

ESTRATEGIAS DE MECANIZACIÓN PARA LA RENOVACIÓN DE PRADERAS DEGRADADAS EN EL TRÓPICO ALTO

Fernando Lozano O.¹

Praderas manejadas con cargas animales bajas y períodos de descanso demasiado largos conducen al acolchonamiento del pasto. En ocasiones el deterioro de la pradera es demasiado severo, por lo cual es aconsejable preparar el terreno para establecer nuevos pastos; en tanto que en otros casos, se requiere implementar prácticas de renovación, para recuperar la capacidad productiva de las praderas.

La renovación de las praderas tiene por objeto mejorar las condiciones físico-químicas del suelo, para promover el

establecimiento y desarrollo vigoroso de las especies forrajeras, reducir la incidencia de malezas, favorecer la estabilidad de las especies deseables, la persistencia y productividad de las praderas.

Para la siembra de especies forrajeras, se debe tener en cuenta que el suelo debe brindar condiciones físicas, químicas y biológicas óptimas para un buen flujo de aire y agua y el adecuado transporte de los nutrientes, lo que posibilita un buen desarrollo radicular de las plantas.

Tabla 1.1. Valores de referencia de características físico mecánicas de un suelo franco

Característica	Valores favorables	Valores restrictivos
Densidad Aparente (Mg/m ³)	0.75 - 1.00	> 1.30
Porosidad Total (%)	55 - 65	> 40
Macroporosidad (%)	20 - 30	< 10
Conductividad Hidráulica (cm/h)	1.6 - 18.0	< 0.5
Índice de Cono (MPa)	0.2 - 2.0	< 3.0
Contenido de Humedad (%)	40 - 50	< 35 ó > 55
Cohesión (MPa)	0.01 - 0.08	> 0.12
Resistencia a la compresión (MPa)	0.02	0.15

Fuente: Lozano O. Fernando y Castillo H. Bernardo. 1999.

1. Ingeniero Agrícola. Investigador Programa Nacional de Maquinaria Agrícola y Postcosecha

A continuación se reseñan algunos aspectos básicos para la renovación de praderas degradadas, relacionados con los procesos y los equipos requeridos para el éxito de las operaciones.

1. Procesos de mecanización para la Renovación de praderas degradadas

Los procesos de escarificación efectuados tienen por objeto romper las capas compactas, eliminar la capa de estolones, airear el suelo y realizar la intersemebra. El seguimiento adecuado de cada una de las etapas u operaciones garantiza el éxito del proceso

La intersemebra mecánica también busca introducir nuevos materiales forrajeros en la pradera depositando la cantidad de semilla recomendada de manera uniforme en todo el terreno, lo cual significa un ahorro en mano de obra, en labores de mecanización y en tiempo de establecimiento.

Para un proceso adecuado de renovación de praderas degradadas de kikuyo se recomiendan operaciones de mecanización utilizando los siguientes implementos: Desbrozadora, Renovador de praderas (Arado de cincel) y Sembradora de grano fino para la siembra directa.

1.1 Desbrozadora. Cuando la pradera ha sido subpastoreada tiene la tendencia a acumular colchones de estolones y de material senescente que dificulta las labores de renovación. En ocasiones un sobrepastoreo fuerte es suficiente para remover el exceso de material y permitir el laboreo e intersemebra. Para remover el colchón de estolones se recomienda el paso de una desbrozadora el cual es un implemento accionado por el tractor que tiene por objeto cortar los tallos y colchones de estolones mediante cuchillas giratorias.

Las cuchillas de la máquina deben ser ajustadas a una altura suficiente para cortar el material vegetal sin entrar en contacto con el suelo, de lo contrario se ocasionaría

la ruptura de la transmisión y de las cuchillas de la máquina. Esta graduación se hace mediante la nivelación transversal de la máquina con la fijación de la longitud de los brazos hidráulicos del tractor y de la "corbata" (tercer punto del enganche del tractor)

La operación con la desbrozadora rompe el colchón de estolones y deja en el suelo los trozos de la vegetación. Estos residuos protegen el suelo y aportan nutrientes. Sin embargo, una alta cantidad de residuos obstaculiza el trabajo de la sembradora y la colocación de las semillas en el suelo.

1.2 Renovador de praderas. El renovador de praderas es un arado de cincel que tiene por objeto romper las capas compactas del suelo y airearlo para favorecer el flujo de los nutrientes y el desarrollo eficiente del sistema radicular. Además de los cinceles, el renovador posee unos discos cortadores que van delante de estos y permiten que los cinceles penetren en el suelo sin levantar la capa de pasto. Además de romper la capa compacta, el arado de cincel vibratorio oxigena el suelo sin voltearlo, debido a su movimiento oscilatorio que hace estallar la capa compacta.

La compactación del suelo depende del agente que la origine. Generalmente las compactaciones del suelo en las áreas de pastoreo ocurren a profundidades entre 5 y 10 cm; en tanto que en las áreas donde se ha hecho uso continuo de rastras o rastrillos de discos la capa compacta puede ubicarse entre 15 y 20 cm; mientras que con arado de discos el área compacta se encuentra entre 30 y 40 cm.

Los renovadores de praderas comerciales están provistos de una tolva con un mecanismo dosificador para la aplicación simultánea de abonos al suelo. Una cadena transmite el movimiento desde las ruedas al mecanismo dosificador de la tolva de almacenamiento y el agroquímico es depositado en el surco abierto por los cinceles de acuerdo con la graduación.

La acción vibratoria de los cinceles es eficaz cuando el contenido de humedad del suelo es adecuado; el cual debe estar entre el límite de consistencia líquido y el límite de consistencia plástico del suelo, preferiblemente más cercano a este último. Cuando el contenido de humedad es alto los cinceles pasan por el suelo abriendo una herida sin alcanzar el objetivo de ruptura y aireación del suelo. Cuando la humedad del suelo es muy baja la acción vibratoria del cincel se desarrollará, pero se requiere mayor potencia para su operación.

Para determinar el contenido de humedad, se toma un puñado de suelo. Un suelo con óptimo contenido de humedad se debe desmoronar fácilmente al comprimirlo entre la mano; en tanto que si la puñada de suelo se torna maleable como plastilina, el contenido de humedad es elevado. Por otra parte, si la masa de suelo no se deforma ante la presión de la mano, este está muy seco para las actividades de mecanización.

El nivel óptimo de humedad para todas las operaciones de labranza se presenta generalmente al inicio del periodo de lluvias, después de la infiltración de las primeras lluvias; sin embargo este nivel depende de la textura del suelo. Con alguna frecuencia las operaciones de labranza se realizan tardíamente, cuando el nivel de humedad del suelo es demasiado alto. Cuando el contenido de humedad del suelo es alto, el paso de maquinaria ocasiona compactación del suelo por sellamiento de los poros que impide el flujo de aire, agua y nutrientes.

Dosificación de fertilizante y enmiendas: El mecanismo de dosificación del fertilizante está diseñado para procesar material granulado, voluminoso como urea, fertilizantes compuestos, etc. No se recomienda la aplicación de materiales con partículas muy pequeñas o polvosas, debido a que no tienen cohesión y fluyen por los orificios del dosificador y la tolva.

1.3 Intersiembr. El equipo de intersiembr es una sembradora de grano fino, que permite la dosificación y colocación de la semilla de manera uniforme y a una profundidad adecuada. La operación de intersiembr requiere una sembradora de grano fino pues las semillas de ryegrass son pequeñas y se siembran en chorro y no puntualmente.

El equipo de intersiembr consta de una tolva para semilla, una tolva para fertilizante, un pequeño disco para romper el césped, dos discos en ángulo o un cincel pequeño para abrir el microsurco donde se deposita la semilla; algunos equipos pueden estar dotados de mecanismos para el tapado de la semilla. La semilla de las tolvas es conducida a través de mangueras que la depositan en el fondo del microsurco. Los discos cortadores y los discos abresurco penetran en el suelo por el peso de la sembradora, depositando la semilla entre 2 y 5 cm de profundidad. La sembradora usada en este proyecto, mantiene la profundidad de siembra con un mecanismo de graduación, el peso de la máquina descansa sobre 13 discos cortadores y 13 abresurcos, factores que contribuyen a romper el césped del kikuyo.

La intersiembr también puede realizarse manualmente. No obstante el uso de una sembradora mecánica presenta ventajas como se describen a continuación.

- Dosificación de las cantidades de semilla y de fertilizantes y uniforme en todo el lote.
- La aplicación de algunos fertilizantes en el mismo surco de siembra de la semilla, favorece el establecimiento y reduce las pérdidas de nutrientes.
- Los mecanismos de apertura del surco y de colocación de la semilla favorecen un adecuado contacto de esta con el suelo.
- Menor cantidad de mano de obra en labores de fertilización y siembra de las especies

Para asegurar un buen establecimiento de las especies forrajeras en los procesos de renovación de praderas es indispensable una buena calibración de los mecanismos de dosificación de semilla y de fertilizantes, además de un continuo monitoreo de su disponibilidad en las tolvas y del flujo, y localización de estos en los microsuros. Por otra parte es indispensable contar con adecuada humedad del suelo para las operaciones de renovación y durante la emergencia de las plantas.

1.4 El Tractor. Para la operación de los implementos anteriores (desbrozadora, renovador de praderas y sembradora) se requiere contar con un tractor con capacidad mínima de 80 HP, categoría 2 (40 - 100 HP en la barra de tiro), que tenga óptimo funcionamiento del enganche de tres puntos, del Toma de Fuerza (TDF) y que posea asistencia hidráulica.

Los requerimientos de los implementos son los siguientes:

El renovador requiere un enganche de tres puntos y de 15 a 20 HP en la barra de tiro, por cada cincel.

La desbrozadora requiere un enganche de 3 puntos y toma su potencia del TDF del tractor, pasándola de 550 a 1.650 RPM, en las cuchillas.

La sembradora requiere de una potencia de 80 HP en la barra de tiro del tractor; en tanto que la dosificadora de semilla es accionada por piñones que toman el movimiento del giro de las ruedas de la sembradora. Para el transporte de la sembradora se requiere asistencia hidráulica.

2. Principales resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto en las empresas ganaderas

En la tabla 1.2 se presentan los resultados técnicos de las operaciones realizadas en cada una de las fincas y en la tabla 1.3 se describen los equipos.

Tabla 1.2. Resultados del uso de maquinaria en Chiquinquirá (La Carolina) e Iza (Donde Botero)

Equipo	Desbrozadora		Renovador de praderas		Sembradora	
Velocidad de avance (Km/h)	1.35	4.59	2.84	4.5	3.60	4.32
Capacidad efectiva de campo (ha/h)	0.059	0.803	0.068	0.49	0.57	0.768
Capacidad Teórica (ha/h)	0.269	0.917	0.34	0.54	0.76	0.95
Eficiencia de la labor (%)	21.9	87.57	20	90	75.30	80.84
Eficiencia por Vuelta (%)	68.92	100	55.43	70	100	100

El valor del arrendamiento a diciembre de 2002 es de 18.000 \$/h en Chiquinquirá y 23.000 \$/h en Sogamoso. La desbrozadora, el renovador de praderas y la sembradora fueron aportados sin costo alguno por las empresas INTALL INTERAGRO y MONSANTO, respectivamente.

El tractorista que realizó las labores de mecanización en la finca La Carolina no había tenido experiencia en la operación de la desbrozadora ni con el renovador de praderas lo que influyó en las bajas velocidades de avance de las máquinas y en sus bajos rendimientos; en tanto que en

Tabla 1.3. Equipos utilizados en el proyecto

Equipo	Desbrozadora	Renovador de praderas 1*	Renovador de praderas 2*	Intersembradora
Marca	INTALL – INTERAGRO	INTALL – INTERAGRO	INTERAGRO	SEMEATO
Modelo	200	RP 2. Cinceles vibratorios	Cinceles rígidos	SHM 13
Ancho de Trabajo (m)	2.0	1.20	1.20	2.21
Enganche	Tres puntos y TDF. Categoría 2	Tres puntos. categoría 2	Tres puntos. Categoría 2	Barra de tiro
Potencia Nominal requerida kW (HP)	45 – 56 (30 - 40)	22.4 – 29.8 (30 – 40)	22.4 – 29.8 (30 – 40)	48.5 (65)
Rotación r.p.m.	1650			
Filas				13
Separación entre líneas (m)				0.17
Tolvas		Fertilizante	Fertilizante	Semilla y Fertilizante
Mecanismo de siembra				Disco cortador con limpiador, dos discos abre surco desfasados de 14 y 15 pulgadas de diámetro, dos ruedas laterales de control de profundidad. Sin tapadores de semilla.

Se usó el renovador 1 en Chiquinquirá y el renovador 2 en Iza.

En la finca “Donde Botero” el operario tenía experiencia en mecanización de diferentes implementos que son propiedad de una

empresa prestadora de servicios de mecanización en Duitama. Por esto las tareas se realizaron más eficientemente y en tiempos más cortos.

El tamaño y la geometría de los lotes y la topografía del terreno, eran contrastantes; en la Carolina eran lotes pequeños, con alguna pendiente y sinuosidades en el terreno, lo cual también afectó el rendimiento de las operaciones.

El estado del suelo, no presentó gran resistencia, por lo cual este parámetro no influyó en el bajo rendimiento de la

maquinaria.

Los costos de las operaciones se calculan según el valor de la maquinaria en diciembre de 2002.

2.1 Desbrozada. La velocidad normal de trabajo de la desbrozadora fluctúa entre 5 y 9 km/h dependiendo de la altura de la hierba y la topografía del lote. En condiciones normales la velocidad de avance es de unos 5 km/h.

La eficiencia de la operación en la finca La Carolina fue de 70 %, con lo cual se requieren 1.4 horas para desbrozar 1 hectárea, lo que indica que su precio sería de \$ 25.200 /ha.

En la finca Donde Botero la desbrozadora requiere 1.24 h/ha, lo cual representa un precio de \$ 28.520/ha desbrozada.

2.2 Renovador de Praderas.

Igualmente la baja eficiencia mostrada en este proceso se vio afectada por la poca experiencia del tractorista en La Carolina. Con una Capacidad Efectiva de 0.068 ha/h, se empleó 14.7 h/ha, que equivale a \$ 264.000 /ha.

Sin embargo con un operario adiestrado y con una máquina en óptimas condiciones, la velocidad de trabajo no debe ser inferior 5 km/h. Tomando la eficiencia promedio por vuelta de 55.4 % se requerirían 3 h/ha, con un costo de \$ 54.000 /ha.

En la finca Donde Botero se requirieron 2 h/ha, con un costo de \$ 46.000 /ha.

La textura y consistencia polvosa de los fertilizantes (sulfato) y la cal, aplicados en el momento de la siembra en ambas fincas se

realizaron manualmente después del paso de la desbrozadora.

2.3 Sembradora.

En ambas fincas la sembradora trabajó girando al rededor del lote y en forma continua hasta llegar al centro, solo con algunas detenciones en los extremos lo que permitió una buena eficiencia.

En La Carolina se consiguió una eficiencia de 75.3 % con una velocidad de avance de 3.6 km/h. Esto quiere decir que se dan 1.75 h/ha (1°45' por hectárea) con un valor de \$ 70.000.

Los estimativos de los costos de alquiler de la sembradora por hora fueron de 40.000 \$/h ya que esta es una máquina costosa.

En Donde Botero se tuvo una eficiencia de 80.84 %, a una velocidad de avance de 4.3 km/h. Así se consiguió una capacidad de campo de 0.768 ha/h, es decir 1.3 h/ha, lo que vale \$ 52.000 /ha.

Tabla 1.4. Tiempo y valor total de la renovación de praderas.

Labor	Tiempo (h/ha)	La Carolina		Donde Botero	
		Valor unitario (\$/h)	Valor Total (\$/ha)	Valor unitario (\$/h)	Valor Total (\$/ha)
Desbrozada	1.4	18.000	25.200	23.000	32.200
Cincelada	3	18.000	54.000	23.000	69.000
Intersiembra	1.75 y 1.3	40.000	70.000	40.000	52.000
Total	6.15 y 5.7		149.200		153.200



Figura 1.1. Remoción del exceso de vegetación con la desbrozadora para la renovación de praderas. *Finca La Carolina. Chiquinquirá. 2001*



Figura 1.2. Descompación del suelo en praderas degradadas de Kikuyina. *Finca La Carolina. Chiquinquirá. 2001*



Figura 1.3. Sembradora de grano pequeño usado para renovación de praderas degradadas de Kikuyo.