



Capítulo 1:

Manejo de Suelo en Huertos

Autor:

Jorge Riquelme S.
Ingeniero Agrónomo Dr.
INIA Raihuen





1.1 Introducción

La frambuesa, como cualquier planta, requiere de condiciones adecuadas del suelo para su desarrollo, entre ellas está una buena aireación. Los poros del suelo contienen una mezcla de agua y de gases, que constituyen la atmósfera del suelo.

Las raíces y microorganismos necesitan oxígeno para su desarrollo, el que aprovechan en la atmósfera del suelo para sus procesos metabólicos, produciendo con esto dióxido de carbono. Así, cuando la concentración de éste se vuelve mayor en la atmósfera del suelo que en el aire libre, es necesario dejarlo salir para que pueda ingresar más oxígeno. En el desarrollo normal de las raíces se observan efectos negativos al bajar la concentración de oxígeno desde 9 a 12% y su crecimiento se detiene en concentraciones menores al 5% (Ashburner y Sims, 1984). La demanda por oxígeno en una raíz y su sensibilidad al dióxido de carbono aumentan con el incremento de la temperatura del suelo.

Los factores con algún efecto sobre el ingreso de oxígeno y el egreso de dióxido de carbono son los siguientes:

- El número de poros en el suelo y su tamaño.
- La cantidad de poros llenos de agua.
- La existencia de estratos impermeables dentro de la estructura del suelo.

Como regla general, la mayoría de los cultivos deben tener por lo menos 10% de los poros llenos de aire. Capas impermeables producidas por la acción de gotas de lluvia o paso de ruedas, generalmente deben ser rotas o desmenuzadas para permitir un intercambio de gases. Normalmente las raíces pueden sobrevivir solamente hasta cuatro días con una capa superficial impermeable y 10% de los poros llenos de aire, (Ashburner y Sims, 1984).

Los estratos impermeables, producidos naturalmente o por mal uso de maquinaria, tienen gran efecto sobre el paso de los gases, especialmente en condiciones húmedas, y pueden restringir significativamente el desarrollo de las plantas.

1.2 Consistencia de suelo apropiada para ejecutar la labores de preparación de suelo

Normalmente, se reconocen cuatro estados denominados de consistencia de suelo y que está relacionado con el manejo que se pueda efectuar con la maquinaria. Cuando el suelo está seco presenta una consistencia denominada cementado, que se manifiesta cuando el suelo resiste muchísimo el corte de los implementos de labranza. Si éste se rompe, se generan grandes terrones que dificultan posteriormente otro tipo de labores. Normalmente se recomienda este estado sólo para trabajos de subsolado con maquinaria pesada, ya que las grietas que se generan bajo el suelo son de mayor amplitud (Foto 1).



FOTO 1: Suelo arcilloso con consistencia de cementado, sólo para labores de subsolado de suelo.

Una vez que el suelo adquiere mayor humedad pasa de cementado a friable. Esta consistencia es la deseable para la labranza, ya que el suelo se rompe con menor requerimiento de fuerza y se puede disminuir el tamaño de los agregados del suelo con menor dificultad (Foto 2).



FOTO 2: Suelo franco con consistencia friable, se requiere de muy poca energía para lograr mullir el suelo.

Si el suelo recibe más humedad pasa a una consistencia plástica, en que el trabajo de los arados permite cortar el suelo, pero éste no se disgrega y tiende a pegarse en las herramientas (Foto 3). Tampoco es un piso adecuado para el tránsito del tractor, además de presentar una menor resistencia a la compactación generada por la ruedas del tractor. El suelo, al ser arado con vertedera, se corta en largas glebas que al secarse con el viento generan grandes terrones.



FOTO 3: Suelo arcilloso en consistencia plástica. El arado corta el suelo pero no logra disgregarlo.

Si continúa aumentando la humedad del suelo, éste pasa a una consistencia líquida comportándose como un fluido. Esta consistencia sólo se utiliza para labores de fangueo en el establecimiento del arroz (Foto 4).



FOTO 4: Suelo arcilloso en consistencia líquida. Sólo permite labores de fangueo para el establecimiento del arroz.

1.3 Manejo de los rastrojos antes de la ejecución de las labores de preparación de suelo

Desde la cosecha del cultivo anterior se debe organizar la manera en que se trabajará el suelo para el establecimiento del cultivo. Los rastrojos que pasan por la máquina se deben triturar y esparcir; siempre tratando de que cubran en la cola de la máquina, un espacio igual a todo el ancho de la plataforma de corte de la máquina. Para ello la cosechadora debe estar equipada con triturador y desparramador o esparcidor de paja.

Los rastrojos de los cultivos poseen muchos nutrientes, principalmente Potasio, los que incorporados en el suelo mejoran el contenido de materia orgánica.

Algunas ventajas de los rastrojos sobre el suelo:

- Mejora la infiltración de la lluvia.
- Disminuye el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo.
- Aumentan la retención de humedad en el suelo.
- Evitan la acción directa del sol sobre el mismo.
- Retardan o evitan nacimiento de malezas.
- Disminuyen la temperatura superficial en verano y la aumentan en invierno, evitando cambios bruscos.
- Evitan la acción erosiva del viento en inviernos y primaveras secas.
- Mejoran el ambiente de la microfauna del suelo.
- Suelos cubiertos retienen mayor cantidad de humedad, por más tiempo.

El manejo posterior a la cosecha se puede ejecutar con una desmalezadora rotativa ("rana"), o una trituradora de rastrojos (Foto 5). Esta última máquina posee una mayor capacidad de trabajo y distribuye en forma más uniforme el rastrojo picado.



FOTO 5: Trituradora de rastrojos

1.4 Compactación del suelo

Se entiende por compactación el proceso por el cual se genera una variación de volumen de suelo bajo la acción de fuerzas de compresión que pueden ser de origen mecánico (tránsito de vehículos, tractores) o naturales (humectación-desecación, impacto de la gota de lluvia, etc.)

La compactación y consolidación del suelo ocurre cuando el agua que infiltra lleva arcillas superficiales u óxidos e hidróxidos de hierro hacia los estratos inferiores donde se aglomeran formando una capa muy dura (capa de subsuelo) o cuando el suelo se compacta por el tránsito de la maquinaria agrícola, formando así una capa dura (capa compactada) en los estratos bajos. A nivel mundial, se considera como principal causa de la compactación el tránsito de la maquinaria agrícola (Raghvan *et al*, 1977; Sánchez- Girón, 1996).



FOTO 6: Calicata donde se aprecia el perfil del suelo en profundidad.

Fuente: Yoshikawua *et al*, 2004.

Antes de efectuar la plantación e incluso el manejo de suelo se debe tener un conocimiento apropiado de las características de éste, para determinar sus posibles limitantes. Es recomendable efectuar calicatas en diferentes sectores del potrero en que se va a plantar. Una calicata de al menos 1,5 m de profundidad permite una visualización mas completa de la humedad del suelo, y además permite observar el estado general del suelo y del desarrollo de raíces. Las calicatas deben ser anchas y profundas, de tal manera que se pueda apreciar toda la zona de raíces (Foto 6).

Para determinar el grado de compactación del suelo, en el perfil de la calicata, se mide la resistencia a la penetración del suelo utilizando el penetrómetro de cono, que está compuesto de un cono de área de sección fija y un resorte (Foto 7). El penetrómetro (observado en la Foto 7) es del tipo: Soil Hardness Tester, “Medidor de dureza del suelo”, marca YAMANAKA, cuyo valor indicador es la profundidad en mm que se entierra el cono, el que se relaciona paralelamente con la resistencia a la penetración expresada en MPa/cm².

En el Cuadro 1, se muestra el valor estándar relativo a la dificultad de desarrollo de las raíces del cultivo, y también la fórmula para convertir el índice de dureza del suelo en presión por sección de área unitaria. Este método es útil para efectuar mediciones de las secciones laterales de una calicata.

Nomenclatura: $P = (12,5 * S * D / 0,795 (40-X)^2) * 0,098 \text{ MPa/cm}^2$.

Donde:

S = Constante que depende de la punta del instrumento, para este caso 8,0

D = Índice de dureza YAMANAKA (mm)

Otro penetrómetro (Foto 7) es el “medidor de dureza” registrador de penetración (Marca DAIKI modelo SR-2), que registra la resistencia máxima a la penetración cada 5 cm hasta una profundidad de 60 cm. Este instrumento es apropiado para saber dónde se ubican las capas compactadas.



FOTO 7: Medidores de compactación de suelo. Arriba: durómetro de suelo YAMANAKA. Abajo: registrador de penetración DAIKI.

Fuente: Yoshikawua *et al*, 2004.



CUADRO 1: Índice de dureza del suelo obtenido con penetrómetro YAMANAKA.

Apreciación de la compactación del suelo	Dureza del suelo (D) (mm)	Resistencia a la penetración (P) (MPa/cm ²)	Efecto en el desarrollo de las raíces
Muy suelto	0 - 10	0 - 0,14	Fácil
Suelto	11 - 18	0,15 - 0,46	Fácil
Moderado	19 - 24	0,47 - 1,16	Poco difícil
Compactado	25 - 28	1,17 - 2,43	Difícil
Muy compactado	29	2,44	Muy difícil

1.5 Subsulado de suelo.

Si se ha determinado la presencia de una estrata compactada se debe proceder a su rotura mediante un arado denominado subsolador.

El subsolador puede constar de uno, tres o más brazos montados sobre una barra portaherramientas (Foto 8). Los brazos deberían tener una inclinación vertical mayor de 25 a 30°, preferentemente de 45°, y es aconsejable que la altura sea regulable de modo de ajustar la profundidad de trabajo con respecto a la profundidad a la que se encuentra la estrata compactada. Según Márquez (2001), para que el subsolador actúe con eficacia, debe trabajar 10 cm. por debajo de la capa que se pretende romper. Habitualmente se designan como subsoladores los que pueden hacerlo a profundidades que superan los 50 cm, mientras que se denominan como arados descompactadores a los que trabajan a menor profundidad.

La denominación de “ripper”, que se utiliza en la maquinaria de movimiento de tierras para designar a las herramientas diseñadas para romper capas de acumulación en el subsuelo, se puede considerar equivalente a la de subsolador.



FOTO 8: Arado subsolador de enganche integral de tres brazos.

La bota o pie, presenta en su frente de corte una punta o cincel intercambiable, con un ángulo de inclinación diseñado para facilitar la penetración del arado en el suelo. Este elemento protege a la bota del efecto abrasivo del terreno alargando su vida útil. La condición de la punta es muy importante y muchas veces el subsolado no da buenos resultados debido a la mala condición de la misma (Ibáñez y Hetz, 1988).

Un disco cortador delante del subsolador facilita el corte de rastrojos o cubierta vegetal de los primeros centímetros del suelo, abriendo camino expedito al brazo de la unidad de rotura del subsolador. Un rodillo desterronador acoplado detrás de los brazos ayuda a desmenuzar los agregados grandes. Para asegurar una buena superposición del aflojamiento en la parte superior y en la parte inferior, el espaciamiento entre los brazos no debe ser mayor que la profundidad de trabajo.

La potencia requerida por cada brazo varía con el estado de compactación del suelo, con el tipo de subsolador y especialmente con el estado de la punta, así como la velocidad de trabajo, la cual debe ser relativamente baja debido fundamentalmente a la gran potencia que requiere para moverse.



En suelos con problemas de drenaje se debería subsolar en una dirección perpendicular a la de los canales de drenaje, para facilitar el flujo de agua hacia los drenes.

El número de brazos y el espaciamiento entre ellos dependerán de la potencia del tractor y de la profundidad de penetración deseada. Cuando el brazo del subsolador pasa a través del suelo, afloja un volumen de suelo que tiene una sección triangular. Para asegurar una buena superposición del aflojamiento en la parte superior y en la parte inferior, el espaciamiento entre los brazos no debe ser mayor que la profundidad de trabajo. Los suelos arcillosos se rompen formando grietas de mayor longitud, que aquellas de texturas medias y arenosas. Para determinar el ancho entre pasadas del subsolador se recomienda introducir el subsolador en la pared de una calicata, a la profundidad determinada y luego medir la longitud de las grietas producidas al avanzar el tractor. La separación entre pasadas del subsolador debe ajustarse de tal forma que las grietas se traslapen ligeramente.

A objeto de lograr un mayor efecto agrietador en el terreno, es recomendable operar con el suelo seco. Un suelo excesivamente húmedo se corta con facilidad, pero no logra producir el resquebrajamiento deseado.

Para conseguir un apropiado funcionamiento del arado subsolador debe estar bien nivelado. En el sentido transversal, el chasis o barra porta herramienta debe mantener un plano paralelo con el terreno. En los arados de enganche integral esta nivelación se logra acortando o alargando el brazo lateral derecho del tractor. En los de arrastre, depende de la posición de la ruedas de transporte. Esta nivelación transversal permite que las unidades de rotura penetren verticalmente en el suelo (Ibáñez y Hetz, 1988).

En el sentido longitudinal del trabajo, la nivelación del marco o chasis del subsolador, garantiza que la unidad de rotura mantendrá el ángulo de penetración diseñado por el fabricante para conseguir el resultado deseado. En los arados de enganche integral, la regulación se logra modificando la longitud del brazo superior (tercer punto) del sistema de levante hidráulico del tractor.

1.6 Drenaje de suelo

En general en suelos de posición baja y con alto contenido de arcillas, se presentan problemas de drenajes. El drenaje se relaciona con la capacidad que tiene un suelo de evacuar las aguas por escurrimiento superficial o infiltración profunda. Si tras una lluvia o riego copioso se forman charcos en el suelo que permanecen varios días, es síntoma de mal drenaje. Si una calicata de 60 cm. de profundidad se llena con agua y después de 24 horas aún permanece, es que el drenaje es deficiente. También viendo los horizontes del suelo en una calicata, dónde a los 50 cm de profundidad o más, la tierra tiene un color gris con manchas rojas, es señal de que esa zona del suelo permanece saturada de agua parte del año.

En suelos de posición baja, de textura arcillosa, donde en invierno y parte de la primavera se acumula mucha agua, se pueden hacer drenes subterráneos con una herramienta en forma de cilindro, seguida por un tapón expansor unido por una cadena (Topo). Es importante que el cilindro pase por el estrato arcilloso de suelo cuando se encuentre en una condición **plástica**, mientras que el soporte del cilindro debe trabajar en la capa superficial del suelo en una condición **friable** de modo que se consiga crear grietas extensas. De acuerdo con esto, la época apropiada para realizar labores es al término de la primavera y comienzo del verano, cuando el suelo se encuentra aun húmedo con una consistencia friable y se requiere de menor energía de la maquinaria.

1.7 Establecimiento en camellones

En suelos con textura muy arcillosa es conveniente la ejecución de camellones puesto que permite adecuar el ambiente de aire y humedad en las raíces. También en suelos con texturas medias (francas, franco-arenosas, franco-arcillosas) es recomendable, aunque estos suelos tienen mayor facilidad para evacuar el exceso de agua y disminuir el efecto de asfixia radicular, el cultivo en camellón permite que una parte del sistema radicular de la frambuesa se encuentre siempre por encima de la cota media del terreno, teniendo la absoluta garantía de que la planta tendrá las raíces en un estado óptimo de humedad, puesto que el exceso de agua siempre escurrirá hacia el centro de la calle. Esto ayuda a evitar la susceptibilidad de la planta al ataque de *Phytophthora* sp., la que se favorece por el mal drenaje del suelo.



Cuando hablamos de exceso de humedad nos referimos a una cantidad de agua perjudicial para la planta, que no siempre es provocada por la lluvia, puede ser debido a una mala gestión del riego por goteo. Por tanto el camellón nos permite aplicar mediante el riego por goteo una mayor cantidad de agua de la soportada por el suelo.

Otra ventaja que tiene la plantación sobre camellones es la facilidad de enraizamiento de las plantas jóvenes, debido a la mayor aireación y menor compactación del terreno, lo que se traduce en un mayor y mejor crecimiento de la parte aérea. Aparte de esto, la conformación del camellón se realiza con la capa superficial del terreno, con lo que agrupamos alrededor de las raíces suelo, generalmente, de mayor calidad.

La forma del camellón tradicional sobre frutales es de forma piramidal al ser más fácil de realizar sin necesidad de útiles o aperos especiales. Pero es la forma trapezoidal (con la parte superior plana y no terminada en punta) la que mejor resultados, ofrece debido a que en esa superficie plana la distribución del agua es más uniforme y se consigue un bulbo húmedo de mayor tamaño. Por otro lado ayuda a mantener el camellón durante más tiempo al evitar la escorrentía del agua de lluvia sobre toda la ladera del camellón.

Para la formación de los camellones se pueden conseguir con cuerpos de vertederas simples orientados para el volteo hacia el centro de las calles. Otra alternativa para producir camellones es la de recurrir a aperos con discos.

Construidos con grupos de dos discos de diferente tamaño (14 y 16 pulgadas) unido con un eje común, que se sitúan inclinados unos 45° con la línea de avance, el suelo es atacado, en primer lugar por el disco más pequeño, que hace un surco y pasa la tierra a un segundo disco que la impulsa con la que el mismo extrae, ya que trabaja a mayor profundidad (Foto 9).



FOTO 9: Labores para la formación de camellones.

El pase posterior de una rastra de disco simple, por entre la hilera, mueve el suelo hacia fuera logra allegar más suelo al camellón central, para que adquiera la forma trapezoidal deseada (Foto 10).



FOTO 10: Rastra de disco de acción simple mueve el suelo hacia los camellones.