

## CARACTERIZACIÓN FÍSICAS DE LOS SUELOS, PARA LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS EN EL VALLE DE AZAPA

**Jorge Carrasco J.**  
Ingeniero Agrónomo, Dr.  
jcarrasc@inia.cl

**Fabiola Sepúlveda S.**  
Ingeniero Agrónomo  
fsepulvedas@inia.cl

**Ana Morales R.**  
Técnico Agrícola  
amorales@inia.cl



**Fotografía 1.** La observación del perfil de suelo en una calicata, permite definir la presencia de algún impedimento físico que limite el crecimiento de las plantas a establecer, y definir labores de riego.

La observación y el reconocimiento de un terreno previo a la plantación de hortalizas, es una práctica recomendable para asegurar un adecuado establecimiento y desarrollo de las plantas. El propósito básico es observar si existen las condiciones adecuadas del suelo para el desarrollo de las raíces de las plantas, como algún grado de compactación, que además esté afectando la infiltración del agua en el perfil del suelo.

La manera de conocer la aptitud de un suelo es por medio de la observación de calicatas (Fotografía 1), excavación empleada para facilitar el reconocimiento directo del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. Lo relevante del tamaño de la excavación es poder disponer de un espacio suficiente para

trabajar en su interior, facilitando la correcta evaluación del suelo. En la producción de hortalizas, se recomiendan excavaciones de 1 metro de profundidad, por un metro de ancho, y 1 metro de largo. Esta excavación, efectuada con la amplitud indicada, permitirá la observación del suelo, a través de una inspección visual de sus paredes y toma de muestras de suelo en las distintas estratas. El número de calicatas a abrir en una superficie de terreno depende de la variabilidad del suelo, siendo lo habitual abrir dos a tres calicatas cada cinco hectáreas de terreno a plantar, las cuales deberían distanciarse entre sí a unos 50 a 70 metros.



## COMPACTACIÓN DE SUELOS O PIE DE ARADO

En una calicata, es posible encontrar capas compactadas o pie de arado, que dificultan la infiltración del agua en el perfil del suelo. El horizonte compactado, conocido como “pie de arado”, es consecuencia del tránsito de maquinaria (tractores y equipos) y del laboreo de suelos con arados de vertedera o disco. Este horizonte endurecido, alcanza su grado de compactación más alto al nivel de la profundidad de trabajo de los arados y rastras.

En un contexto agronómico, un suelo se considera compactado cuando la porosidad total es baja y sin aireación, con una densidad aparente alta y poros pequeños, que impiden la penetración de las raíces de los cultivos y agua de riego. Al limitar la penetración de las raíces, afecta seriamente la habilidad de las plantas para absorber agua del subsuelo.

Una forma práctica, para comprobar la existencia de compactación de suelos en una calicata, es utilizando un cuchillo con punta, que se utiliza sosteniéndolo con la mano y ejerciendo presión con la punta de él en las paredes de ella, evaluando la resistencia que opone el suelo a la penetración de la punta aguzada de éste. Si existiese pie de arado, comúnmente ubicado en una profundidad entre los 25 y 40 cm. aproximadamente, con bastante seguridad se detectará al percibir una mayor resistencia del suelo a ser penetrado por la punta del cuchillo.

Tomando muestras de suelos en una calicata, y llevándolas a un laboratorio, la compactación se evalúa a través de diferentes parámetros de medición, y entre otros los más comunes son: la macroporosidad, la densidad aparente, la porosidad total, y la conductividad hidráulica o flujo del agua en el perfil, entre otros.

## EVALUACIÓN DEL ESTADO ESTRUCTURAL DEL SUELO EN EL VALLE DE AZAPA

Con el objeto de hacer una caracterización general de los suelos de las Unidades Demostrativas del proyecto “Evaluación y validación de alternativas químicas y no químicas al bromuro de metilo como desinfectante de suelo en el cultivo del tomate en el valle de Azapa, región de Arica y Parinacota”, que INIA ejecuta con financiamiento del FIC-R, se seleccionaron tres predios de productores localizados a lo largo del valle, en los kilómetros 7; 24; y 45, del mismo. Para ello, con cilindros metálicos de 5 cm de altura por 5 cm de ancho, se tomaron muestras de suelo en calicatas hechas de 1 metro de profundidad, 1 metro de ancho, y 1 metro de largo, en las estratas de suelo 0 a 15 cm; 15 a 30 cm; 30 a 45 cm.; y 45 a 60 cm (Fotografía 2). Posteriormente, estas muestras de suelo se llevaron al Laboratorio de Física de Suelos de INIA Rayentué, donde se hizo un análisis de 4 parámetros físicos que definen el estado estructural del suelo, en muestras sin disturbar. Los parámetros físicos evaluados en cada predio, incluyeron macroporosidad (%), la densidad aparente ( $\text{gr./cm}^3$ ), y conductividad hidráulica saturada ( $\text{cm/hr}$ ).



**Fotografía 2.** Toma de muestra de suelo en una calicata con cilindros metálicos.





## **RESULTADOS**

En el cuadro 1, se muestra el porcentaje de macroporos del suelo, medidos en las profundidades 0 a 30 cm, y 31 a 60 cm, en tres predios distintos ubicados en los kilómetros 7; 25, y 45 a lo largo del valle de Azapa. En cada predio, y para cada profundidad, se observa que la macroporosidad es superior a un 7%, que corresponde a un nivel de macroporosidad media, pero adecuada para la producción de hortalizas, en terrenos de textura franco arcillo arenosa a franco arenosa.

**Cuadro 1.** Porcentaje de macroporos medido en tres sectores hortícola del valle de Azapa, ubicados en el km 7, km 25, y km 45.

<b>Profundidad (cm)</b>	<b>% Macroporos Km 7</b>	<b>% Macroporos Km 25</b>	<b>% Macroporos Km 45</b>
0-30 cm	7,1	10,8	9,5
31- 60 cm	9,7	9,7	10,6

En el cuadro 2, se muestra la densidad aparente del suelo, medidos en las profundidades 0 a 30 cm, y 31 a 60 cm, en tres predios distintos ubicados en los kilómetros 7; 25, y 45 a lo largo del valle de Azapa. En cada profundidad y para cada predio, la densidad aparente está entre 1,3 y 1,4 gr./cm<sup>3</sup>, densidad normal para la textura de estos suelos, que indica ausencia de compactación de suelos, si lo asociamos a los valores de macroporosidad indicada en el cuadro 1. La densidad 1,4 gr./cm<sup>3</sup> en ambas estratas de suelo, en el predio ubicado en el kilómetro 25, es normal para un suelo de textura franco arenosa.

**Cuadro 2.** Densidad aparente medido en tres sectores hortícola del valle de Azapa, km 7, km 25, y km 45

<b>Profundidad (cm)</b>	<b>D.Aparente (gr/cm3) Km 7</b>	<b>D. Aparente (gr/cm3) Km 25</b>	<b>D.Aparente (gr/cm3) Km 45</b>
0-30 cm	1,3	1,4	1,3
31- 60 cm	1,3	1,4	1,3

En el cuadro 3, se observa la conductividad hidráulica, expresada en cm/hr, de dos estratas de suelo, evaluada en tres sectores hortícolas del valle de Azapa, de los kilómetros 7; 25; y 45. En el kilómetro 7, en las estratas de suelo 0 a 30 cm y 31 a 60 cm, esta llega a los 9,3 y 11,3 cm/hr, respectivamente, que en ambos casos corresponde a una conductividad hidráulica moderadamente rápida. Igual condición es válida para el predio ubicado en el Km 45, para el caso de ambas estratas. Por otro lado, en el caso del predio ubicado en el kilómetro 25, perteneciente al Sr. Bruno Aravena, la conductividad hidráulica se encuentra en los 16,4 cm/hr., para la estrata 0 a 30 cm y 27,3 cm/hr. para la estrata 31 a 60 cm., lo cual en ambos casos representa una conductividad hidráulica saturada rápida, lo que significa un flujo de agua rápido en el perfil del suelo.

**Cuadro 3.** Conductividad hidráulica saturada (cm./hr) medido en tres sectores hortícola del valle de Azapa, km 7, km 25, y km 45

Profundidad (cm)	K (cm/hr) Km 7	K (cm/hr) Km 25	K (cm/hr) Km 45
0-30 cm	9,3	16,4	6,15
31- 60 cm	11,3	27,3	7,1

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, los tres suelos hortícola evaluados en el valle de Azapa, presentan adecuadas características físicas, encontrándose evidencias de buena infiltración del agua, alta porosidad, y una baja densidad aparente, por lo cual no se detectó problemas de compactación subsuperficial, siendo desde este punto de vista suelos muy adecuados para el establecimiento y producción de hortalizas. Sin embargo, la rápida conductividad hidráulica establecida en estos suelos, en particular la del predio del Sr. Bruno Aravena (Km 25), que corresponde a un sector de lecho de río, está asociada a la textura franco arenosa que estos presentan, lo que obliga al productor a tener un adecuado manejo del tiempo y frecuencia de riego en sus cultivos. En los tres predios evaluados, por la conductividad hidráulica moderadamente rápida a rápida, se debe controlar el agua aplicada y lo recomendable es regar con un menor tiempo de riego, pero con una mayor frecuencia, teniendo la precaución de comprobar que el agua penetre hasta los 40 cm aproximadamente, es decir donde los cultivos hortícola presentan el mayor volumen de raíces.



**Fotografía 3.** Rhizotron, en cultivo de tomate, para observar el comportamiento y estado de las raíces.