

Capítulo 3.

Técnicas de manejo mecanizado de rastrojos del cultivo de maíz y del suelo

Jorge Carrasco Jiménez,

Dr. Ingeniero Agrónomo,

jcarrasc@inia.cl

Cristian Aguirre Aguilera,

Ingeniero Agrónomo

cristian.aguirre@inia.cl

Luis Silva R.,

Técnico Agrícola

lsilva@inia.cl

I. Introducción

En un terreno que ha sido cultivado con Maíz, una vez realizada la cosecha es necesario hacer un manejo de los rastrojos de este cultivo, de manera de ir preparando el terreno y dejarlo en condiciones para el establecimiento del cultivo siguiente. Tradicionalmente los agricultores han eliminado estos desechos a través de la quema, práctica que está siendo un problema en toda el área productora de Maíz del país, por la contaminación ambiental que genera, al liberar monóxido de carbono (CO), compuestos nitrogenados (NO₂), hidrocarburos, y otros materiales, lo que contribuye a aumentar la polución ambiental. Por otro lado, la quema de rastrojos de Maíz, además afecta las propiedades físicas, químicas, y biológicas del suelo, al reducir principalmente su contenido de materia orgánica, y nivel de nitrógeno, por efecto de las altas temperaturas que se alcanzan con la quema.

De acuerdo a lo anterior, se hace necesario hacer un manejo de los rastrojos del cultivo de Maíz iniciando un desmenuzado y picado de ellos con máquinas picadoras trituradoras o rastras de discos. Esto para facilitar su posterior incorporación y descomposición en el suelo, y en la medida que el rastrojo haya quedado bien picado, se facilita su descomposición en el mismo.

La descomposición de los rastrojos en el suelo, favorece un incremento del contenido de materia orgánica. Sin embargo, para que la descomposición de estos sea eficiente, es necesario cumplir previamente con la siguiente metodología de trabajo:

- 1º Los rastrojos previamente se deben picar lo más pequeño posible, con una picadora desmenuzadora, porque de esta forma cuando se incorporan al suelo, la descomposición de ellos es más eficiente, en términos de producción de humus. El *humus*, corresponde a la fracción estable de la materia orgánica que permanece en el suelo, luego que gran parte de esta se ha descompuesto, por lo cual pasa a constituir una reserva importante en el mismo.
- 2º Realizar una labor de aradura vertical con un arado subsolador-escarificado, con el objeto de romper posible capa compactada (pie de arado). Con esta labor mejoran las propiedades físicas del suelo, con lo que se favorece la oxigenación del suelo por lo que se facilita la posterior descomposición de los rastrojos, una vez que estos hayan sido incorporados (Carrasco y Riquelme, 2010). Las principales bacterias que realizan este proceso son aeróbicas, es decir requieren de oxígeno, para actuar en forma eficiente. El subsolador además de permitir una adecuada oxigenación de las plantas al nivel de las raíces, facilita la infiltración y movimiento del agua de riego en el cultivo siguiente (Carrasco y García-Huidobro, 1998).

La labor de inversión del terreno, con arados de vertedera o disco, para la preparación de suelo y para la incorporación de rastrojos, puede afectar negativamente la estructura del suelo, sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Carrasco y Riquelme, 2010). Particularmente, puede generar problemas de pie de arado, por la forma de trabajo del equipo, donde las ruedas de un lado del tractor van transitando en el interior del último surco de aradura que va dejando la labor (**Figura 1**). Esto para evitar las fuerzas laterales generadas por el arado en la labor de inversión de suelos.

El tránsito de las ruedas del tractor en el fondo de cada surco de aradura (30 cm de profundidad aproximadamente) produce problemas de compactación a partir de esa profundidad. A esto se suma al corte e inversión de suelo que efectúa el arado a partir de esa misma profundidad, ya que en cada punto de corte del arado este genera presión en el suelo hacia abajo. La sumatoria de ambos efectos descritos, pasan a constituir el problema de "pie de arado".



Figura 1. Forma de trabajo del arado de vertedera y tractor. Obsérvese las ruedas de un lado del tractor circulando por el interior del último surco de aradura.

II. Equipos para el manejo mecanizado de los rastrojos de maíz y del suelo

1. Arado subsolador – Escarificador

El arado subsolador – escarificador, es una herramienta que realiza la labor de remover y soltar el suelo a profundidades mayores a 30 centímetros, por lo que en el caso de problemas de compactación a esas profundidades y que no puedan ser solucionadas con el arado cincel, es la mejor alternativa para romperlas.

El arado subsolador se diferenciará según el número de escarificadores, o según la profundidad de trabajo que define el tamaño del implemento. Consta de un marco portaherramientas o chasis, de construcción robusta, donde va montado uno a cinco brazos de fierro, separados entre sí a distancias generalmente mayores a 50 centímetros y capaces de penetrar a profundidades mayores a 30 centímetros, por lo cual requiere de tractores de elevada potencia para un funcionamiento eficiente.

El arado subsolador - escarificador recomendado para la aradura vertical del suelo (**Figura 2**) está compuesto de cinco brazos rígidos de perfil rectangular recto, con un largo que puede ir de los 40 a 60 centímetros, en cuyo extremo inferior se une, a través de pernos, a la bota o pie que produce el trabajo de quebrar el suelo endurecido de las capas inferiores, produciendo grietas que se distribuyen lateral y verticalmente que alcanzan hasta la superficie del terreno. En algunos modelos, la cara anterior del brazo presenta filos de cuchillas, para reducir la resistencia que ofrece el suelo al avance del arado.

El subsolado escarificador, puede tener requerimientos muy altos de potencia del tractor, especialmente si se trata de suelos muy compactados. Estos requerimientos, se traducen en la necesidad de emplear un tractor, con una potencia superior a los 120 Hp, si se trata de equipos con más de un subsolador o brazos de rotura (Figura 2).



Figura 2. Arado subsolador-escarificador de tipo integral, compuesto de cinco brazos de rotura montado en el "chasis" del equipo

2. Regulación del arado subsolador

2.1. Nivelación del Arado

Para conseguir un apropiado funcionamiento del arado subsolador – escarificador o descompactador, este debe estar correctamente nivelado. Uno de los aspectos de mayor importancia para un buen funcionamiento del arado subsolador – escarificador, es la posición de las unidades de rotura con respecto al nivel del suelo. Existen dos tipos de nivelación, una *transversal* y una *longitudinal*.

En el sentido transversal, el chasis o estructura porta herramienta debe mantener un plano paralelo con el terreno (Carrasco y García-Huidobro, 1998). En los arados acoplados a los tres puntos del tractor (integrales), esa nivelación se consigue accionando una manivela que modifica la posición del brazo lateral derecho del tractor (segundo punto del enganche integral del tractor). Esta nivelación transversal permite que las unidades de rotura penetren verticalmente en el suelo. La nivelación transversal se comprueba en la práctica, caminando detrás del tractor y el subsolador – escarificador trabajando, observando que el chasis esté absolutamente paralelo al suelo, no inclinado hacia la derecha, ni hacia la izquierda.

La nivelación en el sentido *longitudinal*, el chasis del subsolador-escarificador garantiza que las unidades de rotura mantengan el ángulo de penetración diseñado por el fabricante (este ángulo es particular de cada diseño). En los subsoladores integrales (conectados a los brazos del tractor), esta regulación se logra modificando la longitud del brazo superior del sistema de levante hidráulico del tractor (tercer punto del enganche integral del tractor). En general, este tipo de nivelación se comprueba al caminar paralelamente al tractor e implemento al momento realizar la labor de subsolado, observando que este último no vaya inclinado hacia atrás ni hacia delante. Los brazos instalados en la barra delantera del chasis del arado deben trabajar a la misma profundidad que el brazo instalado en la barra trasera del chasis del subsolador.

2.2. Profundidad de trabajo

Para regular la profundidad de trabajo, es fundamental regular la profundidad de la unidad o unidades de rotura, en función de las características del perfil del suelo a trabajar y de su grado de compactación. Esto porque, este equipo ha sido diseñado con el objetivo de romper capas compactadas en el subsuelo, además que es la punta del arado la que produce grietas al pasar a través de esas capas.

Si a través de una calicata se establece que existe presencia de una capa compactada, que se ubica entre los 20 y 40 centímetros profundidad, la profundidad de trabajo recomendable sería el subsolar y escarificar a una profundidad de 35 centímetros.

Para la labor de subsolado y escarificado del pie de arado, es importante que la punta de la bota de cada subsolador se ubique en la zona media del área compactada, con el objeto de provocar el estallamiento de suelo en la zona deseada.

En terreno, una forma de comprobar la efectividad de la profundidad de trabajo de la labor, es extraer los primeros 30 centímetros más superficiales, y posteriormente medir con una varilla graduada, enterrándola en el suelo, después de una pasada del subsolador, a la profundidad a la cual éste ha penetrado.

3. Arado de vertedera

El arado de vertedera (**Figura 3**) es uno de los implementos agrícola de mayor uso en la producción de Maíz de la Región de O'Higgins. Se utiliza en las labores de preparación de suelos, para permitir un adecuado establecimiento de los cultivos, y además para incorporar al suelo desechos de cultivos.



Figura 3. Arado de vertedera reversible, equipo adecuado para la incorporación de rastrojos de Maíz.

En el caso del Maíz y después de la cosecha de este cultivo, el uso del arado de vertedera permite incorporar los rastrojos que quedan después de la cosecha (panoja o limbos, hojas, corontas, tallos, y raíces). Sin embargo, para que la labor del arado de vertedera sea eficiente, se hace necesario previamente que los rastrojos se piquen y trituren a un tamaño suficiente para facilitar su incorporación. Es decir, se requiere para el tratamiento de estos rastrojos y antes de su incorporación al suelo, el uso de una picadora y desmenuzadora de rastrojos o de una rastra de disco. En la medida que los rastrojos queden picados lo más pequeño posible, por un lado, se facilitará la labor de incorporación, y por otro, será más rápido el proceso de descomposición de ellos en el suelo.

Una forma de acelerar el proceso de descomposición de los rastrojos, es necesario además agregar una dosis de nitrógeno al suelo antes de la incorporación, en dosis que van de 100 a 200 Kg de úrea por hectárea.

3.1. Descripción y funcionamiento de un arado de vertedera

Los elementos del arado de vertedera son (Ibañez y Hetz, 1980):

- Una reja para hacer el corte horizontal a través del suelo.
- Una cuchilla para hacer el corte vertical.
- La vertedera para voltear el prisma de suelo cortado.
- El patín que retiene a la tierra lateral cuando se da la vuelta el prisma.

La unidad de trabajo del arado de vertedera lo constituye el cuerpo del arado, cuya misión es la de cortar, pulverizar, elevar y voltear un prisma de tierra. La fragmentación se lleva a cabo casi en su totalidad en la zona de la reja, de manera que la incidencia de la vertedera se reduce al volteo y a la formación de tierra fina por fricción de los terrones con la superficie interna de dicha pieza (Ibañez y Hetz, 1980).

3.2. Ventajas y limitaciones

Las ventajas más destacables de este arado, son las siguientes:

- Presenta una gran regularidad en la profundidad de trabajo y logra un buen control sobre la inversión del prisma del suelo, manteniendo con ello el microrelieve del terreno (Ibañez y Hetz, 1980; Carrasco y García-Huidobro, 1998).
- Consigue un perfecto mullimiento del suelo, lo que facilita el trabajo de los equipos como rastras de discos, que terminan el afinado de la cama de siembra de los cultivos.

- Realiza una buena inversión del suelo e incorporación de rastrojos, lo que permite una buena descomposición de los residuos vegetales (Ibañez y Hetz, 1980; Carrasco y García Huidobro, 1998).

Limitantes:

- No trabaja bien si el suelo tiene una humedad por debajo o por sobre la del estado friable. En la práctica, la condición friable se reconoce al tomar suelo en la mano y conseguir que este se disgregue fácilmente al ser presionado, sin que deje restos adheridos en ella (Carrasco y García-Huidobro, 1998; Carrasco y Riquelme, 2010). Esto es, que se alcanza una estructura granular del suelo. Un suelo muy húmedo se adhiere a la mano, incluso se puede moldear. En el caso contrario, se forman terrones que cuesta disgregarlos.

En la medida que la textura de un suelo se hace más arcillosa, es fundamental trabajar el suelo bajo el estado friable, porque a mayores contenidos de humedad, el suelo tiende a adherirse a la vertedera del arado y hace ineficiente la labor de inversión (Carrasco y Riquelme, 2010). Además, aumenta los riesgos de producir problemas de compactación subsuperficial en el terreno ("pie de arado"). Cuando el suelo está muy seco, se producen terrones muy grandes, dada su elevada cohesión (Cañavate y Hernanz, 1989). También se dificulta notablemente la penetración del arado, aumentando con ello el desgaste de la reja por roce.

Sin embargo, existen diferentes diseños de vertedera que se pueden captar a distintas condiciones de trabajo y humedad de suelo. Existen algunas "listonadas" o de rejilla, que ofrecen una superficie de contacto con la banda de tierra muy reducida, lo que disminuye la fuerza de tracción requerida (Ibañez y Hetz, 1980; Cañavate y Hernanz, 1989) (**Figura 4**). Son aconsejables en tierras que se adhieren mucho a la vertedera, como los suelos arcillosos.

El grado de mullimiento del suelo, está muy relacionado con su contenido de humedad y textura. Por lo tanto, es mucho más importante la oportunidad en que se realizan las labores, que el número de las mismas (Cañavate y Hernanz, 1989). Un productor agrícola no debe olvidar que un excesivo número de labores, producto de una mala programación de ellas, va afectar seriamente la estructura del suelo y sus propiedades físicas, principalmente por el "tránsito" del tractor y el implemento de labranza (Carrasco, 1998).

- Requiere suelos sin presencia de piedras, raíces de árboles, troncos o cualquier tipo de obstáculo, porque dañarían la vertedera, llegando en algunos casos a romperla (Ibañez y Hetz, 1980).



Figura 4. Arado de vertedera “listonado” o de rejilla. Adecuado su uso para suelos arcillosos o gredosos.

- El suelo debe ser compacto para permitir un buen corte e inversión. Este arado no funciona bien en suelos arenosos, ya que la vertedera sólo se limita a desplazar el suelo sin invertirlo. Además, se produce un excesivo desgaste del elemento de corte (reja de arado) (Carrasco, 1998).
- La cubierta vegetal del terreno no debe ser enmarañada, para conseguir una buena incorporación. Es fundamental evitar rastros de Maíz suelto en la superficie que no esté previamente picado por una picadora desmenuzadora o rastra de disco, porque se producen problemas de “atollamiento” del arado (Ibañez y hetz, 1980; Cañavate y Hernanz, 1989).

3. Referencias bibliográficas

Carrasco, J. 1998. El arado de vertederas. Equipos de labranza primaria. Revista Tierra Adentro N° 29. pp 44-47.

Carrasco, J. y García Huidobro, J. 1998. Los problemas de la labranza y los equipos. Revista Tierra Adentro N° 28. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. pp 24-28.

Carrasco J., y Riquelme, J. (eds.). 2010. Manejo de suelos para el establecimiento de huertos frutales. 128p. Boletín INIA N° 207. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI Rayentué, Rengo, Chile.

Ibañez, M., E. Hetz. 1980. Arados de vertederas. Boletín Técnico N° 9. Universidad de Concepción, Departamento de Ingeniería Agrícola, Chillán, Chile.

Taladris, A. y Schewember, A. 2012. Cereales en las zona centro y sur de Chile. ¿Qué hacer con los rastrojos? Revista Agronomía y Forestal U.C N° 46, Diciembre. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. pp. 24-28

Ortiz-Cañavate, J.; y Hernanz, J.L., 1989. Técnica de la Mecanización Agraria. Ediciones Mundi Prensa, 3ª Edición. Madrid. España. 641 pp.