



Curso Básico de Maquinaria Agrícola

Equipos para el trabajo del suelo

Principios agronómicos

Prof. Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo



En esta 1ª Parte se pretende dar una visión global que justifique el laboreo del suelo para preparar el perfil “diferencial” que se necesita para la nascencia y desarrollo de los cultivos. Asimismo se explica el comportamiento del suelo frente a los elementos labrantes, y la influencia que tiene el estado de humedad del suelo.



Labrar bien y sembrar a tiempo, ¿quién lo mejora?

El arado: ¿el bueno?... o ... ¿el malo?

- ❑ **Base de la agricultura tradicional**
- ❑ **Culpable (¿presunto?) de la desertización**

Algunas preguntas:

- ❑ **¿Es imprescindible para conseguir buenas cosechas?**
- ❑ **¿Es la mejor solución en determinadas circunstancias?**
- ❑ **¿Hay que prescindir totalmente del arado volteador?**

Del “ara profundo y echa basura... y olvida los libros de Agricultura”, a la “agricultura sostenible” y el “laboreo de conservación”

La labranza del suelo ha sido durante siglos la base de la agricultura.

Los avances en el conocimiento tecnológico permiten modificar las formas de actuación para asegurar la producción manteniendo en buen estado el recurso productivo.



Evolución de la Agricultura

Agricultura de subsistencia



5000 años: 100 ha/persona

Agricultura productivista



50 años: 1 ha/persona

Agricultura de conservación



Actual: < 0.5 ha/persona

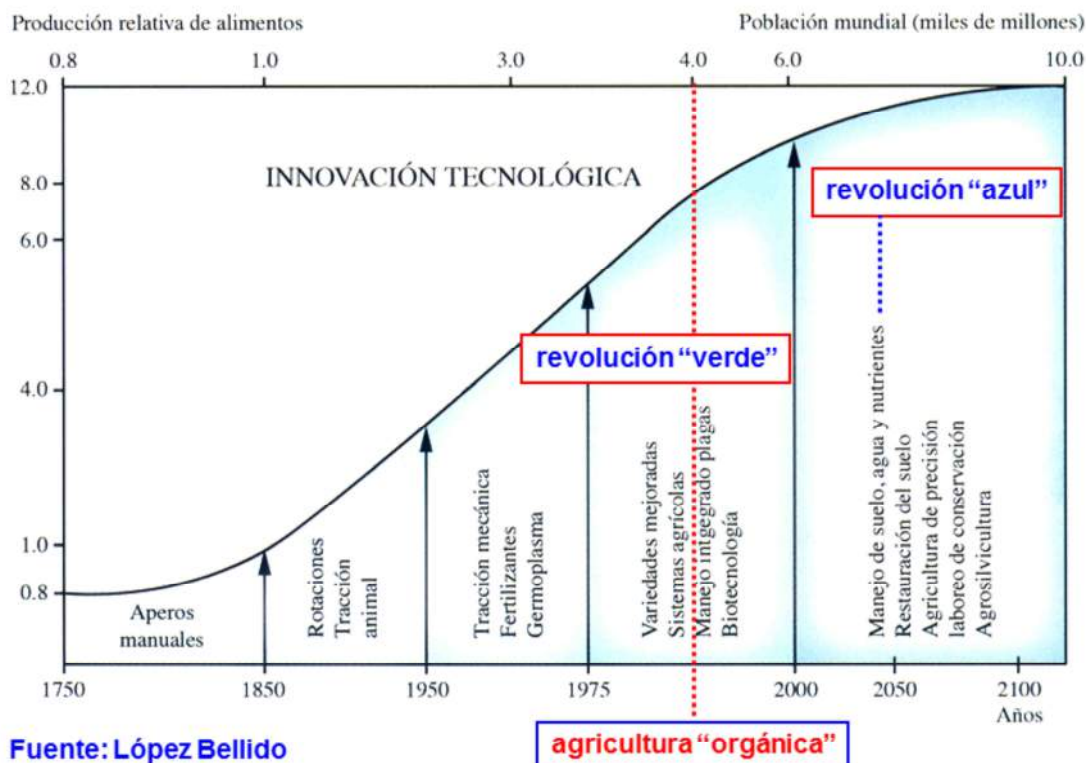
Fuente: Monsanto

El aumento de la población ha reducido la superficie que se puede dedicar a la producción de alimentos para cada habitante de la Tierra.

De la agricultura de subsistencia se pasó a la productivista. Para mantener el recurso productivo se necesita la agricultura de conservación que mantiene la productividad pero sin deterioro ambiental.



Evolución de la producción de alimentos y de la población mundial



En los años '70 se produjo la "revolución verde" basada en la mejora de semillas mediante hibridación.

Con la agricultura "orgánica" solo se podrían atender las necesidades alimentarias de unos 4000 M de personas.

En el siglo XXI se necesita la revolución "azul" basada en el mejor aprovechamiento del agua y nuevas mejoras genéticas para los cultivos.



Objetivos de la agricultura productiva

- ❑ Mejorar la productividad del suelo
- ❑ Rentabilizar los insumos (fertilizantes y fitosanitarios)
- ❑ Mantener bajos costes de mecanización

En los países con alimentos suficientes:

- ❑ Hay limitaciones medioambientales
- ❑ Pagan por no producir, o por hacerlo mal

En consecuencia, hay que buscar alternativas que permitan compatibilizar la rentabilidad de la empresa agrícola con la protección medioambiental que exige la sociedad.



¿Por qué labrar?

- ❑ Así se ha hecho siempre y muchos agricultores se sienten ante todo labradores.
- ❑ El cultivo es “antinatural”: una sola especie sobre la parcela; defensa frente a las plantas competidoras (nutrientes y agua).
- ❑ El ambiente: evolución del medio natural hasta convertirse en un “agrosistema” de manera que los seres vivos, hasta las plagas, dependen de las modificaciones introducidas por el hombre.

¿Es imprescindible la labranza de los suelos?

¿Es compatible con los principios de la Agricultura sostenible?

En la actualidad, hasta los animales salvajes dependen en gran medida de los cultivos implantados por el hombre.



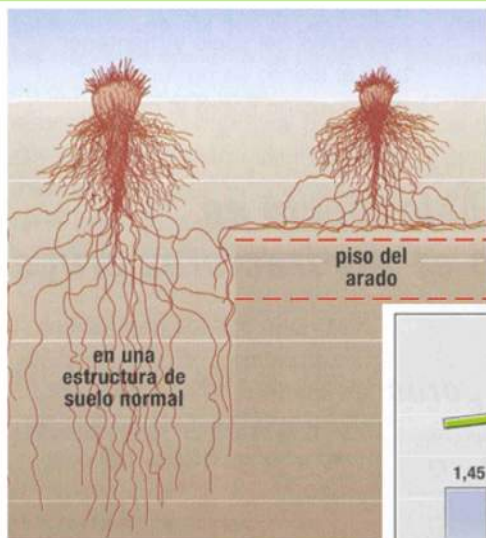
Los herbicidas: una alternativa a la labranza

- ❑ **Cambian el panorama en la lucha contra las malas hierbas**
- ❑ **La importancia del equipo de aplicación: eficacia y costes (mínima cantidad de materia activa)**
- ❑ **El tránsito de los vehículos agrícolas ¿puede limitar el desarrollo radicular de las plantas?**

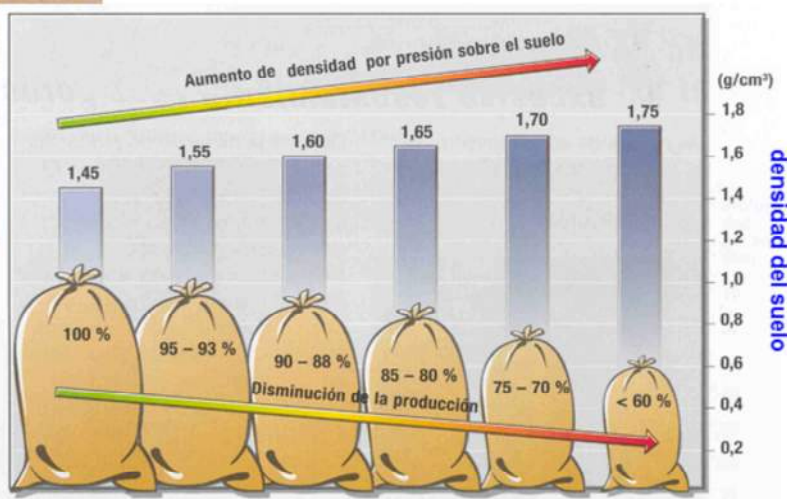
La llegada de los herbicidas de síntesis permite controlar las malas hierbas sin tener que recurrir al trabajo del suelo, pero la compactación que se produce de forma natural o por el efecto de las máquinas agrícolas puede limitar el desarrollo radicular reduciendo la producción.



Con el suelo compactado



Se necesita una estructura del suelo que permita un desarrollo suficiente de las raíces



Evolución de la producción a medida que aumenta la densidad aparente del suelo (compactación).

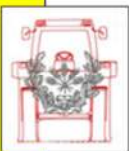


Particularidades de la Agricultura

- ❑ No existen normas fijas (¡depende!...)
- ❑ El laboreo y la siembra dependen:
 - De la climatología
 - De la naturaleza y el estado del suelo
 - Del cultivo precedente
 - De los equipos disponibles

Cada agricultor debe de elegir el mejor sistema para su caso particular, de manera que consiga el perfil del suelo mas apropiado para el cultivo

Variabilidad de las condiciones agrícolas: suelos, climas, cultivos, situación socioeconómica...



La preparación de suelo

Labrar bien:

- ❑ Modificar la densidad aparente del suelo
- ❑ Controlar la vegetación adventicia
- ❑ Evitar las pérdidas de suelo por erosión

Sembrar a tiempo:

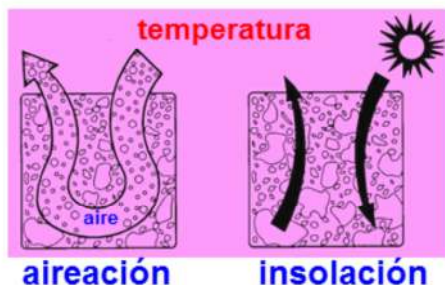
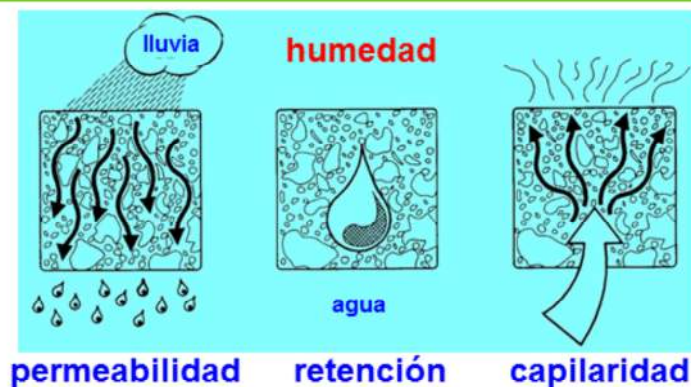
- ❑ Sucesión de labores que ayuden a preparar el lecho de siembra (granulometría y humedad) con oportunidad.

Es importante aprovechar los factores naturales (lluvia, heladas...) para conseguir efectos favorables en el suelo reduciendo las intervenciones.

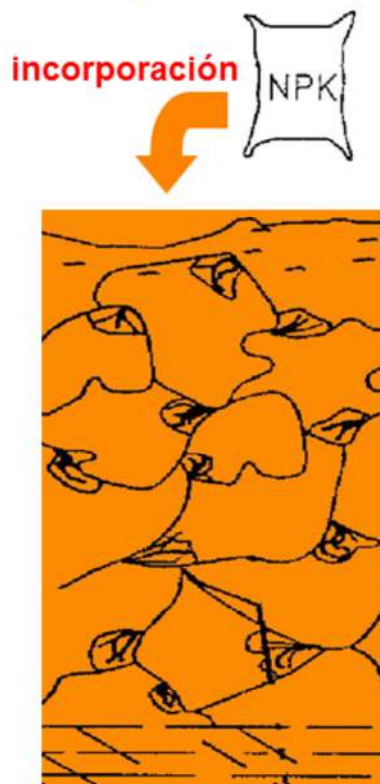
Ejemplo: los terrones formados con la arada del suelo se rompen durante una estación lluviosa, o por efecto de las heladas.



Además...



Presencia de residuos vegetales



Además de modificar la densidad aparente del suelo para favorecer el desarrollo radicular de los cultivos, con el trabajo del suelo se controla su humedad y su temperatura, a la vez que se pueden incorporar los fertilizantes y los restos vegetales.



Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas

- ❑ **Objetivos del trabajo del suelo:**
 - Control de la maleza
 - Mantenimiento de la densidad aparente
- ❑ Pérdida de la estructura del suelo por un laboreo inapropiado
- ❑ Formación de costra superficial: “nace peor”
- ❑ **Para planificar el trabajo del suelo se deben de tener en cuenta:**
 - Los factores agroclimáticos
 - Los costes de producción
 - Las rotaciones de cultivos

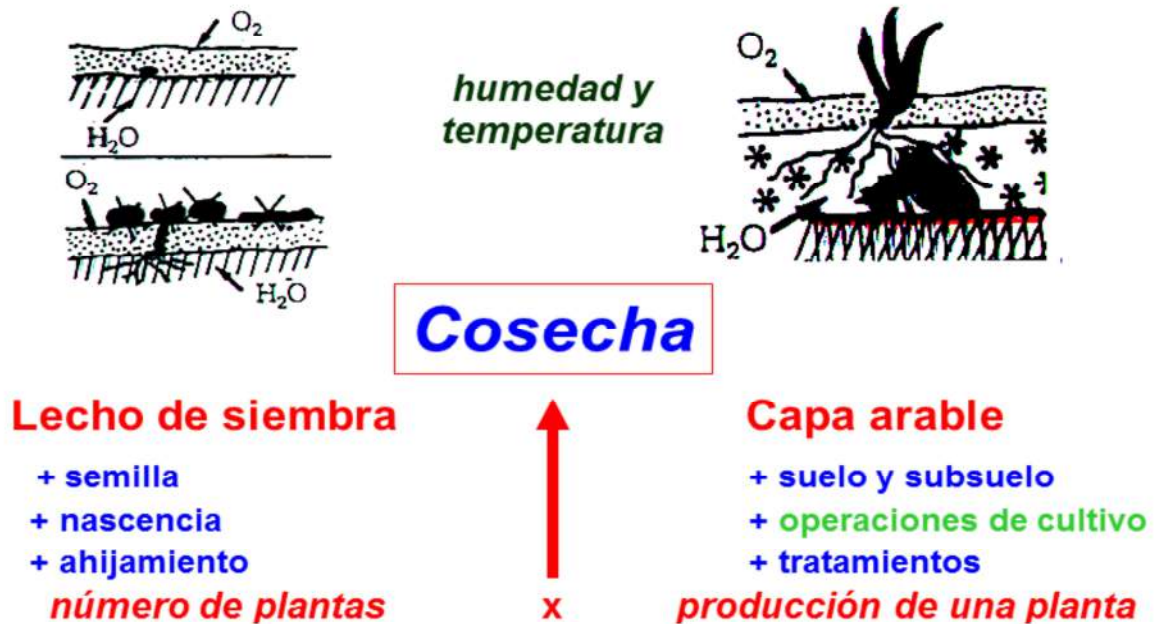


El trabajo del suelo en todas sus etapas debe hacerse sin perder de vista el objetivo final de producción y conservación del suelo.

En los suelos con mala estructura se producen costras superficiales que dificultan la nascencia.



Laboreo del suelo + siembra

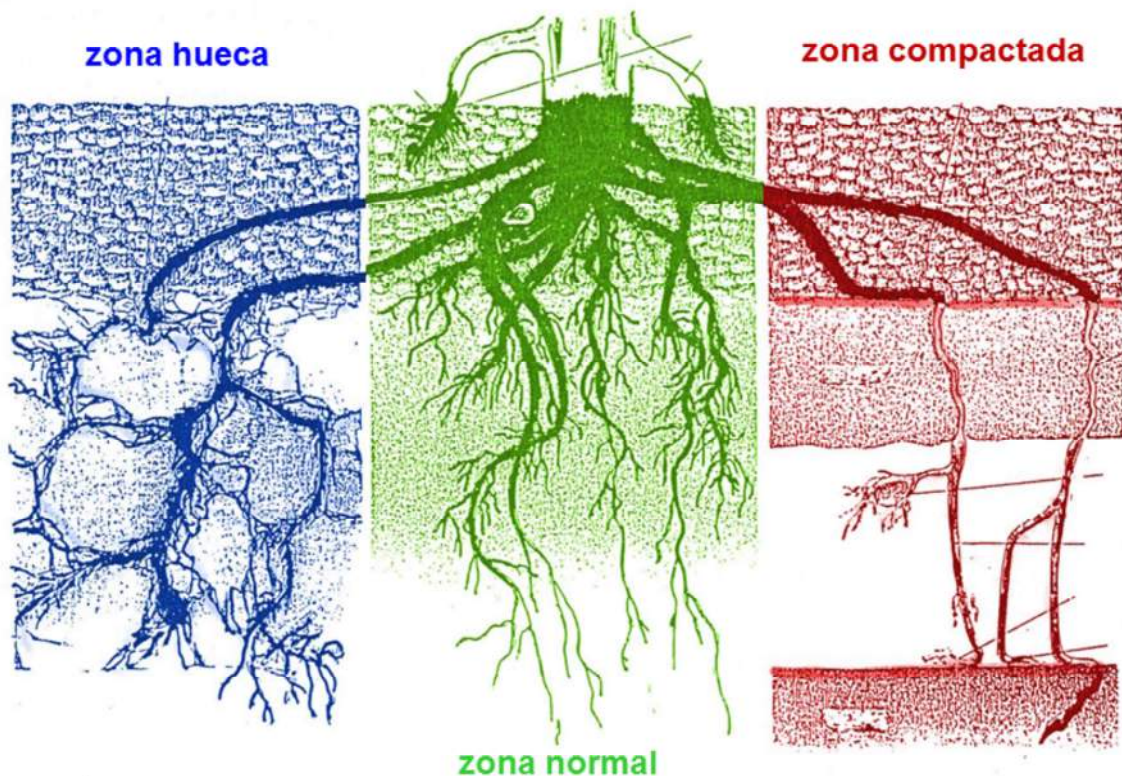


Para obtener la mayor cosecha se necesita que el número de plantas por hectárea sea adecuado, a la vez que cada planta alcance el mayor potencial para las condiciones de clima y suelo. Para conseguir suficiente cantidad de plantas se necesita semilla adecuada y preparar un lecho de siembra que favorezca su germinación y nascencia. El laboreo secundario se encarga de la preparación del lecho de siembra.

El desarrollo de las plantas está afectado por la capa arable del suelo donde se desarrollan sus raíces. El laboreo primario se encarga de preparar el perfil de suelo explorado por las raíces.



Comportamiento del sistema radicular en función de la estructura del suelo



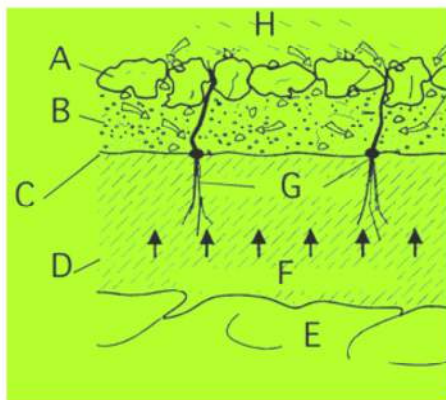
Para conseguir un buen desarrollo radicular se necesita que el suelo no se encuentre compactado. Conviene que la densidad aparente del suelo aumente ligeramente con la profundidad para que las plantas agarren mejor.

En suelos con huecos las raíces tienden a crecer por las zonas menos densas del suelo, y dejan sin explorar las compactadas, con lo que se reduce el volumen del suelo aprovechado por el cultivo.

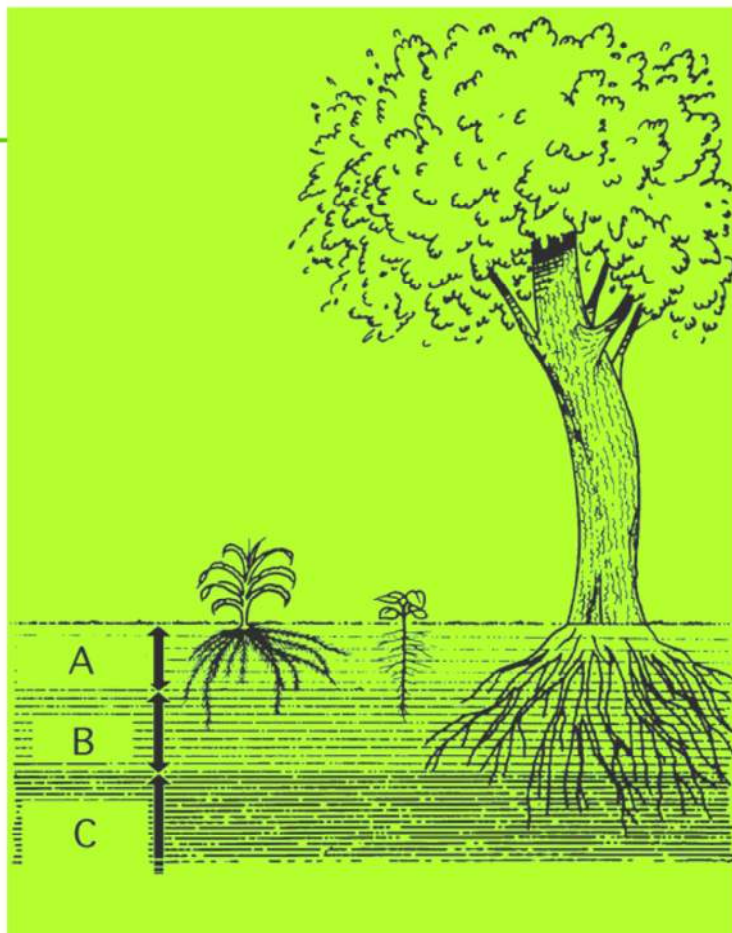
Los suelos con capas compactadas impiden el normal desarrollo de las raíces del cultivo.



Diferencias en el desarrollo radicular



lecho de siembra



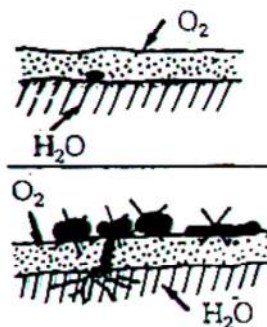
La profundidad de intervención debe estar relacionada con el desarrollo potencial de las raíces del cultivo considerado.

La profundidad del lecho de siembra está condicionada por el tamaño de las semillas.



Nascencia y germinación de la semilla

- ❑ **Formación del lecho de siembra:**
 - Laboreo secundario
 - Bota de siembra
- ❑ Dificultad para trabajar con residuo superficial
- ❑ Tránsito de las máquinas (suelo nivelado)
- ❑ **Siembra directa:**
 - superficie nivelada
 - en un suelo fisurado en profundidad

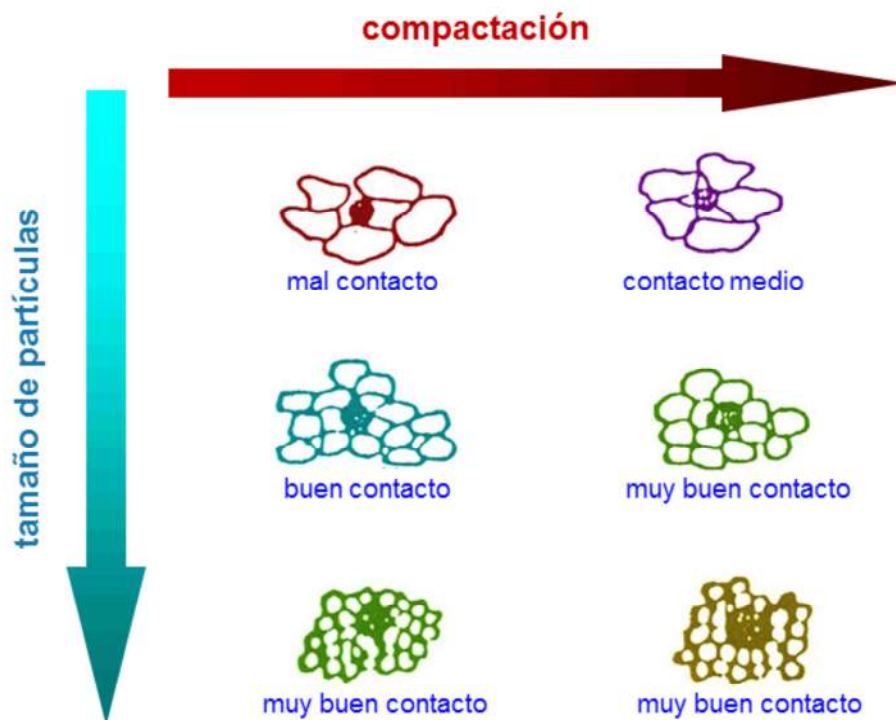


El laboreo secundario y las botas de las sembradoras se encargan de preparar el lecho de siembra. En el mismo se necesita una capa asentada donde se sitúa la semilla, tierra fina para favorecer el contacto semilla-suelo (la humedad del suelo pasa mejor a la semilla) y una superficie aterronada que facilite la nascencia sin que se llegue a producir una costra superficial.

Si se realiza la siembra directa la superficie del suelo debe estar nivelada y el suelo fisurado en profundidad para que puedan desarrollarse las raíces.



Calidad del lecho de siembra



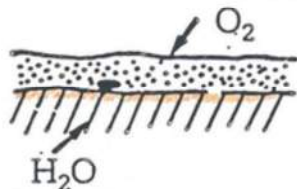
La llegada de la humedad del suelo a las semillas para que germinen se favorece rodeando la semilla de tierra fina y aumentando la presión del suelo sobre la semilla.

La primera opción es preferible. En semillas muy pequeñas la preparación de un lecho de siembra apropiado es imprescindible para asegurar la germinación y nascencia.



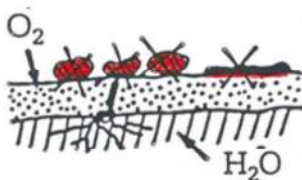
Necesidades de la planta

Germinación



- agua
- aire
- temperatura de germinación

Nascencia



- agua
- aire
- temperatura de vegetación

Enraizamiento



- agua
- aire
- temperatura de vegetación
- nutrientes

Se necesita un perfil de suelo diferencial, ya que las necesidades de la planta no son homogéneas en las diferentes etapas de su desarrollo.



Nivel de intensidad en el trabajo del suelo

	Energía mecánica	Residuo superficial
Laboreo tradicional	***	*
Laboreo reducido	**	**
Siembra directa	*	***

Laboreo de conservación (con residuo): >30% al sembrar

La labranza tradicional exige mayor consumo de energía para el conjunto de las labores. Este consumo energético se minimiza con la siembra directa.

Por otra parte, el laboreo tradicional con volteo del suelo (arada) incorpora los residuos al suelo para conseguir su descomposición anaerobia, dejando el suelo desnudo, lo que favorece la erosión hídrica y eólica. Con la siembra directa casi todos los residuos quedan en la superficie.

Se considera que se realiza “laboreo de conservación” con residuo superficial cuando permanece el 30% del residuo en la superficie en el momento en que se implanta el cultivo que sigue en la rotación.



Tipo de labranza recomendada

Suelo compactado en profundidad	Suelo fisurado en profundidad	
	Superficie nivelada	Superficie irregular
Laboreo primario + laboreo secundario + sembradora	Siembra directa (tipo de sembradora)	Laboreo secundario + sembradora

Para poder hacer siembra directa se necesita un suelo nivelado en la superficie y fisurado en profundidad. La sembradora se encarga de preparar el lecho de siembra, pero nunca modifica el perfil del suelo en el que se desarrolla el cultivo.

Si el suelo está compactado en profundidad es imprescindible el laboreo primario del suelo.

En un suelo con superficie irregular se necesita un laboreo secundario complementario de la acción de la bota de la sembradora.