

CERO LABRANZA. PRINCIPIOS Y EQUIPAMIENTOS

Jorge Riquelme S. Ing Agrónomo Dr.

Shigehiko Yoshikawa Ing Agrónomo

Claudio Aliaga R. Ing. Ejec. Agrícola

1. INTRODUCCIÓN

El sistema tradicional de preparación de suelo involucra la utilización de una serie de máquinas y consumo de energía, que permite el establecimiento de cultivos con millonarias pérdidas de suelo. Se estima que en Estados Unidos debido a la labranza tradicional se depositan 100 millones de ton/año de sedimentos en los cauces de los ríos. Durante los últimos años se ha producido un retroceso en la superficie de suelo manejada con sistemas conservacionista, lo que esta asociado a que las técnicas tradicionales de conservación de suelo basada en curvas en contorno no han dado los resultados productivos esperados. En cambio la cero-labranza es la única técnica que ha experimentado un incremento notable en la última década.

Se denomina cero labranza al establecimiento de un cultivo sin preparación de suelo. La semilla se localiza en surcos o agujeros sin remover el suelo, con un ancho y profundidad suficiente para una adecuada cobertura y contacto de la semilla con el suelo.

En el Cono Sur de América, la técnica de la cero-labranza se difunde aceleradamente, debido a que puede mostrar costos competitivos en la implantación de los cultivos. Actualmente ya se siembran, sin laboreo, cerca de 25 millones de hectáreas de cultivos de granos, lo que representa más de un tercio de la superficie total cultivada (Díaz, 2001). En base a todo el conocimiento anterior, se planteó como prioritario en el Proyecto CADEPA, introducir la cero labranza en los cultivos tradicionales como único medio sustentable de producción para el Secano Interior y Costero de Chile.

A continuación se describen dos sistemas mecanizados para la aplicación de la cero labranza, uno que utiliza como fuente de energía el petróleo con máquinas accionadas por tractor y otro que utiliza como fuente de energía la tracción animal.

2. SISTEMA MECANIZADO CON TRACTOR

Este se basa en la utilización del tractor agrícola como fuente de energía principal. Los puntos que se deben tener en cuenta en la utilización de esta fuente de energía se detallan a continuación:

2.1. Selección del tractor para la Cero Labranza

En primer término se debe considerar que la condición de trabajo para los tractores en cero labranza es diferente al sistema convencional, ya que se trabaja sobre un suelo no labrado en el que un parámetro importante es la cohesión del suelo. De acuerdo con Coulomb y Mickletwaite (Ashburner y Sims, 1984), la fuerza máxima de tracción que puede ejecutar un tractor sobre el suelo depende de la siguiente relación:

$$H_{\max} = c \cdot A + Q \cdot \text{Tang}\phi$$

Donde: H_{\max} = Fuerza de corte máxima

c = Cohesión del suelo

A = Área de la superficie de apoyo de la rueda del tractor

Q = Peso sobre la superficie de apoyo de la rueda del tractor

$\text{Tang}\phi$ = Tangente del ángulo de fricción interna suelo/suelo

La cohesión del suelo es una propiedad dinámica, que depende del contenido de arcillas de éste y de su contenido de humedad. Suelos con mayor contenido de arcilla y en consistencia friable presentan una mayor cohesión, por su parte un suelo arenoso o labrado presenta valores mínimos.

La fricción es otra propiedad dinámica del suelo y está relacionada con el contenido de arenas del suelo, sus valores son más bajos a medida que el suelo es más arcilloso. En suelos labrados es prácticamente la única propiedad que interviene, por lo que en estas condiciones es necesario aumentar el peso del tractor para aumentar su capacidad de tracción.

En el caso de la cero labranza, el tractor trabaja sobre un suelo firme, donde interviene principalmente la cohesión. De esta manera es factible incrementar la capacidad de ejecutar tracción incrementando la pisada del neumático, con ruedas más anchas o de mayor diámetro. Además, el tractor con tracción asistida o doble tracción, incrementa la capacidad para conseguir más tracción, distribuyendo su peso en una mayor área de contacto efectiva (Figura 1).

La mayor distribución de peso por área de contacto disminuye además, el efecto de compactación. Asimismo, la cohesión del suelo está relacionada con la resistencia a la compactación del suelo, de esta manera, suelos que llevan muchos años manejados con cero labranza, presentan valores más altos de cohesión, a un mismo contenido de humedad. Esto representa una ventaja para labores que necesariamente deben realizarse con contenido de humedad más alto, como aplicación de biocidas y fertilizantes.



Figura 1. Tractor tracción asistida del Proyecto CADEPA.

La potencia que un tractor puede suministrar en la barra de tiro varía dependiendo de varios factores, incluyendo la superficie del suelo y tipo de enganche. De las distintas formas de potencia, se toma como patrón la Potencia en el Toma de Fuerza (PTF), ya que evita las variables relacionadas con el esfuerzo de tracción entre las ruedas y la superficie del terreno.

Mientras menos firme es el suelo, más potencia se pierde en la barra de tiro. En el Cuadro 1 se relaciona la potencia en la barra de tiro requerida en la toma de potencia, según condición del suelo y tipo de tracción:

Cuadro 1. Coeficiente de eficiencia tractiva

CONDICIÓN DEL SUELO	TIPO DE TRACCIÓN		
	SIMPLE	DELANTERA ASISTIDA	DOBLE
Labrado	0,45	0,60	0,68
Firme	0,50	0,65	0,75

Donato, 1999.

De esta manera si se requiere saber cual será la potencia necesaria de un tractor de tracción delantera asistida para trabajar con una sembradora de cereales de Cero labranza de 15 hileras, con un requerimiento de tracción de 150 kg/hilera de siembra y a una velocidad de trabajo de 6 km/hr.

La potencia requerida en la barra de tiro del tractor, se obtiene mediante la siguiente relación:

$$PBDT = \frac{EDT * NH * V}{273}$$

Donde: PBDT = Potencia a la barra de tiro del tractor (HP)

EDT = Esfuerzo de tracción por hilera (kg)

NH = Número de hileras de la sembradora

V = Velocidad de trabajo (km/hr)

$$\text{De esta manera: PBDT} = \frac{150 * 15 * 6}{273} = 49,5 \text{ HP}$$

Si el tractor es de tracción asistida y trabaja sobre suelo firme, que es el caso de cero labranza, la demanda de potencia equivalente al Toma de Fuerza (TDF), sería:

$$\text{Potencia TDF (HP)} = \frac{49,5 \text{ HP}}{0,65} = 76,2 \text{ HP}$$

Si se quiere mover la misma sembradora con un tractor de tracción simple, entonces la demanda de potencia equivalente al TDF, sería:

$$\text{Potencia TDF (HP)} = \frac{49,5 \text{ HP}}{0,50} = 99 \text{ HP}$$

De esta manera sería necesario un tractor con un 30% más de potencia en el motor. Por lo tanto, se explica la conveniencia de utilizar tractores de tracción asistida en la cero labranza, ya que la mayor demanda de potencia no solo esta relacionada con el costo más alto de un motor más grande sino que además con el consumo de combustible. Se considera que el consumo horario (L/h) por HP de potencia del tractor es del orden de 0,19 L/HP* h. De esta manera, para la misma labor, el consumo de combustible para el tractor de tracción asistida sería de 14,5 l/h y para el tractor de tracción simple de 18,8 l/h, lo que nos indica un 30% más de ahorro en combustible.

2. SEMBRADORAS

Las sembradoras se clasifican en dos grandes grupos, sembradoras en líneas a chorrillo y sembradoras a golpes y monograno (Ortiz-Cañavate y Hernanz, 1989). De acuerdo al tamaño de grano que se quiere sembrar pueden ser sembradoras de grano fino o de grano grueso (Baumer, 1999). En Chile, la mayoría de las siembras de cero labranza corresponde a siembras en líneas o de grano fino, como trigo, avena y praderas. Últimamente se ha producido una difusión de las sembradoras de precisión neumáticas para la siembra de maíz en cero Labranza, apareciendo prestadores de servicio en la VIII y VII Región. Dado que en el proyecto CADEPA solo se han utilizado sembradoras en línea, se analizan a continuación solo este tipo de máquinas.

En la actualidad existe una gran diversidad de sembradoras atendiendo a las características técnicas de los abresurcos. Se pueden encontrar cuatro grandes grupos bien diferenciados:

- I) **Sembradoras de triple disco**
- II) **Sembradoras de doble disco desencontrados**
- III) **Sembradoras de mono disco,**
- IV) **Sembradoras con cinceles.**

Las sembradoras de **triple disco** se caracterizan por una mayor relación peso por ancho de trabajo, 1.100 kg/m, pero ejerce menor presión por disco, ya que debe distribuir su peso prácticamente en tres disco por unidad. Este peso aumenta el requerimiento de tracción y potencia, llegando a requerir 38 HP/m. Este tipo de abresurco evolucionó al triple disco con **doble disco desencontrado**, con el objeto de facilitar el corte y penetración. Esta mejora permitió trabajar sin el disco delantero, reduciendo el número de órganos activo con lo que se incremento el peso por unidad de siembra, mejorando la penetración y ganando espacio.

El **doble disco desencontrado** consta de dos discos que pueden ser de 38 cm de diámetro con el centro desplazado de modo tal que uno queda por delante del otro enfrentando el suelo con un solo filo, semejando la acción del disco de corte delantero del triple disco. Otra posibilidad es utilizar discos de diferente diámetro, 38 y 35,5 cm, desencontrados.

Las sembradoras de **monodisco**, poseen una relación peso por ancho de trabajo menor que en el caso anterior (800 Kg/m) pero una mayor presión por disco, ya que el peso se distribuye en un disco por unidad, también los requerimientos de potencia son menores 27 HP/m. Estas sembradoras se adaptan mejor a condiciones de excesivo rastrojo, pero en condiciones de suelo muy saturado, se tiende a compactar el surco y dejar la semilla descubierta, además presenta problemas en condiciones de excesiva pedregosidad.

Las sembradoras con **cincel**, no requieren de peso para que el cincel corte el suelo, son más livianas (200 kg/m) y requieren menos potencia, 20 HP/m, no se adaptan bien a condiciones de exceso de residuo, son las mas adecuadas en terrenos muy pedregosos. Debido a que el cincel incrementa su capacidad de estallamiento de suelo a medida que aumenta la velocidad de avance, es necesario trabajar con estas maquinas a baja velocidad.

Dada la necesidad de evaluar distintos abresurcos para las diferentes condiciones de suelo en San José, Ninhue. Se selecciono una sembradora de 10 hileras con abresurco triple disco, en la que el primer disco efectúa una hendidura en suelo cortando también la cubierta vegetal que puede existir, para que un segundo par de disco deposite la semilla y el fertilizante, este par de disco corresponde al modelo desencontrado, lo que asegura un mejor corte del rastrojo suelto (Figura 2).

La sembradora poseía también unos abresurcos tipo cincel, los que fueron desechados en su uso debido a que se atollaban al arrastrar el rastrojo, que se acumulaba frente a ellos, la combinación: primer disco de corte con cinceles tampoco redujo el problema de acumulación de rastrojos.

Cualquiera sea la máquina utilizada se deben seguir los mismos procedimientos para lograr una adecuada dosificación tanto de la semilla como el fertilizante:



Figura 2. Sembradora de Cero Labranza Marca Juber del Proyecto Cadepa.

1. Vigilar los abresurcos de la sembradora. Para una germinación adecuada la mayoría de las semillas deben colocarse bajo la superficie del suelo. Existen distintos tipos de dispositivos los que deben estar en buen estado, debidamente lubricados y fijos en su soporte. Los reguladores de profundidad de siembra deben ajustarse de acuerdo al tipo de semilla. El chasis principal de la sembradora debe trabajar nivelado respecto al suelo para que los abresurcos funcionen adecuadamente.
2. Dosificación de la semilla. Para obtener un rendimiento óptimo durante la cosecha, hay que tener una cantidad de semilla controlada, la que puede expresarse en kilos por hectárea. Todas las sembradoras cuentan con un mecanismo dosificador de semilla, los que de acuerdo al manual de operaciones de la maquina indican la dosis esperada para una determinada posición del mecanismo regulador. El resultado de la dosificación puede ser evaluado con sencillas prácticas como una regulación estática. Esta consiste en levantar la rueda de la sembradora, ubicar una pequeña bolsa plástica en cada tubo sembrador, hacer una señal en la rueda y dar veinte vueltas utilizando la marca como referencia. Una vez terminada esta operación, retirar y pesar cada bolsa. El peso de cada una de ellas deberá coincidir con el calculo teórico de la siguiente expresión:

$$PE = 0,01257 * DS * RD * DEH$$

Donde :

- PE** : Peso esperado (kg.)
- DS** : Dosis de semilla (kg./ha)
- RD** : Radio dinámico de la rueda (m)
- DEH**: Distancia entre las hileras de siembra (m)

El Radio dinámico de la rueda de la sembradora se obtiene, midiendo la distancia que existe desde el eje de la rueda hasta la superficie del suelo a sembrar con la máquina cargada. El comparar el peso de

todas las bolsas permitirá saber si el mecanismo es uniforme para todas las hileras. Si no es así, hay que revisar el dosificador correspondiente y efectuar los ajustes mecánicos necesarios. En el caso de la semilla se acepta una desviación $\pm 7\%$ en torno a la media de todas las hileras (Coelho, 1996).

Se debe observar el estado de la semilla recogida en las bolsas. Si existen semillas partidas, conviene revisar el o los dosificadores correspondientes para hacer los ajustes necesarios. Por ejemplo, en el caso de dosificadores tipo rodillo acanalado existe una pequeña palanca que permite modificar la abertura del regulador de semilla dependiendo del tamaño de esta.

3. Dosificación del fertilizante. Los pasos de regulación de los fertilizantes son similares a los de la dosificación de la semilla. En este caso también conviene revisar el estanque antes de llenarlo con el fertilizante. Para el caso de dosificadores tipo estrella conviene controlar si estos giran al hacer girar la rueda, ya que pudiera estar roto el mecanismo de enganche y de esta manera no arrastrar fertilizante durante la siembra. Además este sistema cuenta con un regulador individual que se abre o cierra dependiendo de la posición de una palanca general asociada a una escala de regulación. Una manera sencilla de ajustar la ubicación de estos reguladores individuales, es ubicar la palanca general en cero, ubicar una moneda de \$10 en cada estrella y ajustar cada regulador de manera que todos sujeten la moneda en esa posición, esto asegura que todos los reguladores en cualquier posición de la palanca general mantienen la misma altura. En el caso de los fertilizantes se acepta una desviación $\pm 12,5\%$ en torno a la media de todas las hileras (Coelho, 1996).
4. Debido a sus sistemas de dosificación, algunas sembradoras son muy sensibles al movimiento sobre el terreno de siembra y presentan diferencias con respecto a la regulación estática. En este caso se puede efectuar una regulación dinámica, para ello se ubican bolsas en los tubos de salida de semilla y fertilizante y se hace trabajar la sembradora en el mismo terreno de siembra. Se avanza una distancia de 50 m y luego se pesan las bolsas, las que también deberán llevar un número para identificar al dosificador que corresponden. El peso de cada bolsa deberá coincidir con el cálculo teórico de la siguiente expresión:

$$PE = 0.005 * DS * DEH$$

5. La sembradora debe colocar uniformemente las semillas en condiciones de suelo disperejo. Este proceso debe ser aún más cuidadoso en siembras de mínima o cero-labranza, para lo cual debe escogerse adecuadamente la tensión del resorte sobre el abresurco.
6. Cuidar la colocación de la semilla con respecto al fertilizante. No todas las sembradoras tienen un abresurco independiente para la semilla y el fertilizante. Si se utilizan fertilizantes amoniacales y las semillas son muy sensibles a este, y ambos pasan por un mismo abresurco, retire el tubo del fertilizante y ubíquelo delante del abresurco para que se incorpore primero en el suelo. Nunca utilice más de 40 unidades de nitrógeno como fertilizante amoniacal.

7. Revisar los dispositivos compactadores de semilla. En cero-labranza el cubrimiento de la semilla depende del contenido de humedad del suelo. En un suelo saturado (muy húmedo), el surco quedara abierto. Si el suelo esta seco se formarán terrones encima de la semilla. Por ello la mejor condición es la intermedia, denominada friable, en la que el suelo se cierra por su propiedad cohesiva inmediatamente después de abierto el surco. Un rodillo compactador cóncavo sólo asegura una compresión lateral, dejando el suelo suelto sobre la semilla, con ello se evitan problemas de encostramiento que pudieran afectar a la semilla.
8. Al finalizar cada jornada revisar pernos y tuercas de la máquina sembradora. Un perno quebrado puede soltar una pieza de alto costo. Lubricar y engrasar la máquina todos los días que trabaje. Con ello alargará la vida útil de su sembradora.

3. PULVERIZADOR

En cero labranza las labores de preparación de suelo que permiten controlar las malezas de presiembra, son reemplazadas por un barbecho químico. Esta diferencia, da el argumento para acusar injustamente a esta técnica de contaminante. Se olvida que la labranza convencional recurre a una serie de herbicidas de post-emergencia, y otros que son incorporados en el suelo mediante la labranza, así como una serie de fungicidas e insecticidas. La cero labranza al mantener un suelo en las condiciones más similares a lo natural, estimula la vida de micro y macrorganismos, los que actúan como un tampón, degradando compuestos químicos nocivos. Se favorece también el control biológico, disminuyendo la utilización de biocidas. La utilización de rotaciones de cultivos más intensivas en la cero-labranza disminuye la incidencia de malezas.

Al trabajar con cero-labranza se debe tener un mayor cuidado con la regulación y utilización del pulverizador, ya que muchos fracasos no se deben a la calidad de los herbicidas sino a una mala aplicación, la que además puede afectar al medio ambiente.

Como una manera de lograr una mejor precisión y reducción de los efectos nocivos de una mala aplicación, se sugiere las siguientes medidas:

1. Compruebe el funcionamiento de su pulverizador con agua limpia. Si el equipo ha sido utilizado en la pulverización de un pesticida, llenar el deposito hasta la mitad con agua, y agregue 1 kg de soda por cada 100 litros de agua o 1 litro de amoníaco de uso domestico, diluido en 250 litros de agua. Poner en marcha la bomba y lavar todo el equipo, incluyendo brazos y boquillas. Tire el agua en un lugar no cultivado, pero no siempre en el mismo sitio. Nunca realice esta labor en o cerca de cursos de agua.
2. Una vez limpio, comprobar con agua, que el caudal de las boquillas no se desvíe +/-10% del promedio. Estas desviaciones pueden deberse a filtros o boquillas tapadas o gastadas. Si las boquillas presentan un caudal superior al 10% del original deben reemplazarse.

3. Para evitar la deriva por el viento no efectuar aplicaciones cuando la velocidad del viento supera los 6,5 km/hr (observar las hojas y ramitas de los árboles, si estas se mueven, suspender la aplicación). En la actualidad se ofrecen pulverizadores con asistencia de aire que aseguran una aplicación sin deriva hasta velocidades de viento de 8 km/hr, también mejora la penetración en el cultivo en aplicaciones de fungicidas o insecticidas.
4. Al utilizar boquillas de chorro de abanico, espaciadas a 50 cm, se debe ajustar la altura de la barra a 50 cm del punto de aplicación. Si la altura es mayor o menor la distribución será muy irregular. Al trabajar sobre suelos con pendiente como en el caso del proyecto CADEPA, se debe trabajar con equipos con barras de aplicación no muy anchas (5 a 6 m), para evitar que las boquillas de los extremos queden a diferentes altura del suelo. (Figura 3).



Figura 3 Efecto de la pendiente en la barra de pulverización.

5. La presión de trabajo de boquillas tipo abanico no debe superar los 3 bar, si la presión es superior se producen gotas muy finas lo que aumenta el riesgo de deriva. Para disminuir la deriva se puede trabajar con menos presión hasta 1,5 bar, efectuando las correcciones respectivas, ya que a menor presión también se entrega menor caudal.
6. Para obtener una distribución óptima y asegurar una mejor penetración del producto, no trabaje a velocidades superiores a 8 km/hr. A mayor velocidad también se aumenta el riesgo de deriva. En base a estos criterios se puede seleccionar las boquillas de caudal más apropiado para el volumen requerido.
7. Si al terminar el trabajo aún queda un resto de la mezcla en el estanque, conviene diluir el resto en 10 partes de agua y volver a repetir el tratamiento sobre el mismo campo.

2.4. Seguridad del operador

Los pesticidas, al igual que las medicinas y otras sustancias químicas, deben guardarse de acuerdo con las instrucciones, de manera que la primera recomendación para todos los usuarios de pesticida es “leer la etiqueta”.

Un pesticida puede ser introducido en el cuerpo por la boca (vía oral), a través de la piel (vía dérmica) o por los pulmones (inhalación). Durante la aplicación de pesticidas la ingestión oral es mínima, a menos que el operador descuidadamente coma, beba o fume antes de lavarse la cara y las manos. Se han presentado envenenamiento por ingestión de pesticidas cuando éstos se han guardado inapropiadamente en recipientes para alimentos, en particular, en botellas de refresco o cerveza.

La contaminación del cuerpo se hace principalmente mediante absorción por la piel, la cual es en especial vulnerable cuando existe alguna cortadura o raspón. El dorso de las manos y las muñecas absorben más que las palmas. De manera similar, la parte trasera del cuello, los pies, las axilas y las ingles son áreas que necesitan protección y debe tenerse gran cuidado para evitar la contaminación de los ojos. El riesgo de absorción por la piel aumenta en tiempo cálido, cuando se suda aun con esfuerzos mínimos y las condiciones no son conducentes al uso de ropa protectora.

Un pesticida puede entrar en los pulmones inhalando gotitas o partículas, en especial las de menos de 10 mm de diámetro o los vapores, pero comúnmente la cantidad absorbida es menos del 1% de la que se absorbe por la piel.

Cualquiera se la forma en que penetre al cuerpo un pesticida, el envenenamiento agudo puede ocurrir después de una aplicación o exposición, mientras que el envenenamiento crónico es causado por dosis pequeñas repetidas y absorbidas durante un periodo más largo. Este último tiene especial importancia cuando los operarios realizan aspersiones con frecuencia, pero también pueden correr riesgos personas que inspeccionan la existencia de plagas o cosechan en áreas tratadas. La toxicidad aguda es mucho más fácil de evaluar en cambio una toxicidad crónica requiere un periodo de 1 o más años.

Siempre que se aplique pesticidas o cuando se repare un equipo contaminado con esos pesticidas, se debe usar ropa protectora. Cualquiera sea la toxicidad del producto debe prestarse atención especial cuando el periodo de exposición es prolongado o la concentración del producto químico pasa del 10%. A menudo las condiciones climáticas no favorecen el empleo de ropa de protección, en particular en primavera y verano, pero de manera ideal, un overol de tela de algodón durable es la ropa de protección mínima que debe usarse, aún con pesticidas clasificados como menos peligrosos. Esta ropa debe lavarse con regularidad, usando jabón o detergente, de preferencia al final de cada día de trabajo, después de haber limpiado el equipo de aspersión. En general se deberá utilizar una ropa asignada para este trabajo, la que deberá lavarse inmediatamente después de terminar la aspersión del día. La camisa debe ser de manga larga y los pantalones largos, sin un doblez inferior en que puedan juntarse gránulos o partículas. También resulta útil el uso de un sombrero de ala ancha, impermeable, no sólo para reducir la contaminación procedente del producto químico sino también como protección contra efectos del sol.

Los guantes deben revisarse previamente para comprobar que no estén dañados llenándolos con agua, apretándolos con suavidad y luego secándolos antes de usarlos. Los guantes deben ser de largo suficiente como para cubrir las muñecas; los puños del overol deben quedar encima de la parte superior de los guantes para reducir la infiltración al interior de ellos. Los pesticidas que se adhieran al exterior de los guantes deben lavarse con agua y detergente antes de quitárselos para evitar la contaminación de las manos.

Se deben usar zapatos y no sandalias, a menos que se indique otra cosa, llevar botas de caucho. Las piernas de los overoles o de los pantalones deben quedar fuera de las botas para reducir la posibilidad de que entren gránulos o líquidos en ellas.

Existen dos tipos de respiradores; el respirador de filtros que cubre la nariz y boca, y la máscara de gas que, además cubre los ojos y que puede incluir un casco completo. Ambos tipos tienen uno o dos filtros que absorben los humos y vapores tóxicos. Ambos tipos deben usarse muy ajustados, de manera que sellen bien alrededor de la cara para impedir filtraciones por los bordes y, por lo general, su uso resulta incómodo en tiempo cálido. Los filtros especiales de los respiradores deben cambiarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Uno de los peligros que se presenta es que el operador usa la máscara cuando realiza las formulaciones pero luego se la quita, de manera que existe la posibilidad de que se contamine su interior y el operador quede expuesto a inhalar el veneno cuando mezcle otro lote de productos químicos.

Los síntomas generales de envenenamiento agudo o crónico causado por pesticidas, son dolor de cabeza, fatiga, vértigo, debilidad, ansiedad, sudor, náuseas y vómito, diarrea y pérdida de apetito. Un aumento de la intensidad de los síntomas conduce a una salivación y sudación excesivos, calambres de estómagos, temblor con mala coordinación muscular y contorciones. Por lo tanto si no se desea experimentar estos síntomas y arriesgar la vida, haga caso a las recomendaciones.

2.5. Manejo de rastrojos

Los residuos de cosecha sobre la superficie del suelo reducen la erosión. Investigaciones realizadas en Nebraska y otros Estados del Medio-Oeste norteamericano (NebGuide, 1981), indican que con cantidades de residuos tan pequeñas como un 20% de cobertura se puede reducir a la mitad la erosión provocada por el impacto de la gota de lluvia y escurrimiento del agua, comparando con un suelo libre de residuos. En Brasil, la investigación conducida por Lopes et al. (1987), concluyó que un nivel de cobertura de 40% es suficiente para reducir la erosión en forma significativa. Se determinó, además, que a un mismo nivel de cobertura los rastrojos de trigos ofrecían una mejor protección del suelo que los rastrojos de maíz.

Algunos investigadores, consideran imprescindible el manejo de los rastrojos durante la cosecha a través de la regulación de la altura de corte de la automotriz y la utilización de algunos aditamentos, tanto en la salida de los sacapajas como de los harneros. Operaciones adicionales realizadas entre cosecha y

siembra se consideran costosas e implican pérdida de tiempo (Agdex, 1996). Así por ejemplo, para esparcir la paja a la salida del sacapajas se puede utilizar un picador de mayales, el cual pica y esparce la paja. Su funcionamiento es similar al de una segadora rotativa "rana", e incrementa en un 5 a un 8% la potencia total requerida por la automotriz. También se puede utilizar un esparcidor de molinete el que, a diferencia del anterior, sólo distribuye la paja sin picarla. En este caso la potencia requerida viene a ser sólo del 1 al 1,5% del total, (Ortiz-Cañavate y Hernanz, 1989).

Es importante mencionar que el capotillo que sale de las zarandas de limpieza debe quedar bien distribuido para evitar efectos alelopáticos. Crovetto (1992) señala que aunque los fabricantes no suministran estos equipos, con un bajo costo es posible accionar dos sopladores que entreguen aire a presión a través de toberas dispuestas en forma de cruz a la salida de los harneros.

La cantidad de residuos que pueden quedar sobre el suelo después de la cosecha depende del tipo de cultivo y de su rendimiento en grano. Así para el cultivo de trigo se espera una producción de residuos de 1,6 ton por cada tonelada de grano producida, en cambio para la cebada las toneladas de residuos son equivalente a las toneladas de grano producidas, (Agdex, 1996). En Chile, Mellado et al. (1998), indican producciones de 9 ton/ha de paja para un trigo que produzca 60 qqm/ha.

Para picar y distribuir apropiadamente el rastrojo sobre el suelo se puede utilizar una desbrozadora rotativa (rana), Figura 4.



Figura 4. Desbrozadora rotativa "rana".

También existen máquinas especialmente diseñadas para este efecto, que presentan un mayor ancho de trabajo, denominadas trituradoras de rastrojos, Figura 5.



Figura 5. Trituradora de rastrojo.

Los excesos de rastrojos que podría provocar efectos alelopáticos en el cultivo a establecer se puede hilerar con un rastrillo hilerador de estrella Figura 6. Los cordones posteriormente se pueden enfardar o dejar en el campo con espaciamiento de 8 a 16 m, permitiendo la siembra entre ellos y controlando el paso de un pulverizador por ejemplo.



Figura 6. Rastrillo hilerador de estrellas.

3. SISTEMA MECANIZADO CON TRACCIÓN ANIMAL

La información sobre áreas sembradas con cero labranza en pequeñas propiedades en diferentes partes del mundo es escasa Wall (1998). El Cuadro 2 indica el estado de la adopción de la cero labranza en el mundo.

Cuadro 2. Superficie estimada de cero labranza con manejo de residuos en las pequeñas propiedades de algunas regiones del mundo.

REGIÓN	SUPERFICIE (ha)
Región	Superficie (ha)
Cono Sur de Sudamérica	25.000
India, Bangladesh, Nepal	10.000
México y América Central	menos de 10.000
África del Sur	Poco
África Occidental	Poco
África Oriental	Muy poco
Región Andina	Muy poco

Fuente: Wall (1998).

Si se comparan estas cifras con el nivel de adopción de los medianos y grandes productores se concluye que el grado de adopción por parte de los pequeños agricultores del mundo es muy limitado. Existen varias razones para ello, entre las que se incluyen las siguientes (Wall, 1998):

- ❖ Falta de capital para cambiar de maquinaria y tecnología
- ❖ Aversión al riesgo
- ❖ Sistema de producción de subsistencia
- ❖ Utilización de rastrojos para otros fines

En Chile de acuerdo con el último censo nacional agropecuario (INE 1997), se puede inferir que existen casi 150.000 productores que trabajan con implementos de tracción animal y sólo 23.000 poseen implementos accionados por tractor. El 13% de los productores, que tienen predios mayores de 50 hectáreas, son dueño de casi el 90% de la superficie agrícola de Chile. En cambio, los propietarios con predios menores de 50 hectáreas y que sólo pueden acceder a implementos manuales o de tracción animal, corresponden al 87% (312.000) de los productores agrícolas. Los propietarios del 90% de la superficie agrícola sólo producen el 38% de las "Chacras", (alimentos básicos de la dieta del país). Los pequeños agricultores, con sólo el 10% de la superficie agrícola son los responsables del 62% de la producción de alimentos básicos, (papas; choclos; porotos; etc.), de la dieta de los habitantes de Chile.

Por otro lado los pequeños agricultores se ubican en sitios marginales, con altas pendientes, no aptos para el desarrollo de una agricultura tradicional, lo que ha traído como consecuencia una alta degradación del suelo, llegando a situaciones en las que actualmente el 70% de los suelos presentan erosión grave.

Actualmente se aplican en algunas de las comunas del país, programas de ayudas estatales, orientados a la reconversión de los pequeños agricultores apoyando mediante subsidios la instalación de equipos de riego donde existan fuentes de aguas disponibles, así como el manejo de pequeños huertos de vides o frutales que les genere ingresos suficientes, con los cuales puedan comprar alimentos, y de esa manera no tengan que cultivar los suelos y se detengan así los procesos erosivos. Pero la sustentabilidad de este sistema, depende del manejo adecuado de la cobertura del suelo de las microcuencas; las que debido a su manejo tradicional no tienen la capacidad de permitir una infiltración del agua en suelo durante la época de lluvia y el rápido escurrimiento de las aguas con arrastre de sedimentos que pueden colmar

rápidamente las estructuras de almacenaje y cosecha de agua. Por ello, dentro del sistema apropiado de manejo de estos sistemas, la cero labranza juega un rol importante en conseguir una cobertura permanente así como permitir que los agricultores puedan continuar produciendo sus cultivos tradicionales de fuerte arraigo cultural para ellos.

Se presentan a continuación algunas tecnologías desarrolladas en Chile y utilizadas en San José con el Proyecto CADEPA.

3.1. ADECUACIÓN DE SUELO

Una de las principales labores a ejecutar, es revisar bien el potrero donde se efectuará la cero labranza, eliminando los obstáculos que puedan impedir el correcto funcionamiento de la sembradora: piedras, troncos, restos de raíces. Si el suelo proviene de un sistema de labranza tradicional y presenta muchos surcos de erosión que afectan su microrrelieve, será conveniente efectuar primero una mínima labranza. Esta labor se ha ejecutado en San José utilizando arado subsolador y arado cincel movido con tractores. En caso de no contar con esta fuente de energía se recomienda la utilización de un arado cincel de tracción animal, (Figura 7) el que no invierte suelo y posibilita mejorar el microrrelieve del suelo, para facilitar el paso de la sembradora. El arado cincel de tiro animal efectúa una labor primaria de suelo identificada como labranza vertical, cuya principal característica es soltar el suelo, sin invertir ni mezclar las distintas capas del perfil. El sistema permite una mejor protección del suelo contra la erosión, dado que el rastreo queda cerca o en la superficie, se evita la formación de una estrata impermeable o pie de arado, y se mejora la infiltración de agua en el suelo.

Desde el punto de vista de la rapidez de la labor, el arado cincel ocupa menos de la mitad del tiempo en arar una hectárea de suelo que el arado de vertedera, dado el mayor ancho de trabajo que se consigue con la labranza vertical. El arado cincel cuenta con unos vástagos vibrocultores, los que contribuyen a mejorar el tiro de los animales, ya que la vibración absorbe las variaciones del esfuerzo de tracción que se producen durante la labor de estallamiento de suelo, las que en un equipo rígido, mediante los aperos, se transmiten directamente a los animales.



Figura 7. Arado cincel de tracción animal.

Mediciones de tracción realizadas, durante la labor de un arado cincel de 5 vástagos, trabajando a 12 cm de profundidad, con un ancho de trabajo de 47 cm, en un suelo de origen granítico en condiciones friable, indicaron una necesidad de tracción de 136 kg., por lo que una pareja de animales resuelve en forma apropiada estos requerimientos.

La mayor capacidad de trabajo del arado cincel, permite eliminar la práctica tradicional del barbecho, uno de los principales factores causante de la erosión de suelo, ya que el suelo queda sin una cubierta protectora, que aminore el impacto de la gota de lluvia.

La profundidad de trabajo del arado cincel no llega más allá de 10 cm; por lo tanto, en suelos compactados por el pastoreo animal en invierno o en aquellos que han sido arado durante muchos años con arado de vertedera y se ha formado una estrata compactada denominada: "pie de arado". Es necesario utilizar una herramienta denominada "subsolador de tracción animal" (Figura 8).



Figura 8. Arado subsolador de tracción animal.

Para utilizar correctamente el implemento es conveniente en primer lugar, efectuar calicatas en el suelo para determinar la existencia y profundidad de la estrata compactada. Luego se regula el equipo para conseguir que la punta del subsolador pase justo por el centro de la estrata compactada. Se efectúa una primera pasada y se mide el ancho de las grietas formadas. El promedio de los anchos medidos indica la distancia de pasada para el equipo. Esta labor es conveniente efectuarla a comienzos de invierno con las primeras lluvias, o a salida de invierno en una condición tal que el suelo no tenga excesiva humedad. Si hay mucha humedad el suelo no se agrieta, y si esta muy seco se incrementa el requerimiento de tracción para los animales.

Mediciones de tracción realizadas con este equipo trabajando a una profundidad de 20 cm, indicaron un requerimiento de tracción de 200 Kg de tiro; demanda de fuerza que solo puede ser satisfecha utilizando animales pesados y bien alimentados.

La capacidad de trabajo del implemento depende del ancho de trabajo requerido para la labor. De este modo para un ancho de trabajo de 30 cm, podría requerirse de 15 horas de trabajo para subsolar una hectárea de suelo.

3.2. Manejo de rastrojos

Los potreros más adecuados para la cero labranza, son aquellos que provienen de una pradera natural y que no presentan problemas de compactación. En el caso que se trate de rastrojos de cultivos como trigo o avena, es conveniente efectuar una labor de manejo de rastrojos. Los rastrojos se pueden picar con una rastra de disco de tiro animal, trabajando en el verano con el suelo seco. También una barra segadora de tracción animal, puede ser muy útil en el corte de los rastrojos. Mediante el proyecto CADEPA se incorporo una segadora rotativa que mediante un pequeño motor de 5 HP proporciona la fuerza de corte y es traccionada mediante una yunta de Bueyes, (Figura 9).



Figura 9. Desbrozadora rotativa con motor y traccionada por bueyes

Después de picar los rastrojos, éstos se pueden rastrillar con un rastrillo de tracción animal o una rastra de clavo formando cordones. Es conviene dejar estos cordones en forma transversal a la pendiente a una distancia de 8 a 10 m, uno de otro, los cuales pueden servir de marcadores naturales para el paso de un pulverizador. Los cordones de un ancho promedio de 1 metro no ocupan mas de un 9 a un 10% del potrero, contribuyendo al mejoramiento de la nutrición del suelo y frenando además el escurrimiento superficial del agua, durante las lluvias.

3.3. Control de malezas

Previo a la siembra es necesario controlar las malezas con un herbicida total. En los sectores de secano se deben esperar las primeras lluvias que estimulen la emergencia de las malezas. Las aplicaciones pueden realizarse en predios pequeños con pulverizadores manuales tipo mochila o con una pulverizadora de tracción animal, las que dado su mayor ancho de trabajo, tarda sólo una hora en pulverizar una hectárea. Figura 10.



Figura 10. Pulverizador de tracción animal.

3.4. Siembra

Después de transcurridos 1 a 4 días de la aplicación del herbicida, se puede efectuar la siembra. Lo ideal será trabajar con la humedad adecuada del suelo; ni muy seco, donde se corre el riesgo de dejar la semilla destapada; ni demasiado húmedo, donde el surco de siembra se compacta y la semilla queda descubierta.

Para siembra de grano fino y semillas de praderas se puede utilizar una sembradora de tracción animal (Figura 11), la que corresponde a una sembradora con dosificadores de flujo continuo, que cuenta con un depósito para semilla de grano fino (trigo, avena, cebada, arroz, lenteja, porotos, arvejas, lupino); otro para empastadas (tréboles, alfalfa, hualputras) y uno para fertilizante. El sistema abridor de surco permite la siembra directa sobre un suelo no labrado previamente, mediante la utilización de un vástago tipo "S" con una herramienta cincel. En la parte posterior de la herramienta lleva una zapata especial que permite depositar la semilla y el fertilizante en el surco abierto por el cincel, antes de que éste se cierre por la propiedades cohesivas de un suelo sin labrar.



Figura 13. Sembradora de cero labranza de tracción animal de cinco hileras marca INDEMAF.

4. CONCLUSIONES

En la actualidad se cuenta con el conocimiento y las maquinarias adecuadas para la aplicación de la cero labranza en los predios de medianos y grandes agricultores de Chile. El ahorro de energía, la conservación del suelo, la disminución de costos en la producción son los mejores beneficios que los empresarios agrícolas pueden obtener de la incorporación de estas tecnologías en sus predios.

Las practicas de manejo de residuos que se recomiendan, ciertamente implican un mayor costo de producción para los agricultores, pero al ser aplicadas generan efectos positivos tanto para ellos mismos como para la población del país.

Aunque existe una oferta tecnológica, de maquinas y equipos que permitiría la incorporación de pequeños agricultores a la cero labranza, se debe tener presente, que su baja capacidad de inversión es una de las principales limitantes para que puedan acceder a la tecnología. Por ello es importante que se establezcan las estrategias de apoyo financiero y capacitación que faciliten la adopción de las tecnologías.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGDEX. 1996.** Equipment Issues in Crop Residue Management for Direct Seeding. 519-4.
- ASHBURNER, JOHN y SIMS, BRIAN. 1984.** Elementos de diseño del tractor y herramientas de labranza. IICA. San José, Costa Rica. 473 p.
- BAUMER, CARLOS. 1999.** Sembradoras y fertilizadoras, para siembra directa. Editorial Amalevi. Santa Fe, Argentina. 345 p.
- COELHO, J.L.D. 1996.** Ensaio & certificacodas máquinas para a sementeira. En: Máquinas Agrícolas Ensaio & Certificacão de Mialhe, Luiz. Piracicaba, SP, Brasil: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Pgs: 551-570.
- CROVETTO, C. 1992.** Rastrojos sobre el suelo una introducción a la cero labranza. Editorial Universitaria, Santiago, 301 pgs.
- DÍAZ, ROBERTO. 2001.** Siembra Directa en el Cono Sur. PROCISUR. Montevideo. 450 p.
- DONATO, LIDIA. 1999.** Gestión integral de la Maquinaria Agrícola. En: "Selección y utilización correcta de las máquinas en Cero Labranza". Curso Internacional. INIA CRI Quilamapu. Chillán. 56 p.
- INE. 1997.** Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas (INE) Santiago, Chile. 443 p.
- LOPES, P.R.C.; COGO, N. G.; LEVIEN, R. 1987.** Eficacia. Relativa do tipo e quantida de residuos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na reducao da erosao hídrica. Revista Brasileira de Ciencia do Solo. 11:71 - 75. 1987.
- MELLADO, M., CHAVARRÍA, J. y VELASCO, R. 1998.** Análisis de alternativas de preparación de suelo para sembrar trigo en la zona centro sur de Chile. INIA, Quilamapu. Boletín ISBN:956-7436-04-5.142 p.
- NEBGUIDE. 1981.** Residue Management for Soil Erosion Control. G81-544.
- ORTIZ-CAÑAVATE, J. y HERNANZ, J. L. 1989.** Técnica de la Mecanización Agraria. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 641 pgs.
- WALL, P. 1998.** Introducción a la Cero Labranza. En: Curso Taller Internacional Cero Labranza para la agricultura campesina. INIA CRI Carillanca – PROCISUR – Gobierno Regional de la Araucanía. Carahue. Chile.