 se complementó el plan de fertilización del viñedo a través del uso de biofertilizantes líquidos (bioles) incorporados al suelo. Con ello se buscó una aplicación localizada próxima a la zona de raíces y disponibilidad nutricional más rápida para las plantas. Además de su aporte nutricional, los bioles pueden contribuir con el aumento de la resistencia a enfermedades y mejorar las defensas ante un ataque de plagas, aumentar la actividad biológica del suelo y estimular la floración (10).

Los bioles pueden ser elaborados por el mismo productor de manera sencilla y se producen a base de una fermentación anaeróbica de residuos orgánicos, principalmente estiércoles y restos vegetales. En la parcela demostrativa se han utilizado para su elaboración los siguientes componentes: alfalfa fresca picada, estiércol de conejo fresco, bentonita, cáscara de huevo finamente molida, ceniza de madera y ceniza de hueso. Estos materiales se colocaron en un tanque plástico de 200 L con agua, tapado herméticamente y con una trampa de gases durante un período de 3 a 6 meses. Antes de su aplicación a campo, los bioles obtenidos fueron caracterizados presentando: 5,1 x 10<sup>6</sup> UFC ml<sup>-1</sup> de microorganismos aerobios mesófilos (bacterias), sin presencia de hongos,

levaduras, ni bacterias patógenas (*Salmonella sp.* y *Escherichia coli*).

En promedio registraron una concentración de N total de 11,3 g L<sup>-1</sup>, 0,21 g L<sup>-1</sup> de P y 3,59 g L<sup>-1</sup> de K, la CE media fue de 15,1 dS m<sup>-1</sup> y el pH 7,7. Finalmente, se realizó una aplicación primaveral mediante máquina con pastillas de alto volumen orientadas al suelo hacia ambos lados de la hilera de plantas, en dosis de 44 litros por hectárea diluido al 11%.

### *Evolución de la fertilidad del suelo*

Se realizaron muestreos sistemáticos del suelo de la parcela orgánica en muestras compuestas antes del inicio de la transición en 2009, y en los años 2012, 2014 y 2018.

Se efectuaron análisis de fertilidad (N, P, K y MO) y salinidad (CE y pH). Complementariamente, se realizaron análisis microbiológicos. Se determinó abundancia de bacterias aerobias mesófilas, hongos totales y hongos formadores de micorrizas, microorganismos mineralizadores del nitrógeno, amonificadores, nitrificadores, fijadores de nitrógeno (15).

### *Gestión de malezas*

Como se especificó previamente, en el sitio del interfilar de los viñedos bajo manejo agroecológico se proponen cultivos de cobertura y control de malezas en parte de la superficie o en una determinada época del año. Sin embargo, se presenta como desafío tener que reemplazar la aplicación de herbicidas en las hileras del cultivo, al pie de las cepas y en la base de los postes del sistema de conducción.

En la línea de plantación, los tres primeros años se utilizó un prototipo de flameado de gas licuado de petróleo (GLP) diseñado en INTA EEA Mendoza (21).

A partir de la temporada 2014/15, se efectuó desorillado tradicional y mediante un equipo intercepa automático disponible en el mercado. Paralelamente, se iniciaron trabajos para desarrollar un prototipo intercepa mecánico con el que se controlan las malezas en la línea de plantas de la parcela desde la temporada 2016/17. El equipo se encuentra en fase de desarrollo, pruebas y mejoras, posee dos discos cóncavos dentados dispuestos con cierta inclinación de ataque a la superficie del suelo, complementado en la parte trasera con una rueda sensora que produce el desplazamiento, de accionamiento mecánico, al interfilas de un disco plano horizontal.

#### *Prevención de enfermedades y plagas*

Al inicio de la transición de manejo se diseñó un programa de tratamientos preventivos de enfermedades fúngicas sobre la base de aplicaciones de azufre (espolvoreo y mojable), productos cúpricos (oxicloruro e hidróxido de cobre), extracto líquido de cítricos y control biológico de la polilla del racimo mediante *Bacillus thuringiensis*. Sin embargo, se sabe que el azufre puede afectar enemigos naturales, el cobre es un metal pesado y está restringido para cultivos orgánicos, mientras que en general los insumos alternativos ofrecidos para cultivos ecológicos son comparativamente más costosos. Por ello se buscaron opciones para reemplazarlos y alcanzar un programa fitosanitario más eficiente. Partiendo de la base que la idea en la agroecología es ir reduciendo el uso de insumos.

A partir de la temporada 2015/16 se efectuó un primer y único tratamiento primaveral con azufre y cobre, y posteriormente se realizaron aplicaciones periódicas de bicarbonato de sodio, bentonita y té de compost como preven-

tivos fúngicos. Desde la temporada 2016/17 se utilizó la técnica de confusión sexual mediante la colocación de difusores de feromonas sintetizadas para control de la polilla del racimo. Este último tratamiento fue exigido por la autoridad fitosanitaria nacional.

#### **Comparación de costos de manejo**

Se realizó un análisis comparativo de costos operativos entre el cultivo de vid bajo manejo agroecológico (AE), ejecutado en la parcela demostrativa, y el manejo convencional (CO) realizado en el resto de las parcelas de INTA EEA Mendoza, para la temporada 2017/18.

Se tuvieron en cuenta gastos de combustible, mano de obra y otros insumos necesarios para las tareas anuales por unidad de superficie (hectárea).

#### **Análisis estadísticos**

Los datos obtenidos en las experimentaciones fueron sometidos a análisis de la varianza (ANAVA) y comparación de medias utilizando la prueba LSD de Fisher, mediante el software InfoStat/L (6).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **Hormigas**

Los formícidos colectados, pertenecían a cuatro subfamilias, ocho géneros y 17 especies. Más del 90% de los formícidos colectados correspondieron a dos subfamilias: *Myrmicinae* y *Dolichoderinae*. Las especies más abundantes fueron *Dorymyrmex wolffhugeli* y *Pheidole bergi* representando entre las dos más del 50% del total.

Las *Dorymyrmex* son forrajeras generalistas mientras que el género *Pheidole* está integrado por individuos que para alimentarse atacan a otros insectos

o deambulan en busca de sustancias azucaradas (9), por lo que no representan un riesgo para el cultivo. Al evaluar comparativamente los índices de diversidad con los de una parcela bajo manejo convencional, la parcela con manejo agroecológico registró mayor abundancia de hormigas (tabla 1), aunque sin diferencias respecto de riqueza (5).

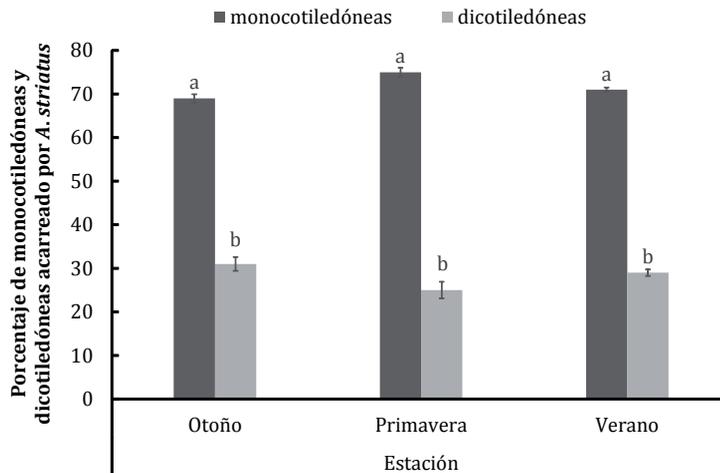
Debido a la abundancia de hormigas cortadoras de hojas (*Acromyrmex striatus*) en dicho viñedo se evaluó su actividad forrajera mediante el estudio de la composición de la dieta y sus preferencias de acuerdo con la oferta vegetal.

Se observó que *A. striatus* prefirió el forrajeo de material verde (recién cortado), en una proporción del 60 al 65% dependiendo de la estación del año, en comparación con el material seco y predominó la colecta de monocotiledóneas (figura, pág. 115). Por consiguiente, a pesar de representar un riesgo potencial para el cultivo de la vid, si este presenta oferta de cobertura verde en sus interfilares, el daño provocado por esta hormiga cortadora no sería tan significativo, así como tampoco los costos asociados al control de las mismas.

**Tabla 1.** Abundancia absoluta de formícidos en viñedos bajo diferentes prácticas de manejo.

**Table 1.** Absolute abundance of formicidines in vineyards under different management practices.

Familia	Especie	Parcela	
		Agroecológica	Convencional
FORMICINAE	<i>Brachymyrmex</i> sp.	76	28
	<i>Camponotus mus</i>	207	33
	<i>Camponotus punctulatus</i>	212	145
MYRMICINAE	<i>Acromyrmex striatus</i>	91	10
	<i>Acromyrmex lobicornis</i>	0	0
	<i>Pheidole bergi</i>	1618	435
	<i>Pheidole spininodis</i>	1008	454
	<i>Pheidole aberrans</i>	34	8
	<i>Pheidole triconstricta</i>	4	0
	<i>Solenopsis</i> sp.1	651	136
	<i>Solenopsis</i> sp.2	133	32
	<i>Solenopsis</i> sp.3	217	68
	<i>Solenopsis</i> sp.4	106	13
	<i>Strumigenys rogeri</i>	0	0
DOLICHODERINAE	<i>Dorymyrmex wolffhugeli</i>	2200	747
	<i>Dorymyrmex flevescens</i>	15	0
	<i>Dorymyrmex</i> sp.1	1	0
	<i>Forelius chalybaeus</i>	920	25
PONERINAE	<i>Hypoponera opacior</i>	8	0
Σ		7501	2134



Diferentes letras indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Different letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

**Figura.** Porcentaje de monocotiledóneas y dicotiledóneas acarreado por *A. striatus* hacia los nidos, en diferentes estaciones del año dentro de un viñedo.

**Figure.** Percentage of monocotyledons and dicotyledons carried by *A. striatus* towards the nests, in different seasons of the year within a vineyard.

Por lo tanto, el uso de cultivos de cobertura podría ser un recurso para el manejo de *A. striatus* en el viñedo, siempre y cuando estas especies vegetales no compitan excesivamente con el cultivo.

### Cultivos de cobertura y biofertilizantes

#### Cultivos cobertura

Investigaciones locales previas mostraron que el manejo con cultivos de cobertura perennes durante al menos cinco años logra mejorar la fertilidad del suelo (18).

No obstante, pueden competir con las plantas de vid por agua y nutrientes, en mayor o menor medida dependiendo de la especie (25, 26), reducir su expresión vegetativa y producción (20), modificar el microclima a nivel de racimos (22) y mejorar las características sensoriales de los vinos tintos (23).

La cobertura permanente establecida inicialmente en la parcela provocó excesiva competencia con el cultivo, lo cual se evidenció en una reducción del rendimiento inicial promedio desde las 8 a 9 t ha<sup>-1</sup> hasta las 5 a 6 t ha<sup>-1</sup> en el transcurso de dos a tres años.

Resultados preliminares para el ensayo de alternativas de manejo del suelo de baja competencia iniciado en 2016, mediante el uso de coberturas vegetales interfilar por medio, no manifestaron diferencias en producción y calidad de la uva luego del primer año de establecidos los tratamientos, mientras que a partir de la segunda temporada se detectaron los efectos del manejo del suelo: el tratamiento TM se diferenció significativamente de TT y PT (entre 5,5 y 5,8 t ha<sup>-1</sup>), por una mayor producción de algo más de 8,0 t ha<sup>-1</sup>, lo cual se estima próximo

al potencial productivo de la variedad para obtener vinos de cierta calidad para este terruño, presentando además un pH significativamente mayor a PM y PT, aunque los valores fueron muy próximos.

El tratamiento PM presentó una producción intermedia cercana a las 7,0 t ha<sup>-1</sup>, sin diferenciarse estadísticamente del resto de los cultivos cobertura (tabla 2).

#### *Compost*

Cuando se compararon dos equipos para el volteo y aireación del compost (máquina volteadora y reja) se logró obtener un compost estable y maduro, similar composición final, en un lapso análogo de alrededor de cuatro meses. La máquina volteadora resultó ser más eficiente para compostajes de mediana a gran escala, mientras que la reja se adaptaría mejor para elaboraciones de menor escala (27).

Al comparar los sucesivos compostajes en el transcurso de las diferentes temporadas, de manera general, se puede observar que los volteos mecánicos y los riegos con cintas de goteo mejoraron la estabilidad final de los compost, obteniendo menores valores de relación C:N, menor salinidad, mayores contenidos de N, P, K y materia orgánica, en menor tiempo de compostaje (tabla 3, pág. 117).

#### *Té de compost*

El té de compost se utiliza como fertilizante líquido en aplicaciones foliares, porque aporta nutrientes solubles y como supresor de enfermedades de las plantas, ya que genera resistencia inducida, antibiosis y competencia, cuando se realizan aplicaciones preventivas (7).

En la experiencia realizada en 2014, se observó aumento de actividad de bacterias aerobias mesófilas y leve tendencia de incremento de hongos en los extractos más aireados.

**Tabla 2.** Efecto de cultivos de cobertura en la producción y calidad de la uva cv. Cabernet sauvignon, INTA EEA Mendoza. Resultados preliminares.

**Table 2.** Effect of cover crops in grape production and quality of cv. Cabernet Sauvignon, INTA EEA Mendoza. Preliminary results.

	Tratamiento	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	Azúcar (°Brix)	pH	Acidez (g l <sup>-1</sup> )	Fenoles totales (mg kg <sup>-1</sup> )	Antocianos (mg kg <sup>-1</sup> )
<b>Cosecha 2017</b>	TM	5,36 a	23,5 a	3,79 a	6,29 a	2446 a	1601 a
	PM	5,07 a	23,1 a	3,75 a	6,11 a	2368 a	1566 a
	TT	5,47 a	23,9 a	3,81 a	6,17 a	2408 a	1908 a
	PT	5,09 a	23,5 a	3,78 a	6,25 a	2723 a	1883 a
<b>Cosecha 2018</b>	TM	8,34 a	24,7 a	3,95 a	6,54 a	-	-
	PM	7,15 ab	24,8 a	3,84 b	6,73 a	-	-
	TT	5,53 b	24,7 a	3,90 ab	6,94 a	-	-
	PT	5,81 b	24,0 a	3,84 b	6,32 a	-	-

Referencias de tratamientos según foto (pág. 110).

References of treatments according to photo (page 110).

Letras distintas para cada temporada indican diferencias significativas entre las medias (p≤0,05; n=4).

Different letters for each season indicate significant differences between means (p≤0.05; n=4).

**Tabla 3.** Comparación de la composición final del compost, obtenido mediante diferentes metodologías de compostaje con diversos materiales iniciales, en el transcurso de las temporadas de experimentación.

**Table 3.** Comparison of the final compost composition, obtained through different composting methodologies with diverse initial materials, during the experimental seasons.

Año	Riego	Volteo	Material inicial
2010	aspersión	no	cama pollo, orujo, chala ajo
2011	aspersión	no, ventilación pasiva	guano gallina, orujo, chala ajo
2012	aspersión	sí, manual	cama pollo, orujo, chala ajo
2013	cinta goteo	sí, reja volteadora	guano caballo, cama pollo, orujo, hojas, chala ajo
2014	cinta goteo	sí, reja y máquina volteadora	guano de vaca, hojas, segado de alfalfa, orujo, aserrín
2015	cinta goteo	sí, reja volteadora	orujo fresco, orujo agotado, borras

Año	Tiempo (meses)	Relación C:N final	N (%)	P (%)	K (%)	CE (dS m <sup>-1</sup> )
2010	10	22	1,8	0,53	1,0	5,3
2011	10	23	0,6	0,01	1,3	6,1
2012	5	13	2,4	0,90	2,6	7,2
2013	5	17	2,0	0,45	1,0	3,5
2014	3,5	19	1,5	0,35	0,7	2,6
2015	4	17	2,4	0,29	0,8	2,2

La aplicación del té de compost en las plantas de vid indujo mayor crecimiento secundario (brotación de yemas laterales) y tendencia a menor longitud del brote principal (28).

En el ensayo comparativo iniciado en el año 2016, luego de dos temporadas, los resultados preliminares mostraron tendencias ligeramente significativas al aumento de la producción, del 14 al 16%

y de la acidez de uva para los tratamientos CO y CO+EC, respecto del TE (tabla 4, pág. 118).

Los niveles productivos en este sector del viñedo son comparativamente más elevados aparentemente debido a una mayor eficiencia en los riegos, ya que son hileras más cortas que el resto de la parcela.

**Tabla 4.** Producción y calidad de uva para diferentes tratamientos de aplicación de compost (TE: testigo sin enmienda; CO: aplicación de compost al suelo; CO+EC: aplicación de compost al suelo y extracto de compost foliar). Resultados preliminares.

**Table 4.** Grape production and quality for different treatment of compost application (TE: control without amendment, CO: application of compost to the soil, CO + EC: application of compost to the soil and extract of foliar compost). Preliminary results.

	Tratamiento	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	Azúcar (°Brix)	pH	Acidez (g l <sup>-1</sup> )	Fenoles totales (mg kg <sup>-1</sup> )	Antocianos (mg kg <sup>-1</sup> )
Cosecha 2017	TE	7,47 a	23,7 a	3,79 a	6,47 a	1633 a	1559 a
	CO	8,23 a	23,6 a	3,83 a	6,21 a	1788 a	1843 a
	CO+EC	6,95 a	23,9 a	3,84 a	6,24 a	1689 a	1680 a
Cosecha 2018	TE	8,54 b	24,5 a	3,81 a	6,07 b	-	-
	CO	9,98 a	24,0 a	3,85 a	6,52 a	-	-
	CO+EC	9,74 a	23,7 a	3,83 a	6,49 a	-	-

Letras distintas para cada temporada indican diferencias significativas entre las medias ( $p \leq 0,10$ ;  $n=4$ ).

Different letters for each season, indicate significant differences between the means ( $p \leq 0,10$ ;  $n=4$ ).

### Fertilidad del suelo

En la tabla 5 (pág. 119), se detalla la evolución de los parámetros de la fertilidad de suelo (de 0 a 30 cm) con los resultados de los análisis realizados al inicio (2009) y durante el manejo agroecológico (2012, 2014 y 2018). Allí se observa cómo la materia orgánica (MO) del suelo fue aumentando luego del cambio de manejo convencional a agroecológico. En el último año se apreció una disminución importante del porcentaje de MO, este hecho puede estar relacionado con los cambios en el manejo del suelo; pasando de tener cobertura permanente en todas las entrehilas a labranza interfilas por medio, en 2014 y cobertura temporaria invernal con rastreado hilera por medio, a partir de 2015.

Es importante destacar que las muestras de suelo fueron compuestas y se tomaron de los interfilares con y sin cobertura.

La concentración de fósforo (P) siguió una tendencia similar a la MO,

alcanzando niveles muy altos en 2014 y pasando a tenores bajos en 2018, esta situación puede estar vinculada con los cambios de manejo expresados en los párrafos anteriores: la mayor cantidad de sistemas radicales en estado inicial de desarrollo determinados por las siembras de coberturas anuales, pueden establecer un mayor requerimiento de fósforo (17).

La concentración de nitrógeno (N total) fue oscilando entre valores altos y muy altos, en general con tendencia a incremento respecto del valor inicial, mientras que la concentración de potasio (K) fue aumentando hasta alcanzar niveles altos. La conductividad eléctrica se mantuvo dentro de valores que clasifican al suelo como no salino, aunque en el último año se registró un leve y despreciable aumento. Estos resultados confirman que los cambios en las prácticas de manejo modifican sensiblemente parámetros importantes que determinan la fertilidad de suelo.

**Tabla 5.** Resultado de análisis de suelo (muestras de 0 a 30 cm) inicial (año 2009) y durante el manejo agroecológico (años 2012, 2014 y 2018). La clasificación se indica entre paréntesis.

**Table 5.** Soil analysis results (sampling depth: 0-30 cm) initial (year 2009) and during agroecological management (years 2012, 2014, 2018). Classification is indicated in parentheses.

Parámetros / Año	2009	2012
MO (%)	1,28 (medianamente pobre)	1,39 (medianamente pobre)
N total (mg kg <sup>-1</sup> )	837 (alto)	1278 (muy alto)
P (mg kg <sup>-1</sup> )	2,11 (muy bajo)	5,32 (alto)
K (mg kg <sup>-1</sup> )	143 (pobre)	174 (bueno)
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,98 (no salino)	1,02 (no salino)

Parámetros / Año	2014	2018
MO (%)	1,69 (medianamente pobre)	0,79 (pobre)
N total (mg kg <sup>-1</sup> )	940 (alto)	1181 (muy alto)
P (mg kg <sup>-1</sup> )	7,29 (muy alto)	2,90 (bajo)
K (mg kg <sup>-1</sup> )	174 (bueno)	220 (alto)
CE (dS m <sup>-1</sup> )	1,01 (no salino)	1,27 (no salino)

Referencias: MO: materia orgánica; N total: nitrógeno; P: fósforo; K: potasio; CE: conductividad eléctrica del extracto de saturación.

References: MO: organic matter; N total: nitrogen; P: phosphorus; K: potassium; CE: electrical conductivity of saturation extract.

Una primera evaluación de los microorganismos presentes en el suelo y raíces de las plantas de vid reveló la presencia natural de hongos formadores de micorrizas en la parcela demostrativa con manejo agroecológico. En un relevamiento realizado en el año 2016 el porcentaje de micorrización para la parcela donde se aplicó compost al suelo fue del 92%, donde se combinó compost y pulverización de té de compost al follaje fue del 90% y en el testigo sin aplicación fue del 80%. Los tratamientos no mostraron diferencias significativas en la infección micorrícica de las plantas de vid. Las estructuras micorrícicas observadas fueron hifas principalmente y vesículas en menor cantidad, aunque no se encontraron arbusculos.

Con respecto a otros microorganismos presentes en el suelo, tampoco se observó diferencias significativas entre tratamientos. La población de las bacterias aerobias mesófilas fue mayor que los hongos, con abundancias medias de  $1,48 \times 10^7$  y  $8,31 \times 10^4$  unidades formadoras de colonia (UFC) por gramo de suelo seco, respectivamente. Entre los microorganismos mineralizadores del nitrógeno orgánico del suelo, la abundancia de los amonificadores fue cercana a  $2,14 \times 10^5$  número más probable (NMP) g<sup>-1</sup> suelo, la de los nitrificadores  $2,90 \times 10^3$  NMP g<sup>-1</sup> suelo y finalmente, la de los microorganismos fijadores de nitrógeno  $1,15 \times 10^7$  UFC g<sup>-1</sup> suelo.

### Control de malezas

El prototipo de flameado utilizado durante los primeros años requirió de personal especializado para su operación, siendo un equipo complejo, de elevado costo y cierto riesgo de operación. Realiza un efecto desecante foliar pero las malezas establecidas rebrotan al transcurrir un tiempo, siendo más efectivo para controlar dicotiledóneas. Con el prototipo de flameado fue necesario realizar tratamientos frecuentes y repasos manuales o mediante bordeadora, para lograr un control adecuado de las malezas, con alto consumo de GLP. Por todo ello, se decidió cambiar de estrategia hacia algún sistema de labranza de bajo costo.

El prototipo intercepa utilizado actualmente es relativamente efectivo para controlar las malezas en la línea de plantación, requiere escaso mantenimiento y es de bajo costo relativo. Eventualmente es necesario realizar un leve repaso manual del desmalezado.

### Enfermedades y plagas

La incorporación de estrategias de gestión del viñedo para mejorar la biodiversidad mediante el establecimiento de corredores biológicos y cultivos de cobertura, como también la búsqueda de la mejora de la fertilidad integral del suelo y de las plantas de vid, mediante la incorporación de compost, té de compost y bioles, buscaron favorecer un agroecosistema más equilibrado, que albergue diversos artrópodos benéficos útiles para la predación y el parasitismo de plagas. Aunque hasta el momento no hay datos de relevamientos específicos, en la parcela demostrativa se observó una importante actividad de artrópodos valiosos para el control de plagas y enfermedades (coccinélidos, microhimenópteros, sirfidos, arácnidos, entre otros).

En experiencias en viñedos de la zona, se ha verificado una disminución de la incidencia de las principales enfermedades fúngicas cuando el viñedo posee cultivos de cobertura (datos no publicados), en concordancia con estudios realizados en otros viñedos del mundo (4). Este efecto se vincula con la mejora en el microclima en la zona de racimos, ya que se presenta vegetación menos densa, con mayor aireación e incidencia de radiación solar, lo cual determina condiciones desfavorables para el ataque de hongos.

Se buscó aumentar la actividad biológica, tanto en el suelo como en el follaje, para asistir en la supresión de enfermedades mediante resistencia inducida, antibiosis y competencia con patógenos.

La correcta nutrición de la vid ayudará además para que el cultivo pueda defenderse mejor ante la irrupción de enfermedades o plagas emergentes.

Resulta importante destacar que en el transcurso de las nueve temporadas de cultivo no se presentaron incidencias fitosanitarias de importancia, tanto plagas como enfermedades fueron controladas satisfactoriamente.

En los primeros años de transición se observaron algunos ataques puntuales de hormigas cortadoras, pero estos daños fueron disminuyendo con el transcurso del tiempo hasta mantenerse en baja incidencia, sin necesidad de efectuar controles específicos.

Una temporada en particular (año 2013/14) se presentó con mayor predisposición para el ataque de oidio, no obstante ello el viñedo agroecológico no fue mayormente afectado, a diferencia del resto de la viña con manejo convencional que presentó severa disminución de la producción, aparentemente por problemas de efectividad en las aplicaciones fitosanitarias.

### Costos de manejo

El manejo de la parcela demostrativa más costoso que el manejo convencional agroecológica (AE) significó solo un 5,8% (CO) del viñedo vecino (tabla 6).

**Tabla 6.** Comparación de costos en dólares de insumos y mano de obra por hectárea y por año, para dos tipos de manejos del cultivo: agroecológico y convencional. Luján de Cuyo, Mendoza (18 de Junio 2018: \$USD 1 = \$ARS 28,5).

**Table 6.** Comparison of costs in dollars of inputs and workforce per hectare and per year, for two types of crop management: agroecological and conventional. Luján de Cuyo, Mendoza (June 18, 2018: \$ USD 1 = \$ ARS 28.5).

Actividades <sup>1</sup>	Manejo agroecológico			Manejo convencional		
	Insumos	Mano de obra	Total	Insumos	Mano de obra	Total
Fertilización <sup>2</sup>	\$ 352	\$ 37	\$ 390	\$ 280	\$ 8	\$ 289
Tratamientos fitosanitarios <sup>3</sup>	\$ 264	\$ 49	\$ 314	\$ 399	\$ 24	\$ 423
Control de malezas <sup>4</sup>	\$ 48	\$ 86	\$ 134	\$ 110	\$ 35	\$ 145
Cobertura vegetal <sup>5</sup>	\$ 102	\$ 27	\$ 128	-	-	-
Manejo del viñedo <sup>6</sup>	-	\$ 1.153	\$ 1.153	-	\$ 1.146	\$ 1.146
TOTAL	\$ 767	\$ 1.352	\$ 2.119	\$ 789	\$ 1.214	\$ 2.002

<sup>1</sup>Se considera que el cultivo agroecológico produce 7.000 kg ha<sup>-1</sup> y el convencional 8.000 kg ha<sup>-1</sup>.

<sup>2</sup>El manejo agroecológico incluye compra de compost y elaboración de biol. El manejo convencional incluye aplicación de urea y 18.46.00 en la misma proporción de nitrógeno que la aportada por el compost.

<sup>3</sup>Otros insumos (sin gasoil): difusores para confusión sexual de *Lobesia botrana*, azufre micronizado, oxiclورو de cobre, bentonita, bicarbonato y té de compost en el manejo agroecológico. Clorantraniliprole + abamectina, ametotradin + dimetomorf, boscalid + pyraclostrobin, azufre micronizado y oxiclورو de cobre en el manejo convencional.

<sup>4</sup>El manejo agroecológico incluye cuatro pasadas con desorilladora mecánica (prototipo INTA EEA Mendoza) y un repaso manual con azadón por año. El manejo convencional incluye el uso de herbicida glifosato al 62,5% (2 l ha<sup>-1</sup>) aplicado cuatro veces en la línea de plantas y tres rastreadas en todos los interfilares por ciclo de cultivo (que incluye la formación de surcos).

<sup>5</sup>En el cultivo agroecológico se incluye la siembra de la cobertura vegetal anual invernal en todas las hileras; rolado (hilera por medio) una vez al año; rastreado (hilera por medio), segado de la cobertura (hilera por medio) y surqueado (todas las hileras) dos veces al año. En el convencional no se considera el uso de cobertura vegetal, sino que se maneja con suelo descubierto.

<sup>6</sup>Incluye poda, desbrote, cruzado de brotes, despampanado, preparación manual del riego (limpieza de cupos), riego y cosecha para ambos tratamientos.

<sup>1</sup>It is considered that the agroecological crop produces 7,000 kg ha<sup>-1</sup> and the conventional 8,000 kg ha<sup>-1</sup>.

<sup>2</sup>Agroecological management includes purchase of compost and self-elaboration of bioslurry. Conventional management includes application of urea and 18.46.00 in the same proportion of nitrogen as that provided by compost.

<sup>3</sup>Other inputs (without gasoil): *Lobesia botrana* sexual confusion diffusers, micronized sulfur, copper oxychloride, bentonite, bicarbonate and compost tea in agroecological management. Chlorantraniliprole + abamectin, ametotradin + dimetomorf, boscalid + pyraclostrobin, micronized sulfur and copper oxychloride in conventional management.

<sup>4</sup>Agroecological management includes four passes with a mechanical weeder (prototype INTA EEA Mendoza) and a manual hoeing per year. Conventional management includes the use of 62.5% glyphosate herbicide (2 l ha<sup>-1</sup>) applied four times in the plants row and three disc harrowing in all the interrows per crop cycle (which includes furrow formation for irrigation).

<sup>5</sup>Agroecological cultivation includes seeding of winter annual cover crop in each interrow; rolled (a row of two) once a year; harrowing (a row of two), cover crop mowing (a row of two) and furrow formation (each row) twice a year. In the conventional crop, the use of vegetal cover is not considered, it would be handled with bare soil.

<sup>6</sup>Includes pruning, remove of shoots, shoot crossing, top cutting of shoots, manual preparation of irrigation (cleaning of channels), irrigation and harvesting for both treatments.

Los costos de mano de obra fueron 11% mayores en el manejo AE; este valor es relativamente bajo debido a que se considera la aplicación mecánica del compost y el control mecánico de malezas, tareas que si se hicieran de manera manual consumirían mayor cantidad de jornales.

El control de malezas fue 7% menor que el control químico con un herbicida sistémico en la línea de plantas sumado al rastreado de los interfilares utilizado en el cultivo CO. El costo de los insumos necesarios fue solo 3% superior en el manejo CO, lo que significa USD\$ 22 más por hectárea que el cultivo AE.

Realizando las actividades mencionadas para cada tipo de manejo, y considerando un ingreso idéntico para ambas situaciones de USD\$ 0,727 por kilo de uva, la ganancia bruta en el cultivo CO produciendo 8 t ha<sup>-1</sup> sería de USD\$ 5.816, mientras que para el sistema AE produciendo 7 t ha<sup>-1</sup> sería de USD\$ 5.089.

Teniendo en cuenta los costos mencionados, la ganancia neta sería de USD\$ 3.814 y USD\$ 2.970 por hectárea, respectivamente.

Sin embargo, con la producción agroecológica se espera obtener uvas que sean reconocidas con un precio diferencial de comercialización, ya sea por contar con la certificación orgánica (en el marco de la ley Argentina de producción orgánica) o bien por ser utilizadas para elaborar vinos de calidad e inocuidad con alto valor agregado (productos agroecológicos). Si esta diferenciación fuera del 17% equiparía la ganancia del sistema CO. Asimismo, como se evidenció en el ensayo de cultivos de cobertura (tabla 2, pág. 116), con un manejo del suelo de mínima competencia (coberturas anuales hilera por medio) a partir del segundo año se alcanzan rendimientos similares a los del manejo convencional.

## CONCLUSIONES

La parcela demostrativa permitió experimentar diversas alternativas de manejo bajo condiciones similares a las que se presentan en una propiedad vitícola de la escala más representativa de los viñedos del país (1 a 5 ha). Se probó maquinaria existente y nuevos equipos agrícolas, desarrollando y adaptando diferentes tecnologías para facilitar el manejo agroecológico a las condiciones de los viñedos de Mendoza. La parcela fue visitada periódicamente por productores, estudiantes universitarios, profesionales e investigadores interesados en la búsqueda de prácticas alternativas de manejo.

La transición de manejo convencional del viñedo hacia un sistema de gestión con enfoque agroecológico mediante el establecimiento de corredores biológicos, manejo de cultivos de cobertura y utilización de enmiendas biológicas permitió aumentar la biodiversidad y mejorar la fertilidad del suelo, logrando con el tiempo niveles productivos próximos a los del manejo habitual a través de un esquema de aplicación de agroquímicos, labranzas y fertilizaciones con productos de síntesis. Resulta imprescindible efectuar el seguimiento de la evolución de los parámetros de fertilidad edáfica, ya que su dinámica temporal es modificada por cambios en las prácticas de manejo.

Las prácticas propuestas confieren potencialmente diversos servicios ecosistémicos como el mantenimiento y mejora de la calidad del suelo y agua, reducción del riesgo de erosión hídrica y eólica, atenuación de la temperatura, secuestro de dióxido de carbono atmosférico y preservación de insectos benéficos para el manejo integrado de plagas y enfermedades. También influyen en el balance

hídrico de los viñedos, el micro y mesoclima, el rendimiento, la calidad de las cosechas y los vinos, entre otros factores.

Los tratamientos fitosanitarios con insumos alternativos de bajo impacto y el manejo cultural de las malezas permitieron mantener satisfactoriamente las condiciones sanitarias del cultivo luego de nueve temporadas agrícolas. Los costos operativos de manejo se aproximaron

a los de un manejo convencional. Las estrategias de manejo planteadas pueden aumentar la resiliencia de los agroecosistemas vitícolas de zonas especialmente frágiles, promover la conservación de los recursos naturales, favorecer el equilibrio ecológico y la mitigación del cambio climático, reduciendo las necesidades de agroquímicos y con mayor armonía en zonas de transición urbano-rurales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ambrogetti, A. O.; Uliarte, E. M.; Montoya, M. A.; Haist, W.; del Monte, R. F. 2016. Evaluación de un panel para recuperación de deriva en aplicaciones fitosanitarias en viñedos. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 48(2): 83-94.
2. Balsari, P.; Marucco, P. 2009. Making the most efficient use of pesticide applications in vineyards - Experiences from Europe, en: Crop protection in Vineyards Plumpton College: Brighton, UK: The Association of Applied Biologists.
3. Chorbadjian, R.; Kogan, M. 2001. Cubiertas vegetales en viñas. Relación con artrópodos benéficos y plagas. Revista Agronomía y Forestal Universidad Católica de Chile. 11(4): 4-6.
4. Corino, L.; Lavezzi, A.; Sansone, L.; Storchi, P.; Antonacci, D.; Coletta, A. 2003. L'entretien des sols viticoles: l'enherbement. Progrès Agricole et Viticole. 120: 134-138.
5. Dagatti, C. V. 2016. Diversidad de hormigas (*Hymenoptera: Formicidae*) en el cultivo de la vid con manejo orgánico y tradicional en Mendoza. Boletín de la Sociedad Entomológica Argentina. 27(1): 21-23.
6. Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. 2016. InfoStat/L. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
7. Evans, K.; Palmer, A.; Metcalf, D. 2013. Effect of aerated compost tea on grapevine powdery mildew, botrytis bunch rot and microbial abundance on leaves. European Journal of Plant Pathology. 135(4): 661-673.
8. FAO. 2002. Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Disponible en: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/004/y3557s/y3557s05.pdf>. Acceso: Mayo, 2018.
9. Hayward, K. J. 1960. Insectos tucumanos perjudiciales. Revista industrial y agrícola de Tucumán. San Miguel de Tucumán. Argentina. Fundación Miguel Lillo. 42: 142.
10. IPES; FAO. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana: Lima. Perú. 96 p.
11. Martí, L.; Filippini, M. F.; Drovandi, A.; Salcedo, C.; Troilo, S.; Valdés, A. 2011. Evaluación de metales pesados en suelos de los oasis irrigados de la Provincia de Mendoza: I. Concentraciones totales de Zn, Pb, Cd y Cu. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. 43(2): 203-221.
12. Martínez, L. E.; Vallone, R. C.; Piccoli, P. N.; Ratto, S. E. 2018. Assessment of soil properties, plant yield and composition, after different type and applications mode of organic amendment in a vineyard of Mendoza, Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 50(1): 17-32.
13. Montoya, M. A.; Ambrogetti, A. O.; Del Monte, R. F. 2018. Eficiencia de pulverizadores hidroneumáticos de uso fitosanitario en la fruticultura cuyana (Argentina). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 50(2): 343-354.

14. Novelli, D. 2018. Alimentos: el consumo responsable trastoca paradigmas. RIA. Revista de investigaciones agropecuarias. 44(1): 4-9.
15. Page, A. L.; Miller, R. H.; Keeney, D. R. 1982. Methods of soil analysis. Vol. 2. Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy and Soil Science: Madison. Wisconsin. USA. 42: 1159.
16. Panneton, B.; Lacasse, B. 2004. Effect of air-assistance configuration on spray recovery and target coverage for a vineyard sprayer. Can. Biosys. Eng. 46: 13-18.
17. Römer, W.; Schilling, G. 1986. Phosphorus requirements of the wheat plant in various stages of its life cycle. Plant and soil. 91(2): 221-229.
18. SENASA. 2017. Programa de control de residuos, contaminantes e higiene en alimentos de origen vegetal. Informe de muestreos períodos 2011/13 y 2014/16: Mendoza. Argentina. 9 p.
19. Sutherland, A. M.; Parrella, M. P. 2009. Mycophagy in Coccinellidae: review and synthesis. Biological Control. 51(2): 284-293.
20. Tiftonell, P. 2014. Ecological intensification of agriculture-sustainable by nature. Current Opinion in Environmental Sustainability. 8: 53-61.
21. Uliarte, E. M.; del Monte, R. F. 2006. Coberturas de flora establecida en viticultura regadía, en: Informe final de convenio de asistencia técnica: INTA EEA Mendoza - Bodega Norton S.A., INTA EEA Mendoza: Luján de Cuyo. 54 p.
22. Uliarte, E. M.; del Monte, R. F.; Parera, C. A. 2006. Influencia del manejo de suelo mediante coberturas vegetales en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec). Le Bulletin de l'OIV. 7(899-900): 5-22.
23. Uliarte, E. M.; del Monte, R. F.; Parera, C. A.; Catania, C. D.; Avagnina, S. M. 2009. Influencia del manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas en el desarrollo vegetativo, producción y características de vinos en viñedos bajo riego superficial (cv. Malbec). Le Bulletin de l'OIV. 82(938-939-940): 205-227.
24. Uliarte, E. M.; Ferrari, F. N.; Montoya, M. A.; Bonada, M.; Ambrogetti, A. O. 2013. Viticultura orgánica, en: Bases tecnológicas de sistemas de producción agroecológicos, Ullé, J. A., Ed. Ediciones INTA: Buenos Aires. Argentina. 204 p.
25. Uliarte, E. M.; Schultz, H. R.; Frings, C.; Pfister, M.; Parera, C. A.; del Monte, R. F. 2013. Seasonal dynamics of CO<sub>2</sub> balance and water consumption of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub>-type cover crops compared to bare soil in a suitability study for their use in vineyards in Germany and Argentina. Agricultural and Forest Meteorology. 181: 1-16.
26. Uliarte, E. M.; Parera, C. A.; Alessandria, E. E.; Dalmasso, A. D. 2014. Intercambio gaseoso y eficiencia en el uso del agua de cultivos de cobertura con especies nativas (Mendoza, Argentina), exóticas cultivadas y malezas. Agriscientia. 31(2): 49-61.
27. Uliarte, E. M.; Ambrogetti, A. O.; Martínez, L. E.; Montoya, M. A.; Rizzo, P. F.; Ferrari, F. N. 2015. Evaluación de un implemento mecánico que permite airear pilas de compostaje. Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología - SOCLA: La Plata. Argentina. 6 p.
28. Uliarte, E. M.; Martínez, L. E.; Montoya, M. A.; Ferrari, F. N. 2016. Obtención y caracterización de extracto ("té") de compost. Ensayos preliminares sobre plantas de vid. Primera reunión científica del programa nacional recursos naturales, gestión ambiental y ecorregiones del INTA. Buenos Aires. Argentina. 85 p.
29. Villalba, R.; Boninsegna, J. 2009. Cambios climáticos regionales en el contexto del calentamiento global. Informe Ambiental. 103-113.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Para Pedro Díaz y Ariel Porro por su inestimable colaboración. A Raúl F. del Monte por el apoyo en los inicios de esta experiencia. A Dante Gamboa, Federico De Biazzi, Claudia Lucero y Gustavo Aliquo por su asistencia en el análisis de uvas.

La parcela demostrativa y las experimentaciones relacionadas fueron financiadas por INTA mediante la Red de Agroecología (REDAE), el Proyecto Regional con Enfoque Territorial (PRET) del Oasis Norte de Mendoza y la Asociación Cooperadora de la EEA Mendoza.