

3. ¿Cómo decidir qué pastos mejorados son más adecuados para una finca en particular?

Antes de decidir que pastos mejorados sembrar y cómo sembrarlos, el productor debe responder algunas preguntas claves para tomar esa decisión. Castillo (2005), sugirió algunas de las que se citan a continuación:

1. ¿Por qué quiero cambiar las pasturas que tengo actualmente?
 - ¿Obtengo muy poca leche o poca ganancia de peso por animal y por hectárea?
 - ¿Tengo muchos problemas de malezas en mis pasturas?
 - ¿Las pasturas ya presentan poco vigor y hay muchas áreas con suelo desnudo?
 - ¿Tienen mis pastos problemas de plagas o enfermedades que han afectado su rendimiento o que han llevado a que se pierdan muchas plantas?
 - ¿Es el terreno muy quebrado o con mucha pendiente como para ser manejado bajo pastoreo?
 - ¿Será todo esto culpa de la pastura que sembré o es que no le estoy dando el manejo apropiado?
2. ¿Qué especies o variedades de pastos que hay en el mercado son adecuadas para mi finca?
3. ¿Estoy en capacidad de cambiar el manejo del pastoreo o corte (p.e. largo del período de descanso, carga), para asegurar que las nuevas pasturas mantengan una buena producción en el largo plazo?
4. ¿Qué tipo de capacitación o asistencia técnica requiero para obtener provecho del cambio que quiero realizar en las pasturas? ¿Quién me la puede ofrecer? o ¿Dónde puedo conseguir información que me pueda ser de utilidad?
5. ¿Cuánto puede costar el hacer el cambio de las pasturas?
6. ¿Existe financiamiento para sembrar o resembrar las pasturas?
7. ¿Cuánto tiempo debo esperar para usar los potreros en los cuales haré el cambio de las pasturas?

8. ¿Qué opciones tengo para manejar mis animales mientras renuevo o rehabilito las pasturas?
9. ¿Qué beneficios espero con el cambio de las pasturas?
 - ¿En cuánto espero aumentar la producción de leche o ganancia de peso por animal y por hectárea? ¿Existe demanda en el mercado para captar esa mayor producción?
 - ¿En cuánto puede aumentar el ingreso?
 - ¿Serán capaces los nuevos pastos de mejorar/mantener la fertilidad del suelo?
 - ¿Qué beneficios ambientales se pueden lograr con ese cambio? ¿Hay posibilidad de acceder a algún tipo de incentivo por dichos beneficios?
 - ¿En cuánto tiempo podré recuperar la inversión y cómo se ajusta eso a las condiciones de crédito que hay en el mercado?

En las siguientes secciones se discuten algunas de las consideraciones relacionadas con las condiciones agroecológicas y del sistema de producción presentes en una finca determinada que se deben tomar en cuenta para decidir con qué pastos mejorados trabajar. Lo importante es recordar que hay una gran diversidad de especies y variedades de forrajeras en cuanto a su adaptación a condiciones propias del medio en el que se encuentra una finca y del manejo que se practique en ella.

Para aquellos que tienen interés de información específica sobre muchas de las especies de gramíneas y leguminosas de uso potencial en los trópicos medios y bajos de Costa Rica, se recomienda consultar el manual titulado “Especies forrajeras multi-propósito: Opciones para productores del trópico Americano” (Peters *et al.* 2011), disponible en: <http://ciat-library.ciat.cgiar.org:8080/jspui/handle/123456789/7035>. Otra versión digital en español donde se describen muchas de las forrajeras mejoradas se puede encontrar en: <http://www.tropicalforages.info/Multiproposito/key/Multiproposito/Media/Html/>.

3.1 Temperatura ambiente

Las temperaturas óptimas para que las forrajeras expresen el máximo crecimiento varía con el tipo de especies, es de 22°C para las gramíneas y leguminosas de clima frío, de 30-33°C para las leguminosas tropicales y de 35-39°C para las gramíneas tropicales (Baruch y Fisher 1991).

Varias de las forrajeras de zonas templadas (también conocidas como de clima frío), -que poseen el mecanismo fotosintético de plantas C₃-, se adaptan a las zonas altas del trópico de altura (> 2000 msnm), donde la temperatura media generalmente está por debajo de los 22°C y en las cuales eventualmente se pueden presentar temperaturas por debajo del punto de congelación (0°C) o heladas. Entre ellas se pueden citar los ryegrasses (*Lolium* spp.), tréboles (*Trifolium* spp.), *Vigna* spp., *Festucas* spp., etc. También existen unas pocas especies de uso forrajero que son originarias de las zonas altas del trópico (p.e. pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y pasto imperial (*Axonopus scoparius*)) que se usan en los sistemas de producción ganadera en las zonas altas de Costa Rica. Cabe anotar que hay una gran diversidad de especies forrajeras nativas de los páramos alto-andinos que constituyen los pastizales

naturales en zonas arriba de los 3800 msnm. Estos son la base dietética para la producción de rumiantes en las partes altas de Suramérica, pero las mismas no tienen relevancia en los sistemas de producción animal en Costa Rica.

Para las zonas bajas y medias en Costa Rica (de 0 a 1800 msnm), se trabaja principalmente con gramíneas tropicales -que poseen el mecanismo fotosintético de plantas C_4 -, la mayor parte de ellas de origen africano como son los pastos de los géneros *Brachiaria*, *Panicum*, *Andropogon*, *Hyparhenia*, *Pennisetum*, *Sorghum*, etc.; y en menor grado con algunas leguminosas herbáceas, muchas de las cuales tienen su origen en el trópico americano (p.e. los géneros *Arachis*, *Centrosema*, *Desmodium*), lo mismo que varias de las leguminosas arbustivas y arbóreas (p.e. *Erythrina* spp., *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea*, *Calliandra calothyrsus*). Todas ellas pertenecientes al grupo fotosintético C_3 .

Algo que debe tenerse presente al momento de seleccionar los pastos mejorados para una finca o zona específica, es que debido al cambio climático la temperatura media se está incrementando, por lo que se espera que cada vez las especies de clima frío irán siendo desplazadas por especies de clima tropical, particularmente en las alturas cercanas a los límites de zona media a alta.

3.2 Precipitación

Si bien el total anual de precipitación puede tener alguna significancia al momento de seleccionar las forrajeras mejoradas con las cuales se quiere trabajar, es mucho más relevante la distribución de la precipitación a lo largo del año (“estacionalidad”). En cuanto al nivel de precipitación anual, existen algunas especies que toleran más los niveles de precipitación menores, lo cual tiene alguna relación con las condiciones prevalentes en las áreas de donde provienen las especies. Por ejemplo, *Cenchrus ciliaris*, *Chloris gayana*, *Hyparhenia rufa*, *Sorghum vulgare* y *Andropogon gayanus*, entre otras, son especies que crecen mejor en zonas con precipitación anual menor a 1000 mm.

En cuanto a la estacionalidad, cuando se tiene un período seco muy prolongado, se deben buscar especies que mantengan hojas verdes por más tiempo luego de terminado el período de lluvias, pues es conocido que los animales muestran preferencia por el follaje verde. Esto generalmente supone especies que tienen sistemas radiculares más profundos (p.e. *Andropogon gayanus*, *Stylosanthes guianensis* y varias de las leñosas forrajeras), o que poseen algún mecanismo fisiológico para reducir las pérdidas de agua como puede ser el cierre de estomas a niveles más altos de déficit hídrico. Este último mecanismo hace al *Andropogon gayanus*, *Hyparhenia rufa*, *Brachiaria decumbens* y los híbridos de *Brachiaria* como el Mulato, menos sensibles a la sequía que el *Panicum maximum* (Baruch y Fisher 1991). Este atributo va a tomar cada vez mayor relevancia como mecanismo de adaptación al cambio climático, pues se prevé que con mayor frecuencia se va a observar un acortamiento del período de lluvias.

Otro aspecto importante a considerar es que con las lluvias intensas, y con suelos que por naturaleza o como consecuencia de la compactación presentan una menor capacidad para infiltrar el agua de lluvia (drenaje pobre), deben buscarse especies tolerantes al encharcamiento. En ese sentido hay que tener claro si el encharcamiento es de corta duración o es una condición casi permanente. Los pastos *B. humidicola* y el híbrido de *Brachiaria* cv. Caimán toleran el encharcamiento (Rao *et al.* 2015), y si las condiciones de encharcamiento son más prolongadas, deben considerarse especies tales como el pasto

alemán (*Echinochloa polystachia*), tanner (*Bachiaria arrecta*), pará (*Brachiaria mutica*), maní forrajero (*Arachis pinto*), *Erythrina poeppigiana* y *Centrosema pubescens* (Pezo 2017). En cambio, entre las especies que muestran poca tolerancia al encharcamiento se encuentran la *Brachiaria ruzuziensis*, *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, *Melinis minutiflora*, *Andropogon gayanus*, *Leucaena leucocephala* y *Stylosanthes humilis* (Baruch y Fisher 1991).

3.3 Fertilidad del suelo

Muchos de los pastos mejorados no persisten por mucho tiempo en suelos de baja fertilidad, a menos que se fertilicen adecuadamente. De hecho, la no reposición de los nutrientes extraídos del suelo es una de las principales causas para la degradación de las pasturas. En términos generales las especies de gramíneas más altamente productivas tienen una mayor demanda por suelos con buena fertilidad, y con frecuencia el nitrógeno se convierte en el nutriente más limitante, razón por la que el asocio con leguminosas o la siembra de estas como “barbecho mejorado” previo al establecimiento de una gramínea es una buena estrategia de intensificación. Sin embargo, la deficiencia de nitrógeno no va a ser la única limitante, pues puede haber otros elementos minerales críticos, ya sea por deficiencia o exceso; por lo que es importante conocer la variabilidad que existe entre especies y cultivares de pastos mejorados en cuanto a su tolerancia a esas limitaciones de fertilidad del suelo. Información específica sobre este tema, especialmente para las especies de pastos, producida en Costa Rica por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), se puede encontrar en Ayarza (1991).

En la decisión también puede ayudar el conocer la adaptación de las especies de pastos mejorados a diferentes condiciones de fertilidad del suelo. En el Cuadro 9 se presenta un listado de especies forrajeras en función de su adaptación a suelos de fertilidad baja y de media-alta.

3.4 Acidez y alcalinidad del suelo

La reacción del suelo, expresada como pH, es un factor determinante en la adaptación de las especies forrajeras. En el Cuadro 10 se listan algunas de las especies más comunes de gramíneas, leguminosas herbáceas y arbustivas leguminosas y no leguminosas en función de su tolerancia a diferentes niveles mínimos de pH. Sin embargo, al momento de seleccionar las especies o cultivares a sembrar, debe considerarse además la tolerancia a niveles altos de saturación de aluminio y de niveles altos de manganeso en el suelo, pues en muchos de los suelos ácidos se presentan estos problemas. En ese sentido, al menos en el trabajo de CIAT/RIEPT, hubo especial atención a la tolerancia del germoplasma a esas restricciones, pues en muchas áreas del trópico donde se practica la ganadería hay dominancia de suelos de los órdenes Ultisoles y Oxisoles, que con frecuencia presentan problemas de altos niveles de saturación de aluminio (Ayarza 1991).

Cuadro 9. Clasificación de especies forrajeras en función de su adaptación a suelos de diferente nivel de fertilidad

Suelos de fertilidad baja	Suelos de fertilidad media a alta
Gramíneas	
<i>Andropogon gayanus</i>	<i>Brachiaria brizantha</i>
<i>Brachiaria decumbens</i>	Híbridos de <i>Brachiaria</i> (Mulato, Caimán)
<i>B. dictyoneura</i>	<i>Cynodon nlemfuensis</i>
<i>B. humidicola</i>	<i>Digitaria swazilandensis</i>
<i>Melinis minutiflora</i>	<i>Panicum maximum</i>
<i>Hyparhenia rufa</i>	<i>Pennisetum purpureum</i>
<i>Paspalum notatum</i>	<i>P. clandestinum</i>
<i>Tripsacum laxum</i>	<i>Lolium perenne</i>
	<i>L. multiflorum</i>
	<i>Lolium hybridum</i>
	<i>Avena sativa</i>
Leguminosas herbáceas	
<i>Centrosema</i> spp.	<i>Arachis pintoi</i>
<i>Calopogonium muconoides</i>	<i>Pueraria phaseoloides</i>
<i>Clitoria ternatea</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Desmodium</i> spp.	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Lablab purpureus</i>	
<i>Stylosanthes guianensis</i>	
<i>Vigna radiata</i>	
<i>Vigna unguiculata</i>	
Leguminosas arbustivas	
<i>Cajanus cajan</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>
<i>Calliandra calothyrsus</i>	
<i>Cratylia argentea</i>	
<i>Flemingia macrophylla</i>	
<i>Gliricidia sepium</i>	
Arbustivas no-leguminosas	
<i>Tithonia diversifolia</i>	
<i>Trichantera gigantea</i>	

Fuente: adaptado de Peters *et al.* (2011)

Cuadro 10. Clasificación de especies forrajeras en función de su adaptación a suelos con diferentes niveles mínimos de pH

pH 3,5 – 4,0	pH 4,1 – 5,0	pH 5,1 – 6,0	pH > 6,1
Gramíneas			
<i>Andropogon gayanus</i>	<i>Axonopus scoparius</i>	<i>Chloris gayana</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Brachiaria brizantha</i>	<i>Brachiaria mutica</i>	<i>Digitaria swazilandensis</i>	<i>Lolium multiflorum</i>
<i>B. decumbens</i>	<i>Cynodon plectostachyus</i>	<i>Setaria sphacelata</i>	
<i>B. arrecta</i>	<i>Panicum maximum</i>	<i>Saccharum officinarum</i>	
<i>Echinochloa polystachia</i>	<i>Pennisetum purpureum</i>	<i>Lolium hybridum</i>	
<i>Ischaemun indicum</i>			
<i>Melinis minutiflora</i>			
<i>Paspalum notatum</i>			
<i>Paspalum atratum</i>			
<i>Tripsacum laxum</i>			
Leguminosas herbáceas			
<i>Arachis pintoi</i>	<i>Calopogonium muconoides</i>	<i>Mucuna pruriens</i>	<i>Medicago sativa</i>
<i>Centrosema brasilianum</i>	<i>Centrosema brasilianum</i>	<i>Trifolium repens</i>	
<i>Pueraria phaseoloides</i>	<i>C. macrocarpum</i>	<i>Trifolium pratense</i>	
<i>Stylosanthes guianensis</i>	<i>Clitoria ternatea</i>	<i>Vicia sativa</i>	
<i>Vigna unguiculata</i>	<i>Lablab purpureus</i>		
	<i>Vigna radiata</i>		
Arbustivas			
<i>Cratylia argentea</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Leucaena diversifolia</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>
<i>Flemingia macrophyla</i>		<i>Cajanus cajan</i>	<i>Morus alba</i>

Adaptado de Peters et al. (2011)

La selección de especies o accesiones tolerantes a niveles altos de saturación de aluminio tiene implicaciones importantes en el manejo de las enmiendas en el suelo, pues mientras que las especies no tolerantes requieren de aplicaciones muy altas de cal para contrarrestar el efecto detrimental del exceso de aluminio, en las especies tolerantes, en cambio, las aplicaciones se reducen sólo a niveles tales que aseguren la provisión de calcio y magnesio como nutrientes, lo cual se consigue muchas veces con no más de 500 kg de cal dolomítica por hectárea. Bajo condiciones de muy altos niveles de saturación de aluminio, Ayarza (1991), observó que se comportaron bien la *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens*, *Andropogon gayanus*, *B. brizantha*, *Stylosanthes capitata* y *Desmodium ovalifolium*; en cambio, el pasto guinea (*Panicum maximum*), pasto ruzi (*B. ruziense*), pasto tanner (*B. arrecta*), pará (*B. mutica*) y pangola (*Digitaria decumbens*) se vieron fuertemente afectados. Argel y Pizarro (1992) también observaron que el *Arachis pintoi* crecía bien en suelos ácidos con altos niveles de saturación de aluminio (ca. 70%), como en el caso de la región Brunca en Costa Rica.

3.5 Características físicas del suelo

La textura y densidad aparente del suelo no sólo afectan la retención de humedad en el suelo, llegando a los extremos de encharcamiento, sino también la resistencia a la penetración de las raíces y el desarrollo radicular (Ara 1991); esto último afecta la capacidad para explorar estratos inferiores del perfil del suelo para absorción de nutrientes. En términos generales, los suelos arcillosos o pesados tienden a retener por más tiempo la humedad que los suelos arenosos o ligeros, por lo que lo discutido en la sección 4.2, sobre la respuesta diferencial de las especies al encharcamiento aplica a esta sección.

3.6 Topografía del terreno

La pendiente es un criterio a considerar no sólo en la selección de las áreas donde establecer pastos, sino también en el tipo de especies y método de siembra a aplicar. Se ha sugerido que en pendientes superiores al 60% no deberían establecer pastos, sino que terrenos con esta pendiente o mayores deberían permanecer como bosques o permitir la regeneración natural de los mismos (Rivera-Céspedes *et al.* 2016). En esas pendientes hay fuertes pérdidas de suelos y de materia orgánica por erosión, si no hay una buena cobertura vegetal del suelo. Para prevenir estos problemas, en primera instancia se sugiere el uso de prácticas agrícolas de conservación como el no-laboreo o la labranza mínima, el uso de abonos verdes, establecimiento de barreras vivas con leñosas forrajeras, pastos de corte o aquellos de crecimiento rastrero, la eliminación de las quemadas y la implementación de cualquier otra práctica que ayude a prevenir la erosión y a optimizar la captura e infiltración de agua (Pezo 2017).

3.7 Habilidad competitiva de las especies

La habilidad para competir es una característica deseable en las especies forrajeras, no sólo para tolerar condiciones de alta presión por plantas invasoras (Aguilar y Nieuwenhuyse 2009), sino también para asociarse con otras especies, como es el caso de la mezcla de gramíneas/leguminosas. En ese sentido, la morfología de las plantas es determinante; así especies de crecimiento voluble pueden enredarse en otras de crecimiento erecto o más agresivas y, de esa manera pueden tener acceso a la luz. También las

especies de crecimiento rastrero que producen estolones o rizomas son capaces de invadir territorio de otras especies y dar buena cobertura al suelo. Un ejemplo del buen uso de este atributo es la siembra del maní forrajero (*Arachis pinto*) en franjas, para la rehabilitación de potreros degradados (Hurtado *et al.* 1988). Es claro que el manejo de las pasturas debe estar orientado a que las especies deseables manifiesten esa habilidad competitiva y de esa manera permitan mejorar su contribución a la productividad de la pastura.

3.8 Tolerancia a sombra

La tolerancia a la sombra es un atributo fundamental cuando se seleccionan especies para los sistemas silvopastoriles en los que los pastos crecen en asocio con los árboles, como es el caso de las plantaciones forestales y de frutales, e incluso en los sistemas de árboles dispersos. En las plantaciones, la siembra de especies forrajeras como cultivos de cobertura es para controlar malezas que compiten con los árboles particularmente en los estadios juveniles, aportar al suelo nutrientes como el nitrógeno si se trata de leguminosas fijadora de nitrógeno, cubrir el suelo para prevenir pérdidas por erosión -especialmente en terrenos de pendiente-, pero además el producir forrajes de calidad para la alimentación de animales que pastorean en esos sistemas o que son alimentados en corral con forrajes cosechados en las plantaciones. Para que todo eso suceda es necesario contar con especies forrajeras que toleren la sombra (Pezo e Ibrahim 1999). En el Cuadro 11 se presenta un listado de gramíneas, leguminosas herbáceas y de algunas forrajeras arbustivas que han mostrado adaptación a condiciones de sombra (Peters *et al.* 2013).

Cuadro 11. Especies forrajeras que han mostrado tolerancia a la sombra

Gramíneas	Leguminosas herbáceas	Arbustivas
<i>Axonopus scoparius</i>	<i>Arachis pinto</i>	<i>Aeschynomene americana</i>
<i>Brachiaria arrecta</i>	<i>Calopogonium muconoides</i>	<i>Cajanus cajan</i>
<i>Brachiaria brizantha</i>	<i>Centrosema macrocarpum</i>	<i>Flemingia macrophylla</i>
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	<i>Centrosema pubescens</i>	<i>Trichantera gigantea</i>
Híbridos de <i>Brachiaria</i>	<i>Clitoria ternatea</i>	
<i>Brachiaria humidicola</i>	<i>Desmodium heterocarpum</i>	
<i>Brachiaria mutica</i>	<i>Lablab purpureus</i>	
<i>Brachiaria</i> spp. (híbridos)	<i>Mucuna pruriens</i>	
<i>Panicum maximum</i>	<i>Pueraria phaseoloides</i>	
<i>Paspalum atratum</i>	<i>Vigna radiata</i>	
<i>Paspalum notatum</i>	<i>Vigna unguiculata</i>	
<i>Pennisetum clandestinum</i>		
<i>Setaria sphacelata</i>		

Fuente: Peters *et al.* (2011)

3.9 Plagas y enfermedades en forrajeras

Una de las plagas más comunes que ataca a varias de las gramíneas tropicales es el “salivazo” o “baba de culebra”, causado por diferentes insectos de la subfamilia Cercopidae del orden Hemiptera, los cuales causan daños severos en las pasturas y pérdidas económicas importantes. Holman y Peck (2002), estimaron que infestaciones consideradas como bajas, medias y altas podían producir reducciones de 1-8, 8-34 y 38-54% en la carga animal y productividad de leche y carne, respectivamente. Es posible controlar los ataques de este grupo de insectos a través del manejo, pero también se ha visto que algunos cultivares de *Brachiaria brizantha* como el Marandú, e híbridos de *Brachiaria* como los Mulatos y el Caimán, son resistentes a esta plaga (Argel *et al.* 2007; Rao *et al.* 2015), por lo que existe la opción de usar semillas de aquellas gramíneas que son altamente tolerantes, o mejor aún resistentes a la plaga, para evitar los problemas asociados con su control.

En el caso de *Lolium perenne* es común la presencia de roya de la corona causada por el hongo *Puccinia coronata*; por ello ha habido esfuerzos de mejoramiento genético para la producción de variedades resistentes (Muyllé *et al.* 2005). Esfuerzos similares se han dado en ryegrass italiano (*L. multiflorum*) y en los híbridos. Así, cuando se buscan pastos de altura debe tomarse en cuenta la susceptibilidad de estos a roya. En este sentido, Sánchez (2017) evaluó varios cultivares de *Lolium perenne* y *L. multiflorum* en Poasito de Alajuela y observó que las variedades BG-24, Balextra, Jumbo y Green Spirit, presentaban menor incidencia de roya que Meadow Green y Conquistador, y que el problema era mayor en los pisos altitudinales más bajos.

3.10 Orientación e intensidad del sistema producción animal

Las especies de forrajeras mejoradas pueden ser usadas indistintamente para sistemas de producción de carne y de leche; sin embargo, hay que recordar que los sistemas de producción de vacas lactantes y de novillos de engorde presentan una eficiencia biológica y económica mayor que los sistemas de cría; por tanto, pueden pagar una mayor intensidad en el uso de insumos, pero también en el tipo de manejo que se les da a las pasturas. Los pastos mejorados, cuando están bien manejados, contribuyen a reducir las emisiones de GEI debido a su mejor calidad nutritiva especialmente si se usan intensivamente y en etapas tempranas de rebrote, pero además poseen una mayor capacidad para el secuestro de carbono en sus sistemas radiculares profusos (Peters *et al.* 2013). Pero si esas especies son sometidas a un manejo más extensivo, no presentan diferencias en productividad comparadas con los pastos naturales y naturalizados (Ospina *et al.* 2012), y más bien las pasturas mejoradas tenderán a degradarse.

3.11 Forma de uso de los forrajes mejorados

Los pastos mejorados pueden usarse directamente bajo pastoreo, o pueden ser cortados para ofrecerlos en fresco, o conservados como ensilaje o heno. Si bien casi cualquier especie puede manejarse en cualquier forma de uso, lo cierto es que hay especies que toleran mejor el pastoreo, mientras que otras es preferible usarlas bajo corte. Quizás uno de los ejemplos más típicos es el caso del pasto elefante, donde la mayoría de cultivares están prácticamente diseñados para su uso bajo corte, pero hay unos pocos que han mostrado buen comportamiento bajo pastoreo controlado (p.e. pasto elefante enano Mott y el CT

115 desarrollado por el ICA de Cuba). En el Cuadro 12 se presenta una lista de gramíneas y en el 13 de leguminosas herbáceas y arbustivas (leguminosas y no leguminosas), en función de su adaptación al uso bajo corte, heno o ensilaje.

Cuadro 12. Formas de uso de gramíneas forrajeras

Especies	Pastoreo	Corte y acarreo	Heno	Ensilaje
<i>Andropogon gayanus</i>	++			
<i>Avena sativa</i>		+++		+++
<i>Axonopus scoparius</i>		++	+	+
<i>Brachiaria arrecta</i>	+++			
<i>B. brizantha</i>	+++	++	+	
<i>B. decumbens</i>	+++		+	
<i>B. dictyoneura</i>	+++			
<i>B. humidicola</i>	+++			
<i>B. híbrida</i>	+++	++	++	++
<i>B. mutica</i>	+++	+		
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	+++	++	++	++
<i>Dichantium aristatum</i>	+++		++	
<i>Digitaria swazilandensis</i>	++		+	
<i>Echinochloa polystachia</i>	++			
<i>Hermathria altissima</i>	++		+	+
<i>Hyparhenia rufa</i>	++			
<i>Lolium multiflorum</i>	+++			+
<i>Lolium perenne</i>	+++			+
<i>Panicum máximum</i>	+++	+	+	+
<i>Paspalum atratum</i>	+++			
<i>Pennisetum purpureum</i> (var. <i>Enano</i> , CT 115)	+++			+
<i>P. hybridum</i> (var. <i>King grass</i>)		+++		+
<i>P. clandestinum</i>	+++	+++		
<i>Tripsacum laxum</i>	+	++		

Fuente: adaptado de Peters *et al.* (2011).

Cuadro 13. Formas de uso forrajero de leguminosas herbáceas y arbustivas y otras leñosas

Especies	Pastoreo	Corte y acarreo	Heno	Ensilaje
Leguminosas herbáceas				
<i>Arachis pintoii</i>	+++			
<i>Centrosema brasilianum</i>	++			
<i>C. macrocarpum</i>	++	+		
<i>C. pubescens</i>	++	+	+	+
<i>Clitoria ternatea</i>	++	+	+	+
<i>Lablab purpureus</i>	+	+++	+++	+++
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	++	+	+	
<i>Medicago sativa</i>	+	+++	+++	
<i>Pueraria phaseoloides</i>	++	+		
<i>Stylosanthes guianensis</i>	+	+	+	
<i>Trifolium pratense</i>	+++			
<i>T. repens</i>	+++		+	
<i>Vigna radiata</i>		++	+	+
<i>V. unguiculata</i>		+++	+++	+++
Leguminosas arbustivas				
<i>Cajanus cajan</i>	+	+++	+	+
<i>Calliandra calothyrsus</i>		+++		
<i>Cratylia argentea</i>	++	+++	+++	+++
<i>Erythrina spp.</i>	+	+++		++
<i>Flemingia macrophyla</i>		+++		
<i>Gliricidia sepium</i>		+++		++
<i>Leucaena diversifolia</i>		+++	++	
<i>L. leucocephala</i>	++	+++	++	++
Otras leñosas				
<i>Morus alba</i>	+++		++	++
<i>Tithonia diversifolia</i>	++			
<i>Trichantera gigantea</i>	++			

Fuente: adaptado de Peters *et al.* (2011).



4. Sistemas de uso de la tierra que incorporan pastos mejorados

Las especies forrajeras se consideran multi-propósito porque pueden ser usadas en muchas formas de uso de la tierra, más allá de las tradicionales áreas de pastoreo y de “corte y acarreo”. Estas pueden ser parte de cercas vivas, barreras vivas, barbechos mejorados, cultivos de cobertura en siembras de especies anuales y en plantaciones de especies perennes, así como coberturas para el control de erosión (Stür y Horne 2001). La diversidad de pastos mejorados existente permite identificar diferentes especies para cada propósito específico.

4.1 Bancos forrajeros

Los bancos forrajeros son plantaciones compactas de forrajeras, que regularmente ocupan parcelas pequeñas con especies forrajeras de alto rendimiento, las cuales se establecen preferentemente cerca de corrales de manejo u ordeño para facilitar su uso estratégico directo bajo pastoreo, o bajo un esquema de “corte y acarreo”, en el cual el forraje es cosechado y transportado a los sitios de alimentación, donde normalmente se ofrecen picados para que los animales hagan un uso más eficiente del forraje ofrecido, pues si se ofrecen enteros los animales consumirán sólo las hojas y dejarán los tallos (Pezo e Ibrahim 1999). El tener los bancos forrajeros cerca de los corrales o las salas de ordeño, además facilita la distribución de las excretas colectadas y su retorno a las áreas de pasto de corte, reduciendo así la dependencia de fertilizantes inorgánicos.

Los forrajes de corte son usados como alimentos de volumen cuando se presenta escasez de forraje, o para complementar el forraje cosechado directamente durante el pastoreo en el caso de vacas lactantes altas productoras, o cuando los animales no pueden dejarse en el potrero las 24 horas del día. Cuando se trata de leñosas usadas bajo corte, sean estas arbustivas leguminosas o no-leguminosas, sirven para proveer nitrógeno suplementario a gramíneas frescas o conservadas, así como cuando la dieta basal está constituida por residuos fibrosos. También, los forrajes de corte pueden ser la fuente de forraje de animales enfermos que no pueden pastorear, o cuando los animales se manejan en estabulación.

Para los sistemas de corte y acarreo se prefiere especies de porte alto, fáciles de cosechar, que rebroten rápido, que persistan bajo corte y que respondan a la fertilización. Algunos ejemplos de gramíneas y leguminosas mejoradas usadas bajo corte se presentan en los Cuadro 12 y 13 respectivamente. Entre estos destacan gramíneas tales como los híbridos de pasto elefante, el sorgo, el maíz forrajero y la avena; mientras que entre las leguminosas están leucaena, madero negro, poró y *Cratylia argentea*; y la morera y *Trichantera gigantea* entre las no leguminosas. Un punto importante que considerar cuando se usan forrajeras para corte y acarreo es que éstas hacen una fuerte extracción de nutrientes del suelo, por lo que su rendimiento tiende a declinar rápidamente si es que no se incluye la fertilización como parte de su manejo.



El pasto elefante, una especie muy utilizada en bancos forrajeros para sistemas de “corte y acarreo”.

4.2 Sistemas de pastoreo

El pastoreo es la forma más frecuente de uso de los pastos, sean estos naturales, naturalizados o mejorados. Con frecuencia es la opción cuando la mano de obra es escasa. Para estos sistemas se prefieren gramíneas y leguminosas estoloníferas o rizomatosas, así como varias gramíneas macolladoras, pero todas deben ser capaces de tolerar el pastoreo intenso y competir con las malezas. Las gramíneas pueden crecer solas o en asocio con leguminosas, pero en el caso de la asociación gramínea-leguminosa hay que tener particular cuidado con su manejo de manera tal que ayude a prevenir la pérdida de las leguminosas. Hay muchas especies de gramíneas y leguminosas que se usan en sistemas de pastoreo, tales como las *Brachiarias*, *Cynodon*, *Panicum* y *Lolium* entre las gramíneas (Cuadro 12), y el *Arachis pinto*, los tréboles, así como varias especies de *Centrosema* y *Desmodium* entre las leguminosas (Cuadro 13).

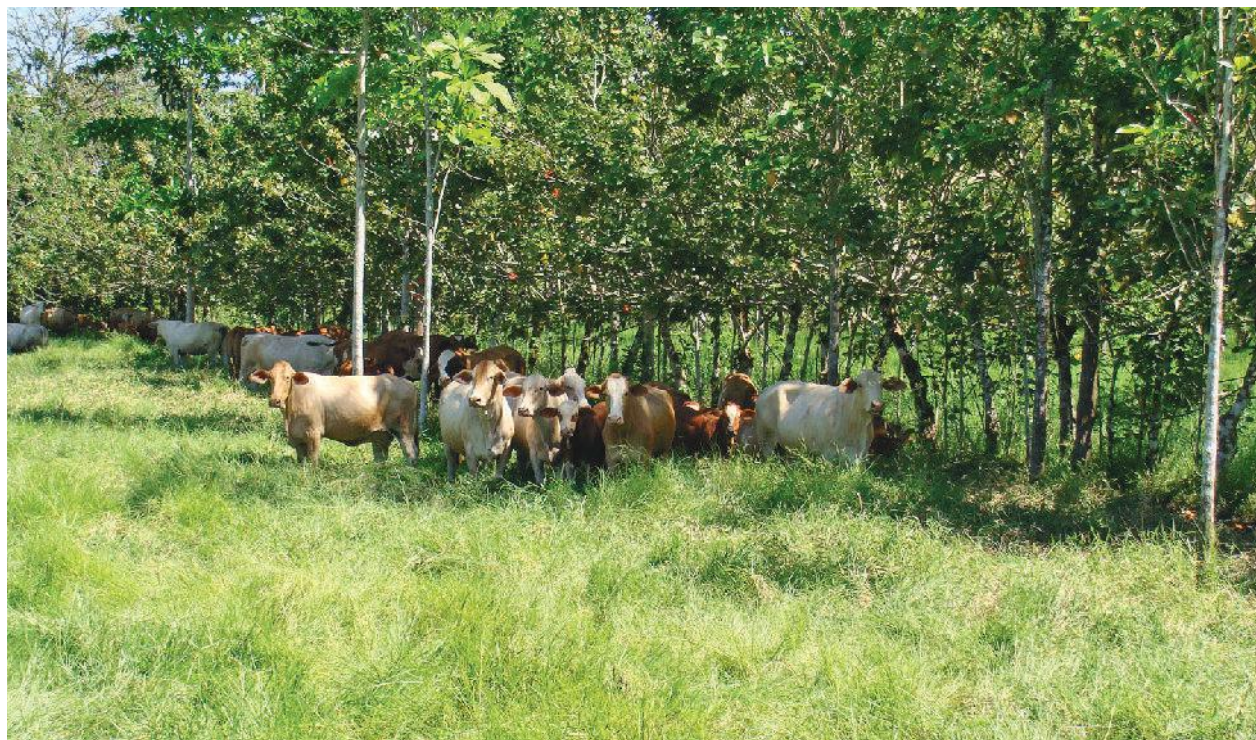


Pasturas mejoradas usadas en sistemas de pastoreo intensivo.

4.3 Cercas vivas

Las cercas vivas son líneas de plantas forrajeras o no forrajeras que demarcan los límites de los potreros, las áreas de cultivo y las fincas (Pezo e Ibrahim 1999). Estas ayudan en el manejo de los animales, previenen el ingreso de animales ajenos a la finca, pero también pueden ser fuente de forraje proveniente de podas. Con frecuencia se usan leñosas forrajeras (p.e. *Erythrina* spp., *Gliricidia sepium*), frutales como el jocote (*Spondias mombin*), cactáceas (*Opuntia* spp.), pero también se pueden incorporar especies maderables como teca (*Tectona grandis*) o *Cordia alliodora*; sin embargo, en algunas ocasiones también se usan plantas herbáceas de porte alto como el pasto elefante.

Cuando se usan leguminosas arbustivas sembradas a partir de arbolitos provenientes de vivero hay que protegerlas del daño de los animales por lo menos por un año mientras estas se establecen. El tiempo de espera es bastante menor si se establecen a partir de estacas de casi 2 m de alto; los productores mayormente las prefieren, pues se requiere de menos cuidado luego de establecidas. Muchas de las especies usadas en cercas vivas no solo brindan el servicio de delimitar potreros o áreas de cultivo, sino que además pueden proveer de follaje o frutos para la alimentación animal, leña y sombra para los animales.



Leñosas forrajeras establecidas en cercas vivas, cuando se podan pueden utilizarse para alimentar el ganado.

4.4 Barreras vivas

El propósito de las barreras vivas es el de prevenir las pérdidas de suelo por erosión en terrenos con pendiente pronunciada. Con alguna frecuencia se han usado especies como el vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) y el zacate limón (*Cymbopogon* spp.) en el establecimiento de barreras, pero es perfectamente factible la incorporación de forrajeras de corte en las barreras (p.e. pasto elefante, *Leucaena leucocephala*, *Paspalum atratum*), de manera que no sólo previenen deslizamientos o pérdidas de suelo por erosión, sino que además pueden proveer de forraje de “corte y acarreo” para períodos críticos; en el caso de leguminosas, el follaje también se puede usar como abono verde.

Cuando se seleccionan especies forrajeras para las barreras vivas, se debe buscar especies que no tiendan a ir más allá de la barrera, pues invadirían áreas y competirían con los cultivos que crecen entre las mismas; deben formar una especie de barrera semi-permeable que previene o reduce la escorrentía y la erosión; que sean de vida larga y que no compitan con los cultivos acompañantes.

Los forrajes sembrados en las barreras deben cosecharse frecuentemente durante el periodo de crecimiento para prevenir la competencia con los cultivos acompañantes; se les debe dar mantenimiento para asegurar que cumplen efectivamente el papel de barrera. Esta demanda de mano de obra ha sido citada con frecuencia por los productores como la razón para no adoptar esta tecnología. Cuando se usan leñosas forrajeras, frecuentemente no son muy efectivas en controlar erosión, pero ese efecto se logra cuando se siembran en hilera doble, cuando se hacen cortes frecuentes que promueven la producción de múltiples tallos, se siembran a espaciamiento muy corto (p.e. 10-20 cm entre plantas), y cuando se ponen ramas a lo largo de la barrera viva.



Las barreras vivas con especies forrajeras contribuyen con la conservación de suelos y en la alimentación del ganado en épocas críticas.

4.5 Barbechos mejorados

Los “barbechos mejorados” se refieren a leguminosas sembradas en terrenos que estuvieron en cultivos y que se dejan en descanso antes de establecer un nuevo ciclo del mismo. Con frecuencia las leguminosas se siembran cuando todavía está el cultivo y preferentemente se ha hecho un control de malezas, pero esto no puede hacerse demasiado temprano porque la leguminosa podría competir con el cultivo existente.

Esta práctica se usa cuando la fertilidad del suelo en el terreno de cultivo declina, y por ende la productividad del cultivo; también es una ayuda para controlar malezas en terrenos que estuvieron bajo cultivos y pueden proveer de forrajes para períodos de escasez; en algunos casos se ha usado incluso para la siembra de leguminosas forrajeras para la producción de harina de hojas, como el caso de *Stylosanthes guyanensis*. Otra especie que se ha utilizado con éxito es la *Vigna unguiculata* que es de muy rápido crecimiento, con un ciclo de crecimiento no mayor de 3,5 meses y con gran capacidad para fijar y aportar nitrógeno al suelo (Loker *et al.* 1991).

Para este tipo de sistema se usan leguminosas vigorosas capaces de competir con ventaja sobre las malezas y que son fáciles de controlar, de manera que no afecten al cultivo que se siembre en el nuevo ciclo. Si se establecen forrajeras de preferencia debe prevenirse el ingreso de animales o hacerlo de manera controlada. Las forrajeras en los barbechos mejorados no sólo ayudan a mejorar la fertilidad, sino que además hacen más fácil la preparación del suelo para el siguiente cultivo pues lo mantienen bien cubierto y “suave”.



Mucuna pruriens, especie de leguminosa usada como barbecho mejorado.

4. 6 Coberturas en sistemas de cultivos anuales

Los cultivos de cobertura en sistemas de cultivos anuales son leguminosas que se usan como un estrato por debajo del cultivo de grano o tubérculo. Estos se cortan frecuentemente durante la fase del cultivo y después de su cosecha quedan las leguminosas para proteger el suelo. Las coberturas con leguminosa forrajeras se usan para controlar malezas, ayudar en la mejora de la fertilidad del suelo y del control de erosión; el forraje producido puede ser usado para alimentar animales en períodos de escasez. Para este sistema se prefieren leguminosas vigorosas, que toleran cortes frecuentes y que son de fácil manejo para controlar la competencia con los cultivos anuales. Entre las especies que se han usado para este fin están la *Centrosema pubescens* y *Stylosanthes guianensis*. En muchos casos la demanda de mano de obra para su manejo ha sido una limitante fuerte para su adopción (Stür y Horne 2001).



Las leguminosas herbáceas se asocian con maíz para mejorar la calidad del forraje producido y enriquecer el suelo.

4.7 Coberturas en plantaciones

El establecimiento de forrajeras entre hileras de leñosas manejadas en el sistema de plantaciones, especialmente en las primeras etapas de crecimiento de la leñosa, es una forma de aprovechar el espacio y la energía lumínica que llega al suelo, y a la vez de diversificar la producción (Pezo e Ibrahim 1999). Está claro que para la selección de las especies a sembrar como cobertura en sistemas de plantaciones de leñosas se deben buscar especies forrajeras tolerantes a la sombra como las listadas en el Cuadro 11.

Cuando se incorporan leguminosas como coberturas útiles en plantaciones, éstas tienen varios propósitos, como es el prevenir la invasión de malezas que puedan interferir con el crecimiento de las leñosas en los estadios jóvenes, controlar la erosión y además fijar y transferir nitrógeno. Por otro lado, la introducción de animales para que las pastoreen ayuda a reducir la competencia de la vegetación herbácea sobre las leñosas jóvenes, a reducir materiales potencialmente inflamables que afectarían la plantación y, eventualmente, la venta de animales que pastorean o consumen el forraje de cobertura debe resultar en un incremento en la eficiencia económica del sistema.



Las gramíneas y leguminosas se usan como coberturas útiles en sistemas de plantaciones de frutales o madera.

4.8 Coberturas para control de erosión

Las forrajeras usadas como cobertura para el control de la erosión son especies de leguminosas y gramíneas sembradas en terrenos de pendiente, las cuales no sólo ayudan a proteger el suelo, sino que además pueden proveer forraje para los animales (Stür y Horne 2001), pero de preferencia bajo sistemas de corte, pues la introducción de animales en esas pendientes puede ocasionar problemas de pérdida de suelo (Blanco y Nieuwenhuysse 2011). Para estos sistemas se prefieren especies de crecimiento rastrero, estolonífero, y que presentan una buena cobertura del suelo como el maní forrajero (*Arachis pinto*).



Morera asociada con maní forrajero en áreas de pendiente, una opción para la protección del suelo y producción de forraje.

5. ¿Qué prácticas de manejo debemos considerar para asegurar un buen establecimiento de pastos mejorados?

La siembra de pastos es una práctica sencilla; sin embargo con frecuencia se cometen errores porque muchos ganaderos no tienen experiencia como agricultores, o porque se tratan las semillas de pastos como si fueran las de los cultivos tradicionales y no se consideran las diferencias importantes que existen entre ellas, ni las posibles restricciones que pueden enfrentar las plantas desde su emergencia hasta que están listas para ser utilizadas directamente por los animales en pastoreo o bajo sistemas de corte y acarreo.

Los pastos mejorados se pueden establecer a partir de semillas, de materiales vegetativos como estacas y estolones (pedazos de tallo), o mediante el trasplante de plantas completas (tallos + hojas + raíces), producidas en “camas de multiplicación”. En el Cuadro 14 se presentan ejemplos del tipo de material usado para la siembra de forrajes mejorados.

5.1 Siembra usando materiales vegetativos

Los materiales vegetativos de multiplicación (estacas, estolones, material de trasplante), son usados cuando las especies de pasto no producen semillas fértiles, cuando hay poca cantidad de semilla disponible o accesible, o cuando hay riesgos de pérdidas de plántulas por siembra directa. Con frecuencia la siembra con material vegetativo -especialmente el trasplante desde camas de multiplicación- lo practican los pequeños productores que tienen áreas relativamente pequeñas para sembrar, pues es una práctica muy demandante en mano de obra. En extensiones mayores, la siembra de material vegetativo se hace pasando una rastra ligera que ayude a enterrar los estolones o tallos, que de preferencia no deben ser mayores a 50 cm de largo, para prevenir que se enreden en la rastra (Nieuwenhuyse *et al.* 2008). Otra opción es usar animales que pisoteen el material vegetativo luego de distribuirlo en el campo previamente preparado.



Gramíneas sembradas a alta densidad en eras, para utilizarla como material vegetativo para trasplante.

Algunas de las razones por las que los pequeños productores prefieren usar material vegetativo es porque: i. Son materiales fáciles de conseguir y regularmente “pegan bien”; ii. El establecimiento es rápido; iii. El control de malezas es fácil cuando se planta en hileras; iv. El terreno no tiene que estar arado (se puede usar espeque); v. Los materiales regularmente se consiguen localmente; y vi. El material vegetativo se puede sembrar incluso en estadios tardíos de la época lluviosa, lo que no sucede cuando se usan semillas (Stür y Horne 2001).

5.2 Siembra a partir de semillas

Cuando la siembra se hace usando semillas compradas o producidas en la finca, es importante revisar la pureza (qué proporción del lote a sembrar es realmente semilla y cuánto es “basura”), y el poder germinativo (cuántas plantas van a emerger de cada 100 semillas sembradas). Esto es importante porque regularmente las dosis recomendadas están expresadas como “semilla pura viable”.

Cuadro 14. Tipos de materiales usados para la siembra de algunas especies forrajeras de uso común

Especies	Estacas	Estolones	Trasplante	Semillas
Gramíneas				
<i>Andropogon gayanus</i>			+	++
<i>Brachiaria brizantha</i> e híbridos			++	++
<i>B. decumbens</i>			+	++
<i>B. humidicola</i>		++	+	++
<i>B. mutica</i>		++	+	
<i>B. ruziziensis</i>		+	+	++
<i>Digitaria decumbens</i>		++	+	+
<i>D. swazilandensis</i>		++		
<i>Dichantium aristatum</i>		++		
<i>Echinochloa polystachia</i>		++		
<i>Hyparhenia rufa</i>			+	++
<i>Lolium multiflorum</i> e híbridos			+	++
<i>L. perenne</i>			+	++
<i>Panicum maximum</i>			+	++
<i>Pennisetum purpureum</i>	++		+	
<i>P. clandestinum</i>		++		
<i>Setaria sphacelata</i>			+	++
<i>Tripsacum laxum</i>	++		+	

Leguminosas herbáceas				
<i>Arachis pintoii</i>		++		++
<i>Centrosema brasilianum</i>				++
<i>C. macrocarpum</i>				++
<i>C. pubescens</i>				++
<i>Clitoria ternatea</i>				++
<i>Lablab purpureus</i>				++
<i>Macroptilium atropurpureum</i>				++
<i>Medicago sativa</i>				++
<i>Pueraria phaseoloides</i>		++		++
<i>Stylosanthes guianensis</i>			+	++
<i>Trifolium pratense</i>				++
<i>T. repens</i>				++
<i>Vigna radiata</i>				++
<i>V. unguiculata</i>				++
Leguminosas arbustivas				
<i>Cajanus cajan</i>			+	++
<i>Calliandra calothyrsus</i>			+	++
<i>Cratylia argentea</i>			+	++
<i>Erythrina spp.</i>	++		+	++
<i>Flemingia macrophyla</i>			+	++
<i>Gliricidia sepium</i>	++		+	++
<i>Leucaena diversifolia</i>	+		++	++
<i>L. leucocephala</i>	+		++	++
Otras leñosas				
<i>Morus alba</i>	++			
<i>Tithonia diversifolia</i>	++		++	+
<i>Trichantera gigantea</i>	++		+	

Es prácticamente imposible encontrar semillas que tengan un poder germinativo del 100%. Por el contrario, son comunes valores de germinación del 20-40% en el caso de semillas limpias de gramíneas y 40-80% en semillas limpias de leguminosas. Valores de poder germinativo más bajos pueden indicar problemas de “dormancia” en semillas de gramíneas, cáscara dura en semillas de leguminosas o condiciones de almacenamiento pobres en cualquier lote de semillas. La dormancia se refiere a la falta de madurez fisiológica de las semillas, lo cual se consigue naturalmente dejándolas almacenadas por 3-5 meses con buenas condiciones en el área donde se mantienen las semillas. Muchas veces lo más seguro es usar semillas que se cosecharon en un año y se siembran al año siguiente. Entre las especies que tienen una dormancia fuerte están la *B. brizantha*, *B. decumbens* y *B. humidicola*; mientras que el *Arachis pintoi* es una leguminosa que presenta ese problema.

La dureza de la capa que rodea las semillas (“**tegumento**”) de leguminosas limita su germinación, pues no permite el ingreso de agua e hinchamiento de las mismas para que puedan emerger la radícula y la parte aérea. Por ello es necesario tratar las semillas¹¹ de aquellas especies de leguminosas que tienen semilla dura; entre estas se citan: las *Centrosema* spp., *Cratylia argentea*, *Flemingia macrophylla*, *Leucaena leucocephala*, *Macroptilium atropurpureum*, *Stylosanthes guianensis*; en cambio especies como *Arachis pintoi*, *Calliandra calothyrsus*, *Erythrina* spp. y *Gliricidia sepium* no requieren de escarificación.

En cuanto a las condiciones de almacenamiento de semillas, se sabe que las mismas deben tener no más de 10% de humedad para que se conserven bien; si la humedad dentro del lugar de almacenamiento es alta, entonces la semilla absorbe humedad y eso resulta en la pérdida de su viabilidad. Este problema es mayor en las semillas de gramíneas, pero también en los de leguminosas escarificadas.

Es recomendable hacer una prueba de germinación en cualquier lote de semilla que se compre o se vaya a sembrar, pues con frecuencia las condiciones de almacenamiento y de transporte no son las mejores como para prevenir pérdidas de viabilidad de semillas. En las fotos de la página 49 se muestra la prueba de germinación de semillas en papel toalla y en cajones con suelo, respectivamente. En ambos casos es importante que se provee de buenas condiciones de humedad (sin exceso ni déficit), en las bandejas para que las semillas germinen.

Otra consideración importante cuando se siembra pastos mejorados con semillas es prestar atención a las dosis recomendadas. En este sentido se sugiere seguir las indicaciones que aparecen en las bolsas de semillas comerciales, o usar la información disponible en manuales como el publicado por Peters *et al.* (2013), o en el sitio web <http://www.tropicalforages.info/Multiproposito/key/Multiproposito/Media/Html/>.

5.3 Preparación del suelo

Hay muchos textos y publicaciones que se pueden consultar para ver detalles de la preparación del suelo, como es el caso de Nieuwenhuys *et al.* (2009). Aquí sólo vamos a resaltar unos conceptos claves a tomar en cuenta cuando se siembra pastos mejorados.

¹¹ Escarificación es el tratamiento que se da contra la dureza del tegumento de las semillas



Prueba de germinación de semillas usando papel toalla.



Prueba de germinación de semillas en cajones con tierra.

5.3.1 Sembrar en terreno bien preparado, con cama firme. La mayor parte de las semillas de especies forrajeras son muy pequeñas, por lo que si el suelo se prepara mal, es posible que caigan en espacios muy profundos, y eso no permita que las plántulas emerjan lo suficiente para conseguir energía lumínica para la fotosíntesis. También las semillas necesitan entrar en contacto con el suelo para absorber humedad, hincharse y romper el tegumento y eso sólo se consigue en suelos bien mullidos. Se puede mejorar el contacto del suelo preparado con la semilla si se hace una compactación ligera, como pisándola. En el caso de siembra con espeque, la siembra es similar, sólo que el movimiento del suelo es sólo en el espacio cubierto por este. Esta última práctica es muy recomendada para terrenos en ladera.

5.3.2 Sembrar las semillas a poca profundidad. La profundidad de siembra es fundamental, y quizás una de las fallas más frecuentes cuando se siembran pastos mejorados. Las semillas son generalmente muy pequeñas, por lo que hay que sembrarlas bastante superficialmente (idealmente no más allá de dos veces su tamaño), pues las reservas orgánicas no son muchas y las plántulas dependen de éstas hasta que se hacen independientes de las reservas. Si se siembran muy profundo, las plántulas nunca llegarán a la superficie, y si se siembran muy superficialmente se corre el riesgo que las lluvias intensas laven las semillas y la alta temperatura las lleve a su muerte por desecamiento. Además, existe el riesgo que las hormigas y aves se las lleven. Por eso algunos técnicos recomiendan que las semillas sean tratadas con insecticidas para prevenir los problemas con hormigas.

5.3.3 Siembra en hileras. La siembra en hileras, comparada con la de voleo, tiene la ventaja que facilita tener una siembra más uniforme, un mejor control de malezas y de fertilización. El distanciamiento entre hileras y plantas sobre las hileras va a depender de las especies sembradas y en algunos casos de la disponibilidad de semillas, pero lo importante a considerar es que espaciamientos menores ayudan a tener una mejor cobertura en tiempo más corto.

La competencia con malezas es particularmente crítica en las primeras etapas después de la siembra, pues luego si los pastos mejorados son agresivos y encuentran buenas condiciones para su desarrollo -incluyendo la fertilización de establecimiento-, podrán competir con ventaja sobre las malezas.



Pastos mejorados en hileras en asocio con leguminosas herbáceas.



6. Consideraciones finales

El uso eficiente de pastos mejorados -gramíneas, leguminosas herbáceas, leguminosas arbustivas y otras leñosas forrajeras-, forma parte de las estrategias de intensificación de la producción animal, más aún cuando se toman en cuenta las amenazas del cambio climático a los sistemas de producción ganadera. Costa Rica ha optado por reducir las áreas de pastoreo, retornando parte de ellas al uso en bosques o plantaciones forestales; en otros casos, algunos productores han optado por sembrar otros cultivos como la piña y palma entre otros, pero la demanda por proteínas de origen animal sigue en aumento como consecuencia del crecimiento de la población, mejoras en el nivel de ingreso per cápita y la movilización de población del medio rural al urbano. Esto pone presión para incrementar la producción y la productividad animal, pero a la vez hacerla más eficiente biológica y económicamente para hacer al sector más competitivo, especialmente porque con la firma de varios tratados de libre comercio, muchos productores corren el riesgo de no poder continuar en la actividad a menos que reduzcan sus costos de producción, especialmente reduciendo su dependencia de insumos importados y, en ese contexto, toma aún más relevancia el uso eficiente de los pastos mejorados.

Costa Rica, pese a ser un país relativamente pequeño, presenta una diversidad de condiciones agroecológicas y de sistemas de producción ganadera, pero ventajosamente hay disponibilidad de una gran variedad de especies y variedades de pastos mejorados -muchos de ellos disponibles comercialmente-, para prácticamente todas las condiciones biofísicas y de orientación de la producción. Lo importante es conocer los atributos y limitaciones de los diferentes forrajes para hacer una selección adecuada. Es más, hay que ver los pastos como las especies multi-propósito que son, pues por esa razón pueden ser producidos bajo diferentes condiciones y con objetivos diversos, no sólo el tradicional concepto de verlos como la fuente de forraje para los animales, sino que también pueden cumplir un rol importante en la protección de los suelos contra la erosión, en el enriquecimiento de la fertilidad, como almacenes de carbono que pueden ayudar a la mitigación del cambio climático, etc.

En esta publicación se discute el tema de los pastos mejorados con esa visión amplia y diversa, pero lo más importante es recordar que ninguna especie, variedad o accesión de pastos es milagrosa, capaz de solucionar los problemas por sí misma, sino que para lograr que estas contribuyan de manera efectiva a mejorar la productividad, el ingreso familiar, la seguridad alimentaria de las familias y el ambiente, deben ser manejada apropiadamente. Muchas de las forrajeras mejoradas son valiosas por su plasticidad, en el sentido que se adaptan a muchas condiciones biofísicas y de manejo, pero no pueden crecer bajo todas las condiciones. Además, los pastos mejorados deben ser vistos como cultivos que extraen nutrientes

-aunque en menor proporción que los cultivos alimenticios, pues hay reciclaje de nutrimentos a través de las excretas animales y algunos además son capaces de fijar nitrógeno atmosférico, pero para que sean capaces de expresar su potencial productivo y de persistencia siempre van a requerir de un manejo apropiado que lleve a la sostenibilidad de los sistemas ganaderos.

7. Referencias

- Archibald, K.A.E., Campling, R.C., Holmes, W. 1975. Herbage intake and milk production of dairy cows kept in a leader and follower grazing system. *Animal Production* 21: 147-156.
- Aguilar, A; Nieuwenhuysse, A. 2009. Manejo integral de malezas en pasturas. Managua, Nicaragua, CATIE. 177 p. (Serie Técnica, Manual Técnico No. 90).
- Amézquita, MC; Amézquita, E; Casasola, F; Ramírez, GL; Giraldo, H; Gómez, ME; Llanderal, T; Velásquez, J; Ibrahim, MA. 2008. C stocks and sequestration. In Mannetje, L; Amézquita, MC; Buurman, P; Ibrahim, M (eds.). *Carbon Sequestration in Tropical Grassland Ecosystems*. Wageningen, The Netherlands, Wageningen Academic Publishers. p. 49-68.
- Ara, M. 1991. Factores edáficos cuyas propiedades físicas afectan el desarrollo de las plántulas de las especies forrajeras. In Lascano, CE; Spain, JM (eds.). *Establecimiento y Renovación de Pasturas: Conceptos, Experiencias y Enfoque de Investigación*. Cali, Colombia, CIAT. p. 143-160. (Publicación No. 168).
- Argel, PJ. 1999. Opciones forrajeras para el desarrollo de una ganadería más productiva en el trópico bajo de Centroamérica: Contribución del CIAT. In Steinfeld, H; Pomareda, C (eds.). *Seminario Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales Turrialba (Costa Rica)*. (1999, Turrialba, Costa Rica). Roma, Italia, FAO. p. 199-217.
- Argel, PJ; Fisher, JW; Guiot, JD; Cuadrado, H; Lascano, CE. 2007. Cultivar Mulato II (*Brachiaria Hybrid 36087*): A high quality forage grass, resistant to spittlebugs and adapted to well-drained acid tropical soils. Cali, Colombia, CIAT. 21 p.
- Argel, PJ; Pizarro, EA. 1991. Germplasm case study: *Arachis pintoi*. In *Pastures for the tropical lowlands: CIAT's contributions*. Cali, Colombia, CIAT. (CIAT Publication No. 211). p. 57-74.
- Ayarza, MA. 1991. Efecto de las propiedades químicas de los suelos ácidos en el establecimiento de las especies forrajeras. In Lascano, CE; Spain, JM (eds.). *Establecimiento y Renovación de Pasturas: Conceptos, Experiencias y Enfoque de Investigación*. Cali, Colombia, CIAT. p. 161-185. (Publicación No. 168).
- Baruch, Z; Fisher, MJ. 1991. Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. In Lascano, CE.; Spain, JM (eds.). *Establecimiento y Renovación de Pasturas: Conceptos, Experiencias y Enfoque de Investigación*. Cali, Colombia, CIAT. p. 103-142. (Publicación No. 168).
- Blanco-Sepúlveda, R; Nieuwenhuysse, A. 2011. Influence of topographic and edaphic factors on vulnerability to soil degradation due to cattle grazing in humid tropical mountains in northern Honduras. *CATENA* 86:130-137.
- Castillo, E. 2005. ¿Qué pasto sembrar: Moda o producción? In *Primer Simposio Internacional de Forrajes Tropicales en la Producción Animal*. (2005, Tuxtla Gutiérrez, México). Tuxtla Gutiérrez, México, Universidad Nacional Autónoma de Chiapas. p. 1-7.
- CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo); SICA (Sistema de Integración Centroamericana). 2010. *Estrategia Regional de Cambio Climático*. Documento Ejecutivo. San Salvador, El Salvador. 92 p.

- Delgado, C; Rosegrant, MW; Steinfeld, MH; Ehui, S; Courbois, C. 1999. Livestock to 2020: The next food revolution. Washington, DC., United States of America, International Food Policy Research Institute. 72 p. (Food Agriculture and the Environment Discussion Paper 28).
- Ehleringer, JR; Cerling, TE. 2002. C₃ and C₄ photosynthesis. In Mooney, HA; Canadell, JA (eds.). The Earth system: biological and ecological dimensions of global environmental change. Vol. 2. Chichester, United Kingdom, John Wiley & Sons. p. 186-190.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. FAOSTAT Food and Agriculture Data. FAO. Division of Statistics (en línea). Roma, Italy. Consultado 15 jun. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- García E; Siles, P; Fonte, SJ; Kearney, SP; Barillas, R; Smukler, SM. 2016. Evaluación participativa de opciones forrajeras para sistemas silvopastoriles. El Salvador, University of Columbia. 2 p.
- Holman, F Peck, DC. 2002. Economic damage caused by spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in Colombia: A first approximation of impact on animal roduction in Brachiaria decumbens pastures. (en línea) Neotropical Entomology 31(2). Consultado 24 jun. 2017. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2002000200016&script=sci_arttext&tlng=es
- Humphreys, LR. 1991. Tropical pasture utilization. Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press. 220 p.
- Hurtado, J; Pezo, D; Chaves, C; Romero, F. 1988. Caracterización de una pastura degradada de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) manejada bajo el efecto del pastoreo y de la introducción de leguminosas en el trópico húmedo. In Pizarro, EA (ed.). Memorias I Reunión de la RIEPT-CAC, Veracruz, México. (1998, Veracruz, México). Cali, Colombia, CIAT. p. 341-347.
- Ibrahim, M; Porro, R; Mauricio, RM. 2010. Deforestation and livestock expansion in the Brazilian Legal Amazon and Costa Rica: Drivers, environmental degradation, and policies for sustainable land management. In Gerber, P; Mooney, HA., Dijkman, J; Tarawali, S; de Haan, C (eds.). Livestock in a changing landscape. Vol. 2. Experiences and regional perspectives. Washington DC, United States of America, Island Press. p. 74-95.
- Loker, WM; Hernández, E; Rosales, J. 1991. Establecimiento de pasturas en el trópico húmedo: Experiencias en la Selva Peruana. In Lascano, CE; Spain, JM (eds.). Establecimiento y Renovación de Pasturas: Conceptos, Experiencias y Enfoque de Investigación. Cali, Colombia, CIAT. p. 321-346. (Publicación No. 168).
- McCarthy, N. 2014. Climate-smart agriculture in Latin America: drawing on research to incorporate technologies to adapt to climate change. , Washington, D.C., United States of America, Inter-American Development Bank. 65 p. (IDB Technical Note No. 652).
- Muyllé, H; Baert, J; Van Bockstaele, E; Pertijis, J; Roldán-Ruiz, I. 2005. Four QTLs determine crown rust (*Puccinia coronata* f. sp. *lolii*) resistance in a perennial ryegrass (*Lolium perenne*) population. *Heredity* 95:348–357.
- Nieuwenhuys, A; Aguilar, A; Mena, M; Nájera, K; Osorio, M. 2008. La siembra de pastos asociados con maní forrajero *Arachis pintoi*. Managua, Nicaragua, CATIE. 74 p. (Serie técnica. Manual técnico No. 82)
- Ospina, S; Rusch, G; Pezo, D; Sinclair, F; Casanoves, F. 2012. More stable productivity of semi natural grasslands than sown pastures in a seasonally dry climate (en línea) PLoS ONE 7(5). e35555. doi:10.1371/journal.pone.0035555. Consultado 24 jul 2017. Disponible en <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0035555> .
- Pérez, E. 2015. Línea de base para tres sistemas de ganadería intensiva sostenible. Proyecto Plataforma Regional para la Innovación en Ganadería Sostenible. Modelos Intensivos Sostenibles. San José, Costa Rica, INIA/MAG/CORFOGA. 255 p.
- Peters, M; Franco, LH.; Schmidt, A; Hincapié, B. 2011. Especies forrajeras multi-propósito: Opciones para productores del Trópico Americano. Cali, Colombia, CIAT. 212 p. (Publicación CIAT No. 374).
- Peters, M; Herrero, M; Fisher, M; Erb, K-H; Rao, I; Subbarao, G; Castro, A; Arango, J; Charás, J; Murgueitio, E; van der Hoek, R; Laderach, P; Hyman, G; Tapasco, J; Strassburg, B; Paul, B; Rincón, A; Schultze-Kraft, R; Fonte, S; Searchinger, T. 2013. Challenges and opportunities for improving eco-efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. *Tropical Grasslands* 1(2):156–167.

- Peters, M; Rao, I; Fisher, M; Subbarao, G; Martens, S; Herrero, M; van der Hoek, R; Schultze-Kraft, R; Miles, J; Castro, A; Graefe, S; Tiemann, T; Ayarza, M; Hyman, G. 2013. Tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. In Hershey, CH; Neate, P (eds.). *Eco-efficiency: From vision to reality*. Chapter 11. Cali, Colombia, CIAT. p. 171-190. (CIAT Publication No. 381).
- Pezo, D. 2016. Estrategia regional para la intensificación sostenible de la ganadería, dentro del contexto de la adaptación/mitigación del cambio climático y políticas asociadas. San José, Costa Rica, IICA. 72 p. (Informe de consultoría).
- Pezo, D. 2017. Tecnologías forrajeras para la intensificación de la ganadería en el contexto del cambio climático. *Revista UTN* 78:18-25.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 276 p. (Serie Materiales de Enseñanza No. 44).
- Pezo, D; Romero, F; Ibrahim, M. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de carne y leche. In Fernández-Baca, S (ed.). *Avances de la producción de leche y carne en el trópico americano*. Santiago, Chile, FAO-Oficina Regional para América Latina y el Caribe. p. 47-98.
- Rao, I; Peters, M; Schultze-Kraft, R; White, D; Fisher, M; Lascano, CE; Blummel, M; Jenet, A; Herrero, M. 2015. *LivestockPlus – The sustainable intensification of forage-based agricultural systems to improve livelihoods and ecosystem services in the tropics*. Cali, Colombia, CIAT. 40 p. (CIAT Publication No. 407).
- Ríos, N; Cárdenas, AY; Andrade, HJ; Ibrahim, M; Jiménez, F; Sancho, F; Ramírez, E; Reyes, B; Woo, A. 2006. Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico sub-húmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 45: 66-71.
- Rivera-Céspedes, M; Méndez, JB; Guindon, L; Méndez, E; Pezo, D. 2016. Hacia una ganadería productiva y amigable con el ambiente en Hojanca, Costa Rica. In Li Pun, H; Henríquez, P; Witkowski, K; Arango, F; Hobbs, H; Carrasco, C; Saini, E; Tercero, G (eds.). *Innovaciones de Impacto: Lecciones sobre adaptación al cambio climático de la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C., United States of America, BID-FONTAGRO. p. 67-75.
- Sánchez, WL. 2017. Comportamiento de nuevas variedades de pastos de clima frío en Costa Rica. In *II Congreso Forrajero Nacional*. (2, 2017, Atenas, Costa Rica). Atenas, Costa Rica, MAG/INTA/UTN. 30 p.
- Sejian, V; Gaughan, JB; Bhatta, R; Naqvi, S M K. 2016. Impact of climate change on livestock productivity (en línea). *Broadening Horizons* No. 26. Consultado 10 jun. 2017. Disponible en http://www.feedipedia.org/sites/default/files/public/BH_026_climate_change_livestock.pdf.
- Stobbs, TH. 1978. Milk production, milk composition, rate of milking and grazing behavior of dairy cows grazing two tropical grass pastures under a leader-follower system. *Australian Journal of Experimental Agriculture & Animal Husbandry* 18:5-11.
- Tambo, JA; Abdoulaye, T. 2012. Climate change and agricultural technology adoption: the case of drought tolerant maize in rural Nigeria. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 17:277-292.
- Thornton, PK; Gerber, P. 2010. Climate change and the growth of the livestock sector in developing countries. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 15:169–184.
- Vallis, I. 1985. Nitrogen cycling in legume-based forage production systems in Australia. In Barnes, RF; Ball, PR; Brougham, RW; Marten, GC; Minson, DJ (eds). *Forage Legumes for Energy-Efficient Animal Production*. Washington, D.C. United States of America, USDA. p. 160-70.
- White, DS; Peters, M; Horne, P. 2013. Global impacts from improved tropical forages: A meta-analysis revealing overlooked benefits and costs, evolving values and new priorities. *Tropical Grasslands* 1:12–24.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).



ISBN: 978-9977-57-686-2

