

algodón

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

Manejo de suelos en el cultivo del algodón en el Valle Cálido del Alto Magdalena

*Pedro Pablo Herrera¹
Alvaro Henao Mejía¹
María Denis Lozano¹
Iader Correa Arango¹
Buenaventura Monje¹*

* Investigadores Manejo Integrado de Suelos y Aguas. Corpoica, Regional 6. C.I. Nataima, El Espinal (Tolima). E. mail: corpoica@bunde.tolinet.com.co

El suelo del sistema algodón

El suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre que sustenta los ecosistemas de plantas y animales. Está compuesto por minerales que sufren alteraciones físicas y químicas, restos de plantas y animales que se descomponen y pasan a formar parte de la materia orgánica. El agua lluvia y de riego se infiltra, almacenándose en diminutos poros para luego ser suministrada a las plantas; por su parte, el aire viaja a través de poros grandes, originando un cuerpo dinámico vivo, medio ideal para que las plantas de algodón desarrollen sus raíces y se nutran.

La destrucción de las propiedades físicas del suelo, producto del uso indiscriminado de implementos de labranza basados en disco, ha generado problemas en la productividad de los cultivos de algodón; debido a esto, se requiere un cambio de estrategia en la preparación de lotes para la siembra. Los cinceles (flexibles o rígidos), lo mismo que la siembra directa viene teniendo buena aceptación para el establecimiento del cultivo (Herrera y Díaz, 1998).

La preparación convencional es el método utilizado en casi la totalidad del área que siembra algodón en el Valle Cálido del Alto Magdalena, usando el arado como herramienta principal para el roturado del suelo, control de malezas y destrucción de socas. Ultimamente, con el incremento de controles químicos mediante herbicidas se ha venido revaluando el uso de este implemento de labranza primaria junto a otros de labranza secundaria, debido al alto consumo de energía, desgaste del tractor y demás operaciones que se realizan con otros aperos (rastrear, pulir, cultivar y aporcar) en cada época de siembra.

El frecuente y excesivo laboreo del suelo, ha incrementado la tasa de mineralización de la materia orgánica, con lo cual los agregados estructurales sucumben bajo la acción de los discos del arado y la rastra; conduciendo a la aparición de capas compactas (pisos de arado) de 25 a 40 cm de

profundidad, estructuras éstas que impiden la capacidad de exploración y desarrollo de las raíces hacia horizontes más profundos y húmedos.

El exagerado uso de implementos de labranza secundaria (rastras y rastillos), sobre todo en suelos con tendencia arenosa y pobres en materia orgánica destruye los agregados, desmejorando aún más las condiciones del suelo en superficie, produciendo sellamiento, lo que implica reducir tanto la entrada como el posterior almacenamiento de agua lluvia y riego, así como el intercambio gaseoso, fenómenos indispensables para la germinación de las semillas.

A través del tiempo la labranza ha sido considerada como herramienta fundamental para el control de malezas, sin embargo se ha demostrado que la ocurrencia y contaminación de estas ha sido más frecuente. Como ejemplo se puede tomar el de las ciperáceas como el “coquito” (*Cyperus rotundus* L.), planta cuya propagación se registra por rizomas dispuestos en el suelo, que al ser fragmentados por los discos, eliminan la dominancia apical, generando múltiples plantas nuevas. La labranza ha incidido también para que la macro y micro fauna del suelo se deteriore, restándole funcionalidad como cuerpo vivo, eliminándola como indicador de su fertilidad y estabilidad estructural.

La gran mayoría del área algodonera en el país se caracteriza por una irregular distribución de las lluvias. Éstas aunque buenas en cantidad, pudiendo satisfacer la demanda hídrica del cultivo, debido a esa irregularidad, hacen necesaria la aplicación de riego suplementario en ciertas etapas de crecimiento y desarrollo (520 mm). Sin embargo, en aquellas zonas donde se utiliza el riego, al agua no se le da el verdadero valor de recurso necesario en el proceso de producción, lo cual conlleva a aplicaciones sin tener en cuenta, por un lado las necesidades reales del cultivo, y por otro, algunos parámetros físicos del suelo relacionados con un mejor aprovechamiento del agua de riego; lo cual trae como consecuencia el deterioro de los suelos y la obtención de producciones por debajo de las potencialmente esperadas. Es aquí, cuando el recurso agua adquiere su verdadero valor de insumo en la producción, convirtiéndose en un elemento de gran valor apareciendo la necesidad de su manejo eficiente y asociado a un costo integrado al recurso humano, tecnológico y de capital (Caicedo, 2000).

Para el normal desarrollo del cultivo del algodón es necesario garantizar, una vez sembrada la semilla, que sus raíces tengan toda la libertad posible de explorar y profundizar sin obstáculos, con el ánimo de aprovechar la disponibilidad de agua y nutrientes. Las mayores dificultades que encuentra la raíz en su crecimiento, están relacionadas con las capas compactadas del suelo a diferentes profundidades, con la consecuente falta de oxígeno y de agua debido al sellamiento producido por los implementos de labranza.

En conclusión, la labranza debe garantizar un suelo en buenas condiciones físicas, químicas y biológicas. No se debe pulverizar para permitir una adecuada humedad en la imbibición de la semilla, la emergencia de la primera estructura del tallo y su respiración en la atmósfera del suelo.

Labranza para sembrar algodón

Manejo de las socas del algodnero bajo el sistema de labranza de conservación

Tradicionalmente la erradicación de la soca de algodón se ha hecho empleando controles mecánicos con guadaña e incorporándola al suelo junto con los rebrotes mediante arado de disco y en algunos casos rastra pesada, como medida sanitaria para reducir la incidencia de plagas en la cosecha siguiente, sobre todo de picudo (*Antonomus grandis*) y rosado (*Sacadodes pyralis*). Esto implica que, necesariamente, se tenga que hacer labranza en un suelo sembrado con algodón.

Con el fin de identificar métodos de manejo de socas de algodón, dentro del concepto de labranza de conservación, se comparó el efecto del uso de la guadaña versus el desbrozado, sobre el rebrote de estas estructuras. Los resultados indicaron que en cada metro lineal de surco rebrotaron 1.35 plantas cuando se empleó la guadaña; mientras que en el desbrozado, solo rebrotaron 0.33 plantas; es decir que por cada planta que rebrota al usar desbrozadora, rebrotan cuatro cuando se emplea guadaña. La diferencia se debe específicamente, a que la desbrozadora

logra cortar por debajo de las cicatrices cotiledonales (7 cms aproximadamente del suelo). En este caso, cuando no ha habido aporte de tierra al cultivo; lo mismo que la operación de este implemento a 540 RPM, estalla el tallo de la planta erradicándolo en más de un 85%; en cambio, la guadaña pasa a baja velocidad (revoluciones) y a una altura superior a 20 cm, lo que permite que el tallo conserve las cicatrices, aumentando la probabilidad de rebrote (Tabla 1).

Tabla 1. Control de socas en algodónero, por medios mecánicos las dos primeras columnas y químicos las tres siguientes, para racionalizar la labranza en el suelo. Hacienda Camala (Coello - Tolima), 1998.

Mecánico	Plantas rebrotadas /m	Químico	Plantas controladas	Rendimiento kg/ha sorgo
Guadaña	1.35 a*	Metil-Benzoato	1.56 a	4.477 a
Desbrozadora.	0.33 b	24D amina	1.65 a	5.057 a

* Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativo al 10%.

Como tratamientos interpuestos se analizaron dos controles químicos con 2.4 D amina y Metil-Benzoato; buscando inhibir o quemar el rebrote de la soca del algodón, después de haber cortado el material dependiendo del implemento utilizado. Cuando se empleó el Metil-Bezoato en el tratamiento de desbrozadora existió mayor control, sin ser significativa la diferencia con el 2.4 D amina, en las mismas circunstancias. Para guadaña los dos productos trabajaron con el mismo nivel de control; existiendo una leve diferencia matemática a favor del 2.4 D amina.

Los herbicidas, debido a la fecha en la que fueron aplicados (después de 7 hojas de un cultivo de rotación con sorgo), presentaron un efecto inhibitorio sobre el desarrollo del cultivo de rotación, siendo más evidente en el caso de la aplicación de Metil-Bezoato a dosis bajas (6 gr/ha de producto comercial), reflejándose en los rendimientos.

Las parcelas aplicadas con Metil-Bezoato rindieron en promedio 4.477 kg/ha, mientras que al emplear 2.4 D amina se obtuvo 5.057 kg/ha de sorgo (Tabla 1). Con el ánimo de seguir aumentando el conocimiento sobre el manejo de las socas de algodón para sistemas de no labranza se tomaron dos lotes comerciales de 4.8 ha; pretendiendo verificar los resultados obtenidos el año anterior, haciendo énfasis en el efecto de la tecnología sobre insectos plaga, en Labranza Convencional (LC) y Siembra Directa (SD).

Los resultados a este respecto indicaron que en las dos localidades donde se estableció el manejo de socas por métodos mecánicos - químicos, los controles fueron aceptables para los dos sistemas de control trabajados, no existiendo diferencia estadística en plantas controladas con guadaña y herbicida, en la finca Dindalito (Figura 1).

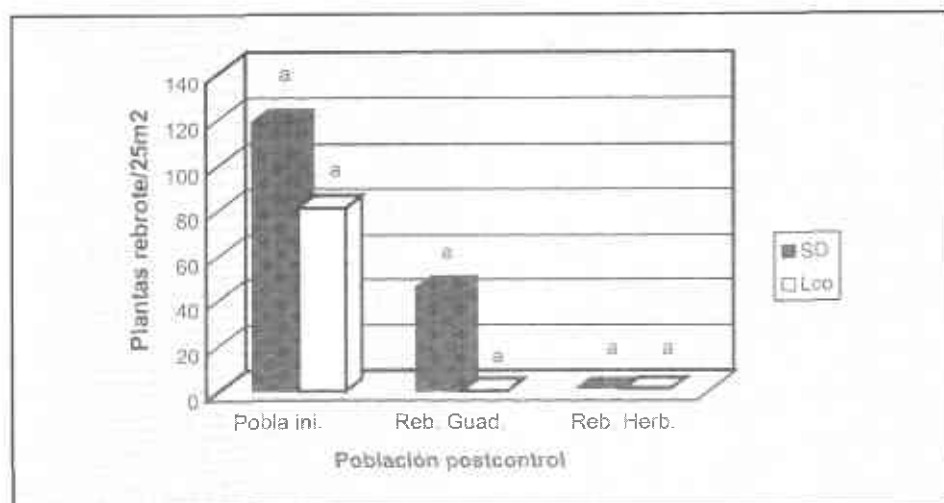


Figura 1. Población inicial y efecto del manejo de socas de algodón sobre el número de plantas rebrotadas después de guadañar y aplicar herbicida en siembra convencional (LC) y directa (SD). Dindalito (El Espinal, Tolima), 1999.

De lo anterior, se puede inferir que los dos métodos tienen la misma efectividad, solo que cuando el control se hace en forma convencional hay que remover el suelo, con el consecuente deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, además de que se incrementan los costos.

Evaluación edáfica de las plagas y fauna benéfica del suelo

La mayor abundancia de insectos se registró en hormigas (*formicidae*), en chisas (*Melolonthidos*) y mil pies y/o cien pies (*Miriápodos*). Este tipo de invertebrados prefiere los sitios ricos en materia orgánica, según Farb (1959). Los miriápodos descomponen la vigésima parte de las hojas que caen del bosque sobre la tierra, algunas especies son carnívoras y se alimentan de insectos. La población de pupas de Rosado colombiano (*Sacadoses pyralis*) fue tres veces mayor en SD que en LC, lo que corresponde a 72 pupas de Rosado/ m² para SD y 14.5 pupas/ m² en LC. *Spodoptera* sp. también fue mayor en SD (136 pupas/m²), con respecto a LC (40 pupas/m²)n LC (Tabla 2).

Tabla 2. Población de invertebrados encontrados en el sistema de labranza convencional LC y siembra directa SD, después de soquear un lote de algodón (Área de muestreos 0.25m²). CI Nataima. 1999.

Invertebrados	Sept. 21 1999		Nov. 02 1999		Nov. 12 1999		Dic. 09 1999		Total	
	LC	SD	LC	SD	LC	SD	LC	SD	LC	SD
Spodoptera	8	12							8	12
Rosado Colombiano	32	32							32	32
Elateridos	20	12	24						44	12
Melolonthidos	4	4	24			16	12	20	40	40
Cyrtomemus	4	8							4	8
Lampiridae	4	48							4	48
Miriápodos	8	12		32		88		144	8	276
Dipteros	12	8							12	8
Formicidae	308	384	32	108	20	80	120	360	480	932
Dermapteros	12	4		20	4	32	12	48	28	104
Hemipteros	8								8	
Tenebrionidos	4	12				28		12	4	52
Chelonus			4						4	
Arácnidos			8	20	4	20	4	92	16	132
Blisus			40	48		4		28	40	80
Coleópteros				4		12				16
Anélidos				20		20		28		68
Caracoles				4		4		28		36
Trips				20	4	84	88	204	92	308
Geocoris						4		20	24	
Total									848	2164

Los monitoreos realizados en el Centro de Investigación Nataima Lote II-6, registraron 2868 invertebrados, de los cuales 2020 se contabilizaron en SD y 848/m² en LCo, lo que correspondió a un 70.5% y 29.5% de la población respectivamente, Tabla 2. Los invertebrados más frecuentes fueron las hormigas, los miriápodos y los trips. Se registraron 20 especies de las cuales 17 estuvieron presentes tanto en SD como en LCo es decir 85% de la población. De las especies consideradas benéficas solo 7 especies (7%) fueron detectadas SD y 8 especies (40%) en LC. (Figura 2).

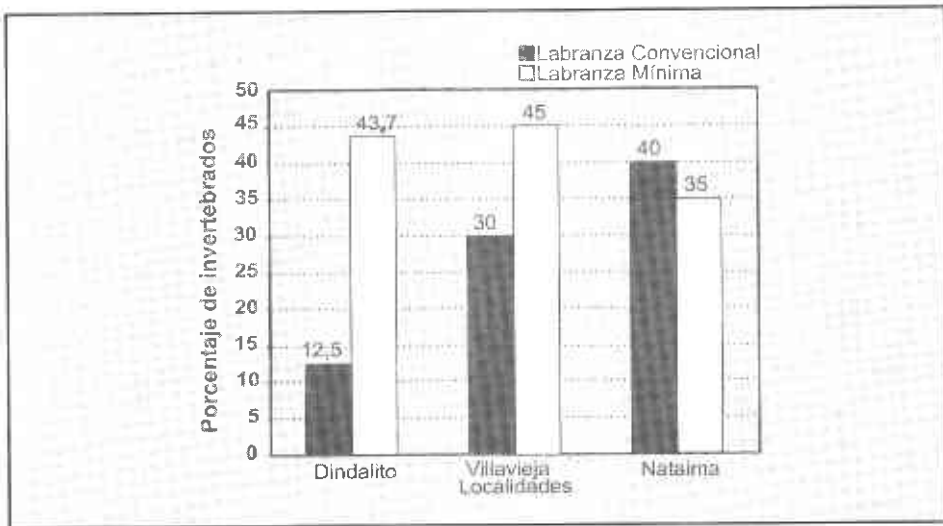


Figura 2. Porcentaje de fauna benéfica presente en el suelo bajo dos sistemas de labranza (Convencional y Siembra Directa) en tres localidades, 1999.

Respecto a Rosado colombiano se registraron ocho pupas tanto en LC como SD para la primera lectura, lo que correspondió a 32 pupas/m². De acuerdo con los resultados observados en Villavieja, Dindalito y Nataima, las poblaciones de Rosado colombiano, *Spodoptera* sp y gusanos alambres (Elateridos), fueron mayores en SD, pero, igualmente, la población de insectos considerados benéficos fue más alta en este sistema, lo que indica un equilibrio en los dos tipos de insectos. Insectos como los Dermápteros, Concindellidos, *Calosoma* sp, ejercen un excelente control sobre estas plagas. Se espera por lo tanto, que la incidencia de los insectos plagas en el cultivo sea menor o igual en el sistema de LC.

Sin embargo, es necesario establecer la incidencia de los insectos plagas durante la época de cultivo del algodón bajo los dos sistemas de labranza. Jiménez (1999), asegura que no existe problema con Rosado en el Caribe Húmedo, cuando no se remueve el suelo para la siembra y que es viable usar el 2.4.D amina para controlar el rebrote de plantas al soquear en Siembra Directa. Según estos resultados al monitorear la plaga en el suelo, se identifica que no existen diferencias estadísticas significativas en la población de Rosado durante la época de veda. Sin embargo mientras que las pupas en Siembra Directa se encuentran a 2 o 3 cm de profundidad, en Labranza Convencional alcanzan los 8 cm. También es claro que, en el suelo labrado existió mayor porcentaje de empupamiento a las diferentes profundidades de muestreo, que lo que se encontró en la Siembra Directa, en razón tal vez a lo suelto del terreno.

La Tabla 3 permite ver los costos de los dos sistemas que se conocen en la actualidad para el control de socas de algodón. El método convencional emplea maquinaria de labranza como eje fundamental del control y tiene un precio de \$ 50.000 pesos por hectárea, en segundo termino está el manejo con guadaña y herbicida, esto como base de una no-labranza con un costo de \$31.000. Los dos sistemas logran igual control de las socas del algodón para reducir la incidencia de plagas en posteriores siembras. Esto indica que la opción de manejar las socas con herbicida es ecológica y económicamente viable.

Tabla 3. Costos por ha para el manejo de socas de algodón bajo dos sistemas de labranza, Corpoica, 1999.

Operación de campo	Costos \$/ha	
	Siembra Directa	Convencional
Guadaña	13.000+	10.000
Rastra dos pases	-	40.000
Herbicida (24D, 1l/ha) más vinagre	8.000	-
Aplicación (tractor)	10.000*	-
Total	31.000	50.000

**Sobre costo por una labor realizada técnicamente*

Para el desarrollo de la labranza de conservación, es necesario tener una metodología que controle las socas en la superficie; a través de realizar un corte al cultivo lo más bajo que se pueda con guadaña o desbrozadora una vez se ha cosechado, permitiendo el rebrote hasta obtener un 75% de plantas rebrotadas, lo cual se puede lograr en 20 a 25 días después del corte, si se cuenta con buena humedad en el suelo. Luego se aplica un tratamiento químico, con base en 2,4 D amina a razón de 1 lt/ha. Es necesario que el suelo este húmedo, con el fin de estimular el desarrollo de la soca y hacer que el herbicida ingrese (translocación). De esta manera se asegura un control total, sin recurrir a implementos de labranza.

Es importante tener en cuenta que las aplicaciones de este herbicida deben ser muy cuidadosas. Como primera medida hay que emplear 250 a 300 litros de agua por hectárea, una presión de 20 a 30 PSI, aplicar con viento en calma, es decir, temprano en la mañana o al atardecer, con el aguilón a una altura de 50 cm sobre el suelo. Para que el herbicida actúe plenamente hay que bajar el pH del agua y estar seguros que el suelo está húmedo para que la planta de algodón metabolice el producto y le produzca los efectos fitotóxicos esperados. Teniendo en cuenta estas indicaciones y vigiladas las aplicaciones por una persona calificada, no se tendrá ningún riesgo secundario.

Preparación del terreno

El problema principal en la preparación de suelos, es que cada cultivo requiere condiciones particulares para su germinación, crecimiento y desarrollo, lo mismo que cada suelo necesita un nivel de labranza determinado (Henaó, *et al.*, 1999.) Siendo así, la labranza primaria para establecer algodón pretende obtener una buena estructura y óptimas condiciones de crecimiento en profundidad. Sin embargo, las semillas no germinan bien en un suelo con solo labranza primaria (romper y/o invertir el suelo). En *labranza convencional*, por lo tanto se requiere de la utilización de otros implementos para adecuar el suelo a la siembra.

Es necesario precisar que, ***la labranza no es una receta***; esto quiere decir que cada suelo tiene su patrón de preparación y que son las características de cada sitio, las que definen la labranza que se debe realizar a cada lote a cultivar. Para esto es conveniente cavar una a dos cajuelas o huecos según la homogeneidad del lote, ubicándolas en la mitad del terreno; repli-

cando la operación cada que el suelo cambie topográficamente; de 50 X 50 X 50 cm de profundo; con el fin de determinar las características visuales de tipo interno del suelo como textura, compactación, pedregosidad, profundidad de capas u horizontes y humedad, así como el nivel freático; con lo cual se consigue, determinar con mucha aproximación los implementos requeridos y su intensidad de uso en el lote (Amézquita, 1998 y Pla, 1977). Es importante destacar, que en zonas bajas tropicales donde se va a sembrar algodón, se necesita mantener el suelo con algún grado de cobertura, para favorecerlo de los factores climáticos. Ninguna labranza es mala por sí misma, el daño se causa al hacerla sin ningún criterio técnico.

La labranza de conservación descansa sobre tres pilares fundamentales: primero manejo de las malezas, permitiendo que exista cobertura; segundo, disponer de máquinas sembradoras apropiadas; tercero, gerencia empresarial apropiada. La labranza de conservación implica un cambio de actitud, siendo una metodología sencilla, donde se deben agudizar los cuidados en cada uno de los elementos que intervienen para no caer en fracasos; o sea, que en ésta técnica un gran porcentaje, corresponde a un ejercicio mental y muy poco a un esfuerzo físico.

Para seleccionar una labranza adecuada para un suelo específico, es necesario tener en cuenta algunos parámetros del suelo, entre los que se destacan unos de tipo externo y otros a nivel interno o propios de las características del perfil genético y asociado al manejo dado en los últimos años.

Entre los parámetros de la parte externa se tienen:

- **Topografía:** A mayor pendiente, se requiere menor labranza para disminuir el riesgo de erosión.
- **Profundidad de las raíces del cultivo:** La planta de algodón requiere una profundidad en el suelo que esta entre los 30 y 50 cm., Esto explicaría la necesidad de emplear cincel.
- **Tipo de malezas presentes en el lote:** Los implementos de disco propagan fácilmente las malezas de reproducción vegetativa.
- **Características de la sembradora:** Las sembradoras de doble disco enfrentado en la línea de siembra, requieren menor labranza en el suelo.

Entre los parámetros de la parte interna se tienen:

- ***Pedregosidad*** (rocas o cascajo)
- ***Características Físicas del suelo*** (textura y compactación)
- ***Profundidad de las capas u horizontes*** (genético y antrópico)
- ***Humedad del suelo*** (profundidad del nivel freático)

Estas últimas se detallan a continuación: De acuerdo con las condiciones de textura del suelo y profundidad de los horizontes, es conveniente hacer algunas consideraciones que ayudan a afinar los patrones, tipo y cantidad de labranza. Si se piensa que cada suelo tiene un patrón de labranza asociado a textura, profundidad de horizontes, nivel freático, pedregosidad, pendiente y tamaño de la semilla del cultivo a sembrar, la labranza en ningún momento puede darse de forma genérica por región, hay que bajarla a cada predio; quizá por esta razón, se ha llegado al grado de degradación que tienen los suelos actualmente.

Cuando existe un número elevado de rocas superficiales en el primer y segundo horizonte, lo mismo que suelos poco profundos (10 cm), los trabajos con cincel no se justifican, si se emplean, se corre el riesgo de dañar los equipos. También son inocuos o se puede dañar el almacenamiento del agua en el suelo, cuando la presencia de un horizonte compactado es seguido de otro de carácter arenoso; al destruir esta capa con un cincel, existe el riesgo de perder agua y nutrientes por percolación. La decisión de operar este implemento en el campo, tiene que estar en función de la arquitectura radical del cultivo a establecer, factor que no se puede olvidar y de las características internas del suelo.

En las texturas gruesas (arenosa y franco arenosa), los discos de rastras y rastrillos pulverizan el suelo fácilmente, generando problemas de sellamiento, lo que implica reducir tanto la entrada como el posterior almacenamiento de agua lluvia o de riego, así como la germinación de semillas y el desarrollo inicial de las plantas (Herrera y otros, 2000). Este tipo de suelos se presta más para iniciar procesos de Siembra Directa ya que la compactación, si es que existe, fácilmente la rompen los cinceles o en algunos casos las raíces del cultivo.

Labranza convencional

Lo que hoy se conoce como Labranza Convencional, LC, fue el primer método que se introdujo al país, a partir de la entrada del tractor, siendo el origen de los graves problemas de compactación y pérdida de suelo causados en las zonas agrícolas colombianas mecanizadas, debido a que las labores ejecutadas han sido y siguen siendo seleccionadas en forma incorrecta.



Cultivo de algodón con labranza convencional

La técnica básicamente consiste en usar casi con rigurosidad, arado, rastra y rastrillo los cuales hacen un trabajo de voltear consecutivamente el suelo, principalmente para eliminar malezas; dejando la superficie de siembra pulverizada, a lo cual el agricultor de algodón se acostumbró, como si labrar el suelo de esta manera fuera un método estricto. Este tipo de labranza ha causado mucho daño a los suelos en las zonas donde se siembra algodón, dada la intensidad y constante volteo del terreno, invirtiendo las capas con consecuencias dramáticas en la calidad del primer horizonte, máxime si se tiene en cuenta que este es un cultivo altamente extractor de nutrientes.

Es necesario tener cuidado con la humedad (capacidad de campo) por cuanto así como le facilita desmenuzar los terrones del suelo, también le puede inducir compactación. Es preferible labrar por debajo de esta humedad, sin que sea en seco.

Una forma de disminuir la compactación y los problemas de sellamiento en el suelo (falta de oxígeno y agua) en la labranza convencional, es trabajar los implementos de disco (rastra y rastrillos) disminuyendo el número de operaciones y el grado de traba en el segundo pase de cada una. Este tipo de trabajo consta de:

Labranza primaria: Son implementos diseñados para romper, invertir, airear y en algunos casos destruir malezas. Son los primeros que roturan el suelo; entre los que se encuentran: arados de disco, vertedera, rastro arados (rastras pesadas), rotativos, cinceles y subsoladores, (Henao y otros, 1999).

Arado de disco: Es utilizado para romper raíces gruesas, suelos pesados y pegajosos (arcillosos); suelos sueltos (arenosos) o abrasivos. Lo ineficiente de su uso esta en dejar el suelo con terrones grandes, requiriendo labores posteriores de nivelación y desterronado. Actualmente la tendencia es a sacarlo del mercado y de uso, debido al daño que le produce a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, especialmente en terrenos donde la primera capa u horizonte, es poco profunda.

Se compone de un cuerpo de discos, un sistema de enganche y una rueda guía. Como norma general y a manera de orientación, en promedio, cada disco requiere aproximadamente de 15 HP (caballos de fuerza) para su desplazamiento. Para que los discos penetren fácilmente, se deben mantener los bordes cortantes bien afilados y rectificadas.

Arado-rastra: Básicamente es un "tren" de discos montados en un eje común, conjunto que se llama sección. Un rastro arado se compone de dos secciones, una delantera con discos dentados (escotados) que cortan y arrancan el suelo y una trasera con discos lisos que desmenuzan (Guerrero citado por Malagón y Montenegro, 1990). Su peso es mayor al de las rastras para desterronar, llamadas también californianas, siendo la profundidad de trabajo un efecto del peso del implemento y el ángulo o "traba" de las secciones, respecto de la dirección de avance.

Labranza secundaria: Como el empleo del arado no produce una buena cama para las semillas ya que los terrones son demasiado grandes, es necesario fraccionarlos en pedazos más pequeños para que su peso no se oponga a la salida de las primeras hojas a la superficie. De ahí que la tarea de fraccionar dichos terrones producto de la labranza primaria (arada) se llame labranza secundaria. Con esto se busca formar una o unas zonas con tamaños de terrones que permitan el transporte adecuado de aire y agua (permeabilidad) hacia las semillas, para así lograr la máxima germinación.

La labranza secundaria, debe realizarse de tal manera que destruya lo menos posible la estructura del suelo, es decir, la capacidad que tiene este de formar terrones. Una condición polvorienta es un ambiente indeseable para la semilla, como para la penetración del agua, entre otros factores; ya que produce sellamiento superficial de poros, compactación y por ende encostramiento, que impide la salida de plántulas al exterior al germinar semillas tan pequeñas como son las de algodón (Henaó y otros, 1.999). Es de anotar que la zona inicial de semillas, posteriormente se convertirá en la zona de raíces (rizósfera); encargada de concentrar la mayor cantidad de humedad (producto de la lluvia o el riego) y fertilizantes para la absorción de nutrientes en cada una de las etapas de desarrollo del algodón.

Una buena preparación es aquella en la cual existen terrones grandes, medianos y pequeños, **pero nunca polvo**; lo cual incide en que el suelo quede lo suficientemente “**poroso**” para que el agua procedente de la lluvia o el riego penetre y no lo arrastre, produciendo erosión. Pero además, almacene humedad para épocas secas. Para ello se utilizan las rastras, los rastrillos, la paia, el marco nivelador y rastras de dientes. Nunca se debe hacer un uso muy intensivo de estos equipos, ya que se corre el riesgo de producir efectos contrarios a los deseados, dañando el suelo.

En rotaciones de arroz-algodón es frecuente dejar huellas profundas de combinada, con lo que se requiere hacer uso de la rastra para borrar este micro relieve. Generalmente esto coincide con suelos de textura fina; es decir arcillosos y máxime cuando las condiciones climáticas, prodigan un buen nivel de lluvia, es importante que se alome o caballonee el terreno, para reducir la incidencia de encharcamiento y permitir que las plantas tengan un buen anclaje (Sánchez, 1.981). En este caso, como en cualquiera

de los lotes preparados convencionalmente, no es necesario dejar el suelo vuelto polvo; por el contrario, entre más terrón grande y mediano tenga, menor riesgo de que los caballones se deshagan con un aguacero intenso.

Labores de cultivo. También llamadas operaciones de mantenimiento de cultivo, pretenden mantener la “cama de semillas” y la zona de raíces bajo una adecuada capacidad de aireación y retención de humedad durante todo el ciclo del cultivo.

Cultivar, consiste en redistribuir el suelo cuando ya el cultivo se encuentra establecido, buscando eliminar en forma mecánica las malezas. Vale la pena mencionar que el manejo de este implemento debe ser superficial (máximo 5 centímetros), para no sacar a la superficie semillas de malezas que puedan iniciar otro ciclo de competencia con el cultivo.

Aporcar, es arrimar suelo a la base de la planta para lograr mejor anclaje, desarrollo radicular y mayor área de nutrientes. La labor se ejecuta acoplado discos a la cultivadora.

Cabe anotar que las llamadas labores de cultivo están desapareciendo en razón del deterioro del suelo, a que no son necesarias para el cultivo y si pueden ejercer un deterioro a nivel de raíces secundarias, importantes en la toma de nutrientes y agua, lo mismo que incide en la generación de poblaciones secundarias de malezas por efecto de la aireación del suelo.

Manejo de malezas en sistemas convencionales

El manejo de malezas se debe hacer a través de los herbicidas indicados y en las dosis recomendadas por el fabricante, previa evaluación del tipo y población existente. Es importante tener en cuenta la textura del suelo, la presencia de materia orgánica y una rigurosa calibración del equipo de aplicación, como también la calidad del agua de aplicación. En su gran mayoría, los herbicidas trabajan bien en aguas con pH entre 4.7 a 5.5, por encima del cual degradan el ingrediente activo del producto. Es importante que la presión registrada en el manómetro del equipo, no exceda las 30 PSI y aplicar volúmenes de agua superiores a 250 l/ha. Con estos sencillos consejos, se logra que el herbicida actúe en pre y postemergencia, de forma exitosa.

Es importante aclarar, que también en el control mecánico de las malezas con cultivadora, se puede causar daño al suelo y a las raíces; como también se puede inducir la germinación de nuevas poblaciones de maleza, producto de romper el sello dejado por el herbicida que se aplicó en preemergencia. En este sentido sería conveniente emplear otro tipo de estrategia, como el control post con algún herbicida selectivo o uno de acción total como el glifosato, dirigido en dosis bajas.

La siembra

Para la siembra se debe ajustar muy bien la sembradora con que se cuente, así sea la tradicional Apolo. En cada campaña, desmonte la máquina para engrasar los rodamientos y las piezas de fricción. Esto le permitirá hacer cambios en las partes defectuosas y mantener la máquina en un estado adecuado.

Es indispensable calibrar la máquina cada vez que se vaya a sembrar un lote, con el procedimiento que se describe en el capítulo de calibración de sembradoras. Si usted ha hecho una preparación adecuada del terreno, esto es que no se selle con la lluvia; no necesita sembrar más de 15 kg/ha de semilla de algodón, se pueden cerrar los surcos a 75 cm de distancia, dejando una población de 70 a 90 mil plantas por hectárea (Herrera y Díaz, 1998). Es posible que esta población tienda a crecer demasiado por autocompetencia, para lo que se requiere el uso de reguladores de crecimiento, bajo un estricto criterio técnico.

Otras alternativas de preparación del suelo

Con el deterioro del suelo, se ha tenido que recurrir a patrones de labranza que apunten a mantener o mejorar en lo posible las propiedades del suelo. Aquí se puede encontrar, desde la reducción del número de pases de implementos de disco, pasando por la combinación de discos, seguido por el uso de cincel flexible, hasta llegar a la siembra directa. Los cinceles deben preceder a los discos en la operación de campo, para que la compactación dejada por los segundos a la profundidad de trabajo, se rompa, logrando un almacenamiento de agua y desarrollo de raíces en profundidad.

A veces es necesario reducir las labores de preparación, bajo el criterio de que cada cultivo requiere tamaños de terrón y profundidades de preparación diferentes, es decir, que algunos suelos no requieren el uso de los

arados y otros sí. Pero además, se pueden reducir los pases que se hacen con la rastra o rastrillo, trayendo beneficios, sobre todo en el ahorro de combustibles, llantas y deterioro de la máquina en general. Se aclara, eso sí, que esta decisión debe obedecer a un concepto técnico-económico, teniendo en cuenta el tipo de suelo.

En suelos que presentan limitaciones físicas de profundidad para la siembra de algodón, en razón a la formación de pisos de arado, o si la génesis de éstos favorece la acumulación de arcillas en el segundo horizonte, la acción de los cinceles provee un mejor enraizamiento y almacenamiento de agua. Sin embargo, las capas compactadas superficialmente inducen a la utilización de cinceles flexibles o rígidos, cuando están a profundidades superiores a 30 cm. Lo anterior sin descuidar la valoración del ascenso de sales y el nivel freático en el perfil de suelo. Estos implementos no siempre funcionan en todos los suelos, es necesario entonces, asesorarse del asistente técnico para un adecuado uso en cada lote.

Existen varios tipos de cinceles; en nuestro medio se encuentran los rígidos que hacen un trabajo en romper capas a 40 - 70 centímetros de profundidad, requieren potencias que van desde los 25 a 30 caballos de fuerza por cada punta de acuerdo con la textura y humedad del suelo principalmente. Los cinceles flexibles trabajan a profundidades de 15 - 30 cm y requieren de 10 a 15 caballos por cada punta, con su efecto vibratorio rompen y desterronan en mayor intensidad el suelo que los anteriores. Actualmente existe en el mercado unos cinceles extremadamente flexibles conocidos como pulidores vibratorios. Son cinceles para trabajos hasta 10 cm acompañado de un rodillo que pulveriza y a su vez nivela el terreno. Hacen las veces de los rastrillos siendo el complemento ideal en sistema de labranza vertical, sin dejar capas o suelas de labor.

La labranza vertical eficiente (prototipo cincel desterronador)

Corpoica ha venido trabajando en la llamada labranza vertical eficiente en el Centro de Investigación Nataima, con el fin de identificar alternativas de labranza para reducir o eliminar en algunos casos los

implementos de disco. Castro (1996), sugiere que el utilizar un cincel rígido cada dos años, incrementa los rendimientos de algodón en 700 kg/ha, en comparación con la labranza convencional que se hace en el Espinal. Es así como, se ha acondicionado un implemento de labranza vertical eficiente, a partir de un cincel flexible y una cultivadora rotativa, fusionados en uno solo; que puede ser de gran utilidad en las zonas algodonerías del país. Se logra reducir el número de operaciones en el campo, a una sola en suelos franco arenosos, en cuyo caso se debe hacer en condiciones de baja humedad del suelo, para magnificar la rotura de los terrones. Se consiguió con la adición de dos implementos, el primero es un cincel flexible de 9 puntas alternas a 35 cm entre cada uno. El segundo, es una cultivadora en la parte posterior a la cual se le anexó los rotores de la cultivadora formando un solo conjunto que se le ha dado el nombre de cincel desterronador.

Este implemento penetra con facilidad a 30 cm, sin dejar capas compactadas a la profundidad de trabajo. En suelos con mayor contenido de arcilla se requerirán dos pases, como también es posible que la presencia de cobertura (tamo de cosecha) y malezas tipo “batatilla”, requieran un pase inicial de rastra para picar el material, evitando que el trabajo del cincel desterronador barra las socas. En este caso, es también importante contar con desbrozadora o guadaña para convertir las socas en abonos y facilitar el trabajo del implemento.



Cincel flexible adaptado con implemento desterronador en la parte posterior para ganar eficiencia en la operación en el campo

La ventaja de este implemento es que puede ser copiado fácilmente por los agricultores de algodón. En suelos franco arenosos, una vez se ha controlado la vegetación existente, un solo pase en humedad por debajo de la capacidad de campo, es suficiente para dejar el terreno con una adecuada labranza, listo para la siembra. A medida que se incremente la concentración de arcilla es probable que se requiera de un pase adicional, caso en el cual la operación debe hacerse 30 días después del primero. Otra ventaja importante es el ahorro de combustible y operaciones en el campo, manteniendo algún grado de cobertura en el suelo, que lo protege de factores climáticos como la desecación y el impacto de la lluvia.

Manejo de malezas

Es conveniente evaluar la población de malezas dentro del sistema, para no incurrir en gastos adicionales. El control se puede hacer con los herbicidas tradicionales al momento de la siembra o, cuando sea posible, dejando germinar el banco de malezas de 10 a 15 días después de una lluvia, para luego hacer una aplicación de glifosato, en dosis de 2-4 l/ha, acompañado de un producto que controle el pH del agua de aplicación (4.7 a 5.5), disuelto en 250 o 350 litros por ha. Con esto se consiguen excelentes resultados, ya que se genera un nivel de cobertura tal, que le permite al suelo mejorar su capacidad de retención de humedad y presentar una mejor disposición para regular la población secundaria de malezas.

La siembra

Uno de los aspectos más importantes a considerar en la labranza de conservación para zonas aldoneras, es la siembra, ya que de ella depende en gran medida el éxito de la competencia con las malezas, el desarrollo de la planta y la productividad del cultivo. Es necesario contar con una sembradora de línea flotante, con doble disco enfrentado en la zona de colocación de semillas, con esto se acepta residuos en superficie y terrenos de irregular micro relieve, que deben ser permitidos en la medida que no causen encharcamiento en el lote.

En el cultivo del algodón hay que extremar las medidas para el manejo de las malezas y hay que contar con sembradoras de líneas flotantes y con disco en la línea de caída de la semilla.

Las densidades de siembra deben corresponder al genotipo con el fin de tener una población adecuada de plantas, lo cual contribuirá a reducir los costos de producción. Con una adecuada calibración de la sembradora no se debe sembrar arriba de 12 a 15 kg/ha, puesto que cuando existe una buena viabilidad de la semilla, la población es tan excesiva que induce a una competencia intraespecífica inicial de las plantas de algodón. Además, serán mayores los costos en raleo y distanciado del lote para dejar la población adecuada. Otro aspecto a considerar, es el cierre de la distancia entre surcos, el cual puede ser hasta 75cm, teniendo en cuenta la variedad a sembrar; para que el mismo cultivo compita tempranamente en mejor condición con las malezas, lo que ayuda a bajar el costo de control.

Siembra directa (labranza cero)

Parentemente es la última tecnología llegada al país, aunque ya por los años setentas y ochentas se habían realizado algunas experiencias en Colombia sin lograr una difusión importante. Una de las razones, fue la resistencia al cambio de los agricultores y el desinterés de la industria nacional por construir este tipo de equipos (Henao y otros, 1999). Países como Brasil, Argentina y Chile la vienen trabajando desde algo más de 20 años con excelentes resultados; encontrando que este método es la forma más compatible entre producir cosechas y conservar el suelo. Es la forma moderna de la siembra a chuzo, o si se quiere, es una siembra a chuzo mecánica eficiente.

Ventajas de la tecnología

- Ahorro considerable en tiempo de operación (50%)
- lo cual se traduce en ahorro de combustible
- Reducción de la cantidad de semilla por unidad de área
- Reducción de costos de producción, por los anteriores factores
- Incremento del contenido de materia orgánica del suelo
- Mejoramiento de las propiedades físicas del suelo

Los costos de la agricultura y el deterioro de los suelos en los agroecosistemas comerciales, están estrechamente ligados al uso inapropiado



Cultivo de algodón en siembra directa

de las prácticas de preparación del terreno para la siembra (Herrera y Rey, 1996). El respeto de la cobertura del suelo en los sistemas agrícolas del trópico, es de vital importancia para la sostenibilidad del mismo. Es importante precisar, que esta forma de trabajar los suelos, no pretende aumentar los rendimientos. Por otra parte, hay que tener presente que suelos con texturas pesadas (arcillosos) y suelos donde el nivel del agua esté cercano a la superficie, tendrán problemas al establecer algodón con este sistema; es decir, no todos los suelos presentan vocación para la siembra directa en algodón.

El método consiste en no voltear el suelo, esto es, arrancarlo, voltearlo y fragmentarlo. Se rotura exclusivamente la línea de siembra, en este caso para establecer algodón, dentro de su sistema de rotación. Se siembra sobre el mismo rastrojo, previa o post aplicación de herbicidas de control total. Para ello se requiere de una máquina, que básicamente y mediante

dos discos enfrentados abra un pequeño surco o "zanja" donde se deposita la semilla, para luego ser tapada por las llantas apisonadoras, cuya función es precisamente la de cerrar el surco abierto y hacer que la semilla quede en íntimo contacto con el suelo. El equipo se conoce como sembradora de Siembra Directa, de plantío directo o labranza cero. Dicho de otra manera, es una forma moderna de la siembra a chuzo, o si se quiere, es una siembra a chuzo mecánicamente eficiente.

Actualmente Corpoica con el apoyo de otras entidades, viene creando las bases técnicas, para el desarrollo y la difusión del establecimiento de cultivos bajo SD, con el ánimo de mejorar y mantener en el tiempo las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Es importante anotar que esto se logra además, a través de introducir rotación de cultivos y uso de abonos verdes al agroecosistema.

Criterios para implementar la siembra directa

Tanto las agremiaciones algodoneras como los agricultores de las diferentes zona del Valle Cálido del Alto Magdalena, han coincidido en manifestar que la degradación de los suelos como la falta de poder acceder al recurso hídrico en los momentos críticos de desarrollo de la planta, son después del manejo de plagas, los factores más determinantes, para lograr un rendimiento competitivo en el sistema algodón.

Para iniciar el proceso de la labranza de conservación, en este caso Siembra Directa en el sistema algodón, se deben preferir suelos franco arenosos; que en la mayoría de los casos deben ser descompactados, con la ayuda de un cincel rígido o flexible según la necesidad, haciendo una valoración de las características físicas del suelo como ya se anotó. Castro (1996), sugiere que el utilizar un cincel rígido cada dos años incrementa el rendimiento de algodón en 700 kg/ha, en comparación con la labranza convencional. Se puede acondicionar un implemento de labranza vertical eficiente, a partir de un cincel flexible y una cultivadora rotativa, fusionados en uno solo; que puede ser de gran utilidad en las zonas algodoneras como Armero-Guayabal, Espinal, Natagaima y Villavieja. La operación se debe hacer en condiciones de baja humedad del suelo (nunca seco), para magnificar la rotura de los terrones, (Herrera y Díaz, 1998).

Otro punto importante es lograr tener el mayor grado de cobertura en el suelo, proveniente de una siembra anterior de sorgo, maíz o abono verde, como también rastrojo de malezas, controlada con guadaña o desbrozadora y herbicida (Crovetto, 1992). El respeto por la cobertura del suelo en los sistemas agrícolas del trópico, es de vital importancia para la sostenibilidad del mismo. Es importante precisar, que esta forma de trabajar los suelos, no pretende aumentar los rendimientos y es claro que no todos los suelos están preparados para establecer cultivos a través de esta técnica.

Teóricamente el establecimiento de la SD no se debe hacer en principio en suelos con alta concentración de arcilla y bajos en materia orgánica, ya que tienden a reducir su porosidad y a no permitir el intercambio gaseoso. Así mismo, suelos que posean niveles freáticos altos, generan procesos de pudrición en las raíces, por exceso de gases como metano. En suelos de textura pesada que hayan sido sometidos a largos procesos de preparación para siembra y cuyas propiedades físicas estén en deplorable estado, se debe dar comienzo a un trabajo inicial de acumulación de materia orgánica que le permita mejorar sus características, en aras de brindar un buen desarrollo radicular.

Se debe iniciar este proceso con maquinaria alquilada o transformando alguna máquina propia (sembradora Apolo); utilizando en un comienzo un lote pequeño de la finca. Con esto se consigue que el agricultor de algodón en su medio, conozca las virtudes y limitaciones de la SD; para que luego de conseguir experiencia, diagnostique si en su finca es posible sembrar de esta forma y amplíe el cubrimiento del área con el ánimo de hacer un proceso progresivo, fácil y económicamente viable. Dentro de un marco de ajuste, es necesario que las empresas nacionales productoras de implementos de labranza; ofrezcan también complementariamente, equipos e implementos en forma masiva y a costos manejables, incluyendo equipos para las labores de desarrollo del algodón (abonadas directas, fumigadoras dirigidas).

Resultados de investigación en siembra directa

Los resultados de la investigación llevada a cabo por la Regional Seis de Corpoica, evidencian que en condiciones del Valle Cálido del Alto Magdalena,

la siembra directa es la forma más compatible entre la producción de cultivos y la conservación del suelo. El trabajo de investigación realizado durante tres años demuestra cambios en aspectos físicos del suelo, actividad biológica del mismo, dinámica de malezas y rendimientos competitivos con relación al sistema convencional, los cuales se comentan a continuación:



Preparación de suelo en labranza reducida

Densidad aparente

Los valores de densidad aparente encontrados a 5 y 10 cm, antes y un año después de la rotación sorgo-algodón (Figura 4) indican que tanto en la siembra directa, como en la labranza convencional, se aumentó la densidad aparente para las dos profundidades, existiendo diferencias estadísticas al 10% en la parte más baja del suelo (5 -10 cm). En la superficie, hasta el momento no se registran cambios significativos, siendo sí evidente el mayor valor de densidad aparente en el lote de labranza convencional, registrando en la segunda profundidad valores dramáticos de pérdida de porosidad, limitante que puede llegar a impedir el desarrollo radicular de los cultivos.

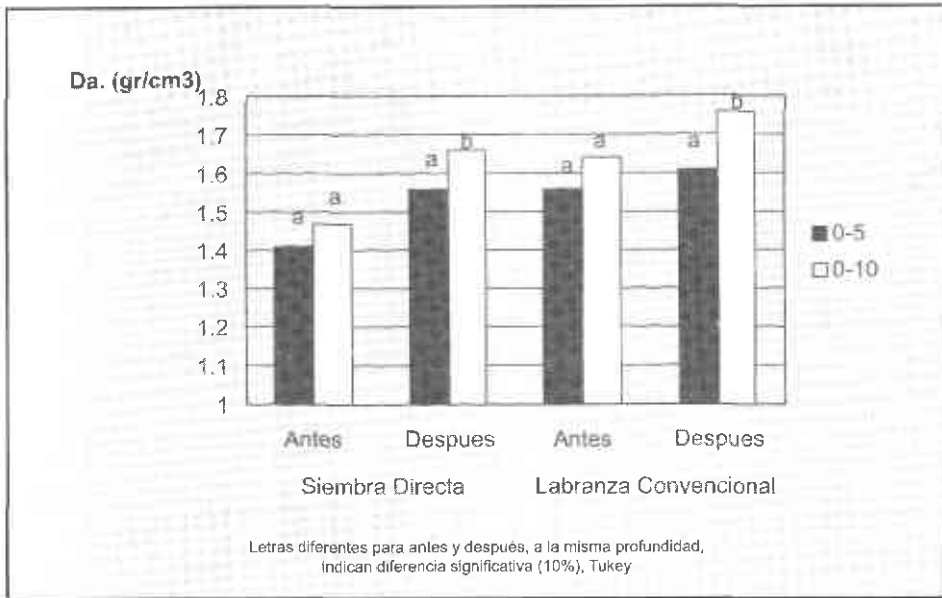


Figura 4. Densidad aparente (Da) del suelo a dos profundidades para dos sistemas de labranza, en rotación de cultivos, antes y después de un año del proceso, Nataima 2000.

Micro fauna del suelo

Los datos analizados para micro fauna del suelo de Nataima en los tratamientos determinados por el método de CO_2 producido, capturado en medio básico y titulado con ácido clorhídrico 0.1N en presencia de fenoltaleína, indican que el suelo bajo siembra directa registró 2.130 meq CO_2 producido, mientras que el tratamiento de labranza convencional registró 2.020 meq de CO_2 producido con una diferencia matemática y no estadística al 10% de 0.11 meq, que a un año de haber iniciado el proceso de SD en el lote indica un inicio de recuperación de la micro fauna en el área en que el suelo no se invierte (SD). Es muy probable que lo incipiente del efecto no sea lo suficientemente consistente aún para ver diferencias significativas, pero si es un factor esperanzador para la recuperación biológica del suelo a mediano plazo.

Rendimientos de cosecha

Los rendimientos alcanzados para iniciar un sistema de SD en un lote tradicionalmente preparado con discos, generalmente no son los mejores, hay



Rendimiento de algodón en cultivo de siembra directa

problemas de incidencia fuerte de malezas, por lo que es conveniente al iniciar, hacer dos quemas químicas para disminuir este riesgo; en algunos casos la impedancia mecánica de las capas compactadas dejadas por los implementos de disco puede dificultar el desarrollo de la raíz del algodón. La Tabla 4 registra los rendimientos comerciales de diferentes localidades en el Valle Cálido del Alto Magdalena. Ellos permiten concluir que si los rendimientos no son superiores, tampoco son significativamente diferentes (al 10% de probabilidad) de los de LC. La zona donde mejor se ha comportado la SD es Villavieja. Allí se superó en rendimiento en un proceso de un año, rotación maíz - algodón a la LC. En general se puede afirmar, que es necesario conocer bien los manejos de cultivo inherentes a este sistema de no-labranza antes de iniciar un proceso productivo a gran escala, para no caer en desatinos tecnológicos que lleven a crear una mala imagen de esta manera útil de conservar el suelo.

Siembra del cultivo

De los factores más importantes a considerar en la labranza de conservación para zonas algodonerías; es la siembra, ya que de ella depende en gran medida el éxito de la competencia con las malezas, el desarrollo de la planta y la productividad del cultivo. Es necesario contar con una sembra-

Tabla 1. Rendimiento de cultivo en parcelas comerciales de una rotación algodón sorgo, comparando dos sistemas de labranza, VACAM 2000.

Cultivo/ Labranza	Rendimiento kg/ha	
	Siembra Directa	Convencional
Algodón (Nataima)	2229 a	2307 a
Algodón (Villavieja)	3669 a	2674 b
Algodón (Guayabal)	1998 a	2009 a
Algodón (Espinal)	1460 a	1500 a

Letras diferentes entre filas, indican diferencias estadísticamente diferentes al 10%, Tukey.

dora de línea flotante, con doble disco enfrentado en la zona de colocación de semillas; con esto se acepta, residuos en superficie y terrenos de irregular micro relieve; que se permitirán, en la medida que no causen encharcamiento en el lote. La velocidad de siembra es importante para que la máquina ponga en buen contacto la semilla con el suelo (tapado), el tractor no debe superar los 6 km/h y se debe hacer en suelo soleado. Este sistema tiene ventajas frente a la siembra convencional, ya que al no removerse el suelo permite entrar las maquinas a las pocas horas después de una lluvia.

Las tasas de siembra deben estar acordes con las características del genotipo, con el fin de tener una densidad de población adecuada de plantas, lo cual contribuirá a la reducción de los costos. Con una sembradora bien calibrada no se debe sembrar arriba de 12 a 15 kg/ha, ya que con una buena viabilidad de la semilla, la población es tan excesiva que induce a una competencia intra específica inicial de las plantas de algodón. Lo mismo que serán mayores los costos en raleo y distancio del lote para dejar la población adecuada. Otro aspecto a considerar, es el cierre de la distancia entre surcos, la cual puede ser hasta 75cm, para que el mismo cultivo compita tempranamente en mejor condición con las malezas, lo que ayuda a bajar el costo de control.

Manejo de malezas

Esta labranza causa un efecto sobre la dinámica poblacional de malezas, facilitando que sus semillas permanezcan más próximas a la superficie del suelo. De igual manera se asegura que las malezas que persisten con el

tiempo en Siembra Directa son aquellas que poseen tamaños de semilla grande; de ahí que el peligro de infestación sea latente. Así mismo, malezas cuya propagación se realiza vegetativamente; al no ser cortadas sus estructuras por los discos, con el tiempo pierden importancia (Crovetto, 1992).

Es conveniente hacer siembras adicionales de leguminosas y gramíneas (abonos verdes), con el fin de balancear la relación C/N deficiente en el suelo. Esto, además, presenta un factor alelopático que regula algunas poblaciones de gramíneas y ciperáceas competidoras. Se recomienda sembrar 7 kg/ha de crotalaria que aporte nitrógeno y una gramínea que aporte carbono (sorgo 5 kg/ha de sorgo subproducto de la cosecha pero que sea variedad) mezclado o millo; se tapa al desbrozar la soca del cultivo anterior. Se debe permitir el desarrollo del abono verde por un período corto de tiempo (30-45 días), para luego guadañar. Con base en esta práctica, es conveniente hacer una evaluación de las plantas malezas dentro del sistema, para no incurrir en gastos adicionales.

Dos semanas después de controlar la cobertura con guadaña, y posterior a una lluvia o riego, con el fin de inducir la germinación del banco de malezas, se hace un control con un herbicida de control general, tipo Glifosato, a razón de 2 a 4 l/ha; sembrando el algodón antes o inmediatamente después de la aplicación. Cuando se inicia con suelo relativamente descubierto, es conveniente acompañar de un preemergente, teniendo en cuenta el cultivo a sembrar y la compatibilidad de los productos. Es importante manejar el pH del agua de aplicación (4.7 a 5.5 agregando un control al agua previa a la mezcla) asperjando una cantidad superior a 250 l/ha en la quema; calibre muy bien su equipo de aplicación a una presión entre 20 a 30 PSI de presión y una velocidad de 6 a 8 km/h. No se debe utilizar agua que posea sedimentos en suspensión, provenientes de canales o acequias; estas arcillas bloquean el ingrediente activo del producto, bajando drásticamente su eficiencia.

Para asperjar el producto, en áreas comerciales se debe usar bomba para tractor de alta capacidad de transporte, con aguilón ancho que aumente la eficiencia de aplicación. El aguilón debe quedar a 50 cm de altura sobre el suelo, para permitir un buen traslape; además, es importante dirigir las boquillas en ángulo de 10 a 15 grados con relación al aguilón, para mejorar el barrido, siguiendo las instrucciones de la Tabla 4. Para áreas de

economía campesina se puede emplear bomba de espalda, teniendo precaución de hacer un doble barrido en cruz, con el fin de aplicar mas agua y evitar los conejos, que normalmente quedan cuando se hace aplicación en un solo recorrido (Herrera y Díaz, 1998).

En post-emergencia se recomienda utilizar herbicidas dirigidos, selectivos a cada cultivo. El abono debe colocarse en bandas para hacer el menor movimiento de suelo entre las calles, hecho que reactivaría la germinación de nuevas malezas. No es estrictamente necesario, hacer cultivada o aporcado, caso en el cual se generan nuevas poblaciones de maleza.

Fertilización de desarrollo

Con base en el análisis del suelo y utilizando la sembradora abonadora, inicialmente es importante preabonar con: fósforo, calcio, azufre y micronutrientes, siempre que el suelo sea deficiente, ya que estos elementos son de lenta liberación.

En un comienzo es necesario alimentar la micro fauna del suelo con 30 kg/ha de urea, ya que para descomponer o mineralizar todo el tamo muerto que está en superficie, los microorganismos emplean el nitrógeno disponible del suelo, con lo cual en su etapa inicial el cultivo de algodón se afecta, evidenciando una apariencia clorótica. Esta cantidad de fertilizante se descuenta de la aplicación total de nitrógeno que se realizará para el ciclo de cultivo. Con esto se impide que haya inmovilización del elemento, logrando la disponibilidad necesaria para que la planta se alimente, en sus primeras etapas de desarrollo.

En la etapa vegetativa del cultivo del algodón, al menos se deben hacer dos aplicaciones de fertilizante al suelo, teniendo en cuenta el estado fisiológico de la planta y no tanto las fechas calendario de siembra (Herrera y Díaz, 1998). Para tal efecto, existen en el mercado abonadoras dirigidas que entierran el fertilizante en forma uniforme al lado de la planta, lo cual mejora la eficiencia de asimilación y reduce las pérdidas por volatilización, adsorción y percolación, que en algunos casos llega a ser superior al 70%. Es decir, que de cada 100 kg de ingrediente activo de nitrógeno o potasio, se pierde más de 70 kg del elemento por los factores ya anotados.

Estas máquinas, por contar con discos enfrentados en el sitio de deposición del fertilizante, no remueven el suelo con lo que se reduce la posibilidad de romper el sello del herbicida, que es aprovechado por las malezas para desarrollar poblaciones secundarias. La dosis, fuente y época, la determinan el suelo y el cultivo. Es importante que el número de surcos de la abonadora coincida con la cantidad de surcos de la sembradora, para no tener problemas de empalme en el pegue, lo que ocasiona daño a los surcos del cultivo. Se puede fabricar transformando las abonadoras Apolo, colocándole un sistema de doble disco enfrentado que entierre el abono cerca a la línea del cultivo. Por consiguiente es necesario mejorar el parque de maquinaria de las fincas, en principio, a través de la transformación de equipos, transformando o adicionando implementos para hacerlos más adecuados y eficientes, tanto en la siembra como en el desarrollo del cultivo.

Referencias bibliográficas

- Altieri, M. 1992.** El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas, Revista Agroecología y Desarrollo. No.4. CLADES. Santiago de Chile.
- Alfaro, R.; Caicedo, A.; Castro, H. y Amézquita, E. 1986.** La rotación de cultivos en el Valle Cálido del Alto Magdalena; un enfoque conservacionista de alta rentabilidad. Revista Nataima N° 2.
- Amézquita, E. 1990.** Propiedades físicas de los suelos de los Llanos Orientales y sus requerimientos de labranza. En : Encuentro nacional de labranza de conservación. Villavicencio, ISBN : 958-608-138-9.
- A.S.A.E. 1990.** Management of farm irrigation systems. Evapotranspiration models. Chapter 3 p. 1011.
- Caicedo, A. 2000.** Segundo encuentro de la cadena algodón-textil-confecciones. Memorias. C. I. Nataima.

- Castro, H. 1996.** Bases técnicas para el conocimiento y manejo de los suelos del Valle Cálido del Alto Magdalena. Corpoica, Ibagué, Tolima.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.** Unidades audiotutoriales. Preparación de suelos en zonas mecanizables.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 1981.** Unidades audiotutoriales. Factores que condicionan la eficacia de los herbicidas. Guía de estudio. Serie 04SW-01.05. Segunda edición. Edit : XYZ. Cali, Colombia. 20 p.
- Chávez, R.; Castrillón, D. y Avella, A. 1986.** Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colombia. Federación Nacional de Algodoneros. Bogotá, Colombia. p. 425.
- Crovetto, C. 1992.** Rastrojo sobre el suelo, una introducción a la cero labranza. Santiago de Chile, pp. 30.
- Farb P. 1959.** La vida del suelo, Editorial Hobbs Sudamerica S. A. Buenos Aires.
- Henao, A.; Herrera, P. y Correa, I. 1999.** Manual de preparación de suelos y mantenimiento de maquinaria, "con énfasis en labranza de conservación". Corpoica. Regional Seis, Espinal Tolima, en edición.
- Herrera, P. y Díaz, A. 1998.** Labranza de conservación, una alternativa para bajar costos. Revista ASIATOL. Julio-Octubre, Ibagué.
- Herrera, P.; Lozano, M. D, Correa, I. y Monje, B. 2000.** La siembra directa, una alternativa sostenible para el VACAM: En: Memorias del segundo encuentro de la cadena algodón, textil, confecciones. CI. Nataima, El Espinal, Tolima.
- Herrera, P. 1996.** Recuperación y manejo de suelos degradados con base en rotación de cultivos, abonos verdes y labranza reducida. Informe interno de trabajo. Corpoica. C.I. Nataima.

- _____. 1999. Aproximación a los problemas de degradación en el suelo y posibles soluciones Pg. 5-43. Memorias curso-taller Corpoica - SENA. Santafé de Bogotá.
- Herrera, P. y Rey, L. 1996.** Abonos verdes y cultivos de cobertura, una alternativa de manejo en suelos del Valle Cálido del Alto Magdalena. El Nuevo Día. Octubre 1, Ibagué.
- Herrera, P. y Díaz, A. 1998.** Labranza de conservación, una alternativa para bajar costos. Revista ASIATOL Junio - Octubre, Ibagué. Tolima. Pp 14 - 21.
- Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. 1975.** Curso de maquinaria agrícola. Villavicencio, 149 p.
- Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. 1992.** Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de Asistencia Técnica N° 25.
- Jiménez, N. 1999.** Alternativas de destrucción de socas. En: Memorias del primer encuentro de la cadena algodón-textil-confecciones. C.I. Nataima. El Espinal.
- Pardo L., C., 1994.** Escarabajos (Colcoptera: Melolonthidae) de importancia agrícola en Colombia En: Memorias del XXI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología.
- Pla, I. 1977.** Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de manejo y conservación de suelos en condiciones de trópico. Instituto Edafológico, Maracay 112 p.
- Malagón, D. y Montenegro, H. 1990.** Propiedades físicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, 813 p.
- Manuales para Educación Agropecuaria. 1978.** Preparación de tierras agrícolas, Área: Mecánica agrícola No 38. Quinta reimpresión. Edit: SEP-Trillas. México, 53 p. ISBN 968-24-1164-5.

Sánchez, P. 1981. Suelos del trópico, características y manejo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica.

Servicio Nacional De Aprendizaje. SENA. 1985. Guías de aprendizaje, tractorismo. Módulos sobre preparación de suelos, labranza primaria y secundaria. Regional Valle. División Agropecuaria. Buga, 12 p.

Snyder, C. 1999. Fertilización foliar con nitrógeno y potasio en el algodón. En Información Agronómico. INPOFOS. No. 34.

Unger, P. 1988. Sistemas de labranza para la conservación del suelo y el agua. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Boletín de suelos de la FAO, No 54. 288 p.