



ENMIENDAS

*Antonio Lobato y Eduardo Alonso
Consultores*

US Patent Pending 108056-00016 "Method for the recuperation of decayed agricultural plantations",
(Extracto del Capitulo correspondiente a Enmiendas)

El uso de enmiendas responde a la necesidad de realizar algún tratamiento al suelo que permita mejorar sus propiedades físicas y/o químicas. También el concepto se aplica al agua de riego, la que podría ser necesario modificar para alcanzar un objetivo específico.

A continuación se presentan las enmiendas y técnicas empleadas para abordar problemas atinentes a la producción frutícola por la evolución que van sufriendo los suelos en el tiempo y que son de interés para el fruticultor entender.

FORMACIÓN DE SELLAMIENTOS SUPERFICIALES

Bajo las condiciones de manejo de suelo que predominan en la mayor parte de nuestra fruticultura, la presencia de sellamientos superficiales es común, y aparentemente inofensiva, sin embargo, pueden llegar a limitar severamente la infiltración del agua en el suelo. Esto se hace particularmente grave en suelos con contenidos de arcilla importantes (sobre 20%), y carentes de calcio para la estabilidad estructural, suelos ricos en limos y arenas finas, ya que todas estas presentan un comportamiento poco amigable o deficiente permeabilidad para el agua. Lo mismo ocurre en suelos regados con aguas de bajo contenido de sales y ricas en sedimentos como son las aguas de la rivera sur del río Cachapoal en la VI región. Como se menciono previamente el primer problema que hay que vencer son los sellamientos que se forman por precipitación de carbonatos y otras sales que cementan las partículas finas que se depositan superficialmente. Un excelente indicador de la presencia de estas estructuras laminares son los musgos y malezas típicas de excesos de agua que comúnmente se encuentran en los huertos frutales y patronales a los largo del país.

FERTILIDAD FÍSICA

Los suelos frutícolas son sometidos a grandes compresiones a lo largo de su vida, con el consecuente aumento de la densidad aparente y disminución dramática de los macroporos. Esto trae como consecuencia junto a las formaciones laminares superficiales, una pobre infiltración del agua y restricciones en el movimiento de esta en el perfil, causando asfixia en las estratas superficiales y zonas secas en profundidad con consecuencias importantes en el desarrollo de los brotes y la fruta.

PATRÓN DE MOJAMIENTO EN SUELOS REGADOS POR GOTEO

En los últimos nos se ha detectado que tipos de bulbo formados bajo los goteros no corresponden a los descritos en la literatura. Es así como la mayoría de nuestros suelos con plantaciones frutales y regadas por goteo los bulbos son angostos, dejando gran cantidad de raíces, que se desarrollaron durante el invierno y primavera en la entre hilera sin abastecimiento de agua. Esto tiene como consecuencia la producción de Acido abscisico en las raíces que exploran estas zonas secas y envían señales a la parte aérea para que se ajuste el crecimiento en función de la disponibilidad del agua. Lo paradójico es que podríamos estar reponiendo la demanda en un 100% de la ET y aun así tener síntomas de estrés hídrico por la desuniformidad en el mojamiento del volumen de suelo que exploran las raíces.

INYECCIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO

La manera más práctica de romper estos sellamientos es mediante la inyección de ácido sulfúrico de manera que el pH de agua baje hasta aproximadamente 2, con lo que produce una violenta disolución de los carbonatos, y por tanto la velocidad de infiltración será entre 3 a 10 veces más rápida. En la foto 1 se muestra un equipo tipo que es el que se recomienda para este propósito. Se trata que durante el periodo de inyección el agua alcance un pH ~ 2, con lo que se logra una violenta disolución de las sales precipitadas y floculación en los primeros 10 cm. El momento de la aplicación siempre deberá ser entre la hora 2 a 3 del inicio del riego. La razón es que se disolverán sales que hay que lixiviar fuera de la zona de raíces, y por tanto lavadas.



Foto 1. Equipo de inyección de Ac. Sulfúrico puro al sistema de riego

Este equipo permite inyectar el ácido en altas concentraciones ya que no será diluido previamente. Esto tiene la gran ventaja de la seguridad de aplicación, ya que el personal que operará el sistema jamás entrará en contacto con vapores o líquidos corrosivos. En el cuadro 1 se indica la forma de aplicación:

Cuadro 1. Dosis y forma de aplicación de ácido sulfúrico en equipos de riego tecnificado con goteros de 4 l/h.

Marco de plantación (m)	Precipitación del equipo		Dosis de ácido sulfúrico		Tiempo de Inyección (horas)	Tiempo de riego total (horas)
	mm/hora	L/hora	Kg*	L		
4x4	1,0	10.000	27	15	1,0	18,0
3,5x3,5	1,14	11.400	27	15	1,0	18,0
3,5x3	1,14	11.400	27	15	1,0	18,0
3,5x2,5	1,14	11.400	27	15	1,0	18,0
3,5x2	1,14	11.400	27	15	1,0	18,0
3x3	1,33	13.333	27	15	1,0	18,0
3x2	1,33	13.333	27	15	1,0	18,0

*densidad del ácido sulfúrico 1,8 g/cc - Fuente: Elaboración propia

Es posible realizar la aplicación sin contar con el equipo descrito, pero considerando todas las medidas de seguridad para el operador. Se debe hacer una solución al 10% de ácido sulfúrico, enfriarla y luego proceder a la inyección. Hay que asegurarse que el venturi del equipo sea capaz de inyectar el total de la solución en 1 hora. Si se emplea esta forma continuamente, a la larga se afectarán los rodetes de la bomba.

SULFATO DE CALCIO O YESO (CASO₄.2H₂O)

El sulfato de calcio tiene básicamente 3 objetivos para los cuales se empleará:

Primero, mantendrá una salinidad del agua de riego (CE_w) en un nivel constante de entre 0,75 a 1,0 dS/m, que es el nivel ideal para no afectar la infiltración del agua en el suelo, y prevenir la formación de sellamientos superficiales. Esto último actuará sinérgicamente con la materia orgánica.

Segundo: incrementará los bajos niveles de calcio para mantener la estabilidad estructural del sistema poroso. Los suelos de parte importante de nuestra fruticultura son deficientes en calcio en cuanto a fertilidad física se refiere, ya que no han sido tratados con enmiendas a base de calcio probablemente por los últimos 40 años. A continuación en los cuadros 2, 3 y 4 se indican las concentraciones a inyectar dependiendo del equipo de riego.

Tratamiento de suelos arcillosos mal estructurados plásticos y adhesivos que restringen severamente el tráfico de maquinaria, labores manuales y daño a las plantas por asfixia radical.

En forma colateral pero no menor, cuando se aplica sulfato de calcio como enmienda se cubren ampliamente los requerimientos nutricionales de calcio.

Cuadro 1

Distancia plantación (m)	Precipitación equipo		Dosis de sulfato de calcio (kg) para concentración de 0,5 g/l en diferentes tiempos de aplicación				
	goteros 4 L/h	Litros/ha	6 horas	8 horas	10 horas	12 horas	14 horas
4x4	1,0 mm/h	10000	30	40	50	60	70
3,5x3,5	1,14 mm/h	11400	34	46	57	68	80
3x3	1,33 mm/h	13333	40	53	67	80	93
3x2	1,33 mm/h	13333	40	53	67	80	93

Cuadro 3

Distancia plantación (mt)	Precipitación equipo		Dosis de sulfato de calcio (kg) para concentración de 0,75 g/l en diferentes tiempos de aplicación				
	goteros 4 L/h	Litros/ha	6 horas	8 horas	10 horas	12 horas	14 horas
4x4	1,0 mm/h	10000	45	60	75	90	105
3,5x3,5	1,14 mm/h	11400	51	68	86	103	120
3x3	1,33 mm/h	13333	60	80	100	120	140
3x2	1,33 mm/h	13333	60	80	100	120	140

Cuadro 4

Distancia plantación (mt)	Precipitación equipo		Dosis de sulfato de calcio (kg) para concentración de 1,0 g/l en diferentes tiempos de aplicación				
	goteros 4 L/h	Litros/ha	6 horas	8 horas	10 horas	12 horas	14 horas
4x4	1,0 mm/h	10000	60	80	100	120	140
3,5x3,5	1,14 mm/h	11400	68	91	114	137	160
3x3	1,33 mm/h	13333	80	107	133	160	187
3x2	1,33 mm/h	13333	80	107	133	160	187

Entre técnicos y productores existe la creencia que el yeso provoca obturación de los goteros debido a su baja solubilidad. Para una mejor comprensión de la naturaleza química de esta sal y las técnicas apropiadas de uso se procederá a aclarar los diferentes puntos.

La solubilidad del yeso es de 2,4 g/l, concentración a partir de la cual se satura la solución y precipita. Sin embargo, las concentraciones recomendadas en los cuadros 2 al 4 no superan 1 g/l, por lo cual se tiene una solución iónica verdadera, comparable a la que se obtendría con cualquier otro fertilizante como Urea o Nitrato de calcio. La confusión para la mayoría de las personas radica en tratar de hacer una solución madre antes de la inyección al sistema, lo que no es posible de realizar. La técnica se trata de hacer una suspensión a razón de 3 a 4 de agua por 1 de yeso, es decir entre 250 a 300 kg de yeso por 1000 L de agua. Con esto se logra una suspensión de 250 a 300 g/l, que supera más de 100 veces el límite de solubilidad de 2,4 g/l. Para poder mantener una suspensión homogénea se requiere de una agitación intensa, y para asegurar una adecuada concentración se debe hacer una succión flotante que siempre tome la parte superior de la suspensión.

Si se lleva a cabo el procedimiento anterior, no posible bajo ningún punto de vista tener problemas de colapsos de filtros aumentos en la presión del sistema y menos obturación de goteros

Finalmente es importante consignar que el incremento en la conductividad eléctrica del agua (cuando se aplica a través del riego) es casi proporcional a los g/l aplicados. A modo de ejemplo, si se tiene un agua de riego de conductividad eléctrica 0,2 dS/m y se agrega yeso en concentración de 0,5 g/l, este aportara 0,5 dS/m y el contenido final de sales expresado en las mismas unidades será 0,7 dS/m.

MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica se plantea como una potente herramienta para complementar al calcio en su función de conferir estabilidad al sistema poroso, especialmente a la porosidad gruesa, y también a la formación de complejos orgánico-minerales que contribuyen a aumentar la fertilidad y retención de humedad del suelo. Sin embargo lo anterior, la discusión se centra en la forma como debemos aplicar la materia orgánica. Usualmente se ha enterrado en tumbas, perforaciones a un costado de cada planta o surcos en los que se deposita y luego se cubre. Al aplicar la materia orgánica de esta forma el principal efecto que se logra poco tiene que ver con lo descrito inicialmente, sino que se logra una verdadera bolsa de aire en la que se desarrollan nuevas raíces, pero que podría ser logrado perfectamente con otros elementos tan diversos y curiosos como pequeñas pelotas de plumavit.

Lo que se plantea es colocar la materia orgánica bajo la línea de goteros o microaspersores, de manera que el agua al ir pasando a través de ella lixivie derivados orgánicos como son hifas de hongos, mucilagos microbianos, ácidos humitos y fulvicos, etc, todos elementos que se combinaran con las partículas minerales mejorando así las propiedades físicas y químicas del suelo.

Las cantidades varían entre 12 a 20 m³/ha aplicadas a salidas de invierno inmediatamente de terminada la amarra y la construcción de pretilos para evitar el escurrimiento.



Foto 2. Aplicación de materia orgánica directamente bajo la línea de goteros.

SURFACTANTES

Durante la última temporada se ha experimentado con aplicaciones de Surfactantes específicos para el suelo, que tienen los siguientes efectos:

1. Mejorar la infiltración
2. Mejorar la expansión lateral
3. Tratar problemas de repelencia o hidrofobidad del suelo

La introducción de estos productos tuvo su origen en la inquietud de este Consultor por mejorar la expansión o movimiento lateral del agua en huertos frutales y patronales regados por goteo. Como se mencionó previamente, casi todos los suelos de Chile plantados con frutales y vides presentan bulbos angostos, a excepción de los Valles de Copiapó, Huasco y gran parte del Elqui y Limarí, donde la expansión lateral es óptima incluso en suelos de textura arenosa.

El problema de la infiltración que se abordó a través de las inyecciones tópicas de ac. Sulfúrico, generando poros superficiales de mayor tamaño, también puede ser tratado con los surfactantes, ya que estos permiten disminuir la tensión superficial del agua, permitiendo que esta se mueva en el suelo por intersticios pequeños donde naturalmente no podría hacerlo. La importancia de este hecho es que el agua se mueve en el suelo por lo que se denominan *Flujos preferentes*, es decir va por sitios que le resultan más fáciles, ya sea por grietas, macroporos o estratificaciones abruptas.

El tercer punto importante a tratar respecto del uso de los surfactantes es lo relacionado con el fenómeno denominado *Repelencia al agua o Hidrofobidad*. Esto ha sido descrito largamente en la literatura mundial, pero hasta ahora no se ha evaluado en fruticultura. Es común escuchar a nuestros fruticultores y técnicos quejarse amargamente en el mes de diciembre que se secó el suelo y no lograron recuperar la humedad, con todas las consecuencias que esto implica en el desarrollo de brotes y la fruta. Cuando los suelos se secan por las razones que sean, los ácidos orgánicos que están íntimamente ligados a las partículas minerales cambian su estructura se curvan y exponen hacia fuera una cara que es hidrofóbica y que no permite que el agua se adhiera a ellas dejándola pasar sin retenerla.

Cuando ocurren los fenómenos descritos, la distribución y retención de la humedad son pobres, causando un inadecuado suministro de agua para las plantas.

Las técnicas de uso de estos productos no son conocidas del todo aun, y se cuenta con información bastante clara y precisa de la potencialidad de su uso en fruticultura, pero se debe aun aclarar algunas dudas respecto a la forma correcta de su uso.

Para todos aquellos suelos que presentan patrones de mojamiento o bulbos angostos (riego por goteo) deberían ser tratados desde el mes de noviembre hasta mediados de enero para asegurar que todo el sistema radical se mantenga con niveles de humedad adecuados tanto en cantidad como distribución. Otra fecha relevante es el otoño para los frutales caducifolios, especialmente aquellos de cosecha temprana, que llegan a esta época con poca humedad en los suelos, y que deben ser fertilizados. Si se toman en cuenta los argumentos anteriores, la posibilidad que en este periodo los fertilizantes se distribuyan en forma anómala, y por lo tanto es un momento en el que es de suma importancia el adecuado mojamiento del suelo y la distribución del agua.

La forma correcta de aplicarlos al parecer es durante al menos la mitad del tiempo de riego de manera que la mayor proporción de esta sea afectada por el surfactante y tenga la capacidad de moverse con a mayor libertad de movimiento en el perfil.