

Innovaciones para la restauración biológica de suelos en huertos frutícolas mediterráneos



Carlo Sabaini,
Ingeniero Agrónomo,
Director.



Daniel Delorenzo,
Ingeniero Agrónomo, Asesor
en Praderas, Colaborador.



Thomas Stowhas,
MSc. Ambientales y Agronómicas,
Asesor en Suelos, Colaborador.

Programa Restauración Biológica de Suelos, Centro Ceres.

Introducción

En el artículo de la Revista Frutícola N°3 del 2016 "Restauración biológica de suelos y biodiversidad en sistemas agrícolas: recomendaciones para la salud y longevidad de los huertos frutales" (Sabaini, Carvajal y Sone), se propone innovar en la restauración de los suelos y el aumento de la biodiversidad de los huertos frutales. Los autores plantean que el requerimiento base para ello, es que los actores agrícolas puedan percibir el suelo como un organismo vivo y reconocer su condición biológica.

Con este planteamiento, el programa de restauración biológica de suelos del Centro Ceres, ha venido colaborando con diferentes actores agrícolas privados y públicos, en los procesos de diseño, instalación y valoración de innovaciones que vitalicen los suelos. Estas han sido exitosamente incorporadas a las operaciones de cultivos frutícolas de cerezos, manzanos, kiwis, paltos, cítricos, uva de mesa y viñas, en las regiones de Valparaíso, Libertador Bernardo O'Higgins y Maule. Desde estas experiencias, el presente artículo expone las innovaciones implementadas para restaurar los suelos en fruticultura.

1.- Fruticultores que innovan imitando a la naturaleza en la construcción de suelos vivos

Los suelos en los huertos frutales se han caracterizado por ser cada vez menos diversos y por contener niveles decrecientes de materia orgánica. Expresándose en compactación física y mayores stress¹ que derivan en la incapacidad de sostener procesos metabólicos saludables. En estas condiciones, de temporada en temporada, van aumentando las necesidades de insumos extraprediales para poder sobrellevar las enfermedades, deficiencias nutricionales y desórdenes hormonales. Los signos de mayor gravedad se ven al terminar la vida útil de los huertos, en suelos compactados y "cansados".

Realidad muy diferente es la de los suelos vivos no cultivados

¹ Conocido como disbiosis microbiana de suelo, muy similar a las disbiosis intestinales de los seres humanos, que también han ido en aumento. Los invisibles en la agricultura de Marco Nutti, 2021.



Figura 1: Suelos vivos contruidos biológicamente de forma natural. Parque Nacional La Campana, Comuna de Olmué, Región de Valparaíso.

o agrícolas biointensivos -en todos los climas y latitudes- donde es una maravilla observar cómo ellos han sido capaces de construirse biológicamente de forma natural, es decir, sin esfuerzo (Figura 1). En la naturaleza, el fluir de la energía del sol a través de los diversos vegetales y al ritmo de las estaciones del año, logran dar salud y vitalidad a los suelos. En este sentido, se sabe que cuanto más imitemos este proceso en un huerto frutal, mayor es su funcionalidad y resistencia al estrés.

Las innovaciones implementadas han asumido la gestión de las cubiertas herbáceas multiespecies y la intensificación de la digestión del mantillo sobre el suelo. De esta forma, se ha logrado una alta eficiencia, energética y económica, al capturar los atributos que surgen de la cooperación con los procesos biológicos, tales como: aumentar los contenidos de materia orgánica, intensificar la captura de carbono, fijar el abundante nitrógeno atmosférico, hacer disponible los nutrientes minerales, aumentar la supresión de enfermedades, estimular el flash radicular y la descompactación a partir de la agregación, mejorar la cualidad nutracéutica de las frutas y, en consecuencia, las raíces de las plantas herbáceas anuales así manejadas son grandes colaboradoras y las herbáceas perennes en las entre hileras son grandes constructoras de suelo.

2.- Cooperación con los factores naturales para mejorar la condición biológica de los suelos

2.1 Sucesiones herbáceas en huertos frutales

Los suelos descubiertos por sobrepastoreos, incendios, uso de herbicidas u otros manejos humanos, pujan siempre por cubrirse. La ecología, llama a este proceso sucesión ecológica, donde las fuerzas de la vida retoman, al ritmo de las estaciones del año, el virtuoso y eficiente aprovechamiento de los factores de la

naturaleza de cada sitio. Esto, le permite al suelo constituirse y llegar a ser parte del más complejo y estable ecosistema que el ambiente le permita, tales como praderas, dehesas o bosques.

Las primeras plantas que logran la sucesión eficientemente son las herbáceas anuales. Estas germinan, se desarrollan durante los meses con precipitaciones de otoño-invierno, en primavera-verano mueren y dejan las semillas. Durante este proceso se va estableciendo un mejor ambiente, el que permite sucesiones hacia a una mayor diversidad de especies anuales y a la llegada de perennes. Estas últimas, a diferencia de las anuales, al poder desarrollarse durante varios años van extendiendo sus sistemas radiculares cada temporada, haciendo más eficiente los procesos naturales de construcción de suelo.

En el caso de los huertos frutales, al retomar la sucesión por la suspensión del uso prolongado de herbicidas, los suelos muestran una cobertura herbácea de especies anuales agresivas como: Hualcacho (*Echinochloa cruz-galli*), Pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*), Chamico (*Datura stramonium*), y las perennes: Vinagrillo (*Rumex acetosella*), Pila pila (*Modiola multifida*), Chépica (*Agrostis capillaris*), Maicillo (*Sorghum halepense*), Chufa (*Cyperus esculentus*), entre otras. Desde este escenario, las innovaciones se realizan en colaboración con la sucesión herbácea.

2.2 Gestión de coberturas herbáceas multiespecies

La gestión de coberturas herbáceas tiene como principio el enriquecimiento de especies y variedades, con la intención de biointensificar los procesos naturales, en atento reconocimiento de la diversidad de diseños agronómicos (Recuadros 1 y 2). Esta gestión contempla sembrar una combinación de especies de rápido crecimiento y fácil descomposición, pertenecientes a tres familias: Poáceas (o gramíneas), Fabáceas (o leguminosas) y Brasicáceas (o crucíferas). Esta combinación se acopla a las especies presentes y las enriquece a través de formas, tamaños y funciones, logrando:

RECUADRO 1. RESTAURACIÓN BIOLÓGICA REGIÓN DE VALPARAÍSO.

Caso: En condiciones de sequía – Agricultores Programa SIRSD – SAG. 2021

Se implementaron áreas demostrativas de una nueva labor en establecimiento de coberturas vegetales propuesta al Programa SIRSD-S. Las innovaciones fueron instaladas en 6 huertos en las comunas de San Felipe, Casablanca, Quillota, y La Ligua. Durante el 2021, en la Región llovieron menos de 100 mm, por lo que se complementó la labor con menos de 100 mm en riegos. Sorprendentemente, se lograron importantes resultados dentro de los que destacamos el huerto de paltos de La Ligua. Dónde las cubiertas se sembraron después de la primera lluvia de invierno y se cortaron en primavera. Las temperaturas invernales benignas permitieron intensificar crecimiento de la cobertura en su corto periodo de vida.



Huerto de paltos en La Ligua, a la derecha la máxima expresión lograda por la cobertura herbácea multiespecies al momento de corte y a la izquierda el perfil horizontal del huerto luego del corte.

RECUADRO 2. RESTAURACIÓN BIOLÓGICA REGIÓN DE O'HIGGINS

Caso: Disponibilidad de luz – Agrícola Los Álamos – Parrones de Kiwis:

La innovación se instaló en distintas unidades de manejo ubicados en la comuna de Peumo durante el invierno 2021 y se cortó en primavera y verano. La diferencia entre las unidades fue la disponibilidad de luz durante los meses de verano. En parrones jóvenes, donde el dosel no alcanza a cubrir el parrón, es decir, hay disponibilidad de luz en verano, se asociaron las especies anuales con las perennes, para seguir aprovechando los factores de la naturaleza durante el verano. Por el contrario, en parrones adultos, a mediados de primavera disminuye la disponibilidad de luz de las entrehileras por lo que se utilizaron solo especies anuales.



Perfil horizontal de los parrones de kiwi, a la izquierda los parrones adultos y a la derecha los parrones jóvenes.

a) En lo radicular: un enraizamiento denso, con alta capacidad de penetración, la micorrización y la presencia de asociaciones con bacterias fijadoras de nitrógeno.

b) En lo aéreo: una asociación espacial de vástagos determinados, indeterminados y trepadores. Hojas en distintas posiciones y ángulos que optimizan el aprovechamiento de la energía y calor solar recibido.

En otoño se inician las gestiones de la cobertura, con la determinación de la condición biológica de los suelos, como línea base para comprender las respuestas a las intervenciones, percibiendo a la vista y en terreno, el proceso vivido por el suelo (Figura 2).

Luego, y en consideración a la alta eficiencia que entrega la sincronía con las fuerzas propias de la naturaleza, durante el otoño temprano se hace un corte a ras de la cubierta existente y se aplican pequeñas cantidades de compost u otros bio estimuladores. Para que, con la primera lluvia o riego, si esta se retrasa, preparar físicamente el suelo y sembrar con la mínima alteración, siendo óptimo para muchas situaciones el uso de equipos de cero labranzas. Durante el mismo otoño e invierno, las múltiples especies sembradas, impulsadas principalmente por las precipitaciones, se desarrollan hasta logran cubrir el espacio.



Figura 2: Actividad grupal para la determinación de la condición biológica del suelo, in situ e in visu.

En primavera, las cubiertas herbáceas comienzan la fase de floración y extraen gran cantidad de nutrientes del suelo para concentrarlos hacia la semilla. Por ello, en este momento se realiza un corte del crecimiento vegetativo, impidiendo la formación de semillas y así, dejar los nutrientes concentrados

TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN POSCOSECHA
 Diagnóstico, Segregación y Control digitalizado para una información rápida y oportuna en arándanos.





PT&I
www.ptichile.cl



Figura 3: Suelos vivos en huertos frutícolas con evidentes signos y agentes de descompactación, por la construcción biológica de poros y agregados.

en los tejidos cortados. Al entregar este nutritivo material sobre el suelo, se aumenta el contenido de materia orgánica y se intensifican la reconstrucción biológica, fenómeno comúnmente denominado como "descanso activo". Es importante destacar la responsabilidad agronómica que se asume en la gestión de cobertura, de decidir cuándo realizar el corte y picado, y a la altura de corte sobre el suelo.

2.3 Visibles mejoras de la condición biológica de los suelos

Los suelos de los huertos frutícolas fueron vivificados al activarse los procesos de bioconstrucción de poros y agregados estables en el perfil, iniciándose la descompactación física (Figura 3). La materia orgánica producida por las coberturas herbáceas multiespecies en los huertos frutales, incorporaron importantes contenidos de energía, minerales y hormonas propias de los tejidos vegetales de rápido crecimiento (Recuadro 3). Las fuentes de materia orgánica se pueden distinguir en: los cortes del crecimiento vegetativo a pocos cm sobre el suelo, los exudados radiculares en la rizósfera y las raíces al morir (Figura 4).

En la superficie, la biomasa aérea entregada mediante los cortes

de la cobertura herbácea multiespecies, conformaron un detritus que protegen al suelo de la luz UV, los excesos de calor y de las fuerzas erosivas tanto del viento como de las gotas de lluvia y riego. El detritus creó un ambiente oscuro, fresco y húmedo, ideal para activar los procesos naturales de construcción de suelos. Estos procesos son visibles en la rápida colonización de los restos vegetales por parte de los bacterias actinomicetos y de los hongos descomponedores, en gruesas redes de hifas (Figura 3).

Los frecuentes aportes de restos vegetales verdes cortados y picados sobre el suelo, construyeron el ambiente ideal para el aumento de las poblaciones de las lombrices de tierra. Las que aportan sus excrementos en formas de pequeños agregados, que poseen altos contenidos de sustancias húmicas, lo que aumenta la biodisponibilidad de fósforo, potasio, calcio y magnesio. Además, con su transitar por el suelo son capaces de crear nuevos bioporos (poros continuos) y favorecer la integración de la materia orgánica en el perfil. Igualmente, fue posible observar un aumento de la biodiversidad de la mesofauna, como babosas, arañas, pequeños colémbolos, colaborando en la actividad de descomposición.

RECUADRO 3. RESTAURACIÓN BIOLÓGICA REGIÓN DEL MAULE.

Caso: Toneladas por hectárea de materia orgánica producida y diseños de riego.

Agrícola Ana María – Huertos de Cerezos y Manzanos, 2017/2020:

Las innovaciones en gestión de coberturas herbáceas, se instalaron en 21 unidades de manejo, con entre 1 a 3 años de restauración biológica de suelos, distribuidas en los sistemas productivos: en las localidades Los Niches, Romeral, Sagrada Familia y Sarmiento. En mayo y junio de 2019, se sembraron a entre hilera por medio, diversas coberturas herbáceas multiespecies, abarcando un total de 29,5 ha. Estas se cortaron por primera vez en octubre del mismo año. Posteriormente, el intenso rebrote permitió cortes mensuales. La mayor diferencia en la producción de biomasa se produjo por el sistema de riego. Las unidades de manejo con microaspersión mojan las entrehileras, permitiendo a la cobertura rebrotar en verano. A diferencia, las unidades de manejo con goteros que mojan exclusivamente la banda de árboles, donde las coberturas rebrotan durante los 3 meses de primavera.

Cuadro de magnitudes de materia orgánica producida por la cobertura herbácea multiespecies de 21 unidades de manejos agrupadas en 6, según características comunes.

Grupo	Diseño de riego presurizado	Superficie sembrada (ha)	Años de restauración	Promedio de materia seca producida las CHM ² por corte ³ (t/ha)						
				oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20	Total
1	Con riego en EH ¹	8,5	3	3,2	4,2	7,0	6,1	5,4	4,4	30,3
2		5,9	2	2,3	5,6	7,1	6,3	5,2	4,0	30,5
3		5,2	2	4,7	5,4	7,0	6,1	3,2	1,9	28,3
4		5,0	1	4,9	5,6	6,6	5,0	4,3		26,4
5	Sin riego en EH ¹	2,7	3	2,8	5,2	6,9	-	-	-	14,9
6		2,2	3	4,1	5,5	5,6	-	-	-	15,1

¹ Entrehileras / ² Cobertura herbácea multiespecies / ³ Se determinó la materia seca del crecimiento vegetativo y se presenta duplicado, considerando que las especies pratenses tienen una relación biomasa aérea igual a biomasa radicular al momento de corte al inicio de floración

En la interpretación es importante considerar la fijación desde la atmósfera de Carbono y Nitrógeno por el proceso fotosíntesis y proteosíntesis respectivamente, y la movilización biológica de los minerales K, Ca, P y Mg.

Cuadro de magnitudes de nutrientes biologizados/capturados por cada 10 toneladas de materia seca producida por el crecimiento vegetativo de la cobertura herbácea.

Materia Seca	Carbono	Nitrógeno	Potasio	Calcio	Fósforo	Magnesio
	50%	3%	3%	3%	0,3%	0,5%
10 t	5 t	300 kg	300 kg	300 kg	30 kg	50 kg



EL IMPULSO PARA TUS CEREZOS

Lightup

Distribuido por COAGRA



Figura 4: Observación obtenida con la determinación de la condición biológica de suelos. A la izquierda, el suelo descubierto y compactado. A la derecha, el mismo suelo luego de la implementación de las innovaciones que permitieron cubrirse y descompactarse.

Por tratarse de coberturas herbáceas multiespecies, la masa radicular se caracterizó por formar un denso entramado de raíces de diversas arquitecturas, las que constituyeron un complejo laberinto de bioporos enriquecidos por sus exudados radiculares o rizodeposiciones altamente energéticas. Aquí existen espacios donde invisibles grupos microbianos colaboraron en la animación de los minerales. Si se pudo ver los rizobium, que fijan el nitrógeno del aire, en magnitudes de varias decenas de kilos por hectárea, a temperatura ambiente y presión atmosférica, a diferencia del alto consumo de petróleo en la fabricación de la urea (Figura 3).

Es importante destacar que las constantes exudaciones radiculares son verdaderas gomas líquidas, que junto a las glomalinas generadas por las micorrizas y, un verdadero tejido de hifas de hongos, unen las partículas texturales de los suelos. Dando de esta forma paso al preciado proceso de descompactación por agregación, que se hace evidente con la formación de agregados pequeños, redondeados y estables al agua (Figura 4).

Una bien estudiada característica de las especies pratenses es que, al ser cortadas a inicios de floración, el crecimiento vegetativo es muy similar al radicular y el que al morir pasa a formar parte del detritus en el interior del suelo, donde los organismos activan los procesos de descomposición en compuestos más simples para capturar la energía acumulada. A partir de estos, los microorganismos sintetizan sustancias complejas que pasan a formar parte de sus células, y al morir, contribuyen a la fracción húmica de los suelos.

3.- Consideraciones finales

Después de estos años de experiencias y avances en la restauración biológica de los suelos, se ratifica el requerimiento base, de que los actores agrícolas perciban al suelo como un organismo vivo. Por lo que se reitera que los procesos de innovación deben estar sensibilizados por la observación personal y la valoración grupal de la condición biológica de las cinco esferas de influencia biológica. Esto nos ha permitido aprender la íntima relación que existe entre nuestras acciones con las múltiples funciones que aportan los suelos vivos, en favor de hacer crecer la productividad, tanto al aumentar el potencial productivo de los huertos como al disminuir las necesidades de insumos externos.

Las innovaciones presentadas tienen en común el incorporar las potencialidades propias de cada unidad agrícola, dejando atrás las lógicas de "problemas y soluciones". Lo que permite imaginar una fruticultura mediterránea saludable en múltiples sentidos a partir del cuidado de las buenas condiciones ambientales y las altas capacidades de gestión de los fruticultores. **RF**

Finalmente, culmina este artículo con un proverbio japonés que dice:

"Un agricultor pobre produce mala hierba, uno mediocre produce granos y un buen agricultor produce suelo".

4.- Agradecimientos

Por la voluntad de implementar las innovaciones para la restauración biológica de los suelos, presentadas en este artículo, expresamos nuestros agradecimientos a:

Gonzalo Ávila, del Programa Restauración Biológica de Suelo del Centro Ceres.

Aurora Espinoza, Encargada Regional de Recursos Naturales Renovables y Claudio Fernández, Coordinador de Programa SIRSD-S, ambos del SAG-Valparaíso, y la participación conjunta a los agricultores y operadores del Programa.

Diego Silva, Gerente de las agrícolas de Agrícola Ana María S.A., y Sergio Correa Gerente de Agrícola Los Álamos Spa. En ambos, a todos los colaboradores agrícolas y administrativos.

5.- Bibliografía

<https://www.centroceres.cl/descargas/>

Fertilización física y biológica para el suelo



Vitanica® RZ

Aporta microorganismos que protegen y estimulan el crecimiento radicular, reduciendo el estrés post trasplante.

Kamasol® Calcio Flo + Kamasol® Aqua

Enmiendas de Suelo: mejoran la estructura del suelo y la distribución del agua en el perfil de suelo, dejando un ambiente propicio para el crecimiento radicular temprano, con calcio disponible y asimilable.

COMPO EXPERT - Calidad Alemana en Nutrición Vegetal.



www.compo-expert.cl