

Manejo de suelos y preparación del terreno para el cultivo de ajo en áreas bajo riego de Mendoza

Burba, J.L; Lopez, A.M. y Lipinski, V.M.

Estación Experimental Agropecuaria La Consulta
2020



Manejo de suelos y preparación del terreno para el cultivo de ajo en áreas bajo riego de Mendoza

BURBA, J.L. LOPEZ, A.M. Y LIPINSKI, V.M.

Fundamentos

Como algún sabio dijo: ***"La tierra no la heredamos de nuestros abuelos, sino que se la pedimos prestada a nuestros nietos"***.

La primera regla de la producción agrícola, para mantener la fertilidad de los suelos, consiste en reponer todos aquellos nutrientes que la producción agrícola extrae año a año. Luego bajar y controlar todos aquellos elementos tóxicos, para la planta, y tercero que las labranzas no alteren o destruyan la estructura natural del suelo. La producción agrícola dista mucho de la minería, cualquier extracción o pérdida de nutrientes del suelo, que no sea repuesta, se asimila más a esta última.

Generalmente el dueño de la tierra la usa como bien comercial, tal como si alquilara un departamento, es decir la cesión de derechos de uso solo especifica un monto de dinero o porcentaje de la producción y una fecha de finalización, pero no incluye requisitos de cuidados, y estado de la entrega. El inquilino por su parte no realiza demasiadas mejoras porque ese bien no le es propio y seguramente en el corto plazo, a lo sumo 2 o 3 años, no la usará más.

Los suelos de esta región se erosionan fundamentalmente por los vientos, sin embargo, cientos de hectáreas pasan buena parte de tiempo "desnudas" debido a la falta de inversión, realizando medidas que la eviten, como son las labranzas conservacionistas y el manejo de rastrojos. El mantenimiento no es un gasto, es una inversión

Forman parte del manejo de suelos:

- El aporte de materia orgánica (estercoladuras o "enguanados")
- La conservación de la fertilidad (reposición de nutrientes)
- La conservación de la materia orgánica (abonos verdes)
- El manejo de rastrojos (coberturas muertas de residuos y malezas)
- La elección de la maquinaria adecuada y su uso adecuado
- La oportunidad de laboreo
- Las rotaciones y secuencias de cultivos

En este texto solo se hará hincapié en la relación íntima entre suelo, clima, funcionamiento del tractor y maquinaria. No se hace referencia a todos estos puntos ya que han sido desarrollados por extenso en otros documentos de esta colección. Por ello se sugiere la lectura de:

BURBA, J.L.; LOPEZ, A.M.; LIPINSKI, V.M. (2020). **Importancia de conocer la "historia" de los lotes para el cultivo de ajo en la Región Andina Central de Argentina.** Estación Experimental Agropecuaria La Consulta. Ediciones INTA. Documentos Proyecto Ajo/INTA 136, 9 p.

BURBA, J.L.; LIPINSKI, V.M. y.; LOPEZ, A.M. (2020). **Manejo de estiércol y compostaje, para el cultivo de ajo en Cuyo (Argentina).** Estación Experimental Agropecuaria La Consulta. Ediciones INTA. Documentos Proyecto Ajo/INTA 138, 12 p.

Preparación del suelo

Las labranzas de preparación del suelo para el cultivo de ajo tienen mucha importancia junto con el conocimiento del historial del lote, dado que una labor bien ejecutada y oportuna, se transforman en un beneficio para el establecimiento del cultivo.

Por otro lado, una labor apresurada, repetitiva en el tiempo o mal ejecutada, proporciona un ambiente negativo, tanto para el cultivo como para el suelo.

Debe destacarse la importancia de la macro nivelación de las áreas bajo riego, y por lo tanto la maquinaria y oportunidad con que esta se realiza, que en este documento no serán tratadas.

El objetivo de la preparación del suelo es construir una cama de plantación con un suelo mullido, aireado y enriquecido con la incorporación de la materia orgánica.

De esta forma se favorece la brotación del diente "semilla", el arraigamiento de la planta, la retención de agua, la actividad microbiológica y los cambios químicos que se producen en la temporada de cultivo. Por otra parte, se busca disminuir o destruir la población de malezas y plagas perjudiciales para el cultivo.

- **Labranza primaria**

Estas labores tienen como objetivo ejercer una acción física-mecánica aplicada sobre el suelo para rotarlo y removerlo. Los implementos o equipos que se utilizan para esta tarea pueden ser: arado de vertedera, arado de discos, arado de cincel y arado subsolador. Las araduras, en función de la profundidad de trabajo pueden ser "de desfonde" (más de 30 cm), profundas (entre 15 y 25 cm) y medias (entre 10 y 15 cm).

Cada uno cumple funciones diferentes y no pueden ser utilizados indistintamente:

- ✓ **Arado de vertedera:** Rotura e invierte el prisma del suelo de manera uniforme, entierra las malezas, pero remueve el banco de semillas hacia la superficie, puede formar "pisos" impermeables, particularmente en suelos arcillosos, y deja el suelo "desnudo" favoreciendo la erosión por el viento. Pueden trabajar hasta 25 cm de profundidad según el modelo.
- ✓ **Arado de discos:** Rotura e invierte el prisma del suelo de manera desuniforme, entierra las malezas, pero remueve el banco de semillas hacia la superficie. Tiene menores posibilidades de formar "pisos" impermeables, y deja el suelo "desnudo", favoreciendo la erosión por el viento. Pueden trabajar hasta 20 cm de profundidad según el modelo.

- ✓ **Arado de cincel:** Rotura, pero no invierten el prisma del suelo, solo lo remueve, no deja "pisos" impermeables (los puede romper si existen en superficie), no mueve el banco de semillas hacia la superficie y deja el suelo "cubierto" frente a la erosión. Pueden trabajar hasta 40 cm de profundidad según modelo
- ✓ **Arado subsolador:** Este implemento se utiliza **solo** para descompactar un estrato del suelo que se ha sellado ("caliche", "tosca", piso de arado, capas arcillosas profundas), impidiendo un buen drenaje del agua y la libre circulación del aire. Rotura, el prisma del suelo, quebrando en profundidad capas impermeables. Deja el suelo "cubierto" frente a la erosión. Pueden trabajar hasta 70 cm de profundidad según modelo.

Se deben tomar algunas precauciones en las araduras como:

- Evitar la destrucción de la estructura de los suelos por excesiva roturación del perfil arable.
- Evitar la formación de capas compactas en profundidad por elección y/o uso incorrecto de los implementos o realizar la operación con suelos excesivamente húmedos.
- Evitar roturaciones medias y profundas innecesarias según la textura del suelo y el estado de la superficie a labrar
- Efectuar labranzas fuera de la época y estado de suelo adecuado

- **Labranza secundaria**

Estas labores comprenden todas las operaciones superficiales aplicadas al suelo y que se ubican con una profundidad de trabajo inferior a 10 cm. Se realizan después de la aradura, antes de la plantación. Las herramientas disgregan los terrones, controlan malezas y pueden corregir micro desniveles del suelo para formar una cama de plantación uniforme y mullida.

Se realiza con rastras de varios tipos y se pueden complementar con rolos desterronadores.

- **Rastra de discos excéntricas:** Corta, desmenuza y remueve la capa superficial de suelos entre 10 y 18 cm de profundidad. Pica y entierra parcialmente rastrojos, e incorpora estiércol y fertilizantes
- **Rastra de discos de doble acción:** Refina el suelo luego de las labranzas primarias y logra buena terminación de la cama de plantación. Corta y desmenuza rastrojos y los mezcla con la capa superficial de suelo hasta 10 cm.
- **Rastra rotativa:** Permite realizar tareas superficiales de desterronamiento y descortezados hasta 5 cm de profundidad.

- **Rastra de dientes:** Desterrona, empareja y mulle la cama de plantación y rompe costras superficiales hasta 7 cm. Una variante de esta, con dientes curvos (denominada vulgarmente "chipiquera"), permite arrancar y arrastrar rastros superficiales hasta 7 cm.
- **Rolo desterronador:** Compacta el lecho de plantación, destruyendo terrones, rompiendo la capilaridad, y protegiendo los suelos secos de eventuales voladuras por vientos.

Opciones de laboreo

El criterio para realizar estas actividades depende de factores como: textura del suelo (arenoso, limoso o arcilloso), humedad y grado de compactación del mismo, pendiente del terreno, rastrojo existente y época de laboreo.

Se estima que el momento que presenta las condiciones óptimas de trabajo se obtienen cuando no hay excesivo volumen de rastrojos, el contenido de humedad del suelo es suficiente para permitir el desplazamiento de las partículas del suelo sin que estas pierdan su adherencia entre ellas (suelo friable) y esta condición generalmente coincide con el mínimo de adherencia del suelo a los implementos utilizados.

Los lotes destinados al cultivo de ajo deben seleccionarse a fines de primavera (fines de noviembre, principios de diciembre), de esa manera es posible conocer la existencia de ciertas malezas de difícil control, manchas salinas, desniveles pronunciados, cultivo antecesor y cualquier otro factor que puede interferir en el buen desarrollo del cultivo.

Es común observar problemas si el lote elegido está precedido de cultivos como maíz y girasol, en los que utilizan herbicidas del grupo de las atrazinas, las que generan fitotoxicidad residual en el cultivo de ajo. De igual forma en cultivos de tomate cuando se utiliza Halosulfuron, para control de "tamascán", sus residuos generan fitotoxicidad en el ajo, al menos por un ciclo.

La roturación temprana permite: la descomposición de estiércol no compostado; mejorar la fertilidad (ya que entierra rastrojos de raíces profundas); acumular agua en el perfil y mejorar las condiciones físicas (aireación), del suelo labrado.

Independientemente de las labranzas primarias "normales", es posible que, antes de estas, debamos corregir algunos defectos estructurales de los suelos:

- Si los suelos manifiestan una compactación generalizada del perfil de exploración de raíces y tienen textura fina, la labranza deberá realizarse preferentemente con cincel. Debe recordarse que para un trabajo adecuado del cincel, entre otras cosas, la velocidad debe ser entre 6 a 8 km/h., para lograr una "implosión" del perfil.
- Si los suelos manifiestan capas de fina textura y muy compactas y baja permeabilidad ("tosca" o "caliche"), se deberá utilizar arado de cincel o subsolador en función de la profundidad de las mismas. Sobre todo en casos de suelos salinos o levemente salinos

- Si los suelos presentan capas compactas por el "piso de arado" (efecto de labrar siempre a la misma profundidad con arados de rejas), se deberá utilizar arado de cincel. El "piso" de arado genera un sellamiento sub-superficial del suelo a una profundidad determinada que impide la colonización de las raíces en profundidad y el movimiento libre de agua y aire dentro del perfil.

Para evitar la degradación, pérdida y transporte de materiales que conforman un suelo por medio de diferentes agentes (agua, viento, nieve, temperatura), se deben tomar medidas:

- evitar la quema de rastrojos sobre el suelo cultivado porque esta práctica elimina parte de los microorganismos que ayudan a la descomposición de la materia verde y también contribuye a bajar el contenido de materia orgánica
- evitar dejar el suelo sin cobertura vegetal por mucho tiempo
- evitar riegos cuya volumen supere la capacidad de infiltración del suelo en cuestión
- evitar orientaciones en favor de suelos con grandes pendientes.
- evitar nivelaciones que requieran movimientos de suelo de más de 15 cm.

Oportunidad de laboreo

- **Manejo de rastrojos**

Se entiende como rastrojos a los residuos vegetales ya cosechados, ya sean cultivos, malezas o abonos verdes. Los rastrojos, lejos de ser un problema, constituyen un aliado de la agricultura sustentable, el manejo de ellos requiere de cuidados adecuados para un buen aprovechamiento.

La distribución de esos residuos presentes antes de iniciar la preparación del terreno para el cultivo de ajo, y el tránsito en los lotes durante la cosecha son dos aspectos a tener en cuenta para prepararnos para la próxima plantación.

Es por ello, que se tiene que prestar mucha atención al cultivo precedente, no solamente desde el punto de vista del volumen que dejan esos rastrojos, sino también por la distribución de esos residuos en el terreno.

No todos los rastrojos tienen la misma distribución y es importante desparramarlos en el lote antes de comenzar con la labranza primaria.

Por lo general, cuando se trata de rastrojos de malezas, se utiliza la rastra de discos, y si el volumen a enterrar es muy abundante, la herramienta no corta lo suficiente y la demora de la descomposición será importante. En estos casos la herramienta más aconsejada es la desmalezadora rotativa que troza los restos vegetales y los distribuye en el terreno.

La altura de corte depende del tiempo en que ese terreno quedará "en espera", siendo tanto más alto cuando más tiempo quedará desparramado en el terreno.

Esta situación genera lo que se denomina "barbecho cubierto", el que es útil para evitar voladuras de suelos y secado del rastrojo verde.

Es común en la zona, arrastrar los rastrojos secos con rastras "chipiqueras", y sacarlos del lote o acordonarlos y quemarlos, cuando en realidad lo que se debe hacer es distribuirlo lo más uniformemente posible para luego incorporarlos, y "trabajarlos" con tiempo para una perfecta descomposición.

Cuando se trate de malezas como sorgo de Alepo ("cañota"), y "chipica" que hay que darles tratamientos diferenciales y no dejarlos semillar ni multiplicar por sus órganos subterráneos.

Del buen barbecho depende en gran medida:

- La buena infiltración de eventuales lluvias posteriores.
- La disminución de impactos de las gotas de lluvia sobre el suelo.
- El aumento de la retención de humedad en el suelo.
- Evitar la acción directa del sol sobre el mismo.
- Retardar o evitar nacimiento de malezas.
- La disminución de la temperatura superficial en verano
- Evitar la acción erosiva del viento en primaveras secas
- Mejorar el ambiente de la micro fauna del suelo.
- Retener mayor cantidad de humedad, por más tiempo.

Los rastrojos de malezas y abonos verdes constan de dos partes: una que queda prendida al suelo (tallos de las plantas y sus raíces), las que se descomponen e incorporan lentamente, o bien quedan en pie hasta la próxima plantación y la parte aérea que es cortada y triturada por la desmalezadora rotativa.

- **Compactación por tránsito de vehículos**

El otro aspecto a tener en cuenta en el manejo del suelo previo a la plantación es el de la compactación del suelo durante cosecha, por el tránsito de vehículos en un lote.

La compactación aumenta la densidad del suelo, en el lugar donde se produce, ya que reduce el volumen del suelo en ese lugar.

Al reducirse el volumen, los espacios de aire y otros llenos de agua, se alteran, y también se alteran otras propiedades físico - químicas del suelo y comienzan a notarse cultivos cloróticos (amarillentos) mal crecimiento, defectuoso desarrollo de raíces, síntomas de sequía, antes que en otros sectores del lote, y un sinnúmero de problemas más.

Al lote lo transitan en cosecha, infinidad de vehículos: las arrancadoras / cosechadoras, los carros o acoplados, tractores, camionetas y en algunos casos camiones y acoplados.

El efecto sobre el suelo y sus propiedades físicas es muy notorio cuando hay un exceso de tránsito vehicular en los lotes.

La solución en estos casos es elegir cubiertas de gran ancho de flotación, de carcasa radial con menor presión en el neumático y circular el terreno con poca humedad.

Siempre hay compactación, pero es posible minimizar el efecto, situación poco común en la mayoría de los transportes utilizados en la región.

Para minimizar patinaje y compactación de suelos, se recomienda para tractores con cubiertas "comunes" (diagonales), una presión de cubiertas traseras entre 14 y 16 lb/pulgada² para trabajos de esfuerzos (arado, rastra), y 30 lb/pulgada² para traslado en plano por callejones compactados. Los neumáticos delanteros deberán tener una presión de 30 a 32 lb/pulgada².

- **Selección de los equipos**

La decisión de cual implemento agrícola se requiere utilizar para la preparación de suelo, depende de la disponibilidad existente en el predio, la potencia requerida por el tractor según el implemento a utilizar, la posible adaptación de un implemento al objetivo perseguido, la oferta de prestadores de servicios en maquinaria, como de la capacidad de inversión del agricultor y el soporte de rentabilidad que presente el cultivo.

Un parque de maquinaria equilibrado para la **labranza primaria y secundaria** estaría compuesto por unidades tractoras con potencia suficiente (no holgada), para la herramienta a utilizar:

- Tractor
- Arado de discos
- Arado cincel
- Subsolador (opcional)
- Rastra de disco de doble acción
- Rastra de dientes, rotativa y/o rolo desterronador
- Desmalezadora rotativa
- Distribuidora de estiércol (enguanadora)
- Cuchilla niveladora ("niveleta")
- Bordeador / Zanjador (opcional)

Para mantener un eficaz relación entre el implemento y la potencia requerida por el tractor, podemos utilizar de la guía las Figura 1 para pequeñas máquinas (menos de 1.000 kg) y la Figura 2 para maquinaria pesada.

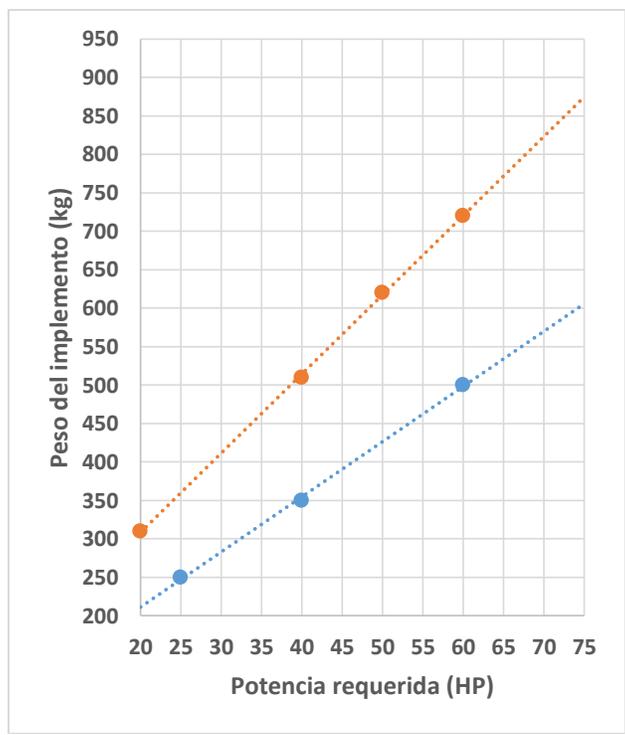


Figura 1 - Rangos de peso de implementos "livianos" y potencia requerida en el tractor

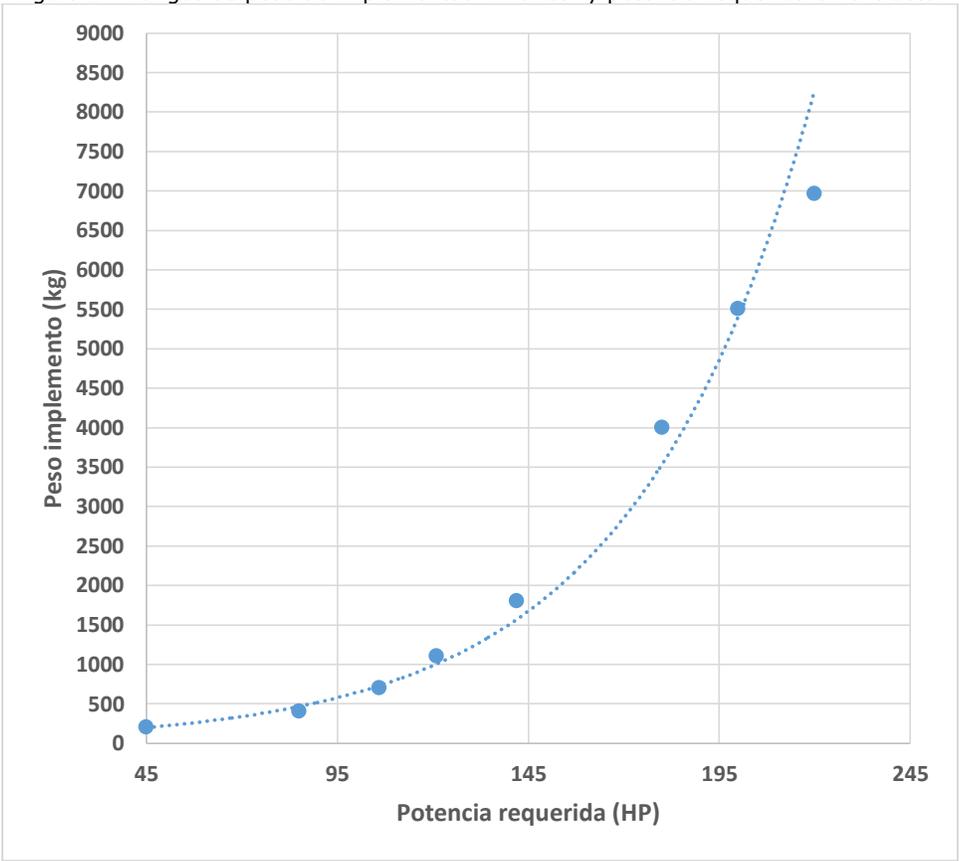


Figura 2 - Relación de peso de implementos "pesados" y potencia requerida en el tractor

El estado general del suelo (rastrosos verdes abundantes, rastrosos secos escasos), y la textura del suelo dan lugar a diferentes variantes en la elección de la tarea a realizar y el tipo de herramienta a utilizar, como muestra el Cuadro 1.

Cuadro 1 – Labranza, implemento y secuencia en función del estado del lote y la textura

Estado del suelo	Textura		
	Fina (arcillosa o franco arcillosa)	Media (franco)	Gruesa (franco arenosa o arenosa)
Abono verde, vegetación espontánea o rastrojo abundante	Picar rastrojo con desmalezadora rotativa Arar con discos o rejas Rastrear con discos		
Rastrojo, vegetación espontánea escaso o suelo limpio	Caso 1	Arar con cincel Rastrear con rastra de discos de doble acción	Rastrear con rastra de discos de doble acción
	Caso 2	Arar con discos o rejas Rastrear con discos	Rastrear con discos

Capacidad operativa de máquinas y herramientas

Los tiempos de labranza son por lo general más cortos o más largos que lo deseado, depende de la urgencia del trabajo y la falta de conocimiento de lo que se denomina CO (Capacidad Operativa).

La **Capacidad Operativa** de una herramienta, también llamada Capacidad de Trabajo Efectiva, es la cantidad de hectáreas que ese equipo (tractor + herramienta), puede realizar por hora (ha/hora), y que para calcularla es necesario conocer:

- i. **Ancho real (o efectivo), de trabajo:** es el ancho teórico de trabajo de la herramienta expresado en metros (m), ajustado por un coeficiente de superposición de laboreo que oscila entre 1 % (coeficiente 0,99), y 10 % (coeficiente 0,90).

Por ejemplo una desmalezadora rotativa prácticamente no tiene superposición, y por lo tanto su coeficiente es 0,99, mientras que una rastra excéntrica puede superponerse entre pasada y pasada un 10 % (coeficiente 0,90).

- ii. **Velocidad real de trabajo:** es la relación entre espacio y tiempo recorrido, medido en kilómetros por hora (km/h), y está dado por el velocímetro del tractor, ajustada por un coeficiente de patinaje de las ruedas motrices que depende de las condiciones del suelo y la potencia del tractor.

El porcentaje ideal de patinaje es de 10-15% para tractores con tracción sencilla, y de 8-12% para los tractores equipados con mando y tracción también en las ruedas delanteras.

iii. Tiempo efectivo de trabajo (TET): es un coeficiente de ajuste que considera las "pérdidas de tiempo" por giros en las cabeceras, carga de combustible, semillas, agroquímicos, reparaciones o ajustes y correcciones de la regulación.

Este coeficiente varía de 0,6 (40 % del tiempo perdido), para pulverizadoras o fertilizadoras hasta 0,9 (10 % de tiempo perdido), para desmalezadoras rotativas. Rastras y arados varían entre 0,80 y 0,85.

Disponiendo de estos tres datos se está en condiciones de calcular la Capacidad Operativa, de determinado equipo, expresada en ha/h, mediante la fórmula:

$$CO = \text{Ancho de trabajo real (m)} * \text{Velocidad real de trabajo (km/h)} * 0,1 * \text{Tiempo efectivo de trabajo}$$

Algunos ejemplos se pueden observar en el Cuadro 2, donde también se considera el Tiempo Operativo, expresado en horas por hectárea (h/ha).

Esta información calculada y ajustada a cada una de las condiciones de trabajo de una finca, permitirá tomar mejores decisiones y ahorro en los costos y gastos de producción.

Cuadro 2 - Cálculo de la Capacidad Operativa de herramientas

Herramienta	Ancho de trabajo (m)	Velocidad (km/h)	Coef. Conversión	Coef. de tiempo efectivo	Capacidad operativa (ha/h)	Tiempo operativo h/ha
Desmalezadora rotativa L3P	1,60	8	0,1	0,90	1,2	0,87
Arado de cincel 5 púas	1,50	5	0,1	0,80	0,6	1,67
Arado 5 discos 28"	1,25	6	0,1	0,85	0,6	1,57
Rastra doble acción 20 discos 22"	1,80	7	0,1	0,85	1,1	0,93
Rastra dientes 5 cuerpos x 1 m	5,00	9	0,1	0,80	3,6	0,28

Clima, suelo y maquinaria

Preparar el suelo para una nueva plantación no es una decisión sencilla. Varios son los factores que participan para ordenar una secuencia correcta de operaciones.

Debe tenerse en cuenta desde las características de la maquinaria a utilizar en función del estado de suelo y sub suelo, hasta el momento calendario de ordenar su ejecución, pasando por la presión de los neumáticos de las ruedas tractoras en función de la humedad del suelo y de la necesidad de tracción.

La Figura 3 muestra el termo pluviograma de San Carlos, en el cual se puede ver que las mejores oportunidades para utilizar arados de cincel y subsoladores son los meses de agosto y setiembre, encontrando un suelo seco que asegure el buen funcionamiento de estas herramientas, preparando el suelo para recibir precipitaciones de octubre, noviembre y diciembre.

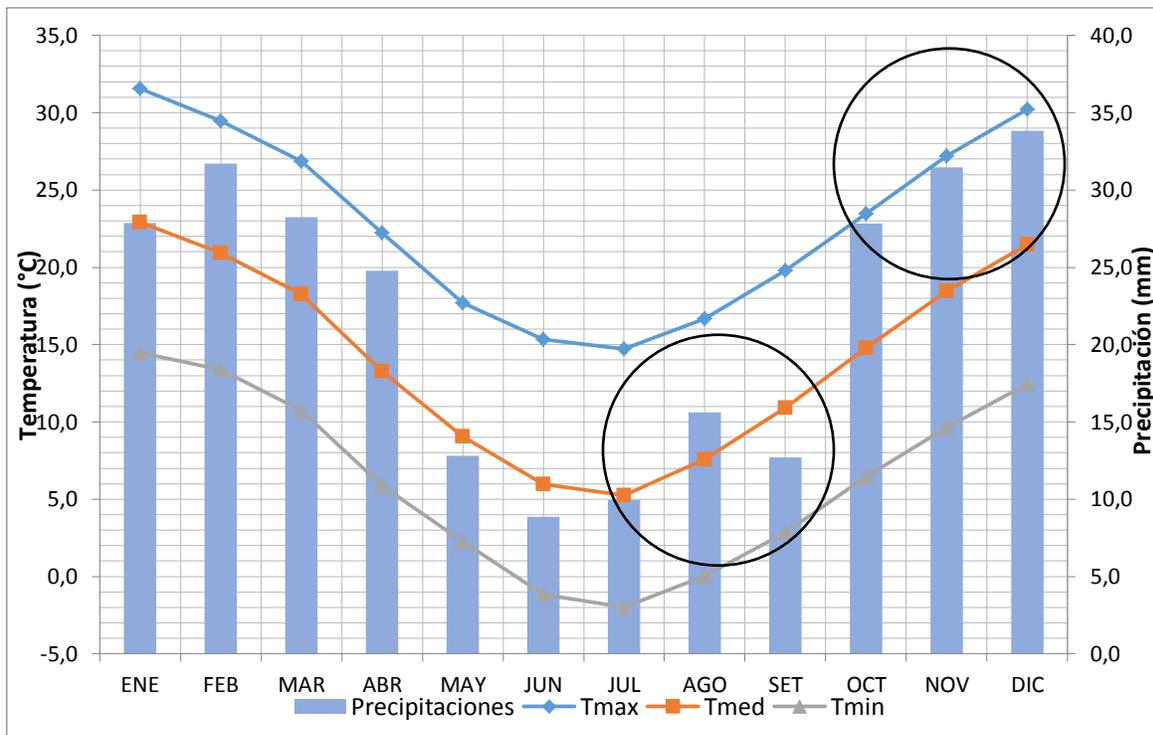


Figura 3 - Termo pluviograma de San Carlos (Mendoza)

El viento "fuerte" en Mendoza (responsable de "voladuras" de campos "desnudos"), dura 7 meses, desde principios de setiembre a principios de abril, con velocidad promedio de 12 km/h, siendo las mayores velocidades a fines de noviembre (Figura 4)

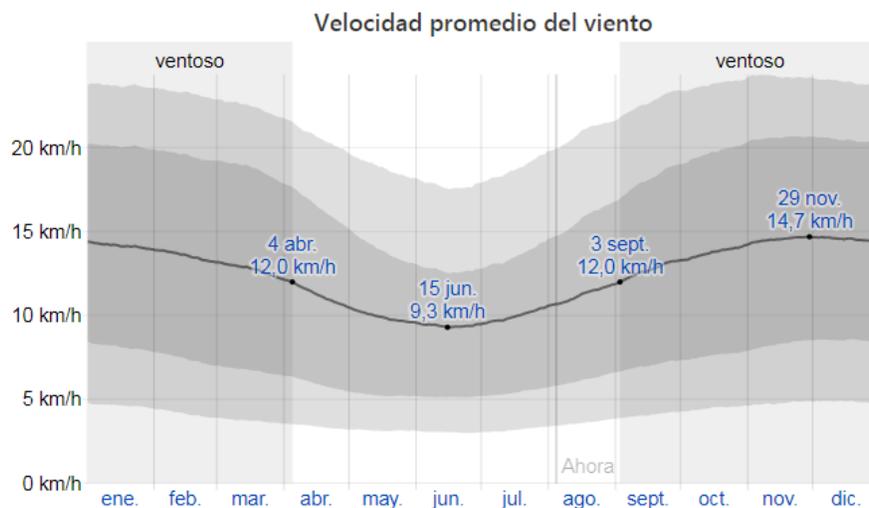


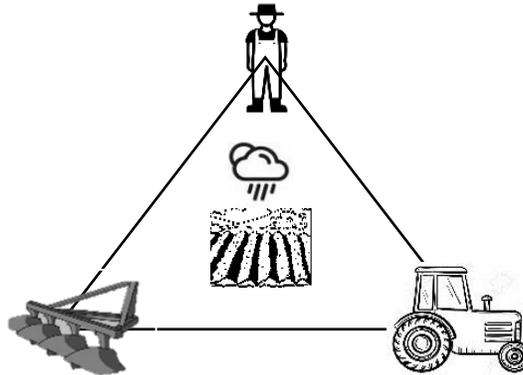
Figura 4 - Distribución mensual de viento en Mendoza

Teniendo esto en cuenta, el suelo de los lotes elegidos para la plantación del año próximo deben estar protegidos por coberturas verdes, barbechos cubiertos o semi cubiertos.

El uso de arado cincel en la época más seca del año, contribuirá con una preparación correcta del suelo, sin riesgos de "voladuras".

La trilogía: tractorista – tractor – implemento

Este triángulo debe inscribirse dentro de un ambiente conservacionista del suelo, de máxima eficiencia y de bajo costo. Si una de las partes trabaja mal, el resto también trabajará mal.



Si el tractorista trabaja cómodo, sin hacer grandes esfuerzos con el volante, todo anda bien, sin embargo cuando el tractor "cabecea" o tiende a desviarse, o hay exceso de patinaje en las ruedas traseras hay algo que se debe corregir. ¿Más lastre delantero? ¿Más lastre trasero? ¿Diferente presión de neumáticos?

Es común escuchar la orden "*enganchá y andá*", y el tractorista hace eso. Engancha y va, sin embargo no siempre está garantizado el buen uso de las máquinas y de las herramientas.

La mayoría de las veces sobran o faltan HP en los tractores para las herramientas que llevan, muchas veces trabajan a velocidades inconvenientes para garantizar buenos resultados, y varias otras arrastran herramientas que no han sido correctamente reguladas, y con presiones de neumáticos incorrectas para el trabajo que debe realizar.

En algunas oportunidades es posible ver disminución de la potencia de los tractores como consecuencia del patinaje, la falta de lastre, la presión de los neumáticos, o el estado de humedad del suelo.

Es frecuente ver tractores que "se levantan" del tren delantero por falta de contrapesos delanteros, dejando como consecuencias líneas torcidas y con diferentes profundidades de plantación, o "chanchos" (errores de alineación), sin labrar.

También es frecuente la falta de lastre en ruedas traseras cuando es necesario aumentar la tracción y evitar el patinaje.

Es muy importante medir el patinaje ya que el mismo hace disminuir la velocidad de avance del tractor, con lo que se reduce la potencia disponible en la barra de tiro o en el sistema de enganche de tres puntos del tractor.

Para determinar el patinaje, se hace una marca en la rueda motriz del tractor y se mide la distancia que esta avanza en 5 revoluciones sin carga (A), y luego se mide con la herramienta trabajando la distancia que el tractor avanza con el mismo número de revoluciones (B) con la herramienta.

De esta manera el porcentaje de patinaje de la rueda será igual a: $(A - B) / A * 100$. En el Cuadro 3 se sugieren acciones correctivas en función del patinaje de las ruedas.

Cuadro 3 - Patinaje de ruedas y acciones recomendadas

Patinaje (%)	Acción recomendada
0	Retiro de lastre
5	
10	Lastre correcto
15	
20	Adición de lastre
25	
30	

También el trabajo será deficiente en el uso de una pulverizadora si las condiciones ambientales (HR y temperatura), no son las adecuadas.

Cuando se requiere una pulverizadora en la etapa de preparación del terreno (por ejemplo para aplicar herbicidas totales sobre rastrojos), no solo es necesario que el tándem tractor-pulverizadora sea el adecuado, y que la bomba y los picos funcionen correctamente, sino también tener en cuenta las condiciones ambientales de la operación.

El Cuadro 4 muestra los efectos de tomar decisiones equivocadas en cuanto al momento elegido para realizar la tarea.

Cuadro 4 – Efecto de las condiciones ambientales sobre las características de las gotas

Diámetro de gota (micrones)	Temperatura: 20 °C - HR: 80 %		Temperatura: 30 °C - HR: 50 %	
	Duración de la gota (segundos)	Distancia de caída	Duración de la gota (segundos)	Distancia de caída (cm)
10	0,56	0,9 cm	0,16	0,2 cm
50	14	50 cm	4	15 cm
100	57	8,5 m	16	2,4 m
200	227	136 m	65	39 m

En el mismo se puede ver, por ejemplo para gotas de 100 micrones el tiempo que dura una gota en el aire a 20 °C y 80 % de HR (57 segundos), y lo que dura a 30 °C y 50 % de HR (16 segundos).

El uso de los abonos verdes

Los abonos verdes, realizados entre cultivo y cultivo, ya sean de verano o de invierno, son extremadamente útiles para mantener los niveles de materia orgánica, reciclar nutrientes desde las capas profundas de la tierra arable o romper las cadenas de plagas y enfermedades.

Vamos a considerar 3 casos típicos:

- **Ajo - abono verde de verano - ajo** Ajo todos los años
- **Ajo - vegetación espontánea - ajo** Ajo todos los años
- **Ajo - abono verde de invierno - ajo** Ajo años de por medio

Los **abonos verdes de verano** (Cuadro 5), son muy recomendables ya que permiten tener cubierto el suelo durante el verano, controlar algunas malezas y aprovechar las lluvias de primavera y verano.

Una vez terminada la cosecha de ajo se puede sembrar sorgo forrajero, mijo o moha de Hungría en altas densidades bajo riego, cortapicando e incorporando cuando comienza la "encañazón", situación que ocurre antes de los 90 días.

Esta secuencia permite mantener el terreno cubierto durante el verano y volver al mismo lote con ajo al año siguiente.

Cuadro 5 - Sucesión ajo - abono verde de verano - ajo

Mes	E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
Quincena	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Ajos tempranos																								
Sorgo, Mijo o Moha																								
Ajos tardíos																								
Sorgo, Mijo o Moha																								

Tanto el mijo como la moha y el sorgo forrajero pueden producir mucho volumen en poco tiempo.

La **moha** (*Setaria italica*), rara vez supera el metro de altura. Sus tallos son finos con abundante cantidad de hojas, muy densa de color verde claro. El estado vegetativo produce buena cantidad de macollos, pudiendo enterrarse entre los 60 y 70 días desde siembra.

Requiere de suelos francos bien drenados, aunque admite estrés hídrico y de riegos en pre-siembra, macollaje y encañazón.

La época de siembra es noviembre-diciembre, utilizando una densidad entre 12-15 kg/ha en suelos arenosos y 25 kg/ha en suelos pesados a 3-4 cm, de profundidad. Se la siembra al voleo (con cajón alfalfero), o en líneas (con sembradora de granos finos), a distancias entre 15-17,5 y 30 cm.

Las variedades más difundidas obtenidas en INTA Pergamino son Carapé INTA y Yaguané INTA.

El **mijo** (*Panicum miliaceum*), puede superar el metro. Es rústico, porque puede cultivarse en suelos poco fértiles y con sales. Es muy precoz y produce una importante cantidad de forraje en un periodo corto de tiempo.

La época de siembra es entre noviembre-diciembre con una densidad de 15-20 kg/ha. El sistema de siembra más utilizado es en líneas (15-17,5 cm), con sembradora de granos finos.

Florece a los 45-50 días desde la siembra, por lo que hay que estar muy atentos al momento de cortapicar y enterrar, ya que si llega a florecer y formar granos invadirá al cultivo siguiente. Las variedades más difundidas son Trinidad INTA y Manfredi Xanaes INTA.

El **sorgo forrajero** (*Sorghum* spp) es una planta anual erecta de porte alto, de rápido crecimiento inicial, cubre y protege el suelo y controla bien las malezas. Produce una excelente masa vegetal por unidad de superficie y tasas de crecimiento elevadas. Soporta períodos prolongados de sequía. Para la germinación de la semilla el suelo debe tener 18-20°C. A temperaturas menores la semilla demora en germinar y es fácilmente atacada por los hongos. La época de siembra se puede realizar de octubre a diciembre.

Las variedades Cuyen INTA y Minú II INTA Peman producen gran cantidad de biomasa para enterrar antes de los 80 días.

Los **abonos verdes de vegetación espontánea** son menos recomendables ya que un lote que se "desocupa" del cultivo de ajo en noviembre y diciembre, no permiten tener muy bien cubierto el suelo durante el verano, y siempre existe el riesgo de que "semillen" las malezas, inclusive con poco aporte de biomasa ya que por lo general no se riegan.

Hay que tratar de aprovechar el nacimiento de vegetación espontánea (ayudada por algún riego), que protegerá el suelo desnudo durante el verano, aunque los volúmenes de masa verde a aportar son escasos (Cuadro 6).

Se trata de "forzar" el nacimiento de malezas de primavera verano del banco de semillas que tiene el suelo, y controlar mediante cortapicado o segado que las mismas no lleguen a florecer o formar semillas.

Cuadro 6 - Sucesión ajo – vegetación espontánea - ajo

Mes	E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
Quincena	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Ajos tempranos																								
Vegetación espontánea																								
Ajos tardíos																								
Vegetación espontánea																								

Las malezas que conforman el banco de semillas, prevalentes en el período primaveral (período octubre – febrero), son: Quinoa (*Chenopodium album*); Morenita (*Kochia; scoparia*); Cardo ruso (*Salsola kali*); Verdolaga (*Portulaca oleracea*); Bledo (*Amaranthus* sp); Figue (*Flaveria bidentis*) y Pasto de cuaresma (*Digitana sanguinalis*)

Entre las principales malezas de verano (período noviembre – marzo), son: Capin (*Echinochloa crusgalli*); Cola de zorro (*Setaria* sp); Tréboles (*Trifolium-Melilotus*); Pajilla (*Eragrostis* sp) y Amor seco (*Bidens pilosa*)

El aprovechamiento y buen manejo de estas malezas previo a la plantación de ajo, ayuda a al control de la mismas durante el cultivo.

Otro enfoque para el control de malezas en pre plantación es el uso de herbicidas totales como el glifosato, combinado con labranza mecánica. En un programa racional de uso de herbicidas, debería comenzarse en la etapa de pre plantación. Este desmalezado previo del lote con un control integrado mecánico y químico, es muy importante sobre todo en terrenos con un abundante banco de semillas.

Las recomendaciones para esta etapa son:

- Si hay malezas perennes, el momento oportuno para una aplicación de glifosato de máxima eficacia es prefloración;
- Si hay malezas anuales hay que esperar que haya nacido el máximo de individuos, aunque crezcan más allá de las 5 a 10 hojas verdaderas;
- Debe emplearse la dosis de glifosato recomendada para la maleza presente que requiera mayor dosis para su control;
- Las pasadas de rastras de discos se pueden hacer a los 10 días de haber aplicado el glifosato, dado que el mismo ya se habrá sistematizado hasta en los propágulos de las malezas presentes y
- Los riegos deben realizarse como si se estuvieran “cultivando las malezas”.

Frente a la posibilidad de reemplazar una aplicación de glifosato por una rastreada tener en cuenta que el efecto no es el mismo.

Los tratamientos de poscosecha del ajo, si la situación lo amerita, pueden realizarse con rastras de discos o aplicación de herbicidas o ambos recursos, siguiendo una estrategia similar a la de pre plantación.

Los **abonos verdes de invierno** más recomendables son los realizados con centeno y triticale que permiten tener cubierto el suelo durante el invierno, controlar algunas malezas, traer a superficie nutrientes y romper la cadena de plagas y enfermedades.

En este caso el cultivo principal “vuelve” al mismo terreno luego de 2 años (Cuadro 7). El terreno pasa el verano con vegetación espontánea o una abono verde de verano desde fines de octubre a febrero, que se cortapica en marzo para la siembra densa (80 a 100 kg/ha), de centeno.

Este es un cereal que corta la cadena de plagas y enfermedades, y trae a la superficie nutrientes de profundidad a través de su sistema radicular fasciculado muy desarrollado. El centeno deberá ser cortapicado en el momento de la encañazón, dejando un barbecho cubierto que controle malezas y proteja el suelo.

Esta rotación admite un trabajo con cincel a principios de la primavera, dejando el suelo a la espera de las lluvias de primavera y verano.

Cuadro 7 - Sucesión ajo – centeno - ajo

Mes	E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
Quincena	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Ajos tempranos																								
Centeno																								
Ajos tempranos																								

Celeste: ajos tempranos – Verde: centeno – Amarillo: vegetación espontánea

La rotación con otros cultivos

Vamos a considerar 3 opciones tradicionales, aclarando que cultivar ajo todos los años en el mismo lote es una rotación inadecuada.

Ajo temprano – tomate industria – ajo tardío. (Cuadro 8)

Cuadro 8 - Sucesión ajo – tomate industria - ajo

	E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
Quincena	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Año1					Ajos tempranos																Tomate industria			
Año2	Tomate industria						Ajos tardíos																	

En el caso **ajo - cultivo hortícola – ajo**, la elección de estos no es sencilla ya que el ciclo del ajo es muy largo (8 meses), y queda poco “espacio” en el tiempo (4 meses) para lograr éxito en otro cultivo.

Los tiempos de preparación del suelo, son muy ajustados y si las condiciones de manejo para la preparación son particulares, posiblemente se produzcan atrasos en la plantación del ajo tardío.

Mejora la distribución del tiempo cuando se combina la plantación de ajos tempranos como Morado INTA y Killa INTA, y la de ajo tardío como Gran Fuego INTA, Rubí INTA o Castaño INTA.

En este caso de **tomate para industria** se recomiendan variedades de ciclo corto como Heinz 1301 y Fokker (C. Argerich. Comunicación personal).

En este cultivo debe tenerse en cuenta la necesidad de mano de obra durante todo el año, lo cual puede ser una alternativa para retener personal (Figura 5).

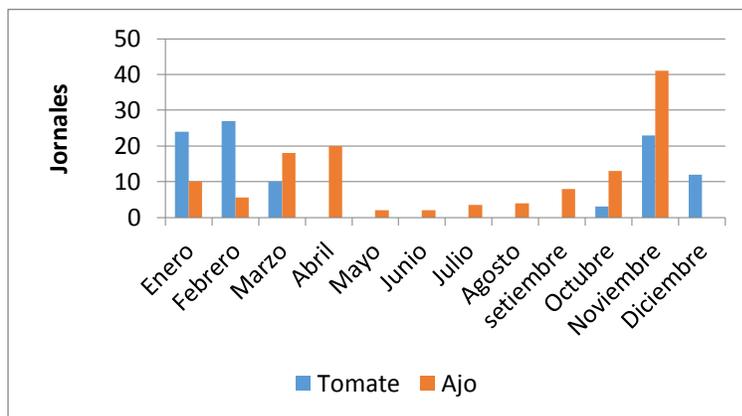


Figura 5 - Necesidad de mano de obra en una rotación ajo tomate industria con sistema de manejo tradicional no mecanizado

Ajo temprano – zapallo o calabaza – ajo tardío

En el caso de **zapallo o calabaza**, se sugieren híbridos de 100 días de ciclo o variedades de 110 días como Frontera INTA o Cuyano INTA en la zona norte de la provincia. (P. Della Gaspera. Comunicación personal).

En el Valle de Uco estos materiales prolongan su ciclo a 120 y 150 días respectivamente Esta opción, resulta una rotación un poco más ajustada que la anterior (Cuadro 9).

Cuadro 9 - Sucesión ajo – zapallo - ajo

	E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
Quincena	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Año1					Ajos tempranos																		Zapallo	
Año2	Zapallo				Ajos tardíos																			

Otras alternativas son la combinación de ajos tempranos, papa (de segunda plantación) y ajo tardío (Cuadro 10) y ajos tempranos, papa (de segunda plantación), zanahoria y ajos tempranos (Cuadro 11)

Cuadro 10 - Sucesión ajo – papa - ajo

	E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
Quincena	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Año1					Ajos tempranos																		Papa 2da	
Año2	Papa segunda				Ajos tardíos																			

Cuadro 11 - Sucesión ajo – papa – zanahoria – ajo

	E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
Quincena	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Año1					Ajos tempranos																		Papa 2da	
Año 2	Papa segunda				Zanahoria																			
Año 3					Ajos tempranos																			

Cuando el ajo va a suceder a cultivos de zanahoria o papa, que han sido atacados por bacterias del tipo *Erwinia*, traerá consecuencias en el nuevo cultivo a implantar.

Igual situación se puede observar cuando el cultivo de ajo va a suceder a otro cultivo de ajo o de cebolla, ya que las enfermedades y plagas son comunes en especies de esta misma familia. El Cuadro 12 muestra eventuales rotaciones y su conveniencia.

Cuadro 12 - Rotaciones posibles y sus resultados en función del factor sanitario

Cultivo anterior	Resultados
Tomate	Verde
Papa	Verde
Melón	Verde
Apio	Verde
Zanahoria	Verde
Repollo	Verde
Brocoli	Verde
Poroto	Amarillo
Haba	Amarillo
Maíz	Amarillo
Pimiento	Rojo
Berenjena	Rojo
Cebolla	Rojo
Ajo	Rojo

Verde: Favorable
 Amarillo: Dudoso
 Rojo: Desaconsejable

Una rotación muy adecuada es intercalar 4 años de alfalfa ya que permiten cortar el ciclo del nematodo. Si bien la alfalfa es atacada por la misma especie de nematodos, se trata de patovares diferentes.

Desde el punto de vista del suelo, por el tipo de crecimientos radicular profundo favorece el movimiento de nutrientes en el perfil del suelo.

Labranza cero ¿se puede?

La labranza cero es una tecnología de cultivo masivamente difundida en la producción extensiva de granos, sin embargo no estaba desarrollada en la Argentina para el cultivo de ajo, y no existen antecedentes para Mendoza.

Entre los principales beneficios inmediatos pueden mencionarse ahorro de agua, insumos y mano de obra; reacción de la cantidad de labores y prevención de la erosión hídrica y eólica. A largo plazo, estas prácticas conservacionistas permiten entre otras cosas, mejorar el balance de carbono y la estructura del suelo, y aumentar el contenido de materia orgánica.

La reducción sustancial de insumos trae aparejada una reducción en las huellas ambientales que genera la actividad, y consecuentemente una mejor posición ante mercados internacionales que empiezan a demandar certificaciones ambientales.

En definitiva, es una tecnología que puede demandar menos trabajo e insumos, pero requiere mayor conocimiento, planificación y criterio. Las bases conceptuales de la labranza cero para la producción de ajo son importantes para lograr el éxito de la tecnología. Ellas son:

- Adecuada rotación de cultivos con la inclusión de cultivos de cobertura
- Mantenimiento de la cobertura vegetal
- No remoción del suelo más allá de lo estrictamente necesario
- Reposición de nutrientes
- Adecuado control de malezas.

Existen antecedentes en el sur de la Provincia de Buenos Aires para ajo Colorado, en los que se comparó plantaciones convencionales con plantaciones con labranza cero regadas por goteo.

No se registraron diferencias por efecto del tratamiento en la cantidad de hojas, la altura de la planta ni el diámetro del cuello. Tampoco se observó diferencia en la duración del ciclo.

El estudio, bajo las condiciones en que se realizó concluye que no solo es posible el cultivo de ajo con labranza cero sino que permitió un aumento de rendimiento del 11,2 %, y la drástica reducción en la cantidad de labores en la etapa de preparación del suelo y el control de malezas.

Cómo principal limitante puede observarse disponibilidad de maquinaria adaptada a la plantación en condiciones de labranza cero. Actualmente se llevan adelante estudios exploratorios y evaluaciones preliminares de prototipos tendientes a generar desarrollos que sean adoptados por los fabricantes.

La labranza cero es una tecnología de aplicación continua sobre un determinado lote. No se deja de aplicar cuando se termina el ciclo de un cultivo particular.

En base a esto, el inicio de la labranza cero debe estar centrado inicialmente en el manejo del suelo. La decisión de incorporar lotes en labranza cero debe hacerse con suficiente anticipación a la plantación.

Bibliografía

AGROSPRAY (2020). Como dominar las condiciones ambientales al momento de pulverizar. <https://materiales.agrospray.com.ar/condiciones-ambientales>.

BALCAZA, L.; ANDREAU, R.; ECHEVERRÍA, H. y LIPINSKI, V. (2017). Problemáticas y manejo del suelo en producciones intensivas. CAPÍTULO 10. En: Manejo y conservación de suelos con especial énfasis en situaciones argentinas. Edit.: VAZQUEZ, M.E. INTA, UNLP, UN Mdp, UN Cuyo. 386 p.

BURBA, J.L.; FONTAN, H.M. y BUTELER, M.I. (1985). Fichas técnicas de maquinaria de uso hortícola. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Serie Manuales Didácticos. Ed. El Litoral. Santa Fe. 66 p.

D´AMICO, J.P. VARELA, P.E. (2019). Labranza cero de ajo Colorado: Análisis comparativo del rendimiento y sus principales componentes. En: CURSO TALLER SOBRE PRODUCCION, COMERCIALIZACION E INDUSTRIALIZACION DE AJO (16ª, Mendoza, Argentina, 2019) Mendoza. INTA EEA La Consulta, p.77-79

- DEL MONTE, R.F. Preparación del suelo para el establecimiento del cultivo. En: Manual del cultivo de la cebolla. INTA. Centro Regional Cuyo. ISSN 0327-3377
- INTA. EEA Alto Valle. Uso de verdeos de verano en fruticultura. Proyecto Regional "Desarrollo y transferencia de estrategias de manejo para el control y prevención de las pérdidas de calidad y productividad en los cultivos frutihortícolas por factores climáticos adversos". PATNOR 810322.
- MANQUI G., F.; ALLENDE C., M. Y ALEXIS VILLABLANCA F., A. (2012). Preparación de suelos. INIA. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de investigación especializado en agricultura del desierto y altiplano. INIA Ururi. Región de Arica y Parinacota. Ministerio de Agricultura. INFORMATIVO N° 6.
- MARTINOTTI, M.D. Y LARRIQUETA, J. E. (2013). Manejo de malezas en cultivos de ajo. En: 100 Temas sobre producción de ajo. J.L. Burba (Edit.). Vol 3. Ediciones INTA. ISBN 978-987-679-225-7.
- MOLINA, C. (2018). Descripción práctica del tractor y los sistemas que lo asisten. EEA Mercedes INTA, 16 p.
- RIQUELME SANHUEZA, J. Laboreo conservacionista de suelos. Arados cincel y subsolador, para el establecimiento de cultivos en la VIII Región. INIA Raihuén. Chile. http://biblioteca.inia.cl/medios/Noticias/JORGERIQUELMECharlaVIIIRegion_2.pdf
- RIQUELME SANHUEZA, J. Manejo de rastrojos, para el establecimiento de cultivos en la VIII Región. INIA Raihuén. Chile. http://biblioteca.inia.cl/medios/Noticias/JORGERIQUELMECharlaVIIIRegion_2.pdf
- VICINI, L.E. y TRIADANI, O. Manejo de los rastrojos (Parte 1). Ediciones INTA. EEA Famailá, Tucumán.
- WEATHERS PARK. Clima promedio en la ciudad de Mendoza. Argentina. <https://es.weatherspark.com/y/27313/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Mendoza-Argentina-durante-todo-el-a%C3%B1o>