

## Modelos de manejo del espacio interfililar en viñedos: percepciones acerca de su valor como proveedores de servicios ecosistémicos

### Inter-row management models in vineyards: perceptions about their value as ecosystem service providers

Andrea Fruitos<sup>1</sup>, José Antonio Portela<sup>2</sup>, Lucía Del Barrio<sup>3</sup>, María Emilia Mazzitelli<sup>1</sup>, Bruno Marcucci<sup>3</sup>, Romanela Giusti<sup>2</sup>, Valeria Alemanno<sup>4</sup>, Javier Chaar<sup>3</sup>, Guillermo López García<sup>5</sup>, Marcela González Luna<sup>3</sup>, Natalia Aquindo<sup>2</sup>, Guillermo Debandi<sup>1</sup>

Originales: *Recepción*: 30/06/2018 - *Aceptación*: 07/03/2019

#### RESUMEN

Actualmente, en la principal región vitícola de Argentina conviven diversos manejos técnicos del viñedo, que impactan sobre la biodiversidad y la oferta de bienes y servicios ecosistémicos. Quisimos investigar en qué grado los referentes de la producción vitícola perciben los efectos de las prácticas de manejo del espacio interfililar sobre la provisión de servicios ecosistémicos, como también los costos asociados. A través de entrevistas, se consultó acerca del grado de contribución que poseen cinco esquemas de manejo identificados en las principales áreas productivas, sobre 33 variables (ambientales, culturales y productivas). Los valores de percepción obtenidos fueron contrastados con el conocimiento científico actual para identificar el grado de adecuación entre ellos. Finalmente, mediante triangulación de datos se construyeron diagramas causales, para explicar el funcionamiento de los modelos desde un enfoque de dinámica de sistemas complejos. Los resultados muestran que los referentes locales perciben mayores beneficios ambientales en prácticas de manejo con coberturas vegetales, en particular las permanentes y con especies nativas, en coincidencia con la evidencia científica. Asimismo, los diagramas causales muestran una mayor complejidad de relaciones en estos manejos, que evidenciarían una mayor resiliencia de los agroecosistemas y mejores posibilidades de conservar la biodiversidad nativa y sus servicios ecosistémicos.

#### Palabras clave

biodiversidad • beneficios ambientales • manejo del suelo • coberturas vegetales • plantas nativas

- 1 CONICET. INTA EEA. Junín. Isidoro Bousquet s/n, La Colonia. Junín. Mendoza. Argentina. CP 7703. fruitos.andrea@inta.gob.ar
- 2 INTA EEA La Consulta.
- 3 INTA EEA Mendoza.
- 4 Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo.
- 5 Laboratorio de Entomología. IADIZA-CONICET.

**ABSTRACT**

Currently, in the main wine region of Argentina there are several management techniques of the vineyard, which impact on biodiversity and the supply of ecosystem goods and services. We wanted to investigate the perception degree that technicians and local grapevine growers have on the effects of inter-row management practices on the provision of ecosystem services, as well as their associated costs. Through interviews, we asked about the degree of contribution that the five inter-row management techniques identified over the main vine productive areas of Mendoza, have on 33 environmental, cultural and productive key variables. The perception values obtained were contrasted with current scientific knowledge to identify the degree of adequacy between them. Finally, by means of data triangulation, causal loop diagrams were constructed in order to explain the operation of the models from a complex system dynamics approach. Results show that local growers and technicians perceive greater environmental benefits in those managements with vegetation cover, particularly the permanent ones and those incorporating native species, in coincidence with the scientific evidence. Likewise, the causal loop diagrams show a greater complexity of relationships in these management techniques that could evidence a greater resilience of the agroecosystems and better possibilities of conserving the native biodiversity and its ecosystem services.

**Keywords**

biodiversity • environmental benefits • soil management • vegetation cover • native plants

**INTRODUCCIÓN**

En los últimos 30 años la vitivinicultura de Mendoza, Argentina, ha experimentado un importante cambio tecnológico (17), asociado con una reconversión agroindustrial facilitada por aspectos tanto externos como internos al país (20). Como consecuencia de este cambio, se produjo una transformación del esquema de producción orientada originalmente a la cantidad de uva hacia otro, dirigido hacia la calidad enológica de la misma (17).

Este nuevo esquema productivo surge apoyado en criterios agronómicos (de manejo de suelo, conducción de canopia, dotación deficitaria de agua) y en herramientas (herbicidas, riego presurizado, malla antigranizo, mecanización de tareas), en general importados de otras regiones productoras del mundo, que al combinarse dieron lugar a diferentes modelos de manejo del cultivo. Más recientemente, entre los enfoques que sustentan estos modelos de manejo se agrega el de la sustentabilidad del sistema de producción vitícola, que también aparece en Mendoza como reflejo de iniciativas establecidas en otros países (1), e intenta valorar simultáneamente los impactos de la actividad en las dimensiones ambiental, económica y social.

Si bien en la actualidad algunos modelos de manejo predominan sobre otros, existe una importante diversidad de esquemas en uso. En particular, se observa una gran disparidad en la forma en que se maneja el espacio entre hileras de vid (interfilas), y es factible suponer que las diferentes prácticas de manejo de estos interfilares no impactan de la misma forma sobre la biodiversidad, ni sobre la oferta de bienes y servicios ecosistémicos en cada agroecosistema. Se entiende por bienes y servicios ecosistémicos (BSE) a los beneficios directos e indirectos, derivados de los componentes y funciones de los ecosistemas, que pueden ser apropiados por una sociedad (34). Los viñedos pueden ser paisajes multifuncionales que no solo producen uva sino muchos otros servicios ecosistémicos, como refugio (hábitat) para la fauna, secuestro y almacenamiento de carbono, o control biológico de plagas y enfermedades (32); como también espacios ricos en tradiciones, que contribuyen a conformar la identidad cultural de una comunidad. En particular, los espacios interfilares en los viñedos participan en la oferta de esos servicios, y de muchos otros más, como la estructuración del suelo y el control de erosión del mismo (24); el ciclado de nutrientes y de agua (25); la polinización (15).

La decisión de mantener o no el espacio interfilas sin vegetación, así como las herramientas utilizadas para lograr esto, puede tener un efecto distinto sobre la oferta (o pérdida) de servicios ecosistémicos. Las ventajas y desventajas de eliminar por completo la vege-

tación en espacios interfilares, tanto como de utilizar coberturas vegetales en los mismos, son temáticas largamente estudiadas pero no pierden actualidad (7, 10, 33), y su discusión es de interés principal para la Agroecología, en especial en lo referente a especies nativas (2, 11). Existe nueva evidencia sobre el rol de la vegetación nativa en soportar poblaciones de insectos benéficos y reducir la incidencia de plagas (16), además de tener un desempeño superior como cobertura por encontrarse adaptadas a las condiciones ambientales locales (no requieren riego), ofrecer un hábitat más permanente, cubrir un período de floración más largo que otras plantas, y soportar una mayor biodiversidad nativa (10, 14). No obstante, cabe preguntarse si los técnicos y productores involucrados en el manejo de los viñedos de la región perciben cuáles son los beneficios y los costos asociados con el manejo de los interfilares.

La diversidad de percepciones que pueden convivir sobre los BSE, hace complejo su estudio (31). Sin embargo, contrastar estas percepciones con los antecedentes científicos, permite conocer si existe coincidencia entre la identificación de procesos ecológicos asociados con los diferentes manejos del espacio interfililar por parte de referentes del sector productivo, respecto de lo aceptado por la comunidad científica. Esta comparación permite identificar cuáles conceptos son los que han sido interiorizados y cuáles falta difundir más entre los referentes del sector. Por otro lado, conocer las coincidencias o discrepancias, permiten diferenciar motivaciones que son netamente técnicas (sobre las que se basan los antecedentes científicos utilizados en este trabajo) de otras, como económicas, culturales o estéticas, y poder identificar prácticas que pueden ser optimizadas económica y ecológicamente. Aquí, partimos de la hipótesis que los modelos de manejo que resulten menos intensos en el laboreo del suelo y con menor simplificación del hábitat, y por ende mayor biodiversidad en el agroecosistema, serán los que permitan un mayor aprovechamiento de BSE, y que esto redundaría en mejores resultados económicos para la actividad. Sobre esta base, el presente trabajo se propone hacer una caracterización de modelos de manejo del interfililar difundidos en agroecosistemas vitícolas de Mendoza; indagar sobre la percepción que el sector productivo tiene al respecto; contrastar esa percepción con los conocimientos actualmente disponibles, para finalmente hipotetizar sobre el funcionamiento de los manejos del interfililar desde el enfoque de dinámica de sistemas complejos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

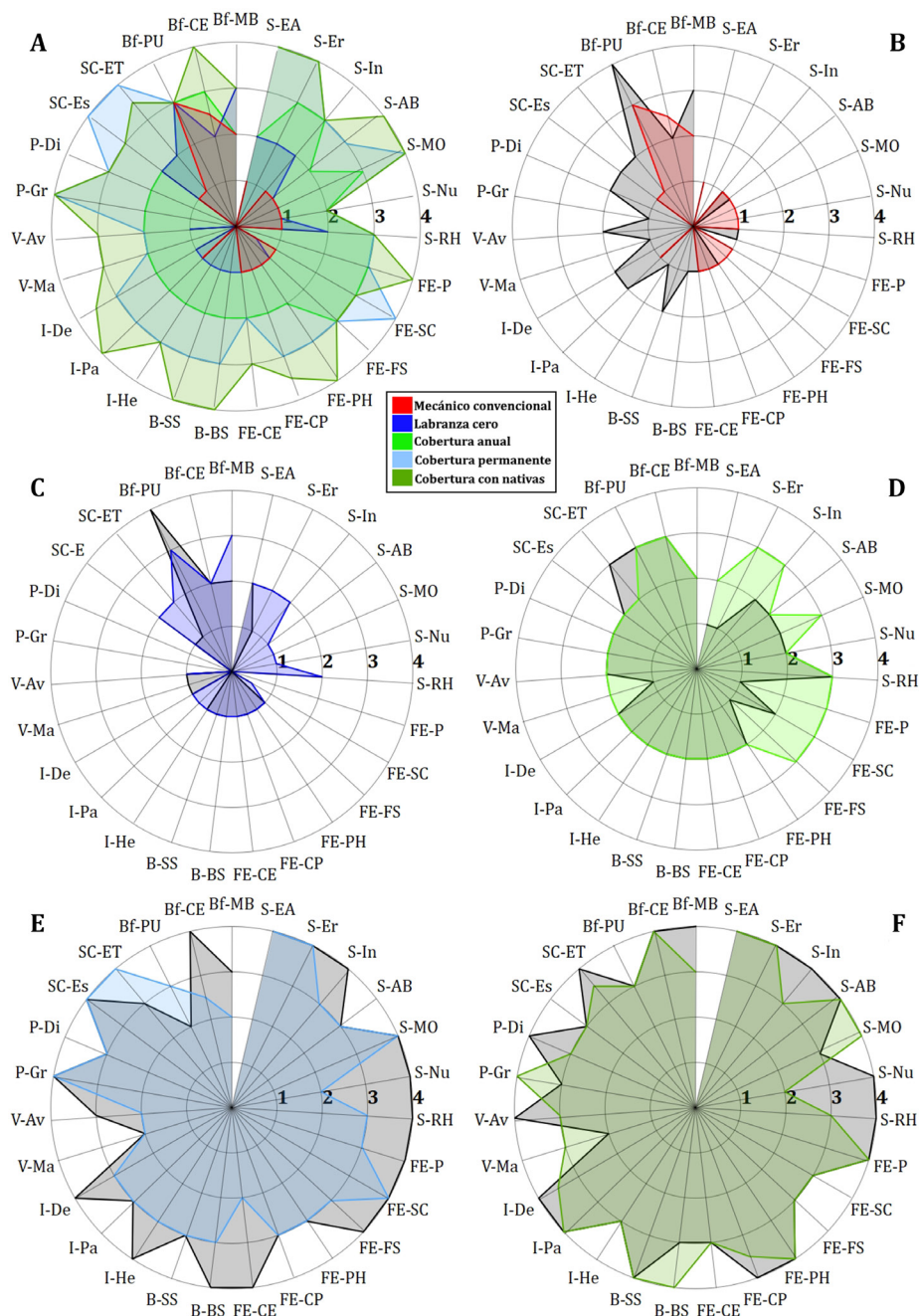
A partir de relevamientos realizados en viñedos de los oasis norte y centro de Mendoza, se identificaron diversos esquemas de manejo del interfililar que luego fueron sintetizados en cinco modelos, los cuales se diferencian por el manejo del suelo, el riego y la vegetación en los interfilares, como se detalla a continuación:

- Mecánico Convencional: riego superficial por surco; la vegetación adventicia del interfililar es controlada mediante labranzas horizontales y eventualmente algunas verticales.
- Labranza Cero: riego presurizado por goteo; interfililar libre de vegetación mediante el uso de herbicidas.
- Cobertura Anual Implantada: riego superficial por surco; luego de la vendimia el interfililar se siembra con cobertura de gramínea invernal, que se incorpora al suelo a inicios de la primavera; en el verano se realiza control de la vegetación espontánea mediante labranzas.
- Cobertura Permanente Implantada: riego superficial por surco; el interfililar se siembra por única vez, luego de la plantación del viñedo, con cobertura consociada (gramíneas y leguminosas), que se mantiene con segados periódicos y resiembra natural.
- Cobertura Permanente de Nativas: riego presurizado por goteo; el interfililar se deja cubrir naturalmente con vegetación espontánea, con predominio de especies nativas, que se mantiene mediante segados periódicos y resiembra natural.

Para recopilar la percepción de técnicos y productores sobre los impactos de estos modelos se definieron 33 variables (figura 1, pág. 264), agrupadas en 9 categorías: Suelo, Funciones Ecosistémicas, Biodiversidad, Insectos, Vertebrados, Plantas, Servicios Culturales, Costos y Variables Productivas. Posteriormente, mediante cuestionarios auto-administrados, técnicos y productores (50 en total) asignaron un valor de contribución de cada modelo, en un rango entre 0 (neutro) y 4 (muy alta contribución), a las variables definidas según el nivel de efecto favorable que consideraban que tendrían sobre ellas.

**Figura 1.**  
Valores de percepción de cada modelo de manejo.

**Figure 1.**  
Contribution values perceived.



(A) Percepción por parte de los informantes de los cinco modelos de manejo. (B-F) Contraste de cada modelo con la interpretación de evidencia científica (área gris) por parte de los autores (B: mecánico convencional, C: labranza cero, D: cobertura vegetal anual, E: cobertura permanente implantada, y F: cobertura permanente con nativas). Las variables graficadas en sentido horario son: Suelo (S-) EA: estabilidad de agregados, RE: resistencia a la erosión, In: infiltración de agua, AB: actividad biológica, MO: contenido de materia orgánica, N: disponibilidad de nutrientes, RH: retención de humedad. Funciones ecosistémicas (FE-) P: polinización, SC: secuestro de carbono, FS: formación de suelo, PH: provisión de hábitat, CP: control de plagas, CE: control de enfermedades. Biodiversidad (B-) BS: bajo la superficie, SS: sobre la superficie. Insectos (I-) He: herbívoros, Pa: parasitoides, De: depredadores. Vertebrados (V-) Ma: mamíferos, Av: aves. Plantas (P-) G: gramíneas, D: dicotiledóneas. Servicios culturales (SC-) E: valores estéticos, ET: valores enoturísticos. Variables productivas (BF-) PU: productividad de uva, CE: calidad enológica, MB: margen bruto.

(A) Perceptions by key informants about the five management models. (B-F) Contrast of each model against scientific evidence (greyed area) interpreted by authors (B: mechanical conventional, C: no tillage, D: annual plant cover, E: perennial cover, and F: perennial native coverage). Variables in the clockwise direction are: Soil (S-) EA: stability of aggregates, RE: resistance to erosion, In: water infiltration, AB: biological activity, MO: organic matter content, N: nutrient availability, RH: humidity retention. Ecosystem functions (FE-) P: pollination, SC: carbon sequestration, FS: soil formation, PH: habitat provision, CP: pest control, CE: disease control. Biodiversity (B-) BS: below ground, SS: above ground. Insects (I-) He: herbivores, Pa: parasitoids, De: predators. Vertebrates (V-) Ma: mammals, Av: birds. Plants (P-) G: grasses, D: dicots. Cultural services (SC-) E: aesthetic values, ET: oenoturistic values. Productive variables (BF-) PU: grape productivity, CE: oenologic quality, MB: gross margin.



Se consideró un rango de valores positivos ya que no solo nos interesa rescatar la percepción sobre funciones y servicios ecosistémicos, sino también la magnitud de dicha percepción positiva.

Para la realización de las entrevistas se implementó la metodología de muestreo no probabilístico de informantes estratégicos, a través de la técnica de muestreo por redes (5, 30). La misma consistió en la selección de informantes claves, los cuales proporcionaron los contactos de otros miembros potenciales de la muestra que formaron parte de la población en estudio. La selección de los informantes clave iniciales se basó en dos criterios: en primer lugar, que estuviesen relacionados con la producción vitícola de Mendoza, ya sea en su rol como productor o técnico; en segundo lugar, que fueran Ingenieros Agrónomos, Ingenieros en Recursos Naturales Renovables o Productores con formación profesional afín.

Con los datos obtenidos, se calculó la frecuencia de cada valor asignado para cada una de las variables en cada modelo. Estos valores fueron contrastados contra una búsqueda bibliográfica que procuró conseguir un amplio panorama del estado actual del conocimiento sobre los aspectos estudiados en el manejo del espacio interfilas en viñedos. A partir de dicha revisión, el equipo de autores elaboró su propia entrevista con valores consensuados para cada variable.

Para las variables de costos consideradas (labranza de suelo, aplicación de herbicidas, control de plagas y enfermedades, siembra de cultivo de cobertura, segado y fertilización), se llevó a cabo un cálculo por modelo teniendo en cuenta los insumos y las horas de utilización de maquinaria requeridas. Se consideró costo de mano de obra (9), y gasto de combustible y lubricantes. Los valores obtenidos permitieron asignar valores de contribución para cada manejo y contrastarlo con los valores asignados en las entrevistas. Con el fin de poner en una misma escala y contrastar los costos económicos con los beneficios ambientales de cada modelo, se calculó el promedio entre el valor más frecuente de cada una de las 6 variables de costos y de las 27 variables ambientales.

Finalmente, a través de la triangulación de datos (30), con el aporte interdisciplinario del equipo de autores del presente trabajo, la revisión bibliográfica y el análisis de las entrevistas realizadas a informantes estratégicos, se construyeron Diagramas de Bucles Causales (DBC). Los DBC permiten organizar la descripción de un sistema en variables, identificar las relaciones causales entre ellas y dirigir la atención a los bucles de retroalimentación, para así obtener una imagen de alto nivel de la estructura causal (26). En este trabajo, los DBC fueron incorporados para hipotetizar sobre el funcionamiento de los modelos, esquematizarlos y compararlos entre sí desde un enfoque de dinámica de sistemas complejos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Percepciones del sector productivo sobre las prácticas de manejo de la vid

El conjunto de variables ambientales y de producción (figura 1, pág. 264) permitió distinguir entre los modelos bajo análisis. De la figura 1A (pág. 264) se destaca que técnicos y productores del sector valoraron mejor los modelos de manejo con coberturas vegetales que los que no las emplean. Los tres manejos con esta característica (cobertura anual, permanente implantada y permanente con predominio de nativas) presentan valores de contribución entre 2 (moderada) y 4 (muy alta) para la totalidad de las variables, mientras que en el modelo mecánico convencional (MC) y labranza cero (LC) la mayoría de las variables presentaron valores de contribución entre 1 (escasa) y 2. Las variables mejor percibidas para MC y LC fueron productividad de uva y calidad enológica, con valor de 3 (alta contribución).

Dentro de los manejos que incluyen cobertura vegetal, aquellos cuya cobertura es permanente recibieron en general mejores valoraciones; en especial la cobertura con especies nativas (CPN). El valor mínimo para este modelo fue de 2 en la variable que refleja contribución a la disponibilidad de nutrientes en el suelo, en coincidencia con los demás modelos con cobertura respecto al valor asignado a dicha variable (figura 1A, pág. 264).

De este análisis general, es importante destacar que los modelos con coberturas perennes muestran un patrón de respuesta más equilibrado, además de recibir las mayores valoraciones (figura 1A, pág. 264). Puesto que todas las variables ambientales consideradas en este estudio están directa o indirectamente vinculadas con la generación de BSE, esos resultados reflejan una fuerte noción entre los entrevistados de que mantener cubierto de manera

continúa el espacio interfilas con vegetación, es más provechoso para el buen funcionamiento del agroecosistema. Vale remarcar también que para la mayoría de los informantes la implementación de estos modelos de manejo con cobertura no implica sacrificios en la productividad ni en la calidad enológica, sino incluso lo contrario (figura 1A, pág. 264).

### **Contrastes entre percepciones y antecedentes bibliográficos**

La utilización activa de cobertura vegetal es uno de los pilares de las propuestas de manejo de suelo desde el enfoque agroecológico, por los múltiples beneficios que ofrece al agroecosistema (2). En la tecnología de manejo de viñedos es a la vez un tema de estudio muy vigente (3, 6, 10, 33), destacándose la importante contribución que las coberturas vegetales tienen para la conservación de la biodiversidad y la provisión de múltiples servicios ecosistémicos.

En las Figuras 1B a 1F (pág. 264) se puede ver que, entre las percepciones de los entrevistados y lo interpretado a partir de la bibliografía revisada por los autores, varía el grado de coincidencia en las contribuciones asignadas a cada modelo para las variables consideradas. Sin embargo, las diferencias más marcadas parecen estar en las contribuciones del modelo de manejo MC (figura 1B, pág. 264) y en el modelo de cobertura anual (CA; figura 1D, pág. 264).

#### *Suelo*

En los valores asignados a las variables relativas al suelo se observa una percepción positiva generalizada, entre los entrevistados y los autores, respecto de la presencia de cobertura vegetal. Las contribuciones más altas se reflejan en los modelos con cobertura permanente (figuras 1E y 1F, pág. 264) y contribuciones intermedias en el de CA (figura 1D, pág. 264), mientras que en los modelos LC (figura 1C, pág. 264) y MC (figura 1B, pág. 264) el nivel de contribución es considerado escaso.

En el modelo CA en particular (figura 1D, pág. 264), nuestras discrepancias con los entrevistados pueden explicarse en que consideramos que las ventajas que pueden aportar los cultivos de cobertura en la etapa invernal, mejorando la estabilidad de agregados (24), protegiendo el suelo ante el efecto de diferentes factores erosivos (4, 10) y aumentando la infiltración (25), se ven reducidas durante el periodo estival. Luego de la incorporación de la cobertura al suelo se llevan a cabo las mismas labores que en el modelo MC, y esto se traduce en aumento del riesgo de erosión y lixiviado de nutrientes (24) justo en la época con mayor intensidad de precipitaciones en Mendoza.

Respecto de la disponibilidad de nutrientes en los modelos con cobertura vegetal permanente (figuras 1E y 1F, pág. 264), los entrevistados consideraron una contribución moderada, presumiblemente por una cierta percepción negativa sobre la posible competencia por recursos con la vid. En cambio, apoyados en los antecedentes (10, 18, 27, 33) consideramos que la contribución de estos modelos a la disponibilidad de nutrientes debe ser tomada como muy alta, ya que existe una mayor dinámica de nutrientes, con secuestro de los mismos en la rizósfera pero liberación controlada a mediano y largo plazo.

En cuanto a la acumulación de materia orgánica en el suelo, era esperable encontrar la valoración más alta en los modelos con coberturas, fundamentalmente en las permanentes (figuras 1E y 1F, pág. 264). No obstante, el equipo de autores consideramos que la contribución al aporte de materia orgánica no sería igual en CPN (figura 1F, pág. 264) que el modelo de manejo con cobertura permanente implantada (CPI; figura 1E, pág. 264), ya que las especies nativas no ofrecerían el mismo grado de cobertura ni producirían los mismos niveles de biomasa que una cobertura implantada y regada periódicamente (8).

#### *Biodiversidad*

En las variables relacionadas con funciones ecosistémicas como biodiversidad en general, insectos, vertebrados, plantas y servicios culturales, también hubo acuerdo en asignar las mayores contribuciones a los modelos CPI y CPN (figuras 1E y 1F, pág. 264). En cambio, en el modelo CA se observa discrepancia respecto de la función de "polinización" (figura 1D, pág. 264) entre las percepciones de los referentes, con alta contribución, y la de los autores, que la considera escasa. Esto es porque entendemos que el momento de actividad de los polinizadores coincide con el período primavero-estival, en el que el interfilas es manejado de la misma manera que en el modelo MC, por lo que prácticamente no habría oferta de flores para los polinizadores por falta de una cobertura vegetal.

No obstante, las diferencias entre la percepción de los entrevistados y la interpretación de antecedentes por los autores son más marcadas en el modelo MC (figura 1B, pág. 264). En este caso, asignamos mayores valores de contribución para insectos y plantas porque entendemos que aun bajo el control mecánico de la vegetación espontánea, muchas veces los lapsos entre labranzas permiten el desarrollo vegetal (principalmente dicotiledóneas herbáceas), que pueden proveer de hábitat y recursos para el establecimiento de herbívoros, parasitoides y depredadores (com. pers. Guillermo Debandi, 2018). En tanto, organismos muy móviles como los vertebrados serían factibles de encontrar también en este modelo, aunque con un grado de contribución menor que en los modelos con coberturas.

#### *Producción*

Asumiendo que los productores persiguen el mayor beneficio posible de los viñedos, resultó interesante la percepción ofrecida por los informantes sobre la variable “productividad de uva”. Para ellos no hay diferencias en el grado de contribución entre los diferentes manejos (valor 3). Sin embargo, según nuestra interpretación bibliográfica las coberturas vegetales disminuyen la productividad de uva (22), por lo que consideramos que el manejo con CPI debería tener un valor de contribución más bajo, y valores un poco mayores en CPN y CA por ser menos competitivas con el cultivo.

Con respecto a la variable “calidad enológica” sobresale el grado de contribución asignado a las CPN por los informantes, lo que coincide con nuestra apreciación, pero discrepamos respecto del manejo con CPI, al cual los entrevistados asignaron un valor de contribución menor y similar al resto de los manejos (figura 1E, pág. 264). Nuestra valoración se basa en estudios locales (19, 29) en los cuales se establece que las coberturas vegetales generan un ambiente más propicio en el viñedo, lo que se traduce en mejoras en las características organolépticas y de tipicidad varietal de los vinos.

#### *Costos*

En la figura 2 (pág. 268) se presenta la comparación entre percepciones de los entrevistados e interpretaciones de los autores respecto de variables de costo asociadas directamente con los manejos del interfilas del viñedo. En términos generales, no se observan grandes diferencias en las contribuciones planteadas por ambos grupos. La mayor percepción de costos fue atribuida al modelo CA, seguido por CPI. El modelo para el cual la percepción de costos fue menor es CPN (figura 2, pág. 268).

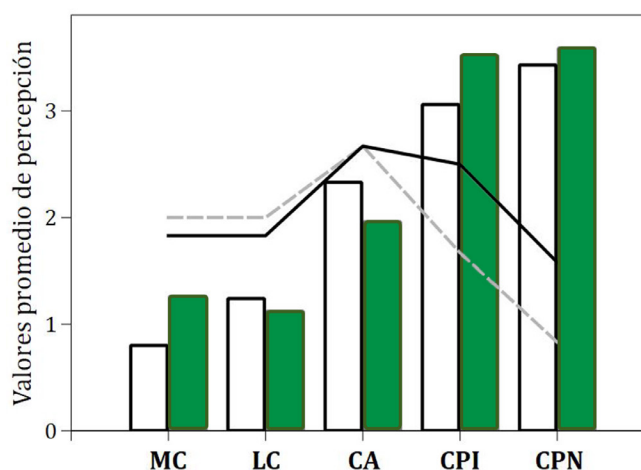
La comparación a una misma escala del índice de beneficios ambientales calculado para cada modelo (promedios de las 27 variables ambientales y culturales) con el de costos, sirve para destacar que los que presentan cobertura permanente, en especial CPN, son los que ofrecen los mayores beneficios y, además, los menores esfuerzos económicos (figura 2, pág. 268).

Por otro lado, estos valores promedio de beneficios ambientales pueden ser un indicador del estado del agroecosistema frente a posibles presiones del entorno. En este sentido, un valor más alto indicaría que los modelos de manejo que emplean coberturas vegetales permanentes en el interfilas del viñedo tendrían mayor capacidad para resistir disturbios y restaurar luego sus funciones esenciales, haciéndolos menos vulnerables; por ejemplo, frente al cambio climático global (12).

### **Funcionamiento de los modelos de manejo desde el enfoque de dinámica de sistemas complejos**

En la figura 3 (pág. 269) se presentan los diagramas de bucles causales elaborados para cada uno de los modelos. Como se puede observar, existen relaciones causales y bucles de retroalimentación (BR) comunes a todos los modelos como BR1, que refleja el ciclo de nutrientes, BR2 y BR4, ligados a la utilización de plaguicidas y sus vínculos causales con las plagas y sus enemigos naturales, y BR3, que representa el control biológico de plagas.

En algunos modelos, los procesos antes mencionados pueden verse reforzados o compensados por variables o BR específicos de cada manejo. Ejemplo de esto son el BR7a y BR7b en el modelo CA (figura 3C, pág. 269) y el BR8 en los modelos CPI y CPN (figuras 3D y 3E, pág. 269), los cuales refuerzan el proceso de ciclo de nutrientes por el aporte de materia orgánica asociado con la presencia de las coberturas y atenúan la compactación



Promedio de los valores más frecuentes de costo o beneficio para cada modelo (MC: mecánico convencional, LC: labranza cero, CA: cobertura vegetal anual, CPI: cobertura permanente implantada, CPN: cobertura permanente con nativas).

Average of the most frequent values of cost or benefit for each model (MC: conventional mechanical, LC: no tillage, CA: annual plant cover, CPI: perennial cover, CPN: perennial native coverage).

**Figura 2.** Percepción de costos (líneas) y beneficios (barras) asociados con cada modelo de manejo por parte de los informantes (barras vacías y línea continua) en contraste con los estimados por los autores (barras llenas y línea discontinua).

**Figure 2.** Cost (line) and benefit (bars) perceptions by informants (empty bars and solid line) about each management model in contrast to those estimated by the authors (filled bars and dashed line).

del suelo debida al tránsito de maquinaria. A su vez, la presencia de coberturas vegetales refuerza el control biológico de plagas (BR3; figuras 3C, 3D y 3E, pág. 269) mediante la provisión de hábitat, fundamentalmente en los modelos con coberturas permanentes.

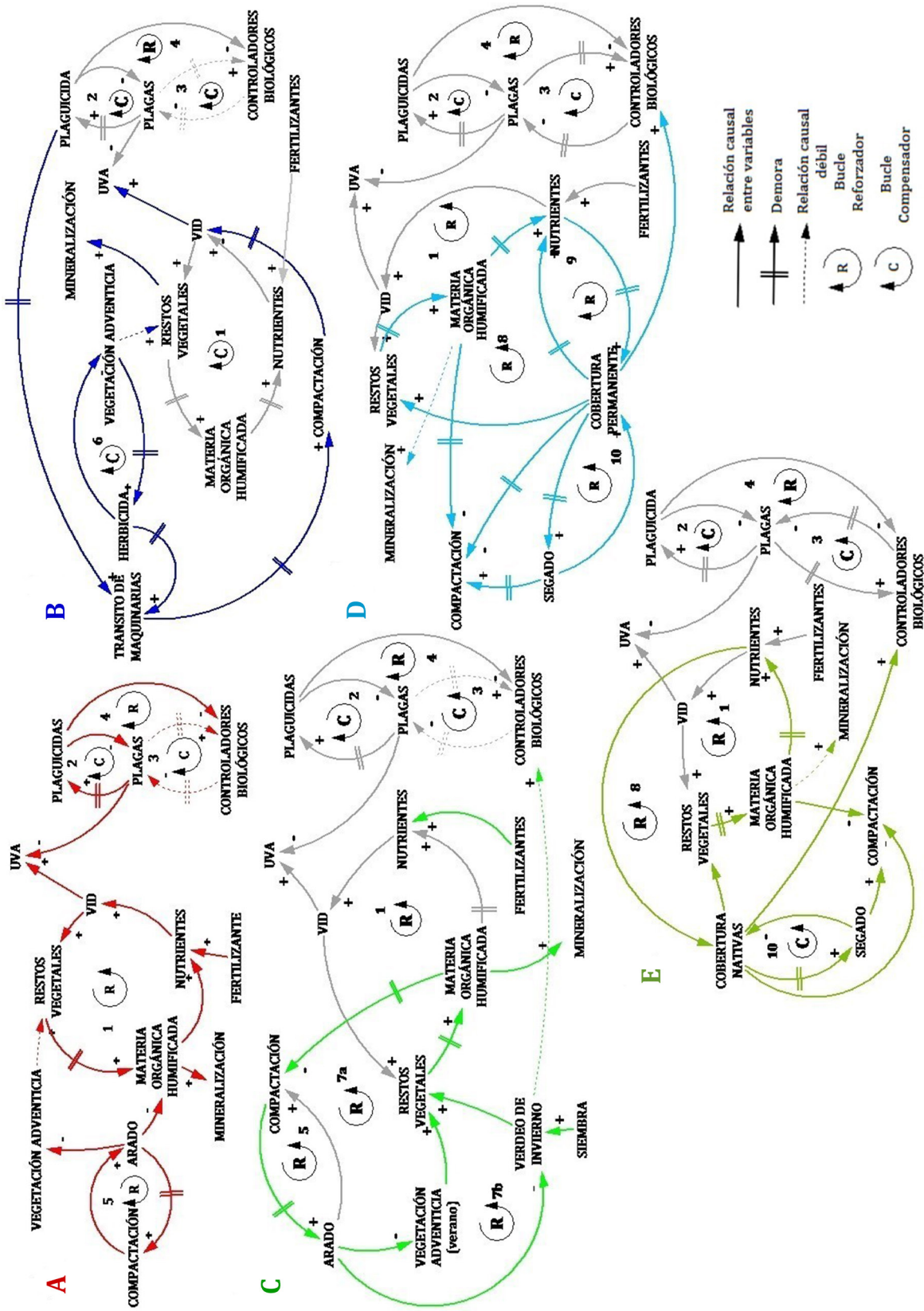
Por otro lado, pueden identificarse algunos procesos particulares de determinados modelos, como es el caso de la compactación de suelo y la formación de “pie de arado” (BR5) en MC y CA (figura 3A y 3C, pág. 269). De manera similar ocurre con los ciclos de segado (BR10) en CPI y CPN (Figuras 3D y 3E, pág. 269), cuya periodicidad es mayor en el caso de las coberturas implantadas por su mayor crecimiento vegetativo.

En líneas generales, los diagramas construidos permiten visualizar que, entre los distintos manejos analizados, el modelo CPN es aquel en el que se identifican y fortalecen procesos que mejoran las características generales del suelo y la provisión de hábitat, lo que favorece el establecimiento de la biodiversidad asociada y los servicios ecosistémicos que de ella dependen, y esto se traduciría en una mayor resiliencia del agroecosistema.

En CPN (figura 3E, pág. 269), al igual que en CPI (figura 3D, pág. 269), consideramos que las coberturas mejoran las condiciones microclimáticas del suelo, favoreciendo procesos de ciclado de nutrientes (BR 1 y 8). Los ciclos de segado (BR 10) se producen con menos frecuencia que en CPI, debido a que el crecimiento vegetativo de las especies nativas es menor (se trata de vegetación xerofítica, prácticamente no recibe aportes de agua de riego). Esto puede verse reflejado en una disminución de los efectos reforzadores de compactación de suelo asociados con el tránsito de maquinaria y un aumento de los efectos compensadores vinculados con la presencia de vegetación activa en el interfilas, mejorando en términos relativos las condiciones edáficas respecto del modelo CPI.

En relación con la provisión de hábitat, las coberturas nativas presentan mayor heterogeneidad de formas de vida, mayor diversidad de dicotiledóneas y un periodo de floración más extenso que en CPI, favoreciendo el establecimiento y permanencia de una mayor cantidad y diversidad de insectos, lo cual hace más efectivo el proceso de control biológico de plagas (BR3) y compensa los posibles efectos negativos que pudiera provocar en poblaciones de artrópodos benéficos la utilización de plaguicidas (BR4).





A: mecánico convencional, B: labranza cero, C: cobertura vegetal anual, D: cobertura permanente implantada, E: cobertura permanente con nativas. Las flechas grises en las Figuras 3B, 3C, 3D y 3E, representan las relaciones causales compartidas entre modelos.

A: conventional mechanical, B: no tillage, C: annual plant cover, D: perennial native cover, E: perennial native cover. Gray arrows in figures 3D, 3C and 3E indicate causal relationships shared within models.

### Consideraciones finales

El presente trabajo intenta echar luz sobre los procesos naturales que tienen lugar bajo cada uno de los modelos de manejo del interfililar analizados, los que involucran bienes y servicios ecosistémicos que pueden estar siendo aprovechados diferencialmente por los viticultores, o perdidos por falta de atención en estos aspectos.

Los resultados indican una importante noción entre los referentes acerca de que el manejo con coberturas vegetales, y en particular con especies nativas, contribuye a la funcionalidad del agroecosistema y a la oferta de BSE. Esta valorización de las coberturas con especies nativas está en sintonía con la necesidad de vincular los viñedos con el campo natural circundante, para aprovechar su biodiversidad funcional y los BSE que de ella derivan (23). Resulta crucial considerar esta relación con la vegetación nativa para un ordenamiento territorial que tenga en cuenta el crecimiento a futuro de las tierras cultivables y que sea menos conflictivo con la conservación de la biodiversidad. Consideramos que nuestros resultados muestran una percepción favorable del sector productivo en este sentido, lo que resulta auspicioso para la viticultura de Mendoza porque la orientan hacia sistemas de producción más sustentables, y además son compatibles con el actual paradigma productivo de la vitivinicultura, que prioriza la calidad sobre la cantidad de uva obtenida.

Esta investigación acerca algunas ideas al respecto de la relación entre diferentes técnicas de manejo y los BSE involucrados. Aun así, quedan por esclarecer interrogantes que pueden ser claves para cualquier viticultor a la hora de decidir la implementación de modelos tecnológicos nuevos, como la cobertura con especies nativas. Un aspecto emergente es la necesidad de responder si la presencia de la cobertura afecta la disponibilidad de nutrientes para el viñedo. ¿Cómo son las interacciones entre ellos en términos de uso de recursos? ¿Existe interferencia o en verdad puede haber complementación? En el caso que la cobertura tenga predominancia de especies nativas, propias de la estepa arbustiva xerófila, ¿tendrá el mismo desempeño que una con especies exóticas y mayor exigencia en agua y nutrientes?

Por otro lado, estudios como el presente pueden ser empleados como base para la valoración de la gestión ambiental a nivel de sistemas de producción. Las variables empleadas aquí pueden resultar indicadores útiles para estimar el estado de un agroecosistema en relación con el aprovechamiento de BSE en un momento dado, como también para interpretar cómo varía en el tiempo su impacto ambiental. Existen ejemplos en este sentido que pueden emplearse como puntos de partida (1, 12, 13, 21, 28). Sería necesario, entonces, ajustar métodos de monitoreo de esas variables y que sean de fácil aplicación a nivel de fincas.

Finalmente, identificar los beneficios asociados con la incorporación y permanencia de especies nativas en los agroecosistemas vitícolas es de gran importancia en un marco en el que los nuevos emprendimientos, caracterizados por sus grandes dimensiones, se establecen en ambientes prístinos. Será necesario profundizar los estudios tendientes a valorar la función que cumple el paisaje circundante y mejorar el diseño de las fincas para incorporar los BSE asociados con la vegetación nativa y, a la vez, mantener paisajes más conectados que contribuyan a la conservación *in situ* de la biodiversidad.

### CONCLUSIONES

Los referentes del sector productivo vitícola de Mendoza perciben claramente mayores beneficios ambientales en aquellas prácticas de manejo que incluyen coberturas vegetales, en particular las permanentes. Las cubiertas anuales resaltan como una práctica que mejora varios de los aspectos consultados respecto de prácticas con suelo descubierto, pero sus costos se perciben altos respecto de los otros manejos. El mayor contraste entre lo percibido y lo soportado por la revisión bibliográfica se dio en los manejos mecánico convencional y el de cobertura anual, donde los referentes del sector castigan más a MC y menos a CA que lo esperado.

Existe un mayor consenso en los dos modelos de cobertura vegetal permanente, aunque de acuerdo con la revisión bibliográfica y la interpretación que hacemos de ella, indica que hay beneficios ambientales que no son percibidos en su totalidad por los referentes entrevistados. Esto resulta importante para establecer estrategias de comunicación sobre las variables

menos percibidas y generar información en forma conjunta con el sector productivo. Además, la comparación de la relación costo/beneficio obtenida de cada modelo mostró una ventaja de las coberturas perennes, en especial la dominada por especies vegetales nativas.

Los modelos representados en los diagramas causales muestran que, en la medida que avanzamos en complejidad respecto de la cobertura vegetal dentro del interfilar, ya sea en la permanencia y/o la diversidad de dicha cobertura, las relaciones y bucles considerados beneficiosos se vuelven más importantes. Por el contrario, las relaciones y bucles que pueden percibirse como problemas (compactación, carga de fertilizantes y plaguicidas, mineralización de nutrientes), se ven reducidas.

El presente trabajo muestra una visión sobre las posibles ventajas de esquemas de manejo del espacio interfilar que son poco atendidas en la mayoría de las explotaciones vitícolas de Mendoza. El beneficio aparente, tanto ambiental como económico, de las coberturas vegetales nativas resultó percibido por los referentes del sector y apoyado por la evidencia científica disponible. Sin embargo, este esquema de manejo es el menos difundido en los emprendimientos vitícolas actuales, en parte debido a la falta de información de dichos beneficios, pero también por falta de información sobre las relaciones causales que maximizan BSE locales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abraham, L.; Alturria, L.; Fonzar, A.; Ceresa, A.; Arnés, E. 2014. Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. 46(1): 161-180.
2. Altieri, M. A. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan. 325 p.
3. Bageta, C. R.; Alberto, M.; Sartor, C.; Cecconato, A.; Bevaqua, A.; Tirador, M.; Garriga, M.; Nodaro, V.; Quiroga, A.; Uliarte, E. 2018. Influencia de la vid (*Vitis vinifera* L.) sobre cultivos de cobertura: un modelo biomatemático de la transición de amensalismo a comensalismo. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. 50(1): 33-45.
4. Bienes, R.; Marqués M.; Ruíz-Colmenero, M. 2012. Cultivos herbáceos viñedos y olivares: el manejo tradicional del suelo y sus consecuencias en la erosión hídrica. Cuadernos de Investigación Geográfica. 38: 49.
5. Blaxter, L.; Hughes, C.; Tight, M. 2000. Cómo se hace una investigación. Buenos Aires. Editorial Gedisa. 352 p.
6. Daane, K. M.; Hogg, B. N.; Wilson, H.; Yokota, G. Y. 2018. Native grass ground covers provide multiple ecosystem services in Californian vineyards. J Appl Ecol. 1-11.
7. Eldon, J.; Gershenson, A. 2015. Effects of cultivation and alternative vineyard management practices on soil carbon storage in diverse Mediterranean landscapes: a review of the literature. Agroecology and Sustainable Food Systems. 39(5): 516-550.
8. Ferrari, F. 2015. Coberturas vegetales en viñedos bajo riego localizado, respuesta fisiológica de especies herbáceas nativas a diferentes ambientes. Tesis de posgrado en Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina. 180 p.
9. FOEVA. 2018. Federación de obreros y empleados de vitícolas y afines. Informe de escala salarial. Disponible en: <http://www.foevaonline.com.ar/escalas/20172018/Ene-Feb18-Vin.pdf> (Fecha de consulta: 26/6/2018).
10. Garcia, L.; Celette, F.; Gary, C.; Ripoché, A.; Valdés-Gómez, H.; Metay, A. 2018. Management of service crops for the provision of ecosystem services in vineyards: A review. Agriculture Ecosystems & Environment. 251: 158-170.
11. Gliessman, S. R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba. C.R.: CATIE. 359 p.
12. Henao Salazar, A.; Altieri, M. A.; Nicholls, C. I. 2016. Herramienta didáctica para la planificación de fincas resilientes. Medellín, Colombia: REDAGRES. SOCLA. 64 p.
13. Iermanó, M.; Sarandón, S.; Tamagno, L.; Maggio, A. 2015. Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del "potencial de regulación biótica" en agroecosistemas del sudeste bonaerense. Rev. Facultad de Agronomía. 114 (Núm. Esp. 1): 1-14.
14. Isaacs, R.; Tuell, J.; Fiedler, A.; Gardiner, M.; Landis, D. 2009. Maximizing arthropod-mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants. Frontiers in Ecology and the Environment 7(4): 196-203.
15. Kehinde, T.; Samways, M. J. 2013. Management defines species turnover of bees and flowering plants in vineyards. Agricultural and Forest Entomology. 16: 95-101.
16. Landis, D. A. 2017. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. Basic and Applied Ecology. 18: 1-12.

17. Maclaine Pont, P.; Thomas, H. 2009. ¿Cómo fue que el viñedo adquirió importancia? Significados de las vides, calidades de las uvas y cambio socio-técnico en la producción vinícola de Mendoza". *Apuntes de Investigación*. 15: 77-96.
18. 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.
19. Nazrala, J. J. B. 2008. Influencia del manejo del suelo y las coberturas vegetales en el microclima de la canopia de la vid, la composición de la uva y el vino. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*. 40(1): 85-104.
20. Neiman, G. 2017. La "nueva vitivinicultura" en la provincia de Mendoza. Un análisis cuantitativo de su crecimiento durante la última década del siglo XX. *Estudios Sociales Contemporáneos* 16: 40-60.
21. Nicholls, C.; Altieri, M.; Dezanet, A.; Lana, M.; Feistauer, D.; Ouriques, M. 2004. A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. *Biodynamics*. 250: 33-40.
22. Pascual, S. 2013. Gestión del suelo en viñedo mediante cubiertas vegetales. Incidencia sobre el control del rendimiento y del vigor: Aspectos ecofisiológicos, nutricionales, microclimáticos y de calidad del mosto y del vino. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Estudios Agrarios e Informática. Universidad de La Rioja. España. 325 p.
23. Portela, J.; Debandi, G.; Mastrantonio, L.; Aquindo, N. 2015. Atender a la biodiversidad permitiría incorporar la valoración de servicios ecosistémicos intra finca. En: Congreso Internacional de Servicios Ecosistémicos en los Neotrópicos: 4. Septiembre-Octubre de 2015. Mar del Plata, Buenos Aires: INTA, CYTED, VESPLAN y GEAP. Edición digital. 5 p.
24. Ruiz-Colmenero, M.; Bienes, R.; Marques, M. 2011. Soil and water conservation dilemmas associated with the use of green cover in steep vineyards. *Soil and Tillage Research* 117: 211-223.
25. Salomé, C.; Coll, P.; Lardo, E. R.; Metay, A.; Villenave, C.; Marsden, C.; Blanchart, E.; Hinsinger, P.; Le Cadre, E. 2016. The soil quality concept as a framework to assess management practices in vulnerable agroecosystems: A case study in Mediterranean vineyards. *Ecological Indicators*. 61: 456-465.
26. Schaffernicht, M. 2008. Indagación de situaciones complejas mediante la dinámica de sistemas. Editorial Universidad de Talca. 285 p.
27. Steenwerth, K.; Belina, K. 2008. Cover crops and cultivation: Impacts on soil N dynamics and microbiological function in a Mediterranean vineyard agroecosystem. *Applied Soil Ecology*. 40: 370-380.
28. Tonolli, A. J. (en prensa). Propuesta metodológica para la obtención de indicadores de sustentabilidad de agroecosistemas desde un enfoque multidimensional y sistémico. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina*.
29. Uliarte, M. 2004. Manejo del suelo mediante coberturas vegetales establecidas. su influencia en el microclima de viñedos bajo riego. Tesis de posgrado en Magister en Viticultura y Enología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 64 p.
30. Vasilachis de Gialdino, I. 2007. Estrategias de investigación cualitativa. Buenos Aires. Editorial Gedisa. 277p.
31. Verón, S.; Jobbágy, E.; Gasparri, I.; Kandus, P.; Easdale, M.; Bilenca, D.; Murillo, N.; Beltrán, J.; Cisneros, J.; Lottici, V.; Manchado, J.; Orúe, E.; Thompson, J. 2011. Complejidad de los servicios ecosistémicos y estrategias para abordarla. En: P. Laterra, E. G. Jobbágy, J. M. Paruelo (Eds.) *Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. Cap. 29. INTA, Buenos Aires. 19 p.
32. Winkler, K. J.; Viers, J. H.; Nicholas, K. A. 2017. Assessing Ecosystem Services and Multifunctionality for Vineyard Systems. *Front. Environ. Sci*. 5:15.
33. Winter, S.; Bauer, T.; Strauss, P.; Kratschmer, S.; Paredes, D.; Popescu, D.; Landa, B.; Guzmán, G.; Gómez, J.; Guernion, M.; Zaller, J.; Batáry, P. 2018. Effects of vegetation management intensity on biodiversity and ecosystem services in vineyards: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*. 00: 1-12.
34. Zaccagnini, M.; Wilson, M.; Oszust, J. 2014. Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo-Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación-INTA, Buenos Aires. 95 p.

#### **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo fue parcialmente financiado por el PICT 2016-0586: "Rediseño del cultivo de vid adoptando prácticas ambientalmente sustentables y valorando servicios ecosistémicos clave en Mendoza". Para su concreción también recibió aportes del Proyecto Regional con Enfoque Territorial del Alto Valle de Uco (MZASJ-1251205).

Los autores agradecen a todos los informantes que aportaron su valiosa visión sobre el impacto de los modelos de manejo en las variables consultadas y en especial al Dr. Ernesto Martín Uliarte por la lectura crítica del manuscrito.