

Manejo de la Competencia entre Forrajeras y Malezas en el Establecimiento y Recuperación de las Pasturas

Pedro J. Argel y Jonas B. da Veiga

Introducción

Para entender mejor el concepto de manejo de la competencia de las especies forrajeras con las malezas durante el establecimiento y recuperación de una pastura, es necesario precisar que cada individuo de una comunidad vegetal depende, para su sobrevivencia y desarrollo de la disponibilidad de nutrimentos, agua, luz y espacio. Cuando el suministro de uno de estos factores está por debajo de la demanda combinada de la comunidad de plantas, se dice que empieza la competencia entre ellas.

La competencia entre plantas ha sido objeto de varias revisiones y estudios, en los que aparece una diversidad de definiciones del término (Clements et al., 1929; Fisher, 1975). Sin embargo, se acepta que competencia es simplemente un proceso físico entre plantas que implica la remoción, o reducción, de uno de los factores esenciales de crecimiento que contiene el medio ambiente. Por esto, la competencia encierra el concepto de "penalización de un individuo o población por causa de sus vecinos" (Fisher, 1975). Esta condición puede darse también por factores alelopáticos de las plantas que dependen de la existencia de un compuesto químico en el medio ambiente, y es diferente de la competencia. Por eso se prefiere el término 'interferencia de plantas', que expresa en forma más realista los procesos puramente físicos y alelopáticos que ocurren en la naturaleza vegetal.

La competencia se acentúa entre especies vegetales de gran similitud y que tengan los mismos requerimientos en un ecosistema determinado. Es una fuerza natural poderosa que limita la existencia y

Pedro J. Argel es investigador del Programa de Pastos Tropicales del CIAT, con sede en San José, Costa Rica. Jonas B. da Veiga es investigador de EMBRAPA/CPATU, Belém, Brasil.

productividad de las plantas que se desarrollan débilmente; es decir, existe una habilidad competitiva natural en cada especie que condiciona su relación con otras plantas. La habilidad competitiva de las plantas es un carácter poligenético que está relacionado con su morfología, su respuesta a los parámetros del medio ambiente, y su capacidad para extraer agua y nutrimentos del suelo. La rapidez y la uniformidad de la germinación son componentes esenciales de la competencia de una especie, así como el rápido crecimiento de raíces y estolones; tallos más ramificados, adecuada arquitectura foliar, y hojas más grandes darán mayor área fotosintética y, además, la oportunidad de sombrear otras plantas. En general, cuanto más rápidamente se establezca una planta, más ventajas tendrá cuando compita con otras (Locatelly y Doll, 1979).

Competencia entre Plantas Forrajeras

Gramíneas y leguminosas forrajeras no escapan a las fuerzas naturales de la competencia que se establece entre plantas. En su estado natural clímax, las leguminosas son generalmente pioneras en la sucesión de plantas, a causa de su habilidad para fijar el nitrógeno y mejorar las condiciones de fertilidad del suelo. Cuando se considera, en cambio, una pastura, el equilibrio de la competencia entre plantas forrajeras es alterado significativamente por el animal en pastoreo y por el manejo de las malezas. El animal en pastoreo ejerce su influencia por la defoliación del pasto, el pisoteo, la excreta, y la diseminación de semillas, acciones que alteran el equilibrio del nitrógeno en el suelo y las relaciones entre la luz y el rebrote potencial (Tothill, 1978). La defoliación es, probablemente, el factor más importante de la estabilidad, de la dinámica, y de la composición botánica de la pastura; en efecto, modifica directamente la habilidad competitiva de las forrajeras porque habiendo reducción del área foliar, hay acumulación de carbohidratos, desarrollo de macollas, crecimiento de hojas y raíces, y alteración del microambiente lumínico, de la humedad, y de la temperatura del suelo (Watkin y Clements, 1978).

Otro factor que altera el equilibrio de la competencia es la incidencia de plagas y enfermedades en las forrajeras; un ejemplo son los

ataques recurrentes del insecto mión, candelilla o salivazo (*Aeneolamia* sp., *Zulia* sp.) en especies de *Brachiaria* y otras gramíneas susceptibles.

Las malezas ejercen su competencia por agua, luz, nutrimentos y espacio en las pasturas, del mismo modo que en los cultivos anuales. Sin embargo, el concepto clásico de 'maleza en un cultivo' no siempre es aplicable a los pastos; en efecto, si una planta considerada como maleza es consumida por el ganado en forma recurrente en alguna etapa de su desarrollo, el carácter que tenía de planta indeseable desaparece automáticamente. Para esta discusión se considera como maleza en una pastura a una especie vegetal indeseable que compite agresivamente por los factores de crecimiento durante el establecimiento de las especies forrajeras, y que además es rechazada por el ganado que utiliza la pastura.

La densidad de las malezas es un factor importante que influye directamente sobre la productividad de la pastura; las praderas más productivas serán pues las de baja densidad de malezas o aquéllas que estén totalmente libres de ellas. Las clases de manejo que alteran el equilibrio de la competencia entre las diversas especies de la pastura—y dentro de ellas mismas—son los sistemas y métodos para el control de malezas, las prácticas de fertilización, y el manejo del pastoreo (sistema y presión). Estas prácticas interactúan unas con otras, y no pueden considerarse separadamente si se desea mantener la estabilidad y la productividad de la pastura. En otras palabras, los sistemas de control de malezas no pueden aislarse de otras prácticas de manejo del potrero; además, su objetivo principal es favorecer la habilidad competitiva de las plantas forrajeras, aplicando métodos de control durante el establecimiento, el mantenimiento y la recuperación de la pastura. Téngase presente que las malezas suelen utilizar los recursos del crecimiento más eficazmente que los pastos establecidos.

Potencial de Malezas respecto a Vegetación Nativa o Uso Previo

La diversidad y complejidad de la vegetación nativa es un buen indicador de las malezas que potencialmente germinarán cuando se introduzcan plantas cultivadas en un terreno. En zonas bajas tropicales de

Entisoles, Vertisoles, Alfisoles, Inceptisoles, Oxisoles y Ultisoles, existe un amplio grupo de plantas nativas representado principalmente por las familias Compositae, Gramineae, Euphorbiaceae, Labiatae, Cyperaceae, Solanaceae, Bignoniaceae, Malvaceae, Piperaceae, Asclepiadaceae, Caesalpinaceae, Boraginaceae, Convolvulaceae y Fabaceae, entre otras. Con ellas se forma un complejo agresivo de malezas que varía desde las herbáceas anuales, hasta los arbustos, matorjos y árboles de regular tamaño; estas plantas dificultan en gran medida el establecimiento y mantenimiento de las pasturas. En tales sitios, las prácticas de control de malezas se convierten en actividades prioritarias del manejo de praderas.

Una de las características del bosque tropical húmedo es su gran diversidad de especies. Se han encontrado hasta 60 especies diferentes de árboles de más de 20 cm de grosor en una hectárea de superficie (Leigh, 1982); estos árboles crecen gracias a la eficiencia del reciclaje de nutrimentos. Los pastos sembrados en estos lugares, después de tumbar el bosque, crecen vigorosos al principio a causa del banco de fertilidad creado por el humus y por la ceniza del bosque quemado; no obstante, en la medida en que la fertilidad disminuye (Toledo y Morales, 1978), aparecen malezas invasoras de los rebrotes de la vegetación original y de las semillas de malezas introducidas con los pastos. En estos bosques, las oportunidades de mecanización son escasas, y el control manual, el fuego y los herbicidas para el control de malezas de hoja ancha y de matorrales, son factores importantes para considerar. La fertilización fosfatada se usa y recomienda también en la Amazonia brasileña para aumentar el poder de competencia de las plantas forrajeras.

Las limitaciones climáticas, la baja fertilidad y la acidez de los suelos de las sabanas húmedas tropicales no permiten la producción abundante de malezas (Doll, 1978). En estos ecosistemas existe un delicado equilibrio entre especies arbustivas y gramíneas nativas, que es alterado por la precipitación, la textura y el estado nutricional del suelo, el fuego recurrente, y los animales herbívoros (Barnes, 1985). Las gramíneas nativas comunes de estas sabanas—como *Andropogon bicornis*, *A. selloanus*, *Trachypogon vestitus*, *T. mortufari*, *T. plumosus*, *Leptocoryphium lanatum*, *Aristida* sp. y otras—tienen mayor capacidad de invasión y más agresividad en los suelos ácidos infértiles que

no hayan sido perturbados. Al alterar las condiciones del suelo con la preparación mecánica y con la aplicación de enmiendas o fertilizantes, estas especies pierden agresividad y son remplazadas por malezas más agresivas como *Ryncheltrium repens*, *Panicum redgeii*, y *Axonopus* spp. o por plantas anuales de hoja ancha, como *Hyptis suaveolens*.

La situación anterior es más el resultado de ciertos patrones de cultivo y del manejo que se haya dado al problema de las malezas que del estado natural de sucesión de plantas. En consecuencia, los problemas más serios causados por las malezas en el establecimiento de los pastos se encuentran en terrenos con larga tradición de cultivos y donde haya habido prácticas deficientes de control de malezas; en efecto, al crear condiciones óptimas para el crecimiento del cultivo, se está beneficiando también a las malezas, las cuales, por su mayor flexibilidad de adaptación al medio ambiente, tienden a dominar si no son controladas adecuadamente. En general, las áreas vírgenes tienen menos problemas de malezas que aquéllas cultivadas con relativa frecuencia y que poseen bancos de semilla o reservas en el suelo (Humphreys, 1979).

Control de Malezas Mediante Prácticas Culturales

Cualquier práctica de cultivo que favorezca el desarrollo y el establecimiento de la planta útil y que impida prosperar a las malezas se puede considerar como una medida cultural adecuada. El control cultural de malezas en el establecimiento de los pastos se inicia con la selección de especies forrajeras adaptadas a las condiciones climáticas, bióticas y del suelo del lugar. Adaptación, en cierto sentido, implica mayor habilidad competitiva de la especie, es decir, usar más eficientemente los factores de crecimiento y tolerar estreses impuestos por el medio ambiente. Por ejemplo, en las condiciones de los suelos ácidos e infértiles del trópico, los ecotipos estoloníferos de las gramíneas *Brachiaria humidicola*, *B. dictyoneura* y *B. brizantha* se consideran adaptados y de alta capacidad competitiva, y ayudan por tanto a reducir los problemas de competencia con las malezas. Importa también usar semilla de buena calidad y libre de malezas, y sembrar en la época adecuada del año a una densidad y profundidad óptimas. Otras prácticas culturales se discuten a continuación.

Tipo de labranza, época e intensidad

La labranza inicial del suelo con maquinaria pesada es más factible en los ecosistemas de sabana que en los de bosque. En este último, esa práctica se aplica más a la recuperación de pasturas degradadas donde los residuos vegetales del bosque original han sido total o parcialmente descompuestos.

Antes de elegir el tipo de labranza requerido para el establecimiento de un pasto, debe considerarse la forma en que esta práctica afecta la consiguiente competencia entre pasto y malezas. Esta decisión se basa en la identificación del complejo de malezas que existe en el lugar, y en el conocimiento de su biología, de su grado de agresividad, y de la interacción entre ese complejo y el método empleado para preparar el suelo, es decir, el sistema convencional, la labranza mínima, o la siembra sin labranza.

La preparación convencional del suelo, o sea, la arada profunda seguida de varios pases de rastra, es muy efectiva para eliminar la vegetación nativa; sin embargo, donde haya complejos agresivos de malezas, esta práctica trae a la superficie del suelo semillas enterradas y favorece su posterior germinación. Por esto es conveniente hacer el último pase de rastrillo aproximadamente tres semanas después de la arada, para eliminar con él las malezas que hayan emergido. Otra alternativa es preparar el terreno hacia el final de la época de lluvias, rastrillar de nuevo al comienzo de ésta, y establecer inmediatamente el pasto adaptado. Esta práctica ha sido efectiva en el establecimiento de pastos en sitios infestados por *Imperata cylindrica* (Crowder y Chheda, 1982).

Una tendencia común es sobrepreparar el suelo, sobre todo cuando se utiliza el rastrillo pulidor después de arar o rastrillar (Spain, 1981). En estos casos, el suelo sobrepreparado se compacta y sella formando una costra superficial, que impide la emergencia uniforme y rápida de las plántulas de pasto; por esta razón, la habilidad competitiva de las plantas se reduce. Lo ideal es dejar el suelo un poco rugoso, permitiendo así el anclaje, el cubrimiento y la rápida germinación de la semilla establecida. Existe también la alternativa de establecer un cultivo anual después de una preparación completa del suelo, controlar en éste

adecuadamente las malezas, y finalmente establecer el pasto. Esta práctica está muy generalizada en las zonas de expansión ganadera, y permite reducir los costos de establecimiento de las pasturas y manejar con más efectividad las malezas.

En los ecosistemas de sabana, la vegetación nativa de gramíneas se ha controlado con relativo éxito empleando sistemas de labranza mínima, particularmente el que se vale de palas; menos efectivo ha sido el uso de escardillos. Las palas trabajan a poca profundidad y separan las raíces de la parte aérea de la planta, dejando además el rastrojo como cubierta protectora del suelo; éste favorece la retención e infiltración de humedad y, por consiguiente, el establecimiento adecuado de la pastura. Este sistema es más efectivo para controlar la vegetación nativa si a la acción de las palas siguen períodos secos, momento que ocurre hacia el final del período lluvioso cuando es menor la frecuencia de las lluvias (Spain, 1981). La efectividad del sistema, sin embargo, no ha sido probada en el establecimiento de pasturas en condiciones de trópico húmedo, donde es mayor la fertilidad del suelo, el complejo de malezas es más diversificado y agresivo, y es más fuerte la competencia de las malezas que no se controlen.

Cuando no se dispone de labranza mecánica, el control de la vegetación nativa con herbicidas postemergentes no residuales, como el glifosato, se convierte en la mejor alternativa para el establecimiento de pastos; otras opciones como la quema, el sobrepastoreo o el 'chapeo' permiten mayor competencia entre la vegetación presente y las plántulas de pasto. Una vez que esa vegetación haya sido controlada con herbicidas y se convierta en protectora del suelo, el desarrollo de las plántulas será mucho más vigoroso si se abre un pequeño surco para sembrar en él la semilla, si se cubre la semilla, y si se fertiliza y compacta el suelo. En las zonas templadas hay máquinas que realizan esta operación en un solo pase (Taylor y Templeton, 1981), y podrían hacerla también en las áreas planas de la sabana tropical.

Patrón de siembra y de fertilización

Sembrar y aplicar fertilizantes a voleo es la práctica más generalizada para el establecimiento de pasturas, aunque es la que más favorece la competencia de las malezas. La habilidad competitiva de una especie

forrajera se incrementa respecto al complejo de malezas cuando la siembra se hace en hileras y el fertilizante se aplica en bandas; esta aplicación se hará preferiblemente a un lado de la semilla, evitando el contacto estrecho entre ésta y los fertilizantes nitrogenados o potásicos (Crowder y Chheda, 1982; Spain, 1981). La distancia entre hileras depende del hábito de crecimiento y de la agresividad de la especie que se establece, así como del complejo de malezas existentes. Es decir, manipulando la distancia de siembra y la aplicación del fertilizante, es posible inclinar el equilibrio competitivo en favor de los componentes de la pastura. Humphreys (1978) menciona que, en las siembras de *Neonotonia wightii* en Queensland, Australia, dominaron las malezas de hoja ancha que respondieron bien al fósforo cuando se aplicó a voleo un superfosfato; en cambio, la fertilización en bandas favoreció la dominancia de *Neonotonia*.

El conocimiento que se tenga de la habilidad competitiva de una forrajera sirve de base para su manejo agronómico, incluyendo en él la fertilización. Se sabe que las gramíneas son fuertes competidoras por el potasio (K) del suelo, mientras que las leguminosas tienden a competir fuertemente por el P (Hall, 1978). Muchas malezas no responden a la aplicación de nutrimentos en la misma proporción que las especies forrajeras, y este es un factor importante para considerar. En Queensland, por ejemplo, situada a 28° de latitud S y con un suelo podsólico amarillo-rojizo, las asociaciones de *Desmodium intortum*, *Lotononis bainesii*, *Stylosanthes guianensis* y *Phaseolus atropurpureum* (Siratro) con *Setaria sphacelata* cv. Kazungula, fertilizadas con dosis crecientes de P, dominaron en la misma proporción tanto las malezas gramíneas *Axonopus affinis*, *Digitaria adscendens*, *Eragrostis* spp., como las ciperáceas *Fimbristilis dichotoma*, *Cyperus polystachyos* y *C. sesquiflorum*; este efecto se debió a la poca capacidad de las malezas para usar bien la fertilización fosfatada (Blunt y Humphreys, 1970).

Hay una notoria interacción entre intensidad de labranza y fertilización cuando se estudia la habilidad competitiva de forrajeras como *Cenchrus ciliaris* (Cuadro 1). La preparación leve del terreno y la aplicación de fertilizantes alteró el equilibrio en favor de *C. ciliaris*; en cambio, la arada profunda y la rastrillada destruyeron completamente la maleza gramínea *Triodia pungens*, permitieron obtener 70% del rendimiento del pasto, y favorecieron la dominancia total de éste cuando

Cuadro 1. Efecto de la labranza y la fertilización en la composición botánica de áreas sembradas con *Cenchrus ciliaris*.

Tratamiento del suelo	Composición botánica (porcentaje del peso)				
	<i>Cenchrus ciliaris</i>	<i>Triodia pungens</i>	Otras gramíneas		Otras malezas
			Perennes	Anuales	
Sin preparación					
- NPK	0	78	3	4	15
+ NPK	1	63	10	23	3
Rastrillo solamente					
- NPK	1	46	20	26	7
+ NPK	30	27	22	20	1
Arada y rastrillada					
- NPK	70	0	0	1	29
+ NPK	94	0	2	2	2

FUENTE: Edye et al., 1964.

se aplicó el fertilizante. Estos datos ilustran la importancia de emplear una estrategia de manejo que maximice el crecimiento del pasto y reduzca la competencia de las malezas controlando tanto la fertilización como la labranza del terreno. Jones (1965) ha llegado a sugerir que no se fertilice con superfosfato, durante el primer año de establecimiento, una pastura expuesta a alta infestación de malezas anuales; esta operación, dice, debe dejarse para el segundo año cuando las especies perennes puedan competir mejor con las anuales. El éxito de esta estrategia depende de las condiciones del sitio y de las especies que se establecerán.

Control mecánico de malezas después de la siembra

El control mecánico de las malezas entre surcos o entre hileras se puede realizar con implementos como palas o cultivadoras. Su función principal es remover violentamente la tierra, rompiendo la íntima relación que existe entre las malezas y el suelo. Da mejores resultados cuando las malezas tienen entre 5 y 8 cm (Sistachs y León, 1986), y cuando se hace oportunamente puesto que es una operación que

depende de elementos del medio ambiente, como el exceso de lluvia. Esta labor, muy común en los cultivos anuales, se lleva a cabo en los primeros días del cultivo—30 ó 40 días después de la siembra—con el fin de controlar las malezas durante la época crítica de competencia. Algo similar se puede hacer en las pasturas, siempre y cuando el patrón de siembra lo permita.

En pasturas que se hallan en período de establecimiento, el corte mecánico con machete, guadañadora o rotativa, a una altura acorde con el tamaño de la pastura, ayuda a reducir la competencia de las malezas, particularmente de las gramíneas y de las especies anuales de hoja ancha. Este mismo efecto se puede conseguir con pastoreo ligero, pero evitando causar daños serios a la pastura por el pisoteo de los animales y por las plántulas arrancadas por éstos.

Varios métodos de control mecánico se practican en las praderas establecidas, por ejemplo, machete, 'chapeadora', rolo, 'gambia' o 'coa', y desyerba manual. La efectividad de estos métodos depende igualmente de la oportunidad y frecuencia con que se empleen. Lo importante es mantener las malezas a una altura en que se reduzca su competencia con la pastura y se evite además que formen su semilla. En sitios de baja densidad de malezas, especialmente si éstas son gramíneas como *Paspalum virgatum* y *Andropogon bicornis*, el arranque manual de toda la planta es muy efectivo y puede practicarse durante todo el año, con tal que haya disponibilidad de mano de obra.

Control Químico de las Malezas

El control de malezas mediante sustancias químicas es una herramienta muy importante de la agricultura moderna. Nuevas y más efectivas formulaciones de herbicidas aparecen cada día en el mercado; sin embargo, su empleo en el establecimiento de los pastos está todavía muy limitado. Esto se debe, en parte, a la tradición de establecer pasturas de gramíneas, por ejemplo, *Hyparrhenia rufa* y *Panicum maximum*, regando simplemente la semilla a voleo y sin emplear prácticas culturales, a excepción tal vez de la quema. En pasturas, grandes o chicas, destinadas a un uso intensivo como pasto de corte, banco de proteína o multiplicación de semilla básica y comercial, el control químico de las

malezas durante el establecimiento tiene justificación económica. Además, puede prohibirse la venta de semilla comercial de forrajeras contaminada con algún tipo de malezas en los países donde se regula este comercio; esta prohibición justifica un plan especial de control de malezas que incluiría el uso de herbicidas durante el establecimiento de la pastura.

Herbicidas incorporados en presiembra y preemergentes

Trifluralina. Emulsión concentrada (EC) de 480 g de ingrediente activo (i.a.) por litro (l). Se aplica unas tres semanas antes de la siembra, y se incorpora al suelo. Ha sido efectivo para controlar las malezas *Digitaria adscendens*, *Brachiaria ramosa* y *Pennisetum polystachion* en siembras de *Stylosanthes humilis* (Fisher e Ive, 1970). En dosis que varían de 2.0 a 2.4 l/ha de producto comercial según que el suelo sea arenoso o arcilloso, respectivamente, este producto ha sido selectivo para *Neonotonia wightii*, *Centrosema pubescens* y *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro (Humphreys, 1979). En los suelos arcillosos de CIAT-Quilichao, Colombia, ha demostrado un control bueno y selectivo de malezas gramíneas cuando se aplica a leguminosas de los géneros *Pueraria*, *Zornia*, *Stylosanthes* y *Desmodium*; no ocurre así con *D. intortum* cv. Greenleaf (Ferguson y Sánchez, 1984). Sin embargo, en suelos pesados del Departamento del Valle, Colombia, y a una dosis de 3.1 l/ha, este herbicida fue tóxico para *Stylosanthes guianensis* (Argel et al., 1975). Las aplicaciones preemergentes de este herbicida han sido menos dañinas para las leguminosas, aunque el grado de control de malezas ha sido menor.

Alaclor. EC de 480 g/l de i.a. Con éste y otros productos de aplicación preemergente se ha conseguido selectividad respecto a las leguminosas forrajeras y aceptable control de malezas. Aplicado en dosis que varían de 2.0 a 2.5 l/ha de producto comercial, el alaclor ha sido selectivo en las siembras de *N. wightii*, *C. pubescens*, *M. atropurpureum* cv. Siratro, *C. macrocarpum* CIAT 5062, *Pueraria phaseoloides*, *S. capitata* CIAT 1019, 1078 y 1405, *S. guianensis* CIAT 136, *S. hamata* CIAT 147, *D. ovalifolium* CIAT 350, y con ecotipos del género *Zornia* (Argel et al., 1975; Humphreys, 1979; Tergas y Gómez, 1980; Ferguson y Sánchez, 1984; Pinzón et al., 1985). Sin embargo, causa daño a *S. guianensis* cv. Cook y a *D. intortum* cv. Greenleaf. Este producto

controla más eficientemente las malezas gramíneas que las de hoja ancha en aplicaciones preemergentes; por ello, su acción mejora en mezcla con otros herbicidas como pendimetalina y metolaclor.

Pendimetalina, metolaclor y DNBP. Pendimetalina, una EC de 330 g/l de i.a., metolaclor, una EC de 960 g/l de i.a., y DNBP, una EC de 500 g/l de i.a., en dosis que varían de 1.0 a 2.0 l/ha de producto comercial, han sido productos selectivos para forrajeras de los géneros *Stylosanthes*, *Desmodium*, *Centrosema*, *Pueraria* y *Zornia* (Ferguson y Sánchez, 1984). Pendimetalina, aplicado en dosis de 3.0 l/ha, fue altamente selectivo para *C. macrocarpum* CIAT 5062 y controló bien las malezas gramíneas en Panamá. El oxifluorfen, una EC de 240 g/l de i.a., en dosis de 2.0 l/ha de producto, fue moderadamente tóxico para esta leguminosa y altamente selectivo para el kudzú tropical (Pinzón et al., 1985). El complejo de malezas en este lugar estuvo dominado por las especies de hoja ancha *Borreria alata*, *Croton trinitatis*, *Mimosa pudica*, *Cassia tora*, *Sida* spp. y *Emilia sonchifolia*.

La efectividad de un herbicida preemergente depende mucho de las condiciones climáticas, de las características del suelo, y del complejo de malezas del lugar. En general, se ha observado que el control de malezas dado por estos productos no se prolonga hasta asegurar el establecimiento exitoso de las leguminosas forrajeras; por tanto, si la aplicación de estos productos se complementa con desyerbas manuales o mecánicas, se obtendrán los mejores resultados.

Un aspecto que no ha sido suficientemente investigado es el efecto residual de estos productos preemergentes en las semillas de las gramíneas cuando se desea establecer una asociación. Poco efecto de ellos se ha observado en una siembra de *Andropogon gayanus* CIAT 621 en CIAT-Quilichao (Tergas y Gómez, 1980), 77 días después de aplicados a las leguminosas forrajeras; este resultado es evidencia parcial de que no afectan la gramínea, ya que el período entre la aplicación de los productos y el establecimiento del pasto se prolongó. No existen, por otro lado, herbicidas de aplicación preemergente, que controlen un amplio rango de malezas, y que sean a la vez selectivos para las leguminosas y gramíneas forrajeras sembradas simultáneamente.

Las malezas de las praderas de gramíneas puras, establecidas con partes vegetativas, pueden controlarse con herbicidas preemergentes

como los polvos mojables (PM) de 80% de concentración, con atrazina, y con diurón. Aplicados en siembras de semilla sexual, la selectividad es más limitada, aunque Sánchez y Ferguson (1984) informan sobre el buen desempeño de atrazina aplicado en dosis de 1.0 y 1.5 kg/ha de producto comercial, en los géneros *Brachiaria* y *Panicum*, en las condiciones de CIAT-Quilichao, Colombia; algún daño se observó en plantas de los géneros *Andropogon* y *Setaria*. Este producto ha sido efectivo también para controlar poblaciones de *Paspalum virgatum* provenientes de semilla (Sistachs y León, 1986). En siembras de *S. anceps*, la protección que da a la semilla una banda de 2.5 cm de carbón activado y la aplicación de 2.8 kg/ha de diurón, han dado un excelente control de las malezas al tiempo que son selectivas con respecto al pasto (Humphreys, 1979). Esta tecnología está disponible, en general, sólo en áreas de uso agrícola intensivo.

En gramíneas y leguminosas establecidas

Las malezas de hoja ancha en las praderas de gramíneas recién establecidas se controlan eficientemente con la aplicación racional de herbicidas hormonales a base de 2,4-D. Esta alternativa está limitada por la asociación, en la misma pradera, de gramíneas y leguminosas, a causa de la susceptibilidad de estas últimas. Sin embargo, Humphreys (1979) menciona la tolerancia de *S. guianensis*, en varios estados de crecimiento excepto en la época de floración, a la aplicación de 1.0 l/ha de 2,4-D amina. En la misma dosis, el DNBP (40% p/v) fue selectivo en *D. intortum* y *N. wightii*.

Cuando se siembran leguminosas forrajeras, las malezas gramíneas pueden controlarse efectivamente con la aplicación postemergente de 0.5 a 1.5 l/ha de fluazitopbutil, una EC de 250 g/l de i.a. El herbicida bentazon, una solución de 480 g/l de i.a., en dosis de 2.0 a 3.0 l/ha, controla efectivamente las malezas de hoja ancha y es selectivo respecto a *D. intortum*, a *N. wightii*, a *C. pubescens*, y a *Stylosanthes*, pero no lo es para *M. atropurpureum* cv. Siratro (Ferguson y Sánchez, 1984; Humphreys, 1979). La efectividad de estos dos productos, contra malezas gramíneas o de hoja ancha, se incrementa si se aplican cuando ambas tengan de 3 a 4 hojas, y cuando se agrega aceite agrícola, en concentración de 0.4% (v/v), al fluazitopbutil (Buhler y Burnsidge, 1984).

Las leguminosas forrajeras varían en su tolerancia a los herbicidas hormonales, y son altamente susceptibles a picloram y a dicamba, especialmente cuando éstos se mezclan con 2,4-D amina para formar herbicidas comerciales como Tordon 101 y Banvel, respectivamente. Estos herbicidas, aplicados en dosis que varían de 0.5% a 2.0% de producto comercial, son efectivos para controlar malezas anuales de hoja ancha y algunas arbustivas, en potreros establecidos (Doll y Argel, 1976; Brito T. et al., 1973; Victoria Filho, 1986; Dias Filho, 1988). Es interesante la mención que hace Torres (1983) del control efectivo de malezas en praderas de *Digitaria decumbens* aplicando picloram + 2,4-D amina (4.0 l/ha), y de la recuperación de las leguminosas nativas *Rhynchosia minima* y *Centrosema pubescens* seis meses después; esta pradera dio mayor producción de forraje que el testigo controlado con machete. Obviamente, este resultado depende de las reservas de semilla presentes en el suelo y del buen manejo de la pradera.

Hay otros herbicidas de amplia aplicación para el control de arbustos y malezas de hoja ancha en los potreros, cuya efectividad y métodos de empleo han sido extensamente discutidos por Doll et al. (1989). Otros herbicidas no selectivos, como diurón, dalapón y glifosato (solución de 240 g/l de i.a.)—en dosis de 1.5% a 2.5% para el primero, de 3.0% repetido a los 15 días para el segundo, y de 1.0% a 2.0% para el tercero—han controlado eficientemente, en aplicaciones dirigidas, las malezas gramíneas *Paspalum fasciculatum* y *P. virgatum*, y la ciperácea *Scleria pterota* (Camacho et al., 1974; Argel y Doll, 1975). El glifosato, aplicado en concentraciones de 10% a 20% con el azadón químico (wick-rope applicator) ha demostrado ser muy efectivo contra las gramíneas invasoras de las praderas (Hertentains et al., 1988), especialmente después de dar un pastoreo intenso al potrero cuando es posible dirigir la aplicación hacia las malezas gramíneas no consumidas, sin tocar el pasto. La efectividad de estos graminicidas, y de otros productos que controlan malezas de hoja ancha y arbustos, aumenta cuando la gramínea mejorada es altamente competitiva, es decir, está bien adaptada y es capaz, por tanto, de llenar rápidamente los espacios dejados por las malezas controladas.

Las malezas tienden a ser más agresivas cuando la pastura se ha degradado. La pérdida progresiva de fertilidad del suelo se refleja en la disminución de la habilidad competitiva de los pastos cultivados y, por

Las leguminosas forrajeras varían en su tolerancia a los herbicidas hormonales, y son altamente susceptibles a picloram y a dicamba, especialmente cuando éstos se mezclan con 2,4-D amina para formar herbicidas comerciales como Tordon 101 y Banvel, respectivamente. Estos herbicidas, aplicados en dosis que varían de 0.5% a 2.0% de producto comercial, son efectivos para controlar malezas anuales de hoja ancha y algunas arbustivas, en potreros establecidos (Doll y Argel, 1976; Brito T. et al., 1973; Victoria Filho, 1986; Dias Filho, 1988). Es interesante la mención que hace Torres (1983) del control efectivo de malezas en praderas de *Digitaria decumbens* aplicando picloram + 2,4-D amina (4.0 l/ha), y de la recuperación de las leguminosas nativas *Rhynchosia minima* y *Centrosema pubescens* seis meses después; esta pradera dio mayor producción de forraje que el testigo controlado con machete. Obviamente, este resultado depende de las reservas de semilla presentes en el suelo y del buen manejo de la pradera.

Hay otros herbicidas de amplia aplicación para el control de arbustos y malezas de hoja ancha en los potreros, cuya efectividad y métodos de empleo han sido extensamente discutidos por Doll et al. (1989). Otros herbicidas no selectivos, como diurón, dalapón y glifosato (solución de 240 g/l de i.a.)—en dosis de 1.5% a 2.5% para el primero, de 3.0% repetido a los 15 días para el segundo, y de 1.0% a 2.0% para el tercero—han controlado eficientemente, en aplicaciones dirigidas, las malezas gramíneas *Paspalum fasciculatum* y *P. virgatum*, y la ciperácea *Scleria pterota* (Camacho et al., 1974; Argel y Doll, 1975). El glifosato, aplicado en concentraciones de 10% a 20% con el azadón químico (wick-rope applicator) ha demostrado ser muy efectivo contra las gramíneas invasoras de las praderas (Hertentains et al., 1988), especialmente después de dar un pastoreo intenso al potrero cuando es posible dirigir la aplicación hacia las malezas gramíneas no consumidas, sin tocar el pasto. La efectividad de estos graminicidas, y de otros productos que controlan malezas de hoja ancha y arbustos, aumenta cuando la gramínea mejorada es altamente competitiva, es decir, está bien adaptada y es capaz, por tanto, de llenar rápidamente los espacios dejados por las malezas controladas.

Las malezas tienden a ser más agresivas cuando la pastura se ha degradado. La pérdida progresiva de fertilidad del suelo se refleja en la disminución de la habilidad competitiva de los pastos cultivados y, por

tanto, en su menor capacidad de suprimir las plantas invasoras. En estas condiciones, el control de malezas debe complementarse con una recuperación del estado nutricional del suelo o estableciendo especies forrajeras adaptadas a las condiciones de baja fertilidad de ese suelo, o de ambos modos. Especies estoloníferas de bajos requerimientos nutricionales, como *B. humidicola*, *B. dictyoneura*, *B. decumbens*, y leguminosas de los géneros *Pueraria*, *Centrosema*, *Desmodium* y *Stylosanthes*, tienen más posibilidades de competir agresivamente con las plantas invasoras aumentando por ello la productividad y la persistencia de la pastura (Veiga y Falesi, 1986). El control de malezas, por sí solo, no produce automáticamente mejores pasturas.

Necesidades Futuras de Investigación

Durante los últimos años, el manejo de la competencia entre las especies forrajeras y las malezas durante el establecimiento y mantenimiento de las pasturas se ha hecho de manera empírica, y se ha orientado a la eliminación física de las plantas invasoras. Se han dado así recomendaciones para el control de las malezas, aunque sin estudiar mucho la interacción de esta práctica con atributos de la pastura que favorezcan su habilidad competitiva. Ejemplos de estos atributos son el grado de adaptabilidad de las especies sembradas, su desarrollo estolonífero, y su respuesta a las prácticas culturales y de manejo.

Poco se sabe sobre la biología del crecimiento y de la reproducción de las malezas en los potreros, así como sobre el patrón de sucesión de especies en las comunidades vegetales en función del manejo o tratamiento dado previamente al área que ocupan. Hace diez años, Doll (1978) hacía las siguientes preguntas refiriéndose a malezas de sabanas ácidas e infértiles: ¿Cómo influyen las prácticas de labranza y los sistemas de siembra en la infestación de malezas? ¿Cómo afectan los cambios ocurridos en los niveles de nutrimentos y en la época y método de aplicación del fertilizante, la diversidad y el crecimiento de las malezas? A estos interrogantes debe agregarse la falta de información sobre la pérdida de productividad de una pradera cuando aumenta su grado de infestación de malezas. ¿Existe un mínimo nivel de tolerancia de malezas en el cual no se reduce aún la productividad de la pradera? Tampoco se conocen bien los aspectos económicos del control de

malezas en los potreros, y su efecto, en términos contables, en la producción final de la pradera.

La gran diversidad de géneros y especies de malezas y la respuesta variable de éstas a los métodos de control conocidos (cultural, mecánico y químico) hacen necesaria la tarea de caracterizar, por ecosistema, la mejor integración de métodos que las elimine. Esta tarea debe considerar la habilidad competitiva del germoplasma forrajero existente y su respuesta al manejo del pastoreo.

Conclusiones

La discusión anterior permite derivar las siguientes conclusiones generales:

- La competencia de las malezas durante el establecimiento de una pastura está estrechamente relacionada con la adaptabilidad de las especies forrajeras, y con su habilidad competitiva, su morfología, el crecimiento de sus raíces y estolones, su arquitectura foliar, el tamaño de sus hojas, y su capacidad para extraer el agua y los nutrientes del suelo.
- En pasturas, el equilibrio de la competencia entre forrajeras y malezas es alterado significativamente por los métodos de control de malezas, por las prácticas de fertilización, y por el manejo del pastoreo (sistema y presión).
- En los ecosistemas de sabana, las especies nativas de gramíneas no son malezas agresivas cuando el suelo en que se hallan ha sido perturbado, es decir, preparado mecánicamente y fertilizado; lo contrario ocurre en el trópico húmedo.
- Las prácticas culturales de control de malezas mediante la labranza del suelo, el patrón de siembra, la fertilización, y el manejo del pastoreo son más eficaces si las pasturas establecidas contienen especies adaptadas, capaces de responder adecuadamente a los niveles de fertilidad del suelo y al manejo dado a la pastura.
- Depende de la especie forrajera, del estado de desarrollo de las malezas, y del complejo de malezas del área en que se establecerá la

pastura la posibilidad de controlar las malezas con herbicidas pre-emergentes y postemergentes. Sin embargo, ningún herbicida pre-emergente es adecuadamente selectivo cuando se establecen gramíneas y leguminosas simultáneamente.

- Es necesario investigar más en el futuro para cuantificar el balance entre la competencia de las malezas, de una parte, y de otra la habilidad competitiva de las pasturas, el grado de adaptabilidad de éstas, y su respuesta a las prácticas culturales y al manejo que reciban.

Referencias

- Argel, P. y Doll, J. D. 1975. Control de cortadera (*Scleria pterota* Presl.) y establecimiento de pasto. Revista COMALFI (Colombia) 2(4):222-226.
- _____; Doll, J. D. y Piedrahíta, W. 1975. Control de malezas en las leguminosas forrajas *Centrosema pubescens* y *Stylosanthes guianensis*. Revista COMALFI (Colombia) 2(4):212-221.
- Barnes, R. F. 1985. The savanna resource in ruminant production systems. Trop. Grassl. 19(3):99-109.
- Blunt, C. G. y Humphreys, L. R. 1970. Phosphate response of mixed swards at Mt. Cotton, South-eastern Queensland. Aust. J. Agric. Anim. Husb. 10:431-441.
- Brito T., L.; do Carmo C., A. y Oyama H., A. K. 1973. Controle de ervas invasoras em pastagens na Amazonia occidental. Circular no. 3 de EMBRAPA. Instituto de Pesquisa Agropecuária da Amazonia Occidental (IPEAAOC), Brasil. 18 p.
- Buhler, D. D. y Burnside, O. C. 1984. Effect of application factors on postemergence phytotoxicity of fluazifop-butyl, haloxyfop-metyl, and sethoxydim. Weed Sci. 32:574-583.
- Camacho, A. J.; Argel, P. y Doll, J. 1974. Control de gramalote (*Paspalum fasciculatum* Willd.) con dalapón y glifosato y establecimiento de pasto pará (*Brachiaria mutica*). Revista COMALFI (Colombia) 1:176-184.
- Clements, F. E.; Weaver, J. E. y Hanson, H. 1929. Plant competition. Carnegie Institute of Washington. Washington, D. C., E. U.
- Crowder, L. V. y Chheda, H. R. 1982. Tropical grassland husbandry. Longman Group. p. 119-147.

- Dias Filho, M. B. 1988. Controle de plantas invasoras em pastagens. Recomendações básicas no. 8. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) y Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU). 4 p.
- Doll, J. D. 1978. Problemas de malezas de plantas forrajeras en suelos ácidos e infértiles del trópico. En: Tergas, L. E. y Sánchez, P. A. (eds.). Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 279-288.
- _____ y Argel, P. 1976. Guía práctica para el control de malezas en los potreros. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 30 p. [Serie ES-22].
- _____; Argel, P. J. y Gómez, C. 1989. Principios básicos para el manejo y control de malezas en las praderas. Guía de estudio. 3 ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 59 p. [Serie CIAT 04SW-03.01].
- Edge, L. A.; Humphreys, L. R.; Henzell, E. F. y Teakle, L. J. H. 1964. Pasture investigations in the Yalleroi District of Central Queensland. Papers of the Queensland University Department of Agriculture 4:133-137.
- Ferguson, J. E. y Sánchez, M. 1984. Plan tentativo de control integrado de malezas en *Stylosanthes* spp. y *Desmodium* spp. En: Memoria del primer curso internacional sobre colección y evaluación de germoplasma, y producción de semillas forrajeras tropicales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP) y GREDPAC, Panamá. p. 319-327.
- Fisher, M. J. 1975. Plant competition: Management of improved tropical pastures. Refresher course. Australian Institute of Agricultural Science and University of Queensland, St. Lucia, Australia. p. 19-25.
- _____ e Ive, J. R. 1970. The control of grass weeds in Townsville Stylo (*Stylosanthes humilis*) experiments. Aust. J. Agric. Anim. Husb. 10:795-797.
- Hall, R. L. 1978. The analysis and significance of competitive and non-competitive interference between species. En: Wilson, J. R. (ed.). Plant relations in pastures. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia. p. 163-174.
- Hertentains, L. A.; Troetsch, O. y Argel, P. J. 1988. Control químico de la maleza cabezona (*Paspalum virgatum*) en Bugaba, Chiriquí. Boletín técnico no. 18. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP). 9 p.
- Humphreys, L. R. 1978. Tropical pastures and fodder crops. Intermediate Tropical Agricultural Series. Longman Group, Londres. p. 57-102.
- _____. 1979. Tropical pasture seed production. FAO. p. 58-63.

- Jones, R. M. 1965. Effect of soil fertility, weed competition, defoliation and legume seeding rate on establishment of tropical pasture species in south-east Queensland. Aust. J. Soil Res. 3:54-66.
- Leigh Jr., E. G. 1982. Introduction: Why are there so many kinds of tropical trees? En: Leigh Jr., E. G. et al. (eds.). The ecology of a tropical forest: Seasonal rhythms and long-term changes. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. 1982. p. 63-66.
- Locatelly, E. y Doll, J. D. 1979. Competencia y alelopatía. En: Doll, J. D. (ed.). Manejo y control de malezas en el trópico. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 25-34. [Serie 09SW-1].
- Pinzón, R. B.; Argel, P. J. y Montenegro, R. 1985. Control de malezas en el establecimiento de kudzú tropical. Pasturas tropicales (CIAT) 7(2):6-8.
- Sistachs, M. y León, J. J. 1986. Susceptibilidad de las semillas de *Paspalum virgatum* y *Sorghum halepense* a diferentes herbicidas. Pastos y Forrajes (Cuba) 9:141-146.
- Spain, J. 1981. Establecimiento de praderas en sabanas bien drenadas de los Llanos Orientales de Colombia. Guía de estudio. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 40 p. [Serie 04SP-01.01].
- Taylor, T. H. y Templeton Jr., W. C. 1981. Legume establishment in grass-dominant swards: Concept and history in Kentucky. En: Smith, J. A. y Hays, V. W. (eds.). Proceedings of the Fourteenth International Grassland Congress, Kentucky, E. U. p. 453-456.
- Tergas, L. E. y Gómez, C. 1980. Evaluación de herbicidas para el establecimiento de praderas de gramíneas y leguminosas tropicales seleccionadas para suelos ácidos en Colombia. Revista COMALFI (Colombia) 7:(1-2):5-17.
- Toledo, J. M. y Morales, V. A. 1978. Establecimiento y manejo de praderas mejoradas en la Amazonia peruana. En: Tergas, L. E. y Sánchez, P. A. (eds.). Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 191-209.
- Torres, L. 1983. Producción de carne en pastoreo bajo diferentes sistemas de control de malezas. Revista Acovez 7(23):41-46.
- Tothill, K. C. 1978. Competitive aspects of the ecology of pastures. En: Wilson, J. R. (ed.). Plant relations in pastures. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia. p. 385-402.

- Veiga, J. B. da y Falesi, I. C. 1986. Recomendação e prática da adubação de pastagens cultivadas na Amazonia brasileira. En: Matos et al. (eds.). Calagem e adubação de pastagens. Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fósforo, Brasil. p. 257-282.
- Victoria Filho, R. 1986. Controle de plantas daninhas em pastagens. En: Peixoto, A. et al. (eds.). Pastagens na Amazonia. FEALQ, Piracicaba, Brasil. p. 71-90.
- Watkin, B. R. y Clements, R. J. 1978. The effects of grazing animals on pastures. En: Wilson, J. R. (ed.). Plant relations in pastures. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia. p. 273-289.