

PRACTICAS DE MITIGACION DE LOS EFECTOS DE COMPACTACION

Parte de los efectos de compactación de suelos en los parronales ya establecidos, se puede atribuir al uso intensivo de maquinaria agrícola. En el Valle de Aconcagua, en promedio, durante la temporada se realizan entre 20 y 30 pasadas de maquinaria en los parronales, considerando las labores de aplicación de herbicidas, aplicación de hormonas, controles fitosanitario y labores de cosecha.

Para cuantificar el orden de magnitud del paso de la maquinaria agrícola sobre la compactación de suelos, en 35 parronales del Valle de Aconcagua, ubicados en la Serie de Suelo Pucuro, Región de Valparaíso, se realizó determinaciones de densidad aparente y resistencia mecánica a la penetración en la hilera de plantas y en la huella de circulación de la maquinaria, a diferentes profundidades. Todas las determinaciones se efectuaron con el suelo en condiciones de capacidad de campo.

En el Cuadro 1, se presenta el porcentaje de valores de densidad aparente (D_a) superiores a 1,4 g/cc en la huella de paso de la maquinaria y en la hilera de plantas. En la primera estrata (10 cm), el 87,5% de los valores medidos es superior 1,4 g/cc, en tanto que en la hilera de plantas sólo el 64% supera este valor. Se observan también diferencias a 30 cm de profundidad, donde el 87% de los valores de D_a medidos en la huella de la maquinaria superan 1,4 g/cc, en tanto que en la hilera de plantas sólo el 74% supera este valor. A 60 cm de profundidad no se observa ninguna diferencia entre ambas posiciones.

Cuadro 1. Porcentaje de de valores de densidad aparente superiores a 1,4g/cc sobre la huella de la maquinaria y en la hilera de plantas, en diferentes profundidades de suelo. (Valle de Aconcagua, Región de Valparaíso).

Profundidad (cm)	Huella de maquinaria	Hilera de plantas
10	87,5	64
30	87,0	74,0
60	70,0	74,0



Una situación similar ocurre con la resistencia mecánica a la penetración (RP). En el Cuadro 2, se presenta el porcentaje de valores de RP que supera 1MPa, valor considerado como límite para un adecuado desarrollo radical de las vides.

Cuadro 2. Porcentaje de de valores de Resistencia Mecánica superiores a 1 MPa sobre la huella de la maquinaria y en la hilera de plantas, en diferentes profundidades de suelo. (Valle de Aconcagua, Región de Valparaíso).

Profundidad (cm)	Huella de maquinaria	Hilera de plantas
10	73,7	16,6
30	61,1	10,5
40	36,8	16,7
60	26,3	11,1

En el Cuadro se puede observar que hasta los 30 cm de profundidad, en la huella de paso de la maquinaria, sobre el 60% de los valores de RP medidos supera 1 MPa. A mayores profundidades, sobre el 25 % de los valores medidos supera 1MPa. En la hilera de plantas el porcentaje de valores que supera 1 MPa es considerablemente menor.

De los cuadros anteriores se desprende que el efecto de compactación, por paso de maquinaria, se manifiesta hasta los 30 a 40 cm de profundidad de suelo.

Este fenómeno se produce porque el suelo no es capaz de soportar la carga a la cual es sometido por el paso de la maquinaria. En otras palabras, cuando la presión ejercida sobre el suelo sobrepasa un determinado valor de resistencia mecánica, la estructura del suelo colapsa. El riesgo de compactación aumenta cuando las labores se realizan con altos contenidos de humedad, por ejemplo en suelos recién regados. En efecto un factor determinante en la magnitud de la compactación tiene que ver con el contenido de humedad del suelo, porque al aumentar el contenido, disminuye su capacidad de soportar carga.

En términos generales, el paso de la maquinaria agrícola produce dos tipos de compactación, superficial y subsuperficial. La compactación superficial es función de la presión de contacto que realizan las ruedas de las maquinas al pasar sobre el suelo (es el caso de las mediciones realizadas a 10 cm en los Cuadros 1 y 2). Esta compactación



superficial puede producir una disminución de las condiciones de infiltración del agua en el suelo, provocando anegamientos temporales al escurrir el agua de los emisores desde la platabanda de plantación, especialmente cuando éstas están mal construidas o las descargas de los goteros son muy altas (Figura 1).



Figura 1. Acumulación de agua proveniente de los emisores de riego (goteros) en la huella de circulación de la maquinaria.

Por otra parte, la compactación subsuperficial producto del paso de de la maquinaria puede alcanzar hasta 30 a 40 cm de profundidad, provocando una zona de baja macroporosidad, malas condiciones de aireación, afectando el desarrollo radical de las plantas en esta zona.

Un factor complementario a los sistemas de control de compactación de suelos, como es uso del subsolado o del acamellonamiento, son consideraciones respecto de la maquinaria agrícola que se utiliza.

No existen trabajos específicos en el Valle de Aconcagua sobre el impacto de la maquinaria agrícola sobre los niveles de compactación de suelos. Sin embargo, existen antecedentes de literatura que entregan algunas indicaciones que pueden ser útiles a considerar.

Los aspectos de la maquinaria en relación a la compactación de suelos se relacionan con el peso de la maquinaria utilizada, la presión y tipo de neumáticos, el contenido de humedad del suelo, entre otros factores.

La compactación subsuperficial que se produce, tiene relación con el peso de la maquinaria, en particular con el peso por eje. Es decir, con el peso total de la maquinaria, dividido por el número de ejes que posee. Mientras mayor es el peso que soporta la maquinaria, mayor es el efecto de compactación en profundidad, lo cual se muestra gráficamente en la Figura 2.

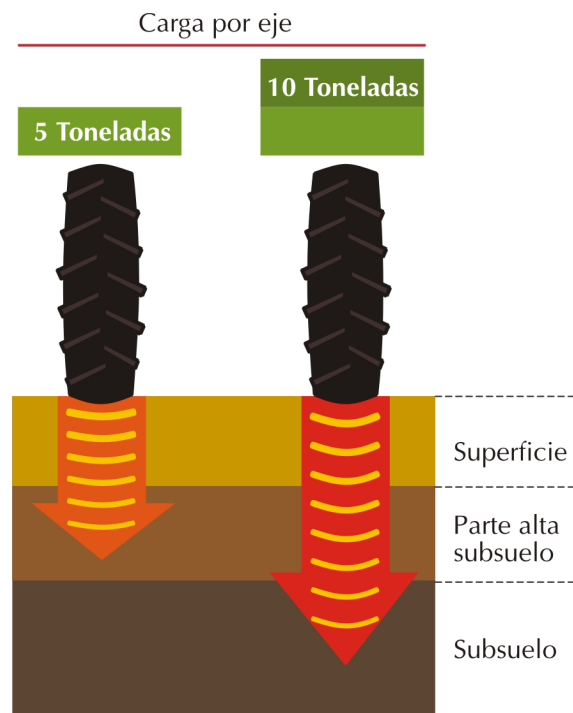


Figura 2. Efecto de diferentes cargas por eje sobre nivel de influencia de la compactación de suelo (adaptado de Diuker, 2004).

La bibliografía señala que valores de peso por eje sobre 10 toneladas generan en todos los casos, compactación que influyen hasta 50 cm de profundidad o más, si el suelo se encuentra húmedo a capacidad de campo. En suelos secos, es menor el efecto de la compactación con el mismo peso por eje. Sin embargo, estos antecedentes son muy dispares. En la literatura se señala que con valores de peso por eje sobre 6 toneladas, se comienza a producir compactación de suelos, y con valores hasta 5 toneladas por eje ya no existirían efectos de compactación subsuperficial. Otros antecedentes señalan como valores límites de peso por eje 2,5 toneladas para suelos susceptibles de compactarse y 3,5 toneladas para suelo más resistentes a la compactación. Además, la magnitud de peso por eje depende de la humedad de suelo, porque suelos húmedos soportan menos carga que los suelos secos y el grado de susceptibilidad del suelo a la compactación.

Por otra parte, el número de de pasadas de la maquinaria afecta la compactación subsuperficial. El tráfico repetido de máquinas de bajo peso por eje induce compactación, con un efecto que puede perdurar por largo tiempo.

En relación a la compactación superficial del suelo, la literatura señala que la presión de contacto rueda /suelo, es una causa del aumento de la densidad aparente del suelo en superficie (primeros 5 a 10 cm). La presión de contacto se refiere a la presión que ejerce el neumático de las máquinas sobre la superficie del suelo. La literatura indica que presiones de contacto por sobre 15 psi (libras/pul²) o 105 kPa, provocarían problemas de compactación superficial en suelos susceptibles y 200 kPa en suelos resistentes a la compactación.

La presión de contacto es normalmente es 1 a 2 libras superior a la presión de aire de los neumáticos, debido a la rigidez de éstos. Sin embargo, la mejor forma para determinar la presión de contacto es cuantificando la carga por cada rueda, y dividirla por el área de contacto con el suelo.

Presiones excesivas en los neumáticos pueden entonces acrecentar los problemas de compactación superficial. Estudios experimentales, realizados en cultivos anuales



muestran que la compactación superficial disminuye significativamente al reducir la presión de los neumáticos de la maquinaria. Por ejemplo, se señala que el porcentaje de emergencia de cebada aumenta en 44%, al disminuir la presión de los neumáticos de 220 a 90 kPa (32 a 13 psi). Sin embargo, la disminución de la presión de los neumáticos reduce sólo los efectos de compactación superficial, no se reduce los efectos de compactación en profundidad, debido a que ésta se encuentra determinada, esencialmente, por la carga por eje. Es decir, por el peso de la máquina distribuida en el número de ejes que esta dispone, como se muestra en el ejemplo del Cuadro 3

Cuadro 3. Efecto de la presión de los neumáticos sobre la compactación de suelo, frente a un mismo peso por eje (3,6 ton).

Presión inflado (psi)	Presión ejercida (psi) a 30 cm de profundidad	Presión ejercida (psi) a 50 cm de profundidad
35	28	11
12	18	11

psi, libras/pulgada². (Adaptado de Diuker, 2004).

También, el tipo de neumático puede tener efectos en la reducción de la compactación. Neumáticos radiales, que son más deformables, aumentan el área de contacto rueda/ suelo, reduciendo la presión ejercida sobre el suelo.

De lo señalado en los párrafos anteriores se deduce que el uso de maquinaria agrícola puede tener efectos tanto sobre la compactación superficial, como sobre la compactación subsuperficial.

Para disminuir la compactación superficial producida por el paso de la maquinaria se pueden considerar medidas tales como:

- a) Reducir la presión del neumático a lo mínimo posible.



- b) Utilizar neumáticos de gran diámetro para aumentar el largo de la huella de rodado.
- c) Utilizar neumáticos radiales, que son más deformables que los neumáticos comunes.

Para reducir la compactación subsuperficial que producen las máquinas, es necesario reducir el peso por eje, ya sea utilizando máquinas más livianas o aumentando el número de ejes.

Cartilla preparada por Gabriel Selles van Sch. INIA La Platina

www.inia.cl/uvaconcaqua

Más detalles sobre compactación de suelos en el Valle de Aconcagua puede consultar el Boletín Técnico INIA N° 234.

