



### III. PREPARACION DE SUELO

Juan Inostroza F., Patricio Méndez L.  
INIA Carillanca

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

La preparación del suelo es una de las labores agrícolas de mayor importancia en la producción de papa, puesto que persigue adecuar a las necesidades de las plantas, las características físicas del suelo que afectan la brotación de la semilla y su desarrollo posterior.

En nuestro país existen tantos métodos de labranza como tipos de suelos, clima y agricultores que poseen recursos materiales diversos, lo que impide utilizar un sólo método de labranza para conseguir una siembra adecuada. Cada situación requiere de un análisis particular, con el propósito de elegir el equipo y método de uso que más se acomode a las características del productor. Además de contar con la maquinaria para lograr una buena cama de siembra, se debe poseer la tecnología para su operación, mantenimiento y conservación.

#### 3.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LABRANZA

La «preparación de suelos» es la manipulación física que se aplica con la intención de modificar aquellas características que afectan la brotación de las semillas y posteriores etapas de crecimiento del cultivo. Estas características determinan las relaciones planta-suelo-agua-aire, que afectarán el desarrollo de las plantas.

##### 3.2.1 Características del suelo que afectan el crecimiento de las plantas

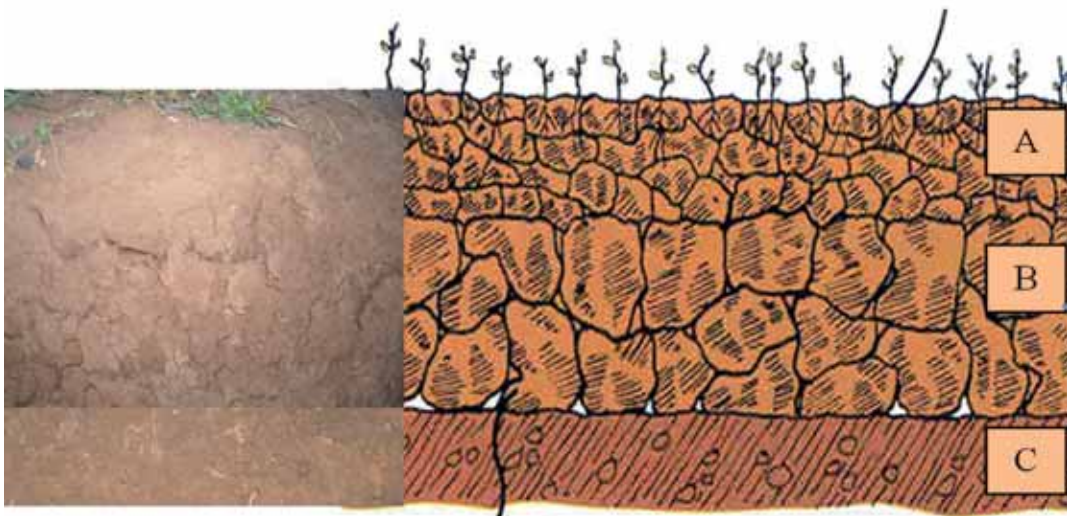
**a) Estructura del suelo.** Es el ordenamiento de las partículas del suelo, entendiéndose como tales, no sólo los elementos mecánicos individuales como arena, limo y arcilla, sino también los agregados que se han formado en fracciones más pequeñas por acción mecánica. La productividad de un suelo, depende en gran medida de su estructura, por lo tanto, el primer objetivo de todas las operaciones primarias de labranza es modificarla para obtener una porosidad que permita una buena circulación del gas y aire en el suelo, facilitando el crecimiento y penetración de las raíces.

**b) Aireación del suelo.** Es importante para decidir la fineza de la labranza. Los cultivos sólo pueden desarrollarse en forma vigorosa en un ambiente de buena aireación, vale decir, donde la concentración de anhídrido carbónico alrededor de sus raíces es baja y la del oxígeno es alta. Por lo tanto, las velocidades de transferencia de anhídrido carbónico desde la zona de raíces a la atmósfera, como oxígeno desde la atmósfera a la zona radicular, son propiedades del suelo de importancia fundamental para el cultivo. Al aumentar el volumen de poros con la aradura se mejoran las condiciones de movimiento de aire en el suelo, originando un descenso en el contenido de anhídrido carbónico. Sin embargo, labranzas excesivas o mal efectuadas destruyen la agregación y aumentan la densidad del suelo, reduciendo la porosidad, alterando así la infiltración del agua y la aireación de éste.





**En términos generales, el volumen de un suelo está ocupado en un 45% por materia mineral y en un 5% por materia orgánica. El 50% restante, corresponde al espacio poroso, que está ocupado por aire y agua.**



En un corte vertical de un suelo se observa que a distintas profundidades existen capas de distinta apariencia, denominadas horizontes y su conjunto conforman el perfil del suelo.

**Horizonte A:** Más oscuro, mejor estructura, buen contenido de poros.

**Horizonte B:** Subsuelo, acumulación de sustancias solubles y materias coloidales, de menor fertilidad que el horizonte A.

**Horizonte C:** Material original, menos afectado por los agentes físicos, químicos y biológicos. Es el horizonte menos fértil.

**c) Compactación.** La compactación es un problema que ocurre en aquellos suelos cuya estructura es propensa a la destrucción por efectos de labranza y/o la acción del agua (lluvia o riego). Un cierto grado de compactación puede ser beneficioso, pero

cuando éste es excesivo, puede dar como resultado efectos perjudiciales para los suelos y para el crecimiento de las plantas cultivadas. Al reducirse la porosidad de ellos dificulta el movimiento de raíces, gases y agua.





La compactación del suelo es la resultante de la gravedad, lluvia y tráfico. De ellas, sólo la última puede ser regulada por el hombre y su acción es «más severa» cuando la materia orgánica es escasa, puesto que el humus actúa como cementante para dar estabilidad a los agregados del suelo.

Como no es posible suspender el movimiento de equipos agrícolas sobre el terreno, deben emplearse métodos que tiendan a reducir la cantidad de labores que se realizan en éstos.

Los efectos de la compactación aumentan con el tráfico de la maquinaria y más aún si el suelo se encuentra suelto al momento de iniciarse las labores. También se incrementa este efecto, cuando el suelo ha sido trabajado con un contenido de humedad intermedia (suelo friable), punto en que presenta su máxima facilidad de mullimiento pero, también, su más alta susceptibilidad a la compactación.

El peso de la maquinaria agrícola y la velocidad de trabajo, junto a la vibración de la unidad motriz, favorecen la compactación general del suelo, especialmente donde se han ejecutado prácticas que deterioran su estructura. Al emplearse un tractor pesado en los trabajos de labranza, cada «pasada» ocasiona dos huellas en franjas de medio metro cada una, aproximadamente. Con las labores posteriores a partir de la cuarta pasada, se supone, que el terreno queda totalmente cubierto de huellas. Se ha demostrado que la primera pasada de un tractor sobre un suelo recién arado, compacta diez veces más que una segunda o posterior pasada. Por lo tanto, es conveniente «hacer coincidir» las huellas de las pasadas posteriores para no generalizar el daño y a la vez disminuir al mínimo las labores. Es recomendable que el peso del tractor e

implementos gravite lo menos posible sobre el terreno, usando neumáticos anchos con presiones bajas, sobre todo cuando se trabaja en suelos húmedos.

El uso reiterado del arado de discos y/o vertederas a una misma profundidad, va compactando año a año el fondo del surco y formando una capa dura de 3 a 4 centímetros de espesor, conocida comúnmente como «pie de arado». Esta compactación limita la penetración de raíces, disminuye la velocidad de movimiento del agua y aire en el perfil del suelo y ocasiona en consecuencia, problemas de drenaje y erosión.

Otra situación que requiere especial tratamiento de labranza de subsuelo, se presenta en las praderas permanentes sometidas a pastoreo directo. La compactación producida por el pisoteo de los animales es aún más severa que la generada por el tráfico de maquinaria, puesto que el peso es distribuido en una menor superficie de contacto con el suelo. Esto es particularmente importante en el cultivo de papa que en general se usa como cabecera de rotación, después de pradera.

Las posibilidades de compactación son mayores en suelos de textura arcillosa y en aquellos que poseen un bajo contenido de materia orgánica. El sobrelaboreo que deja el suelo finamente mullido (especialmente con rastras de discos) favorece la compactación, por lo que debe evitarse.

**d) Materia orgánica.** La materia orgánica aumenta la agregación y mejora la estructura de los suelos. Se ha demostrado que la práctica continua de labranza destruye la agregación y deteriora la estructura de éste, reduciendo paralelamente su contenido de materia orgánica. La incorporación de mate-





ria orgánica en la «capa arable» del suelo mediante la aradura de los rastrojos de cultivos y/o empastadas naturales o artificiales degradadas favorece la estructura del suelo y reduce los efectos negativos de la compactación. Lo mismo ocurre con el uso del estiércol y el encalado. Para que la materia orgánica se descomponga rápidamente el rastrojo debe desmenuzarse en trozos pequeños y permitir que ellos se sequen en la superficie antes de ser enterrados. También es recomendable, para acelerar este proceso, agregar aproximadamente 80 a 100 kg. de nitrógeno por hectárea, para favorecer la actividad bacteriana.

**e) Humedad del suelo** Es uno de los factores que tiene mayor incidencia en las labores de preparación de suelo, tanto en la aradura como en los rastrojes. La humedad hace que el suelo presente mayor o menor resistencia a la penetración de los implementos, también le confiere características de plasticidad que le permiten adherirse a los implementos de labranza, dificultando su acción. En suelos muy húmedos se afecta la tracción al aumentar el patinaje y aumentar los requerimientos de potencia, debido a la gran resistencia que ofrece al desplazamiento del arado.

Un suelo con poco contenido de humedad es duro. A medida que la humedad aumenta, éste se ablanda y se disgrega con facilidad. La consistencia friable representa la condición óptima de humedad para realizar la labranza del mismo. Esta condición se reconoce en la práctica al tomar suelo en la mano y conseguir que éste se disgregue fácilmente al ser presionado, sin dejar restos adheridos a ella. Un suelo muy húmedo, forma una pelota al «ser amasado» y ensucia la mano con la arcilla húmeda que se pega. Un suelo demasiado seco, forma terrones durísimos que son muy difíciles de disgregar.

Cuando el contenido de humedad aumenta en forma excesiva, el suelo se vuelve plástico, adhesivo y muy difícil de disgregar, siendo inútil la acción de los rastrojes.

Lo anterior guarda estrecha relación con el tipo de suelo. Suelos arenosos no presentan estos problemas, pero en la medida que aumenta el contenido de arcilla es importante considerar trabajar el suelo en condiciones friables, por ser éste muy difícil de manejar. Los suelos arcillosos exigen gran dedicación, porque pierden rápidamente la humedad en primavera, siendo difíciles de mullir.

De lo anterior se desprende que el mullimiento del suelo está íntimamente ligado al contenido de humedad de éste y, que por lo tanto, la oportunidad de realizar la labor es más importante que el número de veces. Una labor efectuada en el momento adecuado, puede tener un efecto definitivo en la obtención del grado de mullimiento deseado. Sin embargo, no se debe olvidar que el momento en que el suelo es más fácil de compactar, coincide con la condición friable de éste, por lo que es recomendable evitar el tráfico excesivo a fin de no llegar a un exceso de compactación.

### 3.3 OBJETIVOS DE LA PREPARACIÓN DEL SUELO

- Soltar y remover el suelo para crear condiciones favorables a la circulación del agua y gases en la zona arable del suelo, a la vez de facilitar el desarrollo radicular del cultivo que se desea establecer.
- Generar condiciones óptimas de mullimiento del suelo para la germinación de la semilla.





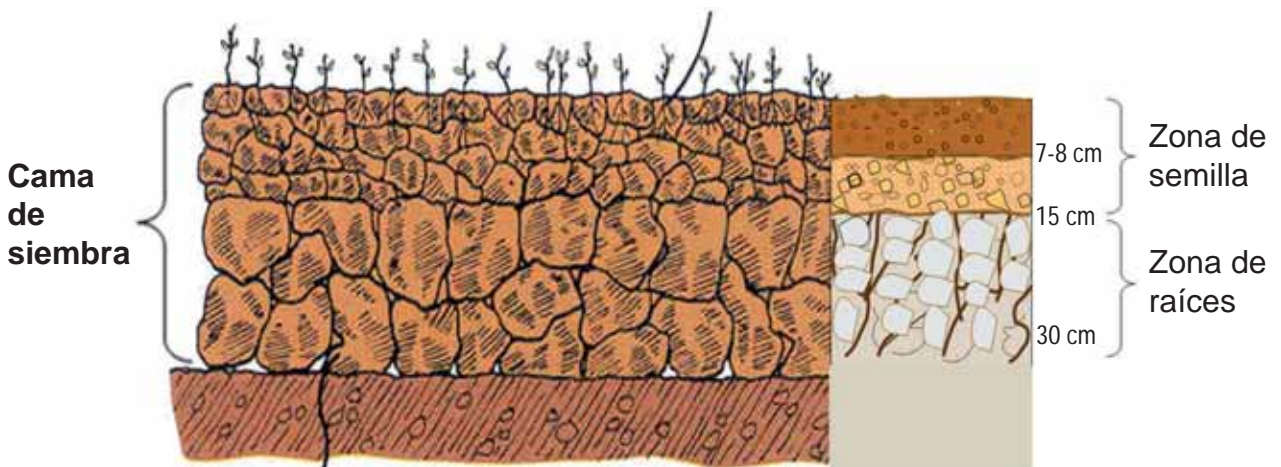
- Controlar y destruir las malezas que compiten con el cultivo.
- Aumentar la capacidad de retención de humedad del suelo.
- Eliminar aquellos insectos que constituyen plagas, sus larvas, huevos y lugares de desarrollo.
- Incorporar residuos vegetales, fertilizantes y cal promoviendo un incremento de la actividad bacteriana y un aumento de la materia orgánica.

No existe un orden prioritario de importancia en los objetivos planteados, dadas la enorme variedad de problemas de suelo, male-

zas, plagas y de humedad presentes en los campos, a lo largo del país.

### 3.4 CAMA DE SIEMBRA ÓPTIMA

La cama de siembra corresponde a todo el perfil de suelo que es alterado por las labores de labranzas y su función es crear las condiciones ideales para la siembra, germinación de la semilla y posterior desarrollo del cultivo. En ella se distinguen dos zonas que obedecen a distintos objetivos y por lo tanto, requieren diferentes características: zona de semillas y la zona de raíces.



#### 3.4.1 Características y condiciones óptimas de la zona de semillas

La zona de semillas es la superficial y debe permitir el aumento de la temperatura en la superficie y una adecuada humedad aportada desde las capas inferiores del suelo. La preparación de suelos comienza por lo general a salida de invierno y al momento de plantar esta zona debe presentar las siguientes características:

- a) Profundidad: El terreno para una siembra de papa debe presentar una capa superficial de 8 cm. convenientemente mullida, que permita la aireación y acumulación de temperatura suficiente para la brotación. Más abajo debe existir una capa con mayor contenido de humedad, de 15 a 20 cm. sobre la que se deposita el tubérculo semilla. Estos primeros centímetros de suelo, constituyen la zona de brotación, por lo tanto un buen trabajo de esta parte de suelo, asegurará la mejor emergencia de las plantas.





- b) Mullimiento: El grado de mullimiento del suelo debe relacionarse con el tamaño de la semilla. Cuando los terrones son demasiado grandes, no se establece un buen contacto con ella, debido a las bolsas de aire que la rodean y aíslan, impiden que se transfiera la humedad y temperatura necesaria para la brotación. Los terrones no deben sobrepasar los 3 cm de diámetro. El excesivo mullimiento de la zona de semillas tampoco es favorable, puesto que destruye la estructura facilitando la compactación producida por el agua.
- c) Debe estar libre de malezas, champas y residuos vegetales vivos en la superficie. Las malezas compiten con el cultivo por los nutrientes del suelo, agua y luz.
- d) Compactación: Debe estar suficientemente firme para que la máquina plantadora pueda regular la profundidad y así permitir una ubicación uniforme para la semilla. En ningún caso es conveniente que se produzca en esta zona una compactación excesiva que pueda limitar la penetración de las raíces y la circulación del agua y aire.
- e) Humedad: Debe tener la humedad necesaria para permitir una buena germinación y desarrollo de las plántulas. El laboreo excesivo en la zona de semillas ventila el suelo y lo seca rápidamente.
- f) Temperatura: En la zona productora de papa este aspecto es muy importante puesto que el tubérculo semilla para brotar requiere en el suelo temperaturas superiores a 9 °C. Esto ocurre desde el mes de agosto en adelante y en especial si los potreros tienen una exposición norte.

### **3.4.2 Características y condiciones óptimas de la zona de raíces**

Corresponde a la zona de mayor profundidad desde donde se produce la extracción de nutrientes, agua y aire que la planta necesita para su crecimiento, y debe reunir las siguientes características:

- a) Requiere menos mullimiento que la zona de semilla.
- b) Debe tener una estructura granular, que permita una fácil actividad y penetración de las raíces.
- c) No debe ser compactada para permitir una mejor retención del agua y mayor movimiento del aire en el suelo.
- d) Debe ser lo suficientemente profunda, para permitir que las raíces tengan una amplia zona de desarrollo (hasta los 25 a 30 cm).

Esta zona debe ser removida por la labor de aradura profunda, bastando sólo ésta para dejarla en buenas condiciones.

No obstante que las labores de aradura no debieran superar los 28 a 30 cm. de profundidad de suelo, es recomendable eliminar todas las compactaciones presentes en el fondo del suelo arable (pie de arado) que limitan el desarrollo radicular y el movimiento del agua en este.

### **3.5 MÉTODOS DE PREPARACIÓN DE SUELOS**

Existen variadas formas de preparar una cama de plantación, para establecer un cultivo.





### 3.5.1 Objetivos

Los métodos o procedimientos de preparación del suelo obedecen a objetivos bien definidos:

- a) Lograr una cama de siembra óptima.
- b) Reducir el número de horas de trabajo por superficie y la mano de obra involucrada, tendientes a bajar los costos de las labores.
- c) Proteger el suelo contra la erosión.
- d) Reducir el tráfico de la maquinaria para evitar compactación.
- e) Conservar y almacenar humedad en el perfil del suelo, en beneficio del cultivo.
- f) Controlar algún tipo de malezas en particular.

Es posible que algunos de estos objetivos resulten a veces prioritarios, en atención a las características ambientales del sector donde se desea establecer el cultivo.

### 3.5.2 Cantidad de labores a realizar en un suelo

Los métodos tradicionales de preparación de suelo que consultan rotura, cruza, repetidos rastrajes y rodillado, se caracterizan por la aplicación de un exagerado número de labores que no siempre conducen a resultados favorables. La labranza excesiva del suelo aumenta considerablemente los costos de producción, afecta la actividad microbiana, favorece la erosión y produce compactación con el tráfico de los equipos por el terreno. Estos procedimientos suelen establecer buenas poblaciones de plantas y

conseguir rendimientos aceptables, pero a costos demasiado altos y con evidente perjuicio para la estructura del suelo.

En un cultivo de papa generalmente se realizan más labores de las necesarias, ya sean de aradura o de rastrajes para conseguir los objetivos buscados, fundamentalmente porque no se usa la herramienta adecuada en la forma y momento oportuno, como se analizará más adelante.

**a) Labranza tradicional:** Es el sistema de preparación de suelo que se utilizó en forma tradicional, y que en algunos casos aún es realizado por pequeños agricultores. Se caracteriza por el uso reiterado del arado de vertedera, con el cual se efectúan cruza y recruza que invierten el suelo, seguido de un número importante de rastrajes con rastras de discos o de clavos. En cada pasada de arado se mueve una gran cantidad de suelo, dejando la superficie sin cobertura vegetal.

La «cruza» corresponde a la segunda aradura que se aplica a un suelo en la misma temporada, esta se realiza en sentido perpendicular a la primera aradura. Es una práctica que se identifica con la labranza tradicional y que no siempre tiene una justificación clara; sin embargo, cuando se utiliza es fundamentalmente para resolver las siguientes situaciones:

- Rectificar una aradura de profundidad irregular, e inversión defectuosa.
- Profundizar la «cama de siembra», cuando por efecto de las características del suelo, no es posible lograr la profundidad deseada con la primera aradura.
- Soltar el suelo que ha sido compactado por las lluvias. Este caso es común en la preparación de suelos arcillosos (vegas).





- Extraer suelo húmedo de las capas inferiores, enterrando los terrones que se hubieran formado en la superficie, como una manera de facilitar el mullimiento.

Si se analizan los puntos anteriores, es posible comprobar que la cruz puede ser eliminada en la mayoría de los casos, puesto que gran parte de ellos son la resultante de prácticas de manejo inapropiado del suelo.

**b) Labranza convencional:** Sistema de preparación de suelo que utiliza arados de vertedera o de disco para dar la profundidad de labor e invertir el suelo y un número limitado de rastrajes con rastras de discos o de clavos, vibrocultivador, rotofresadoras, rotovatores, etc. Se diferencia del sistema tradicional por eliminar la labor de cruz y recruza. De igual forma mueve una gran cantidad de suelo, y deja la superficie sin cobertura vegetal.

**c) Labranza mínima:** Frente a la gran cantidad de problemas creados por el exceso de laboreo, se plantean nuevos métodos de preparación de suelos, inspirados en los principios de mínima labranza, que tiende a reducir el tráfico de la maquinaria por el campo.

Para aplicar, los procedimientos de labranza mínima, no se requieren equipos especiales ni sofisticados. Se utilizan implementos comunes dispuestos en tandem (uno detrás de otro) y aplicados en la oportunidad adecuada y en relación al contenido de humedad del suelo. Tampoco se requiere mayor potencia, puesto que los tractores cuentan con la reserva suficiente para cubrir la demanda extra que significa acoplar un implemento adicional como los mencionados.

Los casos más frecuentes implican la ejecución de dos o más labores simultáneas,

acoplado al tractor en tándem, varios implementos de labranza. Tractor, arado, rodillo subsuperficial y rastra de clavos acoplados en línea, suelen conseguir en algunos suelos, una adecuada cama de siembra en sólo una operación. Otros ejemplos pueden ser: un rodillo subsuperficial o una rastra de clavos acoplada detrás del arado, para evitar la formación de terrones en suelos medianos o pesados; una rastra de clavos o un simple rastrón de madera detrás de la rastra de discos, permite conseguir un mullimiento del suelo más acabado, a la vez de sellarlo superficialmente para evitar la pérdida de humedad.

Actualmente el mercado de maquinaria agrícola nacional ofrece una serie de equipos que están basados en este principio de labranza mínima, tal como la rastra combinada de clavos y rodillos; además del uso estratégico del vibrocultivador, rotofresadoras, rotovatores y cinceles con incorporadores de rastrojo. La tendencia ha sido reemplazar el uso del arado de vertedera y el de disco por el arado de cincel, para dar la profundidad de labor, moviendo una pequeña cantidad de suelo del perfil y reemplazando la inversión del suelo por el control químico de la vegetación o «barbecho químico».

Los mejores resultados con labranza mínima se consiguen en suelos de textura media. Los suelos pesados dificultan el tráfico de los equipos por su dureza, cuando el contenido de humedad es bajo, y por su adhesividad, cuando están demasiado húmedos. Estos métodos sin embargo, pueden ser aplicados en todos los suelos arables, previa eliminación de obstáculos naturales como ser piedras y troncos, en condiciones de humedad favorables. En la actualidad se ha reducido a tal punto la labranza para el cultivo







de papa, que existen rotofresadoras que con sólo una pasada permiten que el suelo esté en condiciones adecuadas para la plantación.

La economía de combustible resultante del reemplazo de los métodos tradicionales por la labranza mínima es de tal magnitud, que permite aproximadamente duplicar la superficie trabajada o también utilizar la mitad del combustible empleado en las labranzas tradicionales.

Otro aspecto a considerar es el mejoramiento de la oportunidad de plantación, especialmente cuando se prepara con una pasada de rotofresadora, lo que permite sincronizar la preparación de suelo con la plantación. Sólo se preparará la superficie que se plantará al día siguiente, independizándose de este modo de las condiciones climáticas.

No obstante el mejoramiento de la tecnología de mecanización para la labranza, el éxito de los sistemas de labranza mínima dependen en gran medida de la eficiencia del operador, calidad de las labores y características físicas del suelo al momento de aplicar dichos métodos.

**d) Cero labranza:** Al igual que en el caso de los cereales, la reducción de la labranza en el cultivo de papa ha llegado al extremo de eliminarla completamente, realizándose de este modo un sistema de cero labranza. En tal caso se establece el cultivo directamente sobre el suelo, cubriendo la semilla con una densa capa de rastrojo o paja de cereales, la que permite protegerla de los factores ambientales como luz, viento y bajas temperaturas, facilitándose así el desarrollo del cultivo. Debido a que la plantación y el manejo del cultivo se realizan manualmente, el sistema está limitado a pequeñas superficies.

### 3.6 Épocas de preparación de suelo

La preparación del suelo debe planificarse con la debida anticipación, con el objetivo que la siembra no se atrase por este concepto. La mayoría de los atrasos en la siembra se deben a las lluvias de invierno y a la humedad excesiva del suelo, que impide comenzar la labranza mecanizada con la anticipación deseada, limitando el tiempo disponible para preparar el suelo, sumado al hecho que la descomposición de los residuos enterrados por la aradura es lenta.

Estas consideraciones hacen recomendable comenzar las labores de preparación de suelo para las siembras en otoño (picado e incorporación de los residuos con aradura), luego continuar en invierno o a fines de invierno con rastrajes superficiales (control de la germinación de semillas de malezas) y terminar durante el último mes antes de la siembra profundizando la rotura con arado cincel (sin invertir), nivelando y acondicionando la zona de semillas. En general la fecha de siembra de la papa para temprano es julio y de la de media estación es agosto.

En el caso de los suelos de vega, la preparación del suelo se inicia en octubre, una vez que ha disminuido el nivel de humedad. En el sector costero, el sol y el viento sur dominante en primavera secan el suelo con rapidez, especialmente en el caso de los suelos de textura franco-arcillosa, con gran tendencia a la formación de terrones. Es por ello que la preparación de suelo debe realizarse rápidamente, aprovechando la condición de suelo friable. Si se llegaran a formar terrones, por la acción del sol y el viento, lo más recomendable es arar con vertedera o disco para enterrarlos y «sacar a la superficie» suelo húmedo en mejor condición para ser disgregado.





### 3.7 MAQUINARIA PARA LA PREPARACIÓN DE SUELOS PARA LA SIEMBRA

Existe una gran variedad de equipos destinados a romper, disgregar, nivelar, compactar el suelo, romper terrones, controlar malezas y triturar residuos de rastrojos del cultivo anterior. La mayoría de estos equipos son de diferente diseño, pero han sido concebidos para resolver un mismo problema (arados de discos y vertederas, vibro cultivador rastra tandem), o para actuar bajo condiciones de suelo específicas.

Para determinar el método de preparación de suelo que más conviene y elegir correctamente los equipos a utilizar, es necesario definir, claramente las características de la cama de siembra que se desea lograr, y conocer los efectos que producen los equipos de labranza disponibles.

#### 3.7.1 Equipos para labores profundas

Los equipos para roturar el suelo se clasifican según su accionar: en arados que invierten el perfil del suelo (discos y vertederas), arados que lo mezclan (rotativos) y arados que no lo alteran (cinceles y subsoladores).

**a) Araduras que invierten el perfil del suelo:** Son aquellas que se realizan con arados de discos y de vertederas. Ambos equipos invierten el suelo, pero con diferente resultado, debido fundamentalmente a que su diseño es distinto. Sus características de funcionamiento hacen que se produzcan diferencias en la calidad de la aradura, en relación a la inversión, mullimiento y nivelación posterior del suelo.

La característica más importante de operación de los arados de discos y

vertederas, es su capacidad para enterrar estiércol, residuos vegetales, empastadas degradadas y otros. Ambos equipos actúan mejor en presencia de praderas previamente trozadas para evitar el «atollamiento» en las unidades de rotura.

Con el arado de vertederas se realiza una excelente inversión del suelo cuando se opera sobre un terreno que no ha sido arado recientemente. Al utilizarlo sobre suelos sueltos sólo se limita a desplazarlo lateralmente sin invertirlo. Con el arado de discos ocurre lo contrario, invierte muy bien un suelo suelto, provocándose desniveles de micro relieve cuando se utiliza sobre pradera.

En suelos con presencia de obstáculos (piedras, troncos, raíces, etc.) húmedos y de textura arcillosa, se comporta mejor el arado de disco, puesto que al girar, la unidad de rotura evita obstáculos y presenta menos resistencia al suelo (la tierra se adhiere menos al disco). Sin presencia de estas limitaciones de suelo, es preferible utilizar el arado de vertedera que protege la nivelación, factor que puede ser importante cuando se conduce agua de riego.



Arado de vertedera de tiro animal





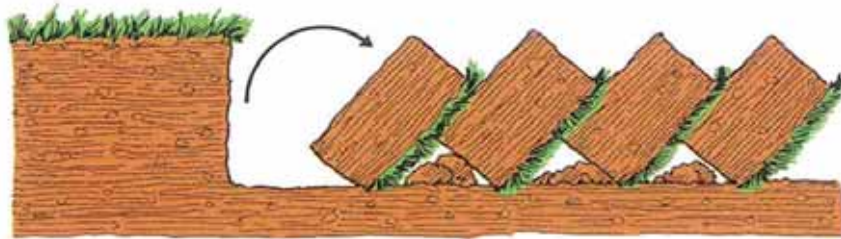
Arado de vertedera reversible



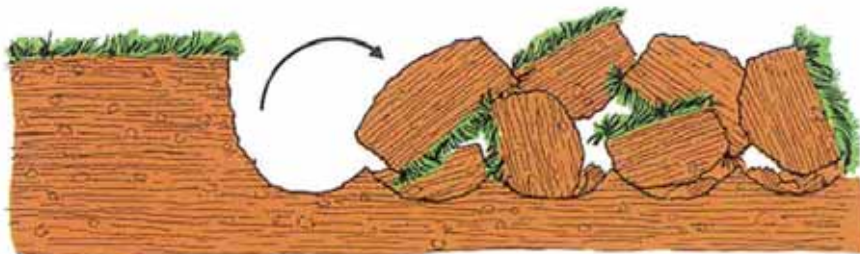
Arado de vertedera fijo



Arados de discos



Inversión del suelo con arado de vertedera



Inversión del suelo con arado de disco





**b) Araduras que mezclan el perfil del suelo:** Los arados rotativos son implementos de rotura que demandan una gran dedicación para su uso, debido a que someten al suelo a un excesivo manipuleo y pueden alterar sus características estructurales. Sin embargo, cuando éstos se emplean adecuando las revoluciones a las características del suelo, resultan ser de gran eficiencia por la rapidez y simplicidad de uso.

Las cuchillas adosadas a un rotor que gira impulsado por el eje del tractor, cortan trozos de suelo y los lanzan contra la carcasa del arado para completar su mullimiento. El tamaño de los trozos de suelo depende de la velocidad de desplazamiento y de las revoluciones del rotor. La mayoría de los diseños ofrecen una amplia gama de revoluciones en el rotor puesto que están provistos de una caja de velocidad para ese efecto. Este implemento puede usarse para el picado de residuos y para la destrucción de terrones, pero requiere de gran potencia al eje de toma fuerza del tractor y altera la estructura del suelo, produciendo un mullimiento exagerado.

**c) Araduras que no alteran el perfil del suelo:** Arados cinceles y subsoladores, son equipos de labranza que permiten disgregar el suelo sin alterar el perfil de éste, agrietándolo por medio de la acción de uno o varios cinceles adosados a un vástago o brazo unido a un marco portaherramientas. La diferencia entre ambos equipos radica en la robustez de la estructura, profundidad de trabajo y cantidad de cinceles.

Este tipo de trabajo requiere suelos relativamente secos para que se produzcan las grietas o fracturas del suelo. Suelos húmedos serían cortados por el cincel como un cuchillo, sin producir el efecto resquebrajador de-

seado. Sin embargo, el suelo seco ofrece mayor resistencia al arado, lo que se traduce en una gran demanda de potencia, la que aumenta en proporción directa a la profundidad de trabajo y el número de cinceles del implemento.

El arado cincel es la herramienta indicada para destruir compactaciones tipo «pie de arado», mejorar la retención del agua y proteger la nivelación y estructura del suelo. Su principal ventaja es profundizar la cama de siembra sin invertir el suelo ni producir desnivelaciones en la superficie del mismo, lo que indica que puede ser usado primero para acondicionar la zona de semillas y posteriormente a toda la profundidad deseada. La separación entre los cinceles está determinada por la longitud de las grietas o líneas de fractura producidas, lo importante es que las grietas se entrecrucen lo suficiente para asegurar un tratamiento uniforme al suelo.

El arado subsolador, actúa bajo los 30 cm de profundidad y es de gran utilidad para destruir compactaciones naturales o producidas por el tráfico de maquinarias o de animales. También se utiliza con el objeto de mejorar el drenaje, agregando un balín en la bota de este equipo para fabricar galerías subterráneas (arado topo). En este caso, como excepción a la regla, se trabaja sobre el suelo húmedo, puesto que no interesa mayormente soltar o agrietar el suelo, sino que fabricar galerías subterráneas para eliminar el exceso de agua.

La utilización del subsolador sobre un suelo seco produce grietas de variadas longitudes dependiendo del implemento usado, humedad y textura del suelo. Para determinar la distancia de separación entre «pasadas del subsolador», se debe calcular el largo de las grietas mediante el uso de una calicata y dis-





poner la separación entre «pasadas» de tal forma que se crucen.

La profundidad de trabajo correcta del subsolador es también de vital importancia, puesto que si la bota trabaja muy profundo y

no en la zona compactada que se desea agrietar, la labor resulta ineficaz. En atención al intenso tráfico de maquinaria, propio de la agricultura mecanizada moderna, se recomienda subsolar los suelos cada 4 a 5 años.



Arado de cinceles incorporador de rastrojo



Arado de cinceles

Arado subsolador

Arado subsolador con rodillo y cultivadores





### 3.7.2 Equipos para labores superficiales

La función básica de las labores superficiales es preparar la zona de semillas mediante el uso de diversos tipos de implementos. El mullimiento del suelo, la nivelación, el control de las malezas y la compactación necesaria para asegurar un buen establecimiento del cultivo son sus objetivos fundamentales.

La agricultura moderna tiene una amplia gama de equipos para cumplir esta función, entre los que se encuentran las rastras de discos, clavos, resortes, escardillos, vibrocultivadores, rotofresadoras, rotovatores, rastrones niveladores, niveladoras de micro relieve, rodillos y otros.

**a) Rastra de discos:** Es una herramienta muy común en nuestro medio y ampliamente difundida en toda el área papera. Es utilizada fundamentalmente para mullir el suelo y controlar malezas en la zona de semillas. Existen dos modelos básicos que difieren en la disponibilidad de los discos y los cuerpos del chasis: rastras de discos desplazadas off-set y rastras de discos tandem.

La «eficiencia» de la rastra de discos depende de varios factores:

- peso del equipo
- tamaño, concavidad, filo y ángulo de ataque (traba) de los discos
- velocidad de trabajo
- contenido de humedad del suelo.

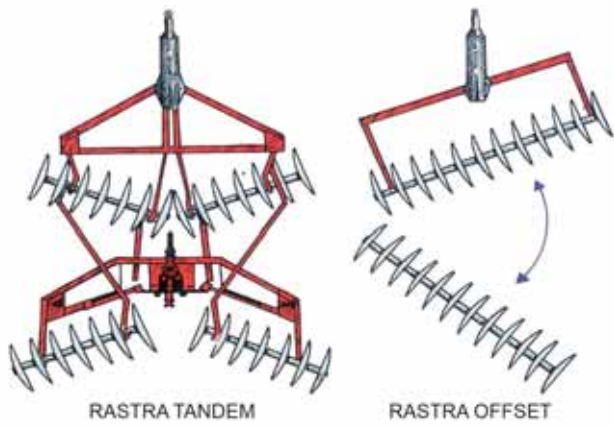
Este equipo actúa cortando franjas angostas de suelo con desplazamiento lateral del mis-

mo para provocar su mullimiento. Además, cortan los residuos vegetales de la cubierta en trozos de tamaño variable, según sean las dimensiones del equipo, condición de suelo y la traba de los cuerpos de la rastra. Con respecto al control de malezas, éste equipo actúa sobre las plántulas recién emergidas, desarraigándolas para que el sol y el viento completen su destrucción. También es posible utilizar este equipo para picar las praderas como labor previa a su incorporación.

Cualquiera sea la finalidad de su uso, es deseable que la rastra de discos actúe al máximo de velocidad permisible y superficialmente para acondicionar la zona de semillas (rastras tandem). La rastra off-set es más eficiente por diseño y peso, razón por la cual se recomienda su uso en labores de mullimiento de suelos pesados y para el picado superficial de los rastrojos o cubierta vegetal. Con una rastra off-set pesada debidamente trabada actuando sobre un suelo liviano, se puede realizar una labor profunda similar a una aradura que sólo permite soltar el suelo sin invertirlo.

Debe tenerse especial cuidado en evitar el uso exagerado de estos equipos, puesto que su agresividad afecta considerablemente la estructura del suelo, y su naturaleza cortante multiplica las malezas de reproducción asexual, como la chéptica, zarzamora y otras. No tiene justificación usar una rastra de discos para lograr el mullimiento deseado, cuando se opera sobre suelos de textura franca de fácil disgregación, por cuanto existen otros equipos de costos operacionales más bajos y de mayor eficiencia y calidad de trabajo, como son las rastras combinadas de clavos y rodillos, vibro-cultivadores y otros.





Rastra offset



Rastra offset de tiro animal



Rastra tandem



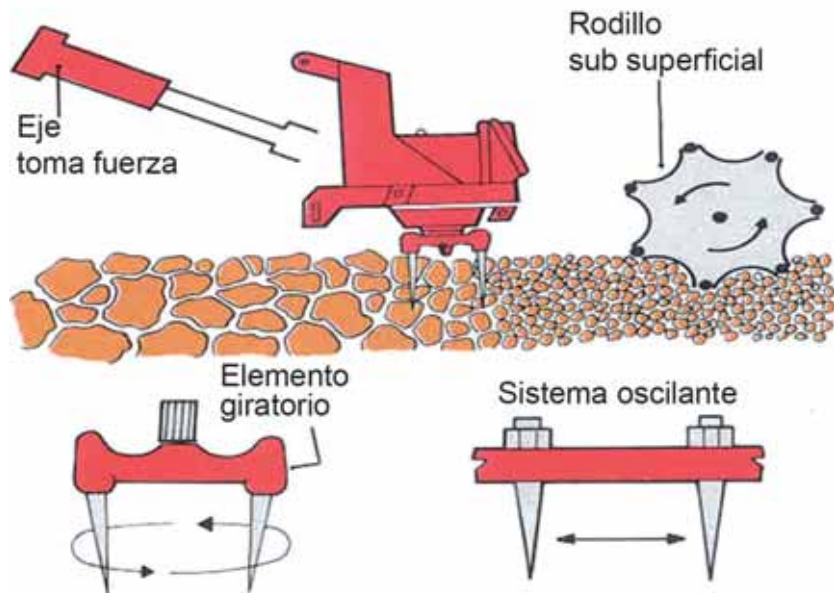
Rastra tandem



**b) Rastras combinadas:** Son equipos de gran efectividad para la adecuación de la zona de semillas. Salvo en casos muy justificados, este equipo desplaza a la rastra de discos en toda su amplia gama de trabajos, debido a su costo más barato y rendimiento superior. Su accionar se basa en el principio de mínima labranza que postula la realización de varias labores en una sola operación. Las rastras combinadas se ofrecen en las versiones con resortes o vibrocultivadores y con clavos rígidos. El uso de vibro-cultivadores se recomienda para realizar labores un poco más profundas (10 cm.), en atención a su mayor agresividad, pero ambos modelos cumplen satisfactoriamente con la misión de acondicionar la zona de semillas.

El uso de rastra combinada, al igual que el arado, y como todos los equipos que actúan en la zona de semillas mulliendo el suelo y controlando malezas, consiguen su mayor efectividad cuando se desplazan sobre 8 km/hora, lo que permite una gran capacidad de trabajo. Otro diseño de rastra combinada recientemente incorporada a la agricultura nacional es la **rastra de clavos rotativos** accionada por el eje toma fuerza del tractor.

Existen una gran variedad de diseños de la unidad roturadora, destacándose el sistema de rotor de eje horizontal con clavos o azadas y el de clavos verticales giratorios y oscilantes. La acción mecánica de gran fuerza que se ejerce sobre el suelo, otorga a este equipo condiciones especiales para el mullimiento de terrones y picado de praderas, especialmente bajo condiciones extremas (suelos arcillosos secos y praderas densas y duras). A pesar que es la mejor herramienta disponible para picar las praderas de gramíneas previo a su incorporación con las labores de preparación de suelos, no es conveniente generalizar su uso, puesto que consume bastante energía motriz y somete al tractor a un esfuerzo especial en su sistema de transmisión. No se recomienda utilizar una roto fresadora para mullir suelos de textura liviana que se disgregan fácilmente o para controlar malezas de reproducción por semillas que recién emergen, puesto que una rastra combinada de clavos fijos o resortes y rodillos, puede hacer esa labor a bajo costo y con gran rapidez, sin usar el eje toma fuerza del tractor.



Esquema de retrofresadora de coronas rotativas







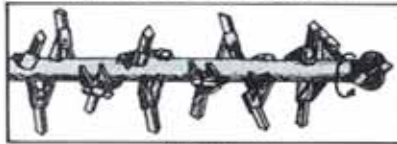
Retrofresadora de coronas rotativas



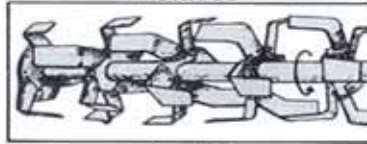
Detalle de coronas rotativas



TIPOS DE ROTORES



Claves



Azadas

Esquema de retrofresadora de rotor horizontal



Retrofresadora de rotor horizontal y cuchillas



Retrofresadora de rotor horizontal y cuchillas





Vibrocultivadores



Detalle de cincales cultivadores y de rodillos

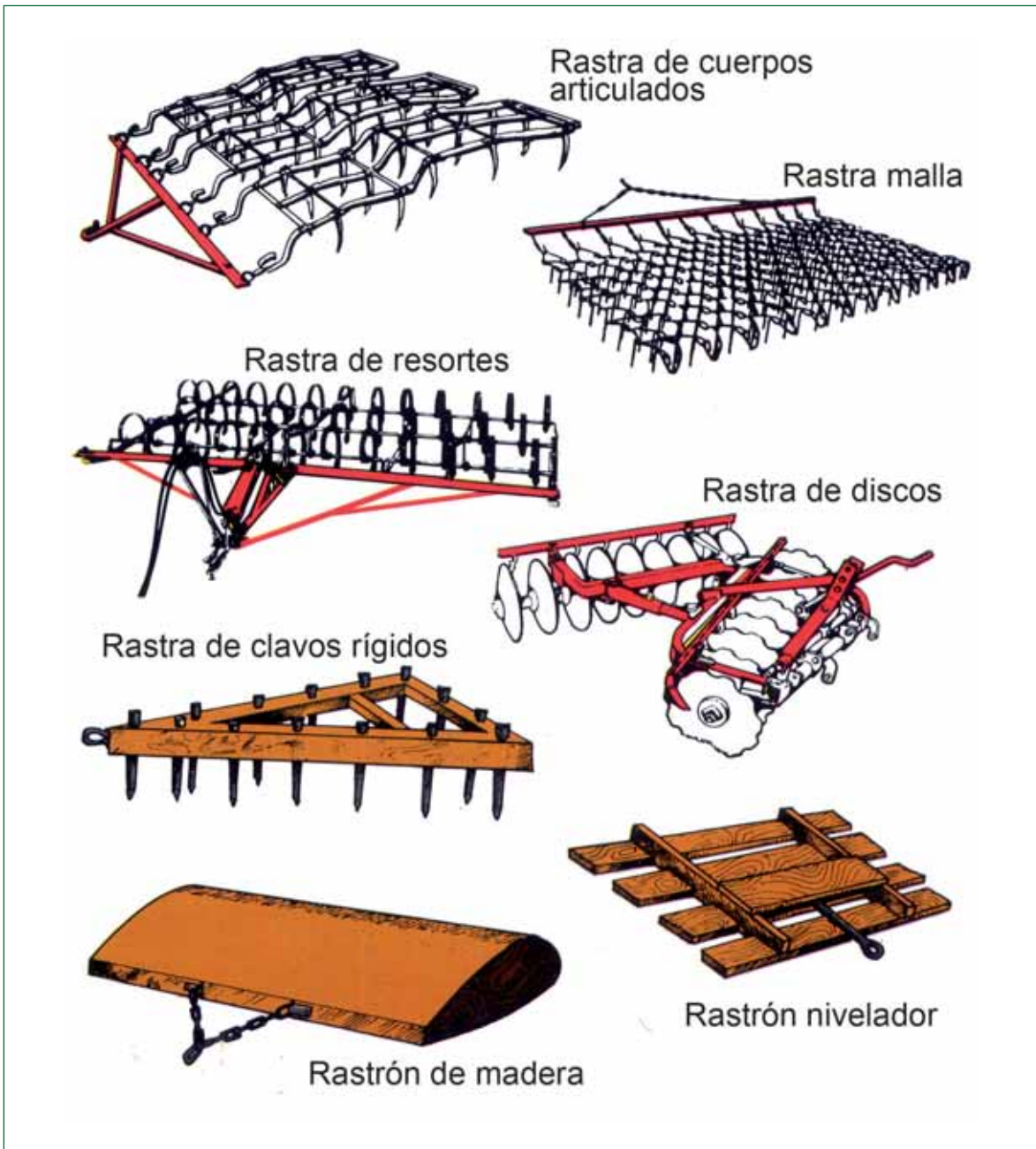
**c) Rastras de resortes, clavos y rodillos:**

Son también de gran utilidad para afinar la terminación de la cama de semilla. Las dos primeras se usan preferentemente para controlar malezas en germinación en sus primeras etapas de desarrollo. Al igual que las rastras combinadas, es deseable que operen a altas velocidades para obtener un buen mullimiento del suelo y erradicación de malezas. Los rodillos, ya sean lisos o corrugados, de acción superficial o subsuperficial, buscan completar el mullimiento del suelo y compactar la cama de siembra para darle la firmeza que necesita para soportar la unidad sembradora.

**d) Niveladoras de micro relieve o rastrones:**

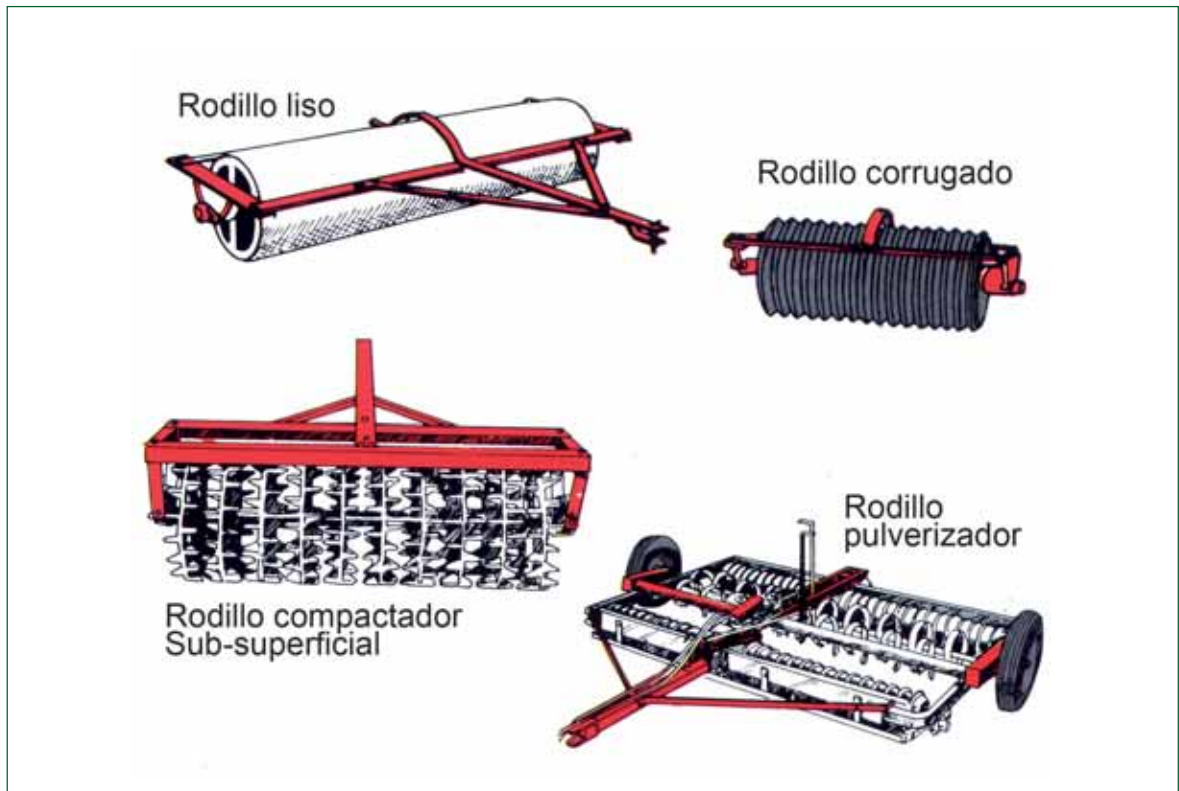
Las niveladoras de micro relieve se utilizan por lo general para dejar el suelo en condiciones que permita siembras de precisión como es el caso de remolacha. En el caso de la siembra de papa se pueden utilizar rieles o rastrones para afinar la cama de semillas al final de la preparación del suelo. Por lo general, se usan después de la plantación para borrar el surco de siembra dejado por la máquina plantadora o para compactar y alisar la superficie del suelo cuando la plantación se realiza manualmente.





Rastras y rastrones de tiro animal





Rodillos compactadores



Rastras de Clavos





### 3.8 PROBLEMAS ESPECÍFICOS EN PREPARACIÓN DE SUELO

En producción de papa no existen problemas relevantes en la preparación de suelo, que dificulten o afecten el establecimiento del cultivo, aunque las labores de preparación se hayan efectuado con maquinaria simple o de tracción animal. Los problemas por lo general se presentan al momento de efectuar la cosecha mecanizada, en la cual la papa se ensaca; y tiene relación con la formación y presencia de terrones, los que se comportan igual a un tubérculo, por lo cual al realizar una cosecha mecanizada con ensacado, gran parte de éstos pasan al saco, los cuales llegan posteriormente a la bodega.

#### 3.8.1 Suelos arcillosos con tendencia a formación de terrones

**a) Factores que favorecen la formación de terrones:** La formación de terrones se produce por la pérdida de humedad del suelo y depende de la textura del suelo y de las condiciones climáticas predominantes (viento). Mientras mayor es el contenido de arcilla más difícil es trabajar el suelo y, por consiguiente, preparar una cama de semilla mullida.

Los terrones no existen en forma natural en el suelo, siendo el resultado de una mala labor realizada por el hombre. Las araduras efectuadas sobre suelos arcillosos demasiados húmedos y rastros inoportunos, aceleran el proceso de secado del suelo, aumentando la superficie de exposición al viento y sol facilitando la formación de terrones.

Es frecuente que los agricultores no inicien sus labores de rastros para mullir el suelo hasta haber terminado toda la aradura que desean realizar en la temporada. Esto signi-

fica que el suelo arado queda expuesto al viento y el sol por un prolongado período, dando oportunidad a que éste se seque más en la parte expuesta al aire. La labor de rastros con discos sobre esta condición de suelo separa los bloques secos de los húmedos, dando origen a los terrones, cuyo tamaño depende del contenido de arcilla del suelo y de la nivelación lograda por la aradura. Las araduras con vertedera permiten una inversión más ordenada del terreno, y son menos propensas a la formación de terrones.

La presencia de terrones duros y secos obliga al agricultor a realizar un desmedido número de rastros con la intención de mullirlos, objetivos que no siempre se consiguen, aumentando los costos de labranza y acelerando la pérdida de humedad del suelo.

#### b) Métodos para evitar la formación de terrones:

- I) Arar y rastrear en el momento oportuno en relación al porcentaje de humedad del suelo utilizando rodillos sub-superficiales detrás del arado para nivelar y ofrecer menor superficie de contacto al viento.
- II) Cuando el suelo está friable, realizar un solo rastros para conseguir el mullimiento deseado. Se recomienda usar rastros combinadas de clavos y rodillos sub-superficiales inmediatamente después de la aradura.
- III) Usar rastros de madera y/o rodillos acoplados detrás de una rastra de discos para «planchar» el suelo y evitar la pérdida de humedad.





La oportunidad de los rastrajes en relación al contenido de humedad del suelo es fundamental para evitar la formación de terrones.

### **c) Métodos para destruir terrones sobre suelos secos en toda la capa arable**

- I) Regar: Devolver la humedad perdida al terrón para llevarlo a un nivel friable fácil de mullir mediante riego artificial. Este método, sin embargo, retarda el cultivo y aumenta el número de labores de preparación de suelo, puesto que resulta inevitable volver a arar el suelo para soltarlo y destruir la compactación producida con el riego.
- II) Mullir el terrón seco mediante el impacto de equipos moto propulsados, por ejemplo, el rototiller o arados rotativos.
- III) Presión ejercida sobre los terrones secos por un equipo de nivelación o rodón. Este último caso ha dado excelentes resultados empleando la combinación niveladora - arado cincel sobre suelos secos muy arcillosos. También en los casos anteriores, es adecuado usar arado cincel después del riego o de la pasada del rototiller, a fin de profundizar y soltar el suelo.

### **d) Métodos para destruir terrones sobre suelos secos en la capa superficial (8-10 cm) y húmedos en la base.**

- I) En caso de no existir humedad en los primeros centímetros del suelo, existiendo humedad suficiente en las estratas inferiores de éste, se puede rodonar para introducir los terrones en la zona húmeda y luego rastrearlo, cuando los terrones se

hayan impregnado de humedad suficiente para recuperar la condición friable.

- II) También es posible recurrir a la «cruza» para sacar suelo húmedo a la superficie y poder mullirlo con posterioridad, mediante rastrajes superficiales.

En síntesis, es importante realizar la labor de rastraje en forma oportuna, que posteriormente mullirá el suelo en base a un alto número de labores, dado que esto implica un mal uso de equipos y altos costos operacionales de los mismos.

### **3.8.2 Suelos con alto grado de infestación de malezas de reproducción por semillas**

**a) Contaminación del suelo con semillas de malezas:** Es prácticamente imposible eliminar el problema de malezas de reproducción por semillas mediante la aplicación de métodos mecánicos de labranza, debido a la permanente infestación de nuevas semillas de malezas traídas por el viento, agua de riego y animales. La preparación de suelos sólo pretende retardar el desarrollo de las malezas para dar una ventaja de crecimiento al cultivo que se va a establecer.

Las malezas que semillan en los rastrojos abandonados y las transportadas por el agua de riego, son las únicas posibles de controlar por el hombre, dado que se encuentran depositadas en la superficie del suelo y son enterradas con la araduras y distribuidas uniformemente en todo el perfil arable.

No obstante estar contaminado todo el perfil de la cama de siembra, sólo las semillas que están en los primeros centímetros pueden germinar y el resto espera estratificada su oportunidad de germinar. La semilla puede conservar su poder germinativo por varias





temporadas mientras no se den las condiciones para que se active.

### **b) Medidas para controlar contaminación de malezas**

- I) Utilizar rotaciones culturales adecuadas con el propósito de crear ambientes desfavorables al desarrollo de las malezas.
- II) Procesar, con equipo desbrozador, los rastros inmediatamente después de terminada la cosecha y repetir la operación las veces que sea necesario, para evitar que las malezas semillen.

**c) Oportunidad para controlar malezas en germinación:** Las semillas de malezas presentes en la superficie se activan con la humedad y temperatura del suelo, fenómeno que ocurre cuando se prepara esta zona para el cultivo. Una vez activada la germinación de las malezas el proceso es irreversible, vale decir, a partir de ese instante la situación puede ser controlable.

Siendo más fácil controlar la maleza cuando está germinada o recién emergida; es aconsejable hacer una labor de nivelación 10 días antes de la siembra para provocar la germinación de las semillas de malezas, con el efecto de compactación y mullimiento de este equipo.

La humedad del suelo también posee gran influencia en la eficacia del control de malezas efectuado por un rastraje. Si el suelo está muy húmedo o llueve posteriormente al rastraje la acción se anula, ya que las raíces de las malezas desarraigadas vuelven a su posición inicial. Si el suelo está seco no tiene sentido realizar rastrajes puesto que las semillas aún no se han activado.

**d) Métodos de control de malezas con labores de rastraje:** El control de malezas efectuado por los diferentes tipos de rastras citadas anteriormente, consiste en arrancar las plántulas y dejar sus raíces desnudas expuestas a la acción del sol y el viento para su destrucción definitiva. Es un error pensar que la misión de estos equipos es triturar o picar las malezas, destruyéndolas a golpes. De lo anterior se desprende la importancia de rastrear en el momento oportuno de crecimiento y humedad, para obtener un control exitoso.

Cada movimiento del suelo saca nuevas semillas de malezas a las capas superficiales dejándolas en condiciones de germinar, por lo que es recomendable realizar las labores de preparación de suelo de mayor a menor profundidad, en relación al control de malezas en germinación. No tiene objeto realizar una labor profunda posterior a rastrajes superficiales que tienen la misión de controlar las semillas de malezas germinadas en la superficie, puesto que dicha labor depositará nuevas semillas de malezas traídas de capas inferiores, anulando la acción del control anterior.

Es recomendable arar una sola vez y realizar bien la labor, para evitar una cruz que tendría el efecto de anular el control de malezas en germinación realizado por los rastrajes. Posterior a esta aradura y cuando la humedad del suelo sea aconsejable, se deben administrar rastrajes cada vez más superficiales, utilizando preferentemente rastras combinadas de clavos y resortes, de gran eficiencia y rendimiento. Desde el punto de vista del control de malezas en germinación, no debe aplicarse un rastraje tras otro, puesto que es necesario dar tiempo a las semillas de malezas que quedaron ubicadas en posición favorable para germinar.





### 3.8.3 Suelos con praderas

Es frecuente encontrar camas de siembra con gran cantidad de residuos de la empastada en su superficie, lo que dificulta la operación de la máquina sembradora. Este problema se origina al romper directamente la pradera con arado de disco y distribuir en todo el perfil residuos o champas de pasto. A partir de ese momento el problema de las champas está fuera de control, puesto que una nueva aradura para enterrar los residuos de la superficie, puede sacar los que ya están enterrados.

No obstante el número de rastajes aplicados después de la aradura, las champas permanecerán en el perfil fundamentalmente por dos razones:

- a. La rastra necesita una superficie dura contra la que golpear el pasto para cortarlo en pequeños trozos y el suelo suelto, removido por la aradura, hará de amortiguador impidiendo que se consiga ese objetivo.
- b. La descomposición de la materia orgánica es muy lenta en el sur, donde es típico este problema, de tal modo que los residuos perduran varios meses sin descomponerse.

En el caso de praderas naturales resulta conveniente triturar superficialmente las malezas con rastra de disco, rototiller, o roto fresadoras, exponerlas a la acción del sol y viento durante unos días, para luego incorporarlas con una labor de aradura profunda. Se recomienda hacer estas labores a fines de verano. La labor de aradura puede ser reemplazada por el uso de barbecho químico.

Los rastajes deben ser practicados superficialmente en los primeros 8 cm del suelo, de modo de tener siempre una superficie dura contra la que golpear, para conseguir un mejor picado de la champa. En el caso de utilizar una rastra de discos tándem, que es más efectiva que la rastra offset para esta faena, se debe regular con poco ángulo de ataque (traba) y proceder a realizar la labor 2 a 3 veces, pasando en sentido cruzado. De igual modo, ésta puede reemplazarse por un vibro cultivador que puede ser más eficiente y rápido. Las pasadas de rastra se deben espaciar entre sí para permitir la acción del viento y sol sobre los residuos.

Para la incorporación posterior del material picado es preferible utilizar un arado de discos, en atención a que invierte muy bien el suelo cuando está suelto y sin el amarre de la masa radicular de la empastada.

### 3.8.4 Suelos con malezas de reproducción vegetativa

Para preparar suelos que presentan una cubierta vegetal con malezas de reproducción vegetativa como la chéptica, pasto cebolla, milenrama, entre otras; se debe ser muy cuidadoso en la selección de los implementos de labranza, puesto que los discos y rastras rotativas trozan las raíces, diseminando las malezas que se multiplican con mucha facilidad. En estos casos, se recomienda el uso de herramientas como el arado de vertederas y la rastra de clavos y resortes que desarraigan la chéptica. El barbecho químico con uso de Glifosato (Roundup, Rango) es una muy buena alternativa en esta situación puesto que controla eficientemente las malezas gramíneas. Cuando existen malezas de hoja ancha de mayor complicación se puede mezclar Glifosato con 2,4-D (amina o ester), Ally, Ajax, Aliado, Tordon 24-K, MCPA.







### 3.8.5 Suelos con compactación tipo «pie de arado»

La compactación producida por la acción repetitiva de un arado que trabaja siempre a una misma profundidad, crea problemas importantes a los cultivos. Es recomendable, realizar una labor de subsolado por lo menos una vez cada 5 años a los suelos sometidos a intenso trabajo de maquinaria y/o con animales en pastoreo directo. Del mismo modo, el paso permanente del arado cincel debe solucionar en gran medida este problema, siempre que la aradura se realice sobre suelo seco y a la velocidad recomendada por su fabricante. El método aprovecha la característica de funcionamiento del arado cincel que no altera el perfil de suelo, para invertir el proceso tradicional de arar primero y luego rastrear.

Se pica el residuo, se entierra y se rastrea la zona de semillas, para luego cincelar a profundidad, aprovechando que los primeros centímetros, están sueltos y ofrecen menos resistencia al implemento. Otro aspecto interesante propuesto en este método, es el reemplazo de la rastra de disco por el rastrón nivelador, que hace un excelente trabajo de afinamiento.

### 3.8.6 Sobre suelos con rastrojo en la superficie

El trozar el residuo antes de arar siempre es un buen método porque aprovecha el recurso en favor del suelo y facilita la inversión del arado. El no procesar los residuos complica el accionar del arado y quedan restos del rastrojo en la superficie.

## 3.9 ORGANIZACIÓN DE FAENAS MECANIZADAS DE LABRANZA

Uno de los típicos problemas que deben enfrentar los agricultores que desean iniciar la preparación de una cama de plantación, es la elección del sentido o dirección de trabajo. Deben considerarse varios factores para resolver este problema, entre los que destacan: la conservación y protección del suelo, la capacidad de trabajo o rendimiento de los equipos y la calidad de la faena realizada.

### 3.9.1 Factores que determinan la dirección del trabajo

#### a) Conservación del suelo y la dirección de trabajo:

Al ser removido el suelo por los implementos de labranza, éste eventualmente puede ser arrastrado por el agua de lluvia o de riego, y perderse por erosión. Si la aradura con discos o vertederas u otra labor que deje surcos en el sentido de la dirección de trabajo, se realiza en suelos con pendiente pronunciada, se debe elegir la orientación de las curvas de nivel o el sentido de la menor pendiente. De este modo se evita que el agua de lluvia baje a gran velocidad por los surcos arrastrando el suelo y formando grietas casi imposibles de recuperar. Además, el tractor u animales de tiro tienen mayor dificultad para trabajar contra la pendiente (en subida).

#### b) Dirección de trabajo y rendimiento de los equipos:

La capacidad de trabajo de un equipo, o el tiempo que demore éste en cubrir una superficie determinada, se mide en horas por hectárea o hectáreas por hora. La capacidad de trabajo depende de la velocidad, ancho de trabajo y tiempo perdido en acciones no productivas, tales como dar vueltas en los cabezales del potrero con el implemento levantado.





Este último factor que se llama también **eficiencia de campo**, incide en el rendimiento final del equipo, dado que el ancho y velocidad de trabajo deben mantenerse fijos en función a la potencia del tractor. Desde el punto de vista de la capacidad de trabajo, para evitar el tiempo perdido por concepto de vueltas con el implemento levantado, se deben orientar las faenas en el sentido de la mayor longitud del potrero. Otra técnica que evita pérdida excesiva de tiempo en los extremos del potrero, es dejar cabezales amplios para permitir el giro del tractor sin recurrir al cambio de marcha ni uso del embrague, e impedir el deterioro innecesario del sistema de transmisión. También pueden dejarse cabezales y laterales amplios, de igual medida, a objeto de cerrar posteriormente la faena circulando en torno al terreno trabajado. Este método se presta principalmente para aradura con discos o vertederas, y para rastrajes con offset.

### c) Dirección de trabajo y calidad de la labor

**Aradura:** Cuando esta faena se realiza con arado cincel, que no produce desniveles en el terreno por su condición simétrica, la calidad de ésta no se afecta mayormente con la dirección del trabajo. No ocurre lo mismo con el arado de discos y vertederas que requieren de un método para no producir desniveles en la superficie. La cruz que corresponde a una segunda aradura para rectificar o aumentar la profundidad de la cama de siembra, es recomendable aplicarla en dirección perpendicular a la primera, con el propósito de lograr una mejor penetración del arado, siempre que se realice entre ambas labores, un rastraje para mejorar la nivelación superficial del terreno. El arado subsolador se debe

utilizar preferentemente en el «sentido» de la mayor longitud de terreno para mejorar el rendimiento. Sin embargo, es recomendable utilizarlo en sentido de la pendiente cuando su función es mejorar el drenaje de un suelo plano.

**Rastraje:** Como su función es mullir y emparejar el suelo, es conveniente aplicarlo en dirección de 45 grados a la línea de aradura; de esta forma se evita que las ruedas del tractor caigan simultáneamente dentro de los surcos atravesados, lo que provoca movimientos bruscos que perjudican la comodidad del operador y conservación de la máquina. Además, se consigue un mejor efecto nivelador que cuando se opera en cualquiera otra dirección de trabajo. Las rastras combinadas y rodillos pueden ser usados en cualquier dirección puesto que esto no influye en la calidad de su trabajo, siendo más importante en estos casos, el rendimiento del equipo y la velocidad de desplazamiento.

**Nivelación:** La nivelación de un suelo previamente arado y rastreado, requiere por lo general de 2 a 3 pasadas con el equipo para conseguir una aceptable corrección del micro relieve.

#### 3.9.2 Reducción de la labranza

El cultivo de la papa se ha caracterizado por el uso excesivo de labores de preparación de suelo, principalmente con sistemas tradicionales que implicaban el uso de arado de vertedera o de disco y la práctica de cruz y recruza.

Ensayos realizados en las década del 70 y 80 por INIA Carillanca y la Universidad Austral de Chile indicaron que era factible redu-





El número de labores de preparación de suelo sin afectar los rendimientos del cultivo. En la actualidad se ha llegado a una reducción tal, que con sólo una labor de rotofresador

con púas de 35 cm, permite dejar el suelo en condiciones para efectuar la plantación de las papas.



Preparación de suelo en papa con reducción de labranza





**Tabla1. Sistemas de preparación de suelos para el cultivo de papa. INIA Carillanca**

Nº	Operación	Requerimiento hr/ha	Profundidad de arado cm.	Control malezas *	Rendimiento Ton/ha
1	Arado vertedera 5 rastra de disco 2 rastra de clavos	10.8	20	3	14.0
2	Arado vertedera rodillo 2 rastra (disco+clavo)	6.0	30	7	19.0
3	Arado disco rastra disco Arado disco rastra de clavos	8.0	30	5	15.1
4	Arado disco Rodillo rastra disco 2 rastra de clavos	6.5	25	7	16.3
5	2 rastra disco Arado vertederas rastra discos rastra clavos	7.3	25	6	15.5
6	2 rastra disco Arado disco rastra disco rastra de clavos	7.0	30	6	15.8
7	Arado rotativo Arado disco Rodillo rastra disco rastra de clavos	8.5	20	4	16.4
8	Arado rotativo Arado disco rastra disco rastra de clavos	7.5	25	0.5	14.7
9	Siembra simultánea a la aradura con A. vertedera + Rodillo	3.0	20	0	10.3

INIA Carillanca

(\*) Grado de control:

0= menor control

10= Control total





**Tabla 2. Sistemas de preparación de suelos para el cultivo de papa. Universidad Austral**

Nº	Operación	Requerimiento hr/ha	Requerimiento mano obra hr/ha	Rendimiento Ton/ha
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 rastra de disco</li> <li>• Arado vertedera</li> <li>• Rastra de disco</li> <li>• Rastra de disco + rastrón de palo</li> <li>• Surcado con melgador +siembra y fertilización</li> </ul>	10.3	770	20.8
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 rastra de disco</li> <li>• Arado vertedera</li> <li>• Surcado con melgador + siembra y fertilización</li> </ul>	7.3	767	22.1
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 rastra de disco</li> <li>• Arado vertedera con siembra y fertilización simultánea</li> </ul>	6.8	728	24.2
4	1 aplicación de herbicida (paraquat) + 1 arado vertedera con siembra y fertilización simultánea + rodillo	5.2	1.231	18.1
5	1 Arado vertedera con siembra y fertilización simultánea + rodillo	4.6	1.231	16.4

Contreras, A Universidad Austral s.f.

## Bibliografía

