

LOS ÁRBOLES MULTIPROPÓSITOS EN LOS SISTEMAS AGROFORESTALES PECUARIOS

“Comarca sin árboles, es pobre. Ciudad sin árboles, es malsana. Terreno sin árboles, llama poca lluvia y da frutos violentos, hay que cuidar de reponer las maderas que se cortan, para que la herencia quede siempre flor”.

José Martí

ESTACIÓN EXPERIMENTAL
“INDIO HATUEY”

© 2012 , Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”
Editorial EEPF “Indio Hatuey”

ISBN: 978-959-7138-09-9

Editora: Milagros de la C. Milera Rodríguez

Revisión técnica: Dr. C. Jesús M. Iglesias Gómez y Dra. C. Tania Sánchez Santana

Colaboradores:

Mecanografía: Mirisleidys Rodríguez Rizo

Revisión de estilo: Alicia Ojeda González

Diseño y diagramación: Israel de Jesús Zaldívar Pedroso

Reservados todos los derechos. Se prohíbe la reproducción parcial o total de esta obra en cualquier tipo de soporte, sea mecánico, fotocopiado o electrónico, sin la respectiva autorización.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA AGROFORESTERÍA	7
QUÉ CLASE DE ÁRBOLES INCORPORAR Y CUÁNDO	11
Árboles maderables	11
Árboles de servicio	12
Árboles de servicio para plantaciones perennes	12
Árboles frutales	13
Algunos criterios para seleccionar árboles frutales para sistemas agroforestales	13
Árboles forrajeros	14
Árboles o arbustos para bancos forrajeros	14
Árboles para leña y carbón	15
Árboles o arbustos para cortinas rompevientos	15
ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES DE CLIMA Y SUELO	17
Suelo y clima.....	17
Mejoramiento de suelo.....	17
Resistencia al fuego	18
CULTIVOS QUE SE PUEDEN ASOCIAR CON ÁRBOLES	
COMERCIALES	19
Criterios de selección de los cultivos para asociar con árboles comerciales.....	19
ÁRBOLES MULTIPROPÓSITOS EN LA GANADERÍA CUBANA.....	21
Árboles multipropósitos en la ganadería cubana	21
LA IMPORTANCIA DE LA SIEMBRA, ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE LAS PLANTACIONES	28
La importancia de la siembra, establecimiento y manejo de las plantaciones	28
La calidad de la planta y el vivero	29
Cuidados en el transporte y manipulación de las plantas en el campo	29
Eliminación del matorral	30
Apertura de hoyos.....	30
Etapas de la plantación	31

Errores más comunes.....	31
Siembra directa por semilla botánica en el campo.....	33
Técnicas de siembra.....	33
Siembra directa.....	33
Siembra en bolsas o en bandejas.....	34
Otros aspectos a tener en cuenta en la siembra.....	34
Distancia, densidad y profundidad.....	35
Actividades posteriores a la plantación.....	36
Disposición por estratos.....	37
La pirámide posee varios estratos, según el tipo de arborea y su uso.....	38
Importancia de los bancos forrajeros para corte.....	39
Importancia de las especies arbóreas.....	40
Aspectos a considerar para su selección.....	40
Tipos de bancos forrajeros.....	40
Utilización del banco forrajero.....	40
Altura y frecuencia de podas de las plantaciones.....	42
Frecuencia de poda.....	43
Altura de poda.....	43
CONSIDERACIONES FINALES.....	44
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	46

INTRODUCCIÓN

A pesar de los esfuerzos realizados por el gobierno revolucionario cubano, con los planes de reforestación se ha logrado detener la deforestación y solo se incrementó de un 15% a un 26,2% la población boscosa. Aún en la actualidad no se alcanzan los niveles necesarios.

En el caso de la ganadería la situación es peor, pues preocupa más la producción animal que la siembra de árboles. No obstante, en esta última es más importante el enfoque de hacer agroforestería que la reforestación *per se*.

Los árboles no deben ser un fin en sí, sino una manera para lograr un objetivo más amplio, por ejemplo: la protección de las cuencas, la conservación de los suelos, o la conservación de la biodiversidad.

Con relación al cambio climático, los árboles contribuyen de manera significativa a la captura de carbono para la adaptación y la mitigación al cambio climático; además evitan la erosión, sirven de nicho a la avifauna y otras especies, contribuyen al confort térmico en pastoreo, sirven de alimento, y se emplean como maderables, entre otros usos.

Muchas especies de ramoneo contribuyen notablemente a la reducción de la producción de metano en el rumen, por lo que se puede romper el mito de que los rumiantes poseen el tercer lugar en la contaminación atmosférica, aunque se piensa que este es irremediable; el problema no es el rumiante, sino la dieta y el hábitat del animal.

Para que un árbol o arbusto pueda ser considerado como forrajero debe reunir ventajas de tipo nutricional, de producción y versatilidad agronómica, con relación a otros forrajes utilizados tradicionalmente; lo primero a tener en cuenta es que sea consumido por el animal. En tal sentido, los requisitos para la clasificación son: que el contenido en nutrimentos y el consumo sean adecuados

para que ocurran cambios en los indicadores de respuesta de los animales; que sea tolerante a la poda; y que se puedan obtener producciones significativas por unidad de área.

El empleo de sistemas silvopastoriles que incluyan árboles de uso múltiple posee un conjunto de motivaciones para los productores, tales como:

- Proveen una gran variedad de productos que pueden comercializarse, consumirse o resolver problemas de construcción, energía, etc., lo que constituye un medio de sustento de los productores
- Reducen la degradación de los suelos por medio de la protección de la superficie contra el impacto de la lluvia a partir de sus copas y las hojas caídas, las redes que forman las raíces y las barreras vivas que retienen el suelo erosionado
- Protegen las cuencas y estabilizan los caudales de los ríos, reducen los niveles de sedimentación de los embalses y evitan deslizamientos desastrosos
- Conservan la biodiversidad, al establecer plantaciones con especies avanzadas para aumentar sus poblaciones, y al crear o restaurar hábitats para la fauna y la flora
- Proveen servicios ambientales, tales como la provisión y la captura de carbono, tanto para mejorar las condiciones ambientales, locales y regionales, como para generar ingresos por la venta de esos servicios.

Por lo general, los árboles pueden ser el elemento de manejo eficaz para elevar la biodiversidad en los pastizales, extraer nutrientes y agua de las capas más profundas del suelo, producir biomasa en estratos distintos, propiciar un ambiente favorable para el desarrollo de los pastos asociados y el ganado, crear un microclima para la actividad de la fauna edáfica y lograr producciones de hortalizas que participen en el ciclo biogeoquímico de los nutrientes en el suelo.

Este material tiene el objetivo de contribuir a la capacitación de los productores agropecuarios para el fomento de sistemas agroforestales en sus áreas ganaderas.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA AGROFORESTERÍA

A continuación se ofrecen algunos criterios de cómo seleccionar los árboles para los sistemas de producción, según los objetivos productivos, las características del lugar, la importancia del establecimiento y el manejo de plantaciones, los cuales podrán tenerse en cuenta por los productores en función de la misión de sus empresas y/o entidades productivas: cooperativas de producción agropecuarias (CPA); unidades básicas de producción cooperativa (UBPC); cooperativas de créditos y servicios (CCS); centros de producción y otros.

La selección del sistema agroforestal depende de los objetivos del agricultor, de las características del sitio (suelo, clima, etc.), de las condiciones socioeconómicas del agricultor (disponibilidad de mano de obra, terreno, efectivo), de las características de las especies involucradas (árboles y cultivos) y del manejo de los componentes del sistema.

Generalmente los sistemas agroforestales se dividen en sistemas agrosilviculturales (árboles con cultivos) y sistemas silvopastoriles (árboles con animales). Sin embargo, también existen los sistemas agrosilvopastoriles, los cuales son más complejos, dado que incluyen árboles, cultivos agrícolas y animales. En la práctica, hay una enorme diversidad de sistemas que han sido desarrollados en respuesta a las condiciones particulares de cada sitio, incluso a nivel de parcela. Por ello, no es aconsejable preparar recetas sobre dónde y cómo manejar los árboles en sistemas agrícolas, dado que es esencial primero conocer las condiciones particulares de cada sitio y luego adaptar los sistemas de interés a estas condiciones. Dentro de los principales criterios se encuentran: la correcta selección de las especies agrícolas y arbóreas; los espaciamientos de cultivos y árboles; la secuencia de siembra (al mismo tiempo o escalonada); y el manejo de los componentes agrícolas y forestales.

Al aconsejar a los que quieren plantar (o cuidar) árboles en fincas, se deben utilizar estos criterios y tener en cuenta las ventajas y desventajas de las diferentes opciones, para reflexionar sobre cuáles son los principales factores necesarios para lograr el éxito en la siembra de árboles con cultivos.

Ventajas

- El manejo y la ganancia de los cultivos agrícolas puede reducir o pagar los costos de establecimiento de los árboles; no hay que esperar hasta el final del turno forestal para recibir ingresos de una parcela reforestada con maderables
- El manejo agrícola (limpieza, fertilización, etc.) puede mejorar las condiciones biofísicas del sitio, lo cual resulta en mejores tasas de sobrevivencia y crecimiento de los árboles
- La tasa de crecimiento del árbol individual en sistemas agroforestales también puede ser mejor que las de plantaciones en bloque, debido al mayor espaciamiento. Aunque la reforestación pura puede producir más madera por unidad de área sembrada, la plantación en sistemas agroforestales reduce el tiempo de cosecha
- En zonas secas reduce el riesgo de fuego, por tener cultivos (terreno limpio) en lugar de maleza seca
- El cercado de los cultivos, para evitar daños por los animales, reduce el riesgo de daños físicos en los árboles
- La frecuencia de atención a un campo agrícola es mayor de lo normal en una plantación forestal pura, facilitando la oportuna detección y tratamiento de plagas o enfermedades forestales durante el establecimiento
- La asociación de los árboles con cultivos puede reducir la dispersión de enfermedades de los árboles, p.ej., *Fusarium* en las raíces, o de una plaga, p.ej., el barrenador *Hypsipyla grandella* en *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*, aunque en este caso el mejoramiento pudiera deberse al mejor vigor de los árboles en áreas agrícolas. También es posible

que la incidencia de enfermedades y plagas en los cultivos sea menor cuando se intercalan entre árboles

- Si la asociación es con un cultivo leguminoso, podría mejorarse la disponibilidad de nitrógeno para los árboles
- El aprovechamiento intensivo de los nutrientes en el suelo por los cultivos agrícolas, después de limpiar una parcela para la siembra de árboles, reduce las pérdidas de nutrientes por lavado del suelo en temporadas lluviosas.

Desventajas

- En algunos casos, los agricultores acostumbran a utilizar el fuego para limpiar un terreno agrícola, lo cual puede ocasionar daños a los árboles
- Puede resultar que, debido a la competencia con los cultivos, el crecimiento y la sobrevivencia de los árboles sean más bajos, especialmente durante su establecimiento
- Es probable que haya efectos negativos en los cultivos debido a la competencia con los árboles. La intensidad de la competencia depende básicamente del tipo de cultivo y su manejo, el tipo de suelo y clima, la especie forestal y su estado de desarrollo y manejo. Por ejemplo, pueden usarse podas y raleos de los árboles (en forma más intensiva de lo recomendable cuando la única meta es la producción maderable) para disminuir la copa que pueden desarrollar los fustes de los árboles, al existir una menor competencia lateral que la que se presenta en plantaciones en bloque. Por lo tanto, es importante la selección de especies con autopoda en campo abierto (como *Cordia alliodora*)
- Si el cultivo agrícola (especialmente un perenne) ofrece buenas ganancias y a juicio del agricultor sus rendimientos se reducen demasiado por la competencia de los árboles, podría verse impulsado a hacer podas excesivas de estos e incluso eliminar árboles (árboles maderables seleccionados para la cosecha final, por su crecimiento y forma superior)

- Dado que los recursos necesarios para establecer y manejar sistemas agroforestales son mayores que para una plantación arbórea pura, el área que se puede reforestar es menor
- Deterioro del sitio debido a la erosión o el agotamiento de nutrientes. No es recomendable incluir cultivos anuales en pendientes fuertes
- Las actividades de manejo y cosecha de los cultivos pueden perjudicar los árboles (daños a sus raíces durante una cosecha de cultivos de raíces o tubérculos)
- En asociaciones a mediano o a largo plazo, las actividades silvícolas pueden provocar daños físicos en cultivos perennes (raleo y aprovechamiento de maderables en plantaciones de cacao o café)
- Efectos alelopáticos de los cultivos en los árboles (un efecto alelopático ocurre cuando una especie produce un químico que afecta el crecimiento y/o sobrevivencia de otra especie, generalmente en forma negativa). Sin embargo, hasta ahora solamente se han reportado efectos alelopáticos de unas pocas especies arbóreas en algunos cultivos
- Si los cultivos y los árboles son susceptibles a las mismas plagas o patógenos, la asociación puede ser altamente perjudicial e inestable
- Los árboles maderables en sistemas agroforestales están más expuestos a las condiciones climáticas adversas que los de una plantación forestal o un bosque natural, y deben ser capaces de adaptarse al crecimiento a pleno sol.

QUÉ CLASE DE ÁRBOLES INCORPORAR Y CUÁNDO

La mayoría, si no todos los árboles, se clasifican como árboles de uso múltiple; sin embargo, existe una clasificación funcional que fue realizada sobre la base del uso-producto principal para el agricultor. Las categorías de árboles comúnmente incluidos en los sistemas agroforestales son:

Árboles maderables

Componentes grandes, muchas veces de regeneración natural, que generalmente necesitan espaciamientos amplios (menos de 100 árboles/ha, cuando están maduros) y a menudo se plantan con preferencia en los límites (linderos) de la finca. El producto se obtiene a largo plazo (más de 10 años) y es necesario considerar el riesgo del posible daño al cultivo acompañante (especialmente, perenne) y la competencia futura con cultivos cercanos por sombra y raíces.

Características deseables al seleccionar árboles maderables

- Conocimiento local de la especie
- Valor comercial o uso local
- Crecimiento rápido
- Autopoda en condiciones de campo abierto
- Disponibilidad de germoplasma certificado
- No tener susceptibilidad a plagas y enfermedades
- Efectos negativos mínimos en los cultivos asociados
- Copa pequeña y abierta
- Sistema radicular no superficial.

Árboles de servicio

Árboles que generalmente no dan productos comerciales, sino que son utilizados con cultivos anuales y perennes para controlar la erosión (barreras vivas), dar sombra, fijar nitrógeno y dar *mulch* (mantillo) para controlar las malezas o mejorar la fertilidad del suelo; son manejados con densidades desde muy bajas (menos de 20 árboles/ha para algunas especies de sombra, sin poda) hasta muy altas (más de 10 000 arbustos/ha en barbechos naturales y mejorados); generalmente son podados o descumbrados (poda total) cada 3-4 meses, para reducir la competencia con los cultivos y para maximizar los servicios; frecuentemente son leguminosas fijadoras de nitrógeno, pero la característica más importante es su fácil propagación (por semilla o vegetativa) y capacidad de rebrote después de podas intensivas y frecuentes, lo cual permite al agricultor manejar la interacción árbol-cultivo a su gusto.

Árboles de servicio para plantaciones perennes

Los árboles de servicio deben cumplir con los criterios mencionados para los árboles maderables, excepto los específicos para dichos árboles, como valor comercial, autopoda y germoplasma certificado. Adicionalmente se debe escoger especies que cumplan con los criterios siguientes:

- Resistencia a enfermedades/insectos que podrían provocar una defoliación súbita
- Ausencia de efectos alelopáticos
- No ser hospedero alternativo de enfermedades y/o plagas de los cultivos asociados
- Tallos y ramas libres de espinas, para facilitar el manejo
- Ramas y tallos no quebradizos
- Capacidad para extraer nutrientes no accesibles al cultivo
- Fijación de nitrógeno
- Tolerancia a podas fuertes y frecuentes (capacidad de rebrote)
- Alta producción de biomasa (hojarasca y residuos de podas).

Árboles frutales

Árboles y arbustos cuyos productos principales son frutos potencialmente comerciales, además de ser importantes para el consumo familiar (común en patios, zonas periurbanas y huertos caseros); son manejados con densidades de medianas a bajas (menos de 1 000 árboles/ha); el manejo de las especies en cada sitio no es generalmente el mismo que para un árbol intercalado con cultivos (periodicidad y frecuencia de poda); los mercados locales y precios para los frutos tienden a ser limitados e inestables (debido a la periodicidad de la cosecha); los productos tienden a ser de difícil almacenamiento; en muchos sistemas agroforestales tradicionales hay muy pocos árboles frutales de cada especie (a veces solo un individuo por finca), pero hay una gran diversidad de especies.

Algunos criterios para seleccionar árboles frutales para sistemas agroforestales

- Potencial comercial (local, nacional y/o internacional)
- Conocimiento local (uso tradicional)
- Características de la fruta que faciliten el almacenamiento prolongado o el procesamiento poscosecha y transporte
- Compatibilidad con otros cultivos/árboles; características de la copa, que deje luz al cultivo asociado
- No ser hospedero de enfermedades y/o plagas de cultivos asociados y presentar baja incidencia de plagas y enfermedades
- No tener raíces superficiales
- Características deseables para usos industriales (contenido de pectinas, el cual es útil para fabricar jaleas)
- Alto índice de cosecha (la proporción de frutas por biomasa producida es alta)
- Factibilidad de injertar/capacidad de enraizamiento y/o germinación
- Alta productividad sostenida (por árbol y por hectárea).
- Facilidad de cosecha (acceso a copa extendida baja y/o fácilmente escalado)

- Buen sabor y alta calidad
- Estacionalidad de producción temprana o tardía (reducir competencia con alternativas)
- Período de establecimiento corto/productividad precoz
- Uso múltiple; producción de madera de aserrío cuando hay renovación.

Árboles forrajeros

Árboles y arbustos que producen un suplemento forrajero de alta calidad para rumiantes y/o monogástricos, especialmente durante la estación seca; son manejados con densidades desde muy bajas (menos de 10 árboles/ha cuando son de porte grande) hasta muy altas (más de 10 000 arbustos/ha en bancos forrajeros o de proteína), con podas intensivas (cada 2-3 meses). La mayoría son proteínicos y su fácil propagación (por semilla o de manera vegetativa), además de la tolerancia a podas fuertes y frecuentes, son requisitos habituales; es común encontrarlos concentrados en un área limitada de una parcela agrícola o potrero (en pequeños bloques o en cercas vivas).

Árboles o arbustos para bancos forrajeros

Deben usarse especies y/o variedades/procedencias de alto valor nutricional (alta proteína y energía, poca fibra) y bajas concentraciones de compuestos antinutricionales (taninos; alcaloides como mimosina y cumarina). Hay mucha diferencia en la concentración de cumarinas entre procedencias de *Gliricidia sepium*, y las cabras consumen menos cuando el contenido de cumarinas es alto. Por otra parte, *Leucaena leucocephala* tiene buena palatabilidad, pero existen cultivares con tenores altos de mimosina que pueden afectar seriamente el consumo y la salud de algunas especies de animales, sobre todo en monogástricos si se suministran frescos.

Árboles y arbustos como morus, tithonia, moringa, bauhinia, cratylia, gliricidia, brosimun y leucaena, entre otros, son mejores alimentos que las especies de pastos nativos y mejorados de la fa-

milia de las gramíneas, por los contenidos de proteína y los valores de la digestibilidad que influyen de forma positiva en la respuesta animal.

Árboles para leña y carbón

Aunque todos los árboles dan leña, hay preferencia por ciertas especies basado en las características de su leña (valor calorífico, tipo de humo, brasas); se encuentran dispersos en campos agrícolas (matorrales con más de 1 000 arbustos/ha), como sombra para café (menos de 400 árboles/ha), en potreros (densidad muy variable), en linderos (cercas vivas, con espaciamiento mayor que 1 m) y en pequeñas plantaciones forestales (densidad de hasta 5 000 árboles/ha) para producir productos maderables rurales (postes, horquetas), además de leña para la venta y uso familiar; su ciclo de aprovechamiento es de 2-5 años; generalmente son un producto de la regeneración natural.

Árboles o arbustos para cortinas rompevientos

Las cortinas deben establecerse con especies que conserven la mayor parte del follaje durante todo el año, o al menos durante la época de fuertes vientos. La selección de especies para cortinas rompevientos varía con el clima y el suelo, el propósito de la utilización, el manejo y los beneficios adicionales esperados (frutas, leña, forraje). Al seleccionar las especies, un aspecto importante para lograr una protección adecuada es la densidad del follaje de la cortina, que debe ser uniforme desde el extremo superior hasta la base. Una cortina debe dejar pasar alrededor del 20% del flujo de viento. De no ser así, la cortina sería un obstáculo para el viento, el cual produciría turbulencias fuertes después de pasar sobre la cortina, provocando daños graves en los cultivos. Para lograr la mayor área protegida (depende de la altura de los árboles) en el menor tiempo posible, se busca especies para la línea central que tengan un rápido desarrollo y gran porte (mayor que 20 m).

Algunas de las especies comúnmente utilizadas en los trópicos americanos para las hileras principales son *Eucalyptus* spp., *Casuarina* spp., *Mangifera indica*, *Pinus caribaea* y *Pinus oocarpa*.

Para los estratos medios se usan árboles que alcancen una altura máxima de 10 a 15 m, tales como la casia (*Cassia siamea*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), el capulín (*Muntingia calabura*), el neem (*Azadirachta indica*) y la moringa (*Moringa oleifera*).

En los estratos bajos se utilizan arbustos que apenas sobrepasen los 5 m, como la amapola (*Hibiscus sepium*), el mirto (*Murraya paniculata*), el itabo (*Yucca elephantipes*) y el trueno (*Ligustrum sepium*), y también algunas gramíneas de porte alto como el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), la caña de azúcar (*Saccharum* sp.), la caña india (*Dracaena fragans*) y el zacate Guatemala (*Tripsacum laxum*). En los cafetales de El Salvador, tradicionalmente se usa *Croton reflexiofolius*, *Cupressus lusitanica* y *Cordia cana*.

ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES DE CLIMA Y SUELO

Suelo y clima

Cuando se evalúan especies forrajeras, es esencial considerar sus necesidades agronómicas y su adaptabilidad. Las forrajeras robustas como *Brosimum alicastrum*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala*, crecen mejor en suelos alcalinos y son tolerantes a la sequía. Otras especies que pueden ser consideradas para el establecimiento de bancos forrajeros son *Gliricidia sepium*, *Moringa oleifera* y *Trichanthera gigantea*, pero en suelos ácidos se adaptan mejor *Tithonia diversifolia* y *Cratylia argentea*.

Morus alba es un arbusto forrajero con un alto potencial para mejorar la producción animal. Sin embargo, esta especie tiene una alta demanda por los nutrientes del suelo y sólo crece bien en suelos fértiles con altas dosis de fertilizante nitrogenado (más de 300 kg de N/ha/año). Plantar especies que demanden muchos nutrientes, en sitios de baja calidad o fertilidad, no es recomendable. Otra especie robusta que crece bien en suelos calcáreos es *Albizia lebbbeck*; mientras que *Artocarpus altilis* produce una cantidad significativa de frutos comestibles y soporta la sequía.

Mejoramiento de suelo

Los bancos forrajeros de leguminosas como *L. leucocephala* y *G. sepium* pueden fijar de 75 a 200 kg de N/ha/año. *Albizia lebbbeck* y *Bauhinia purpurea* también son una opción. Los requerimientos de *Rhizobium* (bacterias asociadas a las raíces, que fijan nitrógeno) para los árboles leguminosos, deben ser determinados especialmente cuando se piensa plantarlos en suelos pobres (baja fertilidad). Algunas especies con raíces profundas, como *B. alicastrum*, *L. leucocephala*, *G. ulmifolia* y *G. sepium*, son capaces de acumu-

lar y reciclar minerales (fósforo, potasio, magnesio, calcio y boro) de las capas profundas del suelo.

Resistencia al fuego

En zonas donde suele haber incendios, los árboles forrajeros deben tener cierta resistencia al fuego. *G.* y *G. ulmifolia* son dos ejemplos, debido a sus reservas de alimentos en la base del árbol, lo que les permite un rebrote desde el nivel del suelo después de ser quemados.

CULTIVOS QUE SE PUEDEN ASOCIAR CON ÁRBOLES COMERCIALES

Criterios de selección de los cultivos para asociar con árboles comerciales

- No deben tener la capacidad de convertirse en malezas
- No deben ser hospederos de plagas o enfermedades que puedan afectar los árboles (el hongo *Armillaria mellea* puede atacar los árboles a través de las plantas de yuca)
- En sistemas agroforestales permanentes deben ser tolerantes a la sombra (jengibre) o necesitar algo de ella (cacao y café, una vez establecidos los maderables)
- No deben tener efectos alelopáticos sobre los árboles
- Deben tener potencial económico
- Debe existir una tradición y experiencia en la zona con estas especies, o un nuevo mercado establecido
- Deben ser especies poco exigentes en cuanto a mano de obra, cuando se pretende promover la reforestación. La mano de obra requerida para el cultivo agrícola puede limitar el área que se pueda reforestar con sistemas agroforestales
- No deben dar una sombra densa antes que los árboles estén bien establecidos (no sembrar cacao antes del establecimiento de maderables)
- No se deben incluir especies trepadoras mientras los árboles se encuentran en la fase de establecimiento
- No deben competir fuertemente por nutrientes y agua con los árboles recién plantados (los pastos dan una fuerte competencia radicular que afecta negativamente a los árboles)

- No deben agotar los nutrientes del suelo hasta un nivel que pudiera afectar la calidad del sitio (excluir el plátano o la caña de azúcar cuando no está previsto aplicar fertilizantes para reemplazar los nutrientes perdidos)
- Excluir cultivos de raíces y tubérculos, que tienen una gran extensión horizontal de sus raíces (excluir la yuca), o plantarlos lejos del árbol para evitar daños a las raíces de este en el momento de cosechar el cultivo agrícola
- No deben causar daños físicos a los árboles (la caída de plátano en una plantación forestal nueva)
- Sería una ventaja si se establecen leguminosas que fijen nitrógeno.

ÁRBOLES MULTIPROPÓSITOS EN LA GANADERÍA CUBANA

Árboles multipropósitos en la ganadería cubana

Para plantar árboles en los potreros, es muy conveniente conocer sus posibilidades de adaptación a las condiciones agroecológicas existentes en el sitio de plantación. Saber acerca de la regionalización de las especies podría ayudar mucho en este empeño, pero ¿qué es la Regionalización?

Más que un concepto, es un método de trabajo basado en principios científico-técnicos, que puede permitir a los administradores de la finca ganadera –previo conocimiento de los factores de suelo, clima, propósito e intensidad de explotación y posibles insumos disponibles–seleccionar las especies y variedades de gramíneas, leguminosas y arbóreas más apropiadas para sembrar en su área de acción, lo que posibilitaría utilizar con mayor productividad y eficiencia los recursos biológicos y económicos disponibles en cada momento, permitiendo una mejor y más estable alimentación de los animales y, con ello, incrementar y hacer sustentables los indicadores productivos y reproductivos del ganado y de la finca.

Uno de los principales problemas que presentan las áreas ganaderas en los países tropicales es la falta de plantas arbóreas. Las grandes sabanas desprovistas de árboles están sometidas a los extremos climáticos, que inducen grandes pérdidas en los recursos agua, suelo y vegetación, además de afectar el confort de los animales y a la familia ganadera.

La arborización de las fincas ganaderas con árboles multipropósitos (AMP), posibilita disponer de más y mejor alimento y bienestar para los animales, sobre todo en la época de bajas precipitaciones y altas temperaturas, lo que mejora los indicadores productivos y reproductivos del ganado. La posibilidad de producir

valores agregados y mejorar el medio ambiente y los recursos naturales en general, eleva paulatinamente el nivel económico de la finca y la vida material y espiritual de los ganaderos y su familia.

Un árbol de uso múltiple, para integrarse a la finca, debe presentar las características siguientes:

- Establecimiento rápido
- Rebrote seguro
- Mantener el follaje largo tiempo (si es forrajero, que sea apetecible y tenga buena respuesta ante las podas)
- Tronco recto
- Copa redonda y prolifera
- Raíces geotróficas
- Alta cantidad de vainas o frutos
- Sin espinas o muy escasas
- Uso múltiple (fijar N₂, melífero, frutal, maderable, forrajero y otros)

En las tablas siguientes (1-7) se ilustra la posibilidad del uso de más de 50 árboles y arbustos, en correspondencia con su adaptación al tipo de suelo y el drenaje de estos en la agricultura cubana.

Tabla 1. Clasificación de los suelos

<i>Agrupamiento</i>	<i>No. de tipos</i>	<i>Tipos estudiados</i>	<i>Clave</i>
Ferrítico	1	No	
Ferralítico	5	F. Rojo	(F1)
		F. Rojo Lixiviado	(F2)
		F. Amarillento Lixiviado	(F2)
		F. Cuarcítico Amarillo	(F3)
		F. Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado	(F3)
Fersialítico	3	F. Rojo Pardo Fe Mg	(F4)
		F. Pardo Rojizo	(F4)
		F. Rojo Amarillo Lixiviado	(F4)
Pardo	3	Pardo sin Carbonato	(P1)
		Pardo con Carbonato	(P2)
		Pardo Grisáceo	(P3)
Húmico Calcimórfico	4	H. Carbonático	(HC-1)

<i>Agrupamiento</i>	<i>No. de tipos</i>	<i>Tipos estudiados</i>	<i>Clave</i>
Oscuro Plástico (Vertisuelo)	2	O. Plástico Gleyzado O. P. Neonotomórfico	(V1) (V1)
Hidromórfico	3	Gley Oscuro Gley Húmico Gley Cuarcítico	(H1) (H1) (H1)
Cenagoso	3	No	
Halomórfico	2	Solonchak Solonetz	(S1) (S1)
Aluvial	1	Aluvial	(A1)
Poco evolucionado	2	Arenoso Cuarcítico Esquelético	(PE-1) (PE-2)

Tabla 2. Árboles de uso múltiple para ecosistemas ganaderos. Suelos

<i>No.</i>	<i>Especie</i>	<i>F2 y 3</i>	<i>F1 y 2</i>	<i>P2 y 3</i>	<i>Pl</i>	<i>PE1 y 2</i>	<i>F4</i>	<i>V1</i>	<i>S₁</i>	<i>H1</i>	<i>A1</i>
1	Aguacate	x	x	x	x						x
2	Algarrobo	x	x	x	x		x				x
3	Algarrobo de olor										
4	Almácigo	x	x		x	x	x	x			x
5	Almendra	x		x		x	x		x		
6	Anón		x		x						x
7	Ateje	x	x	x	x	x	x			x	x
8	Ateje de costa	x		x		x	x		x		x
9	Baría	x	x	x	x						x
10	Bienvestido	x	x	x	x	x	x	x			x
11	Bucare	x	x		x	x					
12	Caimito	x	x	x	x	x		x			x
13	Caoba	x	x	x	x	x		x			x
14	Cambrón	x	x		x	x	x				
15	Cañandonga	x		x		x	x				
16	Cedro	x	x	x	x	x					x
17	Chirimoya		x		x			x			x
18	Ciruela	x		x		x	x				x
19	Coco	x	x	x	x	x	x	x		x	
20	Eucalipto	x		x		x	x				
21	Flamboyán		x		x						x
22	Guáimaro		x	x	x		x				x
23	Guamá					x		x		x	x
24	Guanábana		x		x			x			x
25	Guásima		x	x	x		x				x

Tabla 3. Árboles de uso múltiple para ecosistemas ganaderos. Suelos

No.	Especie	F2 y 3	F1 y 2	P2 y 3	PI	PEI y 2	F4	V1	S ₁	HI	AI
26	Guasimilla	x	x	x	x	x	x				
27	Guayaba	x	x	x	x	x	x				x
28	Guayaba cimarrona	x		x		x	x		x	x	x
29	Güira		x	x	x			x		x	x
30	Jobo		x		x			x		x	x
31	Leucaena		x	x	x		x	x			x
32	Limón	x	x	x		x	x				x
33	Lipia		x								
34	Majagua		x	x		x	x				x
35	Mamey		x	x	x		x				x
36	Mamoncillo	x	x	x	x		x	x			x
37	Mango		x	x							x
38	Marañón	x	x				x				x
39	Naranja	x	x		x	x		x			
40	Nim	x	x	x	x		x	x			x
41	Nispero	x	x		x	x	x				
42	Ocuje		x	x	x		x	x		x	x
43	Oreja de judío		x	x	x	x					x
44	Palma	x		x		x	x				
45	Palma real		x		x		x	x			x
46	Paraíso	x	x	x	x	x	x	x			x
47	Piñón pito							x		x	
48	Piñón florido										
49	Ramón de caballo										
50	Roble		x		x	x	x				x
51	Tamarindo		x		x			x	x	x	x
52	Teca										
53	Tithonia										
54	Toronja	x	x			x	x				
55	Yaba		x		x	x	x				

Tabla 4. Árboles de uso múltiple para ecosistemas ganaderos.
Drenaje y otros

No.	Suelos	Pf	Dr	Ms	S	Ac	Ny G	Pv	E	CR	CL
1	Aguacate	x	x	x	x			x		x	
2	Algarrobo	x	x	x			x	x		x	
3	Algarrobo de olor										
4	Almácigo	x	x	x					x	x	
5	Almendra	x	x				x	x			x
6	Anón		x		x		x	x		x	
7	Ateje	x	x	x			x		x	x	

No.	Suelos	Pf	Dr	Ms	S	Ac	N y G	Pv	E	CR	CL
8	Ateje de costa		x				x			x	x
9	Baria	x	x				x	x			
10	Bienvestido		x	x							
11	Bucare	x	x	x	x			x	x		
12	Caimito	x	x	x			x			x	
13	Caoba	x	x					x			x
14	Cambrón	x	x				x	x	x	x	
15	Cañandonga						x			x	
16	Cedro	x	x					x	x		x
17	Chirimoya	x	x				x	x			x
18	Ciruela		x		x				x	x	
19	Coco		x			x		x			
20	Eucalipto	x	x				x	x		x	
21	Flamboyán	x			x		x	x		x	
22	Guáimaro	x	x				x				x
23	Guamá	x			x		x				x
24	Guanábana	x	x	x	x		x	x		x	
25	Guásima	x	x	x							
26	Guasimilla	x	x	x							

Pf- Profundidad total, Dr- Drenaje, Ms- Manto freático superficial, S- Salinidad, Ac- Acidez, N y G- Siembra natural y gámica, Pv- Plantas de vivero, E- Esquejes
CR-Crecimiento rápido, CL- Crecimiento medio lento.

Tabla 5. Árboles de uso múltiple para ecosistemas ganaderos.
Drenaje y otros

No.	Suelos	Pf	Dr	Ms	S	Ac	N y G	Pv	E	CR	CL
27	Guayaba		x		x		x	x		x	
28	Guayaba cimarrona						x			x	
29	Güira	x		x			x		x		x
30	Jobo			x					x	x	
31	Leucaena	x	x		x	x	x	x			x
32	Limón		x		x			x		x	
33	Lipia								x	x	
34	Majagua	x	x	x	x		x	x		x	
35	Mamey	x	x	x			x	x			x
36	Mamoncillo	x		x			x			x	
37	Mango	x	x		x		x	x		x	
38	Marañón			x			x	x			x
39	Naranja		x		x			x		x	
40	Nim			x	x		x	x			x
41	Nispero	x	x	x			x	x		x	
42	Ocuje	x		x			x	x			x
43	Oreja de judío	x		x				x		x	

No.	Suelos	Pf	Dr	Ms	S	Ac	N y G	Pv	E	CR	CL
43	Palma				x		x				x
44	Palma real	x		x			x	x			x
45	Paraíso	x		x	x			x		x	
46	Piñón de pito								x	x	
47	Ramón de caballo										
48	Roble	x	x	x				x		x	
49	Tamarindo		x			x	x	x			x
50	Teca	x									
51	Toronja				x			x		x	
52	Yaba	x	x		x		x	x		x	

Pf- Profundidad total, Dr- Drenaje, Ms- Manto freático superficial, S- Salinidad, Ac- Acidez, N y G- Siembra natural y gámica, Pv- Plantas de vivero, E- Esquejes
CR-Crecimiento rápido, CL- Crecimiento medio lento.

Tabla 6. Árboles de uso múltiple para ecosistemas ganaderos. Usos

No.	Especie	F	S	C	N	Ft	MB	MA	ME	O	MD
1	Aguacate		x			x					x
2	Algarrobo	x	x		x	x	x	x	x	x	
3	Algarrobo de olor		x		x						
4	Almácigo	x		x			x	x		x	x
5	Almendra		x			x		x		x	x
6	Anón					x					x
7	Ateje					x		x	x		x
8	Ateje de costa					x		x	x		x
9	Baría		x			x	x		x	x	x
10	Bienvestido	x	x	x	x			x	x	x	x
11	Bucare	x	x	x	x						
12	Caimito		x			x		x			
13	Caoba		x				x		x		x
14	Cambrón	x				x		x			
15	Cañandong		x		x	x		x	x	x	
16	Cedro		x				x		x		x
17	Chirimoya					x					
18	Ciruela			x		x		x			
19	Coco					x		x	x	x	x
20	Eucalipto							x	x		x
21	Flamboyán		x		x			x	x	x	
22	Guáimaro	x	x	x				x		x	x
23	Guamá				x			x			x
24	Guanábana					x					
25	Guásima	x	x			x		x			x

F- Forraje, S- Sombra, C- Cerca, N- Fijación de Nitrógeno, Ft- Fruta, MB- Madera buena, MA- Madera, ME- Melífera, O- Ornamental, MD- Medicinal

Tabla 7. Árboles de uso múltiple para ecosistemas ganaderos. Usos

No.	Especie	F	S	C	N	Ft	MB	MA	ME	O	MD
26	Guasimilla							x			
27	Guayaba		x			x		x	x		x
28	Guayaba cimarrona		x			x		x	x		x
29	Güira					x		x	x		x
30	Jobo	x	x	x		x		x			x
31	Leucaena	x	x	x	x	x		x			
32	Limón					x			x		x
33	Lipia			x					x	x	
34	Majagua						x		x	x	x
35	Mamey					x		x	x		x
36	Mamoncillo		x			x		x	x		
37	Mango		x			x			x		
38	Marañón			x		x		x	x		
39	Naranja					x			x		x
40	Nim		x	x				x	x	x	x
41	Níspero		x			x	x				x
42	Ocuje							x		x	x
43	Oreja de judío		x				x		x		
44	Palma		x			x		x	x	x	x
45	Palma real		x			x		x	x	x	x
46	Paraíso		x				x		x	x	x
47	Piñón de pito	x	x	x	x				x		
48	Piñón florido	x	x	x					x	x	
49	Ramón caballo										
50	Roble		x				x		x	x	
51	Tamarindo		x		x	x	x		x	x	
52	Teca						x				
53	Tithonia	x		x					x	x	
54	Toronja					x					
55	Yaba		x				x				x

F- Forraje, S- Sombra, C- Cerca, N- Fijación de Nitrógeno, Ft- Fruta, MB- Madera buena, MA- Madera, ME- Melífera, O- Ornamental, MD- Medicinal

LA IMPORTANCIA DE LA SIEMBRA, ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE LAS PLANTACIONES

La importancia de la siembra, establecimiento y manejo de las plantaciones

El desarrollo de muchas especies de arbóreas se puede limitar en dependencia de las condiciones edafoclimáticas:

- Suelos superficiales con capas impermeables o procesos severos de erosión
- Suelos compactados por pastoreo o con problemas de drenaje
- Suelos pobres, especialmente en zonas de baja precipitación
- Pendientes fuertes
- Lugares con alta exposición al viento.

Hay que "pensar como un árbol" para entender rápidamente por qué los sitios con estas características no permiten un buen desarrollo de los árboles. En los suelos superficiales y pobres, hay poco acceso al agua y los nutrientes. En los suelos compactados la infiltración de agua es pobre, se dificulta la expansión de las raíces y, por ende, el acceso a los nutrientes. En pendientes fuertes, a menudo hay suelos superficiales y el agua de lluvia tiende a escurrir antes de infiltrar en el suelo. El viento aumenta la evapotranspiración y puede dificultar la producción de follaje necesario para la fotosíntesis (captación de rayos solares, fijación de carbono, etc.). En todos los casos mencionados los factores de crecimiento que imponen el "espacio para crecer", se ven severamente limitados por las características del sitio.

A continuación se detalla un grupo de elementos a tener en cuenta para el establecimiento y manejo futuro de las plantaciones agroforestales.

La calidad de la planta y el vivero

La calidad física y biológica de las plantas y de otros materiales que se utilizan para establecer una plantación agroforestal, es un aspecto crítico en su desarrollo posterior.

Las características deseables de una planta (u otro material, como una pseudoestaca) para ser llevada al campo son:

- Tamaño acorde con el tamaño de la bolsa o envase (si las plantas se cultivan en envases)
- Una buena relación entre el tallo y las raíces (2 a 1). En el caso de plantas a raíz desnuda, exige la aplicación de podas de la raíz durante su desarrollo
- Raíces sin deformaciones causadas por un trasplante debido al tiempo excesivo en el vivero
- Un buen estado de lignificación; es decir, plantas endurecidas mediante un buen manejo del riego y la fertilización
- Sin defectos de forma y/o daños físicos al tallo y el sistema radicular (debido a la manipulación)
- En el caso de pseudoestacas, deben tener un tamaño que haya dado buenos resultados en trabajos previos; es decir, se debería aprovechar las experiencias locales.

Cuidados en el transporte y manipulación de las plantas en el campo

Es fundamental el asegurar que las plantas y el material vegetativo lleguen al campo en el mejor estado posible. De nuevo, conviene reflexionar sobre los factores de crecimiento que conforman el “espacio para crecer”. La clave del éxito en la reforestación es utilizar plantas y otros materiales que tengan la capacidad para captar y absorber lo más rápido posible los factores de crecimiento. Por esto se debe procurar:

- Evitar daños excesivos al sistema radicular en el caso de plantas a raíz desnuda o en envases. Los daños pueden ser por roturas o por falta de agua

- Evitar daños a los tallos, pues interrumpen el transporte de agua y nutrientes al follaje y contribuyen a que la planta se seque
- Conservar el follaje en el mejor estado posible, evitando daños por el mal manejo del material o su exposición al sol y el viento durante el transporte.

El descuido de las plantas y otros materiales como estacas y pseudoestacas, reduce sensiblemente el éxito del establecimiento de una plantación. Hay que cuidar bien el material hasta su plantación en el campo.

Eliminación del matorral

La limpieza del matorral tiene como objetivo reducir o eliminar la competencia que podría impedir el establecimiento adecuado de la plantación. En un volumen de suelo determinado donde se planta un árbol, hay también una cierta cantidad de agua y minerales disponibles, necesarios para su crecimiento.

Si hay una capa densa de vegetación cubriendo el suelo, sus raíces están aprovechando una buena parte de los nutrientes y la humedad disponibles. Los pastos, en particular, tienden a competir agresivamente con los árboles recién plantados.

El período inmediato a su plantación es el más crítico en el desarrollo de un árbol. Primero tiene que reponerse del trauma de pasar del vivero al campo. Después tiene que extender sus raíces lo suficiente como para poder aguantar la primera estación seca e iniciar su crecimiento. Si en esta fase no cuenta con la humedad y los nutrientes suficientes no sobrevive, y si lo hace, crece muy lentamente. También es necesario considerar la importancia de la luz. Si un árbol (especialmente, una especie que requiere plena luz para desarrollarse bien) no recibe la luz necesaria, tampoco crece bien. Por lo tanto, es indispensable eliminar adecuadamente el matorral en los sitios a reforestar.

Apertura de hoyos

Después de replantar o marcar donde se ubicarán las plantas, se pasa a la apertura de hoyos. Se señaló antes la importancia de la

limpieza o deshierbe del terreno, mas cabe destacar que cualquier trabajo que elimine la maleza, reduce la competencia y favorece el crecimiento de los arbolitos. Además, al laborar el suelo se cambia favorablemente la estructura y mejora su porosidad, lo cual:

- favorece la penetración de las raíces
- acelera la infiltración del agua
- aumenta la cantidad de agua que puede captar una unidad de suelo; y mejora la aireación.

Una buena preparación de suelo puede aumentar grandemente la productividad de las plantaciones. En el caso de los pinos, se ha demostrado que estas prácticas reducen la compactación o densidad, se favorece el desarrollo de la micorriza y, por ende, el crecimiento de los árboles. Por lo tanto, la apertura de hoyos o la preparación del terreno en otra forma (arar, por ejemplo) suele ser crítico para el desarrollo de la plantación. Desafortunadamente, es común observar arbolitos plantados en hoyos pequeños, aun en suelos compactados por el ganado y sin una buena remoción, con resultados pobres en sobrevivencia y crecimiento.

Etapas de la plantación

- a. Apertura del hoyuelo para colocar la planta.
- b. Colocación de la planta sin bolsa.
- c. Rellenar los espacios vacíos alrededor de la planta.
- d. Apisonar de afuera hacia adentro para eliminar bolsas de aire.
- e. Planta bien plantada: vertical, en el centro del hoyo y a una profundidad adecuada.
- f. En zonas áridas con suelos livianos, conviene dejar una depresión de aproximadamente 5 cm.

Errores más comunes

- a. Planta en envase.
 1. Demasiado enterrada.
 2. Hoyo con poca tierra, se estrecha fácilmente.

3. Planta con demasiada inclinación.
- b. Planta a raíz desnuda.
 1. Las raíces no deben quedar dobladas.
 2. El talluelo no ha de quedar torcido.
 3. No se debe dejar demasiada depresión.
 4. No se debe enterrar la parte del tallo con hojas.

Si se ha efectuado bien el trabajo hasta esta etapa, se cuenta con una planta de buena calidad y de una especie apropiada, al lado de un hoyo bien preparado, en un sitio adecuado para lograr el objetivo de la plantación. La planta no ha sufrido mayores daños en su transporte y acarreo. En dicha etapa se necesita tener en cuenta algunas recomendaciones e indicaciones prácticas para proceder con la plantación:

1. Plantar en días nublados o con lluvias intermitentes, para reducir el impacto de esta operación. Otra medida para ello es plantar en las horas tempranas de la mañana o en las horas avanzadas de la tarde.
2. Mantener las plantas en envases con su sustrato húmedo hasta plantarlas.
3. La planta debe quedar en el centro del hoyo, vertical y nunca demasiado enterrada. Hay que evitar bolsas de aire en los alrededores de las raíces.
4. Siempre que sea factible es conveniente regar las plantas recién plantadas, especialmente en el caso de especies sensibles y en años con escasas lluvias.
5. En el caso de las plantas a raíz desnuda, hay que evitar exponer las raíces al sol más del tiempo necesario para realizar la plantación. Las raíces nunca deben secarse.
6. En zonas de sequía el uso de *mulching* (restos vegetales provenientes de una limpieza) ayuda a mantener la humedad del suelo y a reducir la competencia de la maleza.

Siembra directa por semilla botánica en el campo

Leucaena leucocephala, *Moringa oleifera*, *Gliricidia sepium*, *Bauhinia purpurea* y otras que se reproducen por semilla botánica, tienen un conjunto de requisitos para la siembra directa en el campo, los cuales son:

1. Adaptación y tolerancia al suelo.
2. Preparación del suelo o labores agrotécnicas.
3. Preparar la semilla.
4. Distancia y densidad de siembra.
5. Tiempo de establecimiento para ser cortada o sometida a pastoreo.

Adaptación. Las plantas como leucaena, gliricidia, bauhinia y moringa prefieren suelos neutros, aunque existen variedades de leucaena que se adaptan a suelos ácidos. Es necesario sembrarlas en el período en que las lluvias garanticen la humedad en la germinación y el crecimiento.

Preparación de tierra. Se debe emplear un suelo de buen drenaje interno, el cual debe ser preparado y alisado para permitir la mecanización de las chapeas de las plantas indeseables acompañantes y controlar las gramíneas con chapea del ruedo.

Preparar la semilla. Estos cultivares responden muy bien al empleo del *Rizhobium* específico, por lo que deben mezclarse 10 g del inoculante en turba por cada kilogramo de semilla, con una sustancia pegante que puede ser melaza, solución azucarada o goma arábiga; después la semilla se tiende a la sombra y se siembra lo más rápido posible, directamente.

Técnicas de siembra

Los métodos más utilizados por los productores son: la siembra directa y la siembra en bolsas, y luego el trasplante de las plántulas. Este último sistema, aunque más costoso, da mejores resultados.

Siembra directa

1. En terrenos planos, se prepara el suelo con dos pases de arado y cruce.

2. En suelos con pendientes mayores al 15%, se recomienda la siembra con cero labranza.
3. Es mejor utilizar semillas de alta calidad, con un porcentaje de germinación mayor de 80% y preferiblemente inoculadas cuando los suelos no son fértiles, o mezcladas con microorganismos benéficos. Se siembran de tres a cuatro semillas por sitio; si son pequeñas, la profundidad es de 1 cm.
4. Se tapa la semilla para evitar que se la coman los pájaros.
5. Se realiza un control manual de las malezas.
6. Se riega al menos dos veces por semana, si el tiempo está muy seco.
7. Se fertiliza con un abono y es mejor consultar la cantidad con un técnico.

Siembra en bolsas o en bandejas

1. Se pone a germinar las semillas, durante 3-4 días.
2. Se siembra en bolsas plásticas o en bandejas, previamente llenadas con una mezcla de una parte de tierra negra y otra de abono orgánico.
3. Después de seis semanas, se trasplantan en la parcela escogida.
4. Son válidas las mismas recomendaciones sobre fertilización y riego que para la siembra directa.

Otros aspectos a tener en cuenta en la siembra

- Se debe realizar la escarificación de la semilla de leucaena en agua caliente; cuando está a 80°C se apaga el fuego, se introduce dos minutos la semilla, se saca y se deja en reposo durante 24 horas. La germinación se presenta entre los 5 y 12 días
- No sembrar profundamente semillas pequeñas de arbóreas porque se pueden pudrir, ni superficialmente porque se las pueden comer los pájaros

- No se recomienda sembrar por estacas el piñón florido, la tithonia, la trichantera o la moringa, en zonas secas
- El desarrollo potencial del guácimo es afectado en suelos muy compactados o con altos contenidos de arcilla, y el ramíé es exigente a la humedad.

Distancia, densidad y profundidad

Distancia de siembra

La distancia entre los árboles en una plantación se conoce como espaciamiento, el cual tiene gran trascendencia en el crecimiento y en la productividad.

Hay varias consideraciones que se deberían tomar en cuenta en el momento de fijar el espaciamiento en la plantación:

1. Características del sitio: en suelos menos profundos debe ampliarse el espaciamiento entre los árboles, para que dispongan de un volumen adecuado de suelo.
2. Clima: en regiones con estaciones secas prolongadas, el espaciamiento para cualquier especie debe ser mayor que en sitios con suficiente humedad casi todo el año.
3. Finalidad de la plantación: a menor espaciamiento (mayor densidad) el rendimiento (por ejemplo, en m³/ha/año) es mayor desde el momento en que se efectúa la siembra hasta que el área se considere establecida. Una vez establecido el sitio, la productividad es similar con diferentes densidades, pero se distribuye el volumen entre más fustes en las plantaciones más densas.
4. Costos: Una densidad más alta requiere plantar más árboles por hectárea, lo que aumenta el costo debido al mayor número de plantas, su transporte y la mano de obra necesaria (acarreo, apertura de hoyos y otros).

Debe sembrarse al inicio del período lluvioso hasta el mes de agosto. Se utilizan 4-5 semillas por golpe; en este método la distancia depende del propósito. Si el objetivo es alta densidad para pastoreo se recomienda doble surco a chorrillo, con un metro de

distancia entre surcos y 4 ó 6 m entre hileras (garantiza más de 20 000 plantas/ha); si el objetivo es baja densidad se puede sembrar a una distancia de 3 m entre plantas y 4 ó 6 m entre surcos, lo que garantiza una población de aproximadamente 500 árboles/ha con un marco de siembra óptimo (18 ó 24 m²).

Establecimiento. Es muy importante durante esta fase, hasta que las plantas alcancen una altura superior a 1 m, realizar escar-des manuales y algunos pases de chapeadora que permitan el crecimiento rápido del árbol. En este sistema para pastoreo, es factible la siembra entre hileras con cultivos temporales (frijol, soya, sorgo enano, calabaza, pepino, melón y otros), lo que contribuye a cos-tear los gastos del establecimiento.

Actividades posteriores a la plantación

Después de hacer la plantación, hay que manejarla y protegerla; de lo contrario, el trabajo y la inversión quedarán sin efecto.

Cuando el riego es necesario y posible (en lotes pequeños), este se hace normalmente en la primera temporada de sequía, aunque si la plantación se hizo en la época oportuna, generalmente no es necesario regar las plantas. Es importante desyerbar primero, para que sean solo los árboles los que aprovechen la humedad.

El deshierbe alrededor de los arbolitos tiene mucha trascendencia, y su frecuencia varía según la rapidez del crecimiento de la maleza. Se hace en plena época lluviosa, cuando las malezas crecen de manera agresiva y rápidamente cubren los árboles y los deforman o pueden incluso matarlos, y al final de las lluvias, ya que así los árboles inician la época de sequía sin competencia, y además se reduce el peligro de incendios.

La resiembra o sustitución de árboles muertos debe hacerse a la mayor brevedad posible, nunca después de un año de realizada la plantación. Es preferible usar plantas de las más vigorosas para sustituir las que perecieron.

Es vital proteger los árboles jóvenes del ganado y del fuego. En muchos casos, el ganado representa una amenaza seria para las plantaciones jóvenes; una forma de protegerlos es cercando los perímetros.

Disposición por estratos

Existen experiencias en América Latina relacionadas con el manejo del silvopastoreo con siembra en diferentes estratos, es decir, sembrar especies de diferente porte o altura y combinar árboles de sombra, maderables, frutales y forrajeros en pastoreo.

En Argentina se combina la siembra de maderables con forrajes dispuestos en franjas alternas, que les permite delimitarlas con cercado y así poder pastorear las forrajeras mientras se desarrollan las maderables. Cuando estas últimas poseen la altura indicada también utilizan estas franjas en el pastoreo, y cuando la copa es más cerrada y los pastos no crecen lo suficiente continúan las rotaciones en las franjas de las plantas arbóreas forrajeras.

Este sistema de manejo le permite al gaucho o campesino argentino una estabilidad económica a partir de la ganadería, aun cuando esta no sea su objetivo principal.

En América Latina también se emplea este sistema de maderables y forrajeros con filas alternas en áreas ganaderas, con el objetivo no solo de integrar agricultura-ganadería, sino para garantizar en el largo plazo ventajas económicas en el sistema.

En general estos sistemas árboles-pastos, que integran agricultura y ganadería, son una de las soluciones para la agricultura del futuro porque garantizan sistemas de bajo impacto ambiental, resilientes al cambio climático y multifuncionales (servicios económicos, sociales y ambientales), y contribuyen a la seguridad alimentaria (sistemas alimentarios locales).

A continuación se presenta una pirámide que simboliza cómo emplear los sistemas silvopastoriles integrados en diferentes estratos (figura 1).

El suelo es lo primero a considerar, así como las condiciones climáticas. No es posible la selección de una especie, ya sea herbácea o arbórea, sin tener en cuenta las condiciones edafoclimáticas del lugar. El otro aspecto es el manejo agroecológico del sistema, basado en la diversidad, la integración, las sinergias y la eficiencia, para lograr la soberanía alimentaria a partir de la suficiencia energética y tecnológica; es la forma de lograr sistemas resilientes a las condiciones que el cambio climático nos está imponiendo.

La pirámide posee varios estratos, según el tipo de arbórea y su uso

Primer estrato. En este se ubican las gramíneas, las leguminosas herbáceas y los cultivos intercalados, ya sea para corte o pastoreo. Para este último se ha recomendado en Cuba un conjunto de especies comerciales y adaptadas, que fueron estudiadas en diferentes condiciones de suelo y clima; entre las más utilizadas se encuentran: guinea, buffel, andropogon y brachiaria; la primera con gran adaptación a diferentes condiciones, la segunda para suelos con bajas precipitaciones, el andropogon para suelos de pobre fertilidad y la brachiaria para suelos ácidos. En el caso de las leguminosas también se hicieron estudios en glycine, teramnus, centrosema, siratro, poeraria, stylosanthes y otros en el país todas se adaptan muy bien a las condiciones de la zona oriental, especialmente en Guantánamo con bajas precipitaciones, solas y asociadas; poeraria y stylo se adaptan bien a suelos ácidos y los mejores resultados se alcanzan al utilizar las asociadas en sistemas árboles-pastos o con tutores en sistemas intensivos con riego (pedestales). Entre las especies usadas para cultivos intercalados o abonos verdes, arachis, mucuna, canavalia y dolichos poseen avales de buenos resultados.

Segundo estrato. Las especies para bancos forrajeros de corte, por su importancia, se tratarán en el epígrafe siguiente. En la asociación árboles-pastos para ramoneo las más estudiadas son: leucaena, albizia, bauhinia, cratylia y gliricidia, esta última tiene mayor uso en las cercas vivas. En el caso de cratilya se adapta a suelos ácidos y albizia posee un espectro amplio de adaptación a zonas con diferentes tipos de suelos, pero en general las arbóreas toleran los períodos de sequía que pueden afectar a las gramíneas en monocultivo.

Existen otros usos de las arbóreas, en la agroenergía y en la etnoveterinaria. *Jatropha curcas* se utiliza intercalada con cultivos para la alimentación humana y en pastoreo, con el objetivo de producir aceites para biocombustibles, y las tortas residuales se pueden usar en la alimentación animal. La morera y la moringa son plantas con alto contenido de energía y proteína, que no pertenecen a la familia de las leguminosas, las cuales poseen significativas propiedades medicinales, además de tener otros usos.

Importancia de los bancos forrajeros para corte

Los bancos forrajeros son siembras intensivas de forrajes arbustivos y de gramíneas que se cultivan en un área compacta, con una alta densidad, para obtener una alta producción de biomasa, si es posible con riego, pues proporcionan una fuente permanente de forraje para la dieta de los animales, sobre todo en los períodos de escasez de alimentos cuando ocurren bajas precipitaciones.

Se asocian nunca menos de seis especies de forrajeras, tres gramíneas y tres arbóreas, estas últimas de alto valor nutricional para aumentar la productividad en áreas reducidas, incrementar la biodiversidad funcional y lograr la estabilidad de las especies.

En las fincas pequeñas los bancos forrajeros permiten el suministro de alimento en zonas que no son aptas para el pastoreo, y en la mediana escala son una estrategia para cubrir los requerimientos de los animales en la época poco lluviosa, evitando el sobrepastoreo cuando hay un déficit en la disponibilidad de biomasa.

El king grass, el zacate o pasto Guatemala (*Tripsacum laxum* Nash) y la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) son alimentos fibrosos y fuentes ricas en energía, que responden bien a la energía solar y le sirven al animal para la locomoción y el mantenimiento de las actividades vitales; sin embargo, la proteína que este necesita para alimentar las bacterias ruminales (responsables de actuar sobre la fibra de las gramíneas y producir leche y carne) se encuentra en leguminosas como la leucaena (*Leucaena leucocephala*), la cratylia (*Cratylia argentea*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), el piñón florido (*Gliricidia sepium*) y la albizia (*Albizia lebbek*), entre las más utilizadas; así como en otras plantas como la tithonia (*Tithonia diversifolia*), la morera (*Morus alba*), la moringa (*Moringa oleífera*), el nacedero (*Trichanthera gigantea*) y el ramié (*Boehmeria nivea*), que al ser consumidas, cubren las necesidades de los animales.

Se recomienda sembrarlo cerca de donde se alimenten los animales, con el fin de reducir los costos y facilitar el uso del estiércol como abono orgánico.

Resulta conveniente sembrarlo en partes inclinadas, para conservar el suelo y reducir la erosión.

Importancia de las especies arbóreas

- Crecen bien en épocas de sequía
- Mejoran las características del suelo
- Proporcionan servicios ambientales como el secuestro de carbono, el aumento de la biodiversidad y la conservación del agua, entre otros.

Aspectos a considerar para su selección

- Adaptación a las condiciones de suelo y clima
- Resistencia a las podas frecuentes
- Facilidad para rebrotar
- Rápido crecimiento
- Buena producción de hojas
- Alta calidad nutritiva para el ganado
- Buena cantidad de hojas, en la época seca.

Ejemplos de especies que se adaptan bien a las condiciones del trópico seco son: cratylia, leucaena, guácima, gliricidia, brosimun, morera y moringa. Crecen bien en suelos poco fértiles, bien drenados y con 5-6 meses de sequía. No crecen bien en suelos pesados que tiendan a encharcarse.

Tipos de bancos forrajeros

Según sus características nutricionales, pueden ser:

Energéticos. Los que se dedican a gramíneas de altos rendimientos, como la caña, los pennisetun y el zacate o pasto Guatemala, pero son pobres en proteína cuando alcanzan la madurez o estado óptimo para el corte.

Proteínicos. Cuando la especie contiene al menos un 14% de proteína, y generalmente las arbóreas sobrepasan ese porcentaje.

Utilización del banco forrajero

En Cuba los bancos forrajeros para corte y acarreo con la especie *Morus alba* han dado muy buenos resultados con densidades entre 20 000 y 30 000 plantas/ha. Generalmente se siembran a una distancia de 1 m entre surcos y 0,40 m entre plantas en la hilera, y

los rendimientos están entre 15 y 25 t de MS/ha/año. El suministro del forraje de morera (1% del peso vivo) a vacas lecheras, con acceso al pastoreo de especies mejoradas sin fertilización, aportó producciones de 10 kg/animal/día sin suplementación.

Se debe realizar la siembra en una proporción 70:30 arborea-gramínea, en función de las densidades de siembra (tabla 5) de las áreas, para lo cual se propone entre 20 y 40 000 plantas/ha. En el caso de la moringa, con 1 000 000 de plantas/ha se alcanzaron los mejores resultados en rendimiento de proteína. La cantidad de área que se siembre está en función del balance forrajero, teniendo en cuenta la cantidad de animales que hay que alimentar generalmente la gramínea rinde las 2/3 partes y la proteica 1/3, pero con alta calidad.

Este esquema debe ajustarse a las necesidades de cada finca, según la disponibilidad de semilla.

Tabla 5. Cálculo de distancia de siembra y densidad de plantas por hectárea

Distancia (m)	Plantas/ha
0,010 x 0,010	1 000 000
0,8 x 0,4	31 250
1 x 0,4	25 000
0,5 x 0,5	40 000
1 x 0,5	20 000
1,5 x 1,5	4 444

Tercer estrato. En Cuba se han desarrollado estudios en las áreas forestales, pero no existen experiencias en las áreas ganaderas con la incorporación de maderables, aunque se están sembrando en las fincas.

Si el objetivo es diversificar y planificar una determinada área para frutales, no es recomendable que se siembre una sola especie (monocultivo), sino en policultivo, no solo por las salidas productivas que genera y la biodiversidad en la producción, sino también porque se ha observado que con el paso de huracanes estas áreas sufren menos afectaciones, comparadas con otras áreas en monocultivo. Por otra parte, en los árboles maderables o frutales el espaciamiento entre surcos permite, durante los primeros años, la siembra de cultivos agrícolas que amortizan la inversión.

En el caso de los frutales, según su altura, pueden estar en el segundo o el tercer estrato y es poco común en Cuba utilizar estas áreas para el pastoreo de vacunos, aunque hay resultados con ovinos y equinos en cítricos. Sin embargo, desde el inicio del desarrollo de la ganadería, en las cercas vivas se han utilizado especies de frutales tales como tamarindo, ciruela y marañón. En la actualidad se están usando para el pastoreo algunas áreas establecidas con frutales, lo cual representa una salida productiva que puede mejorar la eficiencia económica de estos sistemas.

Cuarto estrato. Es una práctica, en muchas áreas ganaderas del trópico, mantener árboles de porte alto como las palmas (árbol nacional), los jagüeyes, las ceibas y otros, estos últimos por la sombra que proporcionan; sin embargo, solo en algunas áreas ganaderas de Cuba se ha mantenido esta tradición.



Fig. 1. Pirámide que simboliza los sistemas silvopastoriles integrados en estratos.

Altura y frecuencia de podas de las plantaciones

En la primera poda se debe considerar:

- el tamaño (diámetro) de los tallos

- el desarrollo de las raíces
- la capacidad de rebrote, luego de la caída de las hojas
- la sobrevivencia de las plantas.

Para la mayoría de las especies leñosas, se recomienda realizar la primera poda de la biomasa comestible (hojas y tallos tiernos) cuando las plantas alcancen de 1,0 a 1,5 m de altura, o sea aproximadamente seis meses después de la siembra, en sitios con períodos de sequía prolongados sin riego.

Frecuencia de poda

Para la mayoría de las especies leñosas, es apropiado efectuar las podas cada 3-4 meses, pero esto depende de las condiciones de suelo y clima del lugar. En *Morus alba* con riego y fertilización es posible cortar cada 60 días y en *Moringa* olifera con alta densidades (100 plantas/ m², riego y fertilización), se reportan cortes a los 45 días.

Altura de poda

Se debe tener en cuenta que la altura de poda, en los bancos de forraje para corte, determina la productividad del banco, a largo plazo. La morera soporta cortes a 40 cm de altura, sin embargo, la recomendación general para las leguminosas es entre 60 y 90 cm. Es importante tener en cuenta que:

- Cuando la defoliación es muy intensa, pueden morir muchas plantas
- Al momento de la poda se debe dejar un buen rebrote, que asegure una buena producción
- Si la defoliación es intensa, se debe aumentar el tiempo entre cada poda.

Se sugiere efectuar el corte cuando la biomasa comestible (hojas y ramas tiernas) represente un 50-60% de la producción total de biomasa nueva (esto no incluye el tronco que queda).

CONSIDERACIONES FINALES

- El problema no es la siembra de árboles o la reforestación *per se*, con una meta de árboles a sembrar; lo primero es conocer el suelo, la vegetación del lugar y las condiciones actuales de la finca; lo segundo es el objetivo que se trazó y el diseño para cumplir el objetivo; y el tercer aspecto es conocer qué cultivo y cómo establecerlo, según sus características
- En el caso de las fincas que poseen cultivos y ganado existen experiencias de siembra, en estratos, de diferentes forrajeras o de forrajeras con maderables, frutales y árboles para sombra, en el mismo espacio, es decir que no es un problema la distribución espacial y no es necesario el monocultivo según el propósito, pues se pueden integrar espacialmente palmas, maderables, frutales y forrajeros
- Es un imperativo proteger los ecosistemas del cambio climático, los árboles son una de las mejores formas para lograrlo; ellos permiten la protección del suelo y la biota edáfica; mejoran el confort del ganado, y muchos son el medio de la avifauna y animales silvestres
- Los árboles contribuyen a aumentar la biodiversidad y a producir más alimentos con eficiencia
- La inclusión de árboles en los potreros para pastoreo es una opción, pero a mediano y largo plazo, pues se necesita alambre y tiempo de establecimiento con una altura promedio de no menos de 1,5 m en las arbóreas; sin embargo los bancos forrajeros pueden ser una opción en el corto plazo y solo se necesita de la semilla y el cercado para un área de menor dimensión
- La capacitación de decisores y productores es importante; sin conocimiento no es posible la toma de decisiones

- En el caso de los bancos mixtos de proteicas arbóreas y gramíneas forrajeras, se debe sembrar nunca menos de tres especies arbóreas y tres especies de gramíneas; no debe utilizar el monocultivo, puede afectarse la perennidad cuando no se maneja adecuadamente el banco.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BENAVIDES, J.; LOZANO, ESMERALDA & ESQUIVEL, J. 2010. Módulos agroforestales para producción de leche con cabras. I Simposio Internacional de la Federación de Ovejeros y Cabreros de América Latina (FOCAL). Memorias. III Congreso de Producción Animal Tropical. Tomo 2. [cd-rom]. Palacio de Convenciones. La Habana, Cuba. p. 93
- CORDERO, J. & BOSHIER, D.H. (Eds.). 2003. Árboles de Centroamérica. Un manual para extensionistas. OFI/CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1079 p.
- ESQUIVEL, J. Y SANTIAGO, L. 2010. Sistemas silvopastoriles con especies maderables en la República Argentina. VI Congreso Latinoamericano Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos. (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio). CATIE-CIPAV. Panamá. p. 47
- GALINDO, JUANA ET AL. 2009. Efecto de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de rumiantes. Memorias del VIII Taller Internacional Silvopastoril. [cd-rom] EE “Indio Hatuey”. Centro de Convenciones Plaza América. Varadero, Cuba. p. 190
- MARTÍN, G. ET AL. 2007. La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*. 30 (número especial):3
- MILERA, MILAGROS. 2010. Mitigación del cambio climático a partir de sistemas de alimentación de pastoreo y ramoneo. Memorias. III Congreso de Producción Animal Tropical. Tomo 1. [cd-rom]. Palacio de Convenciones. La Habana, Cuba. p. 15
- MILERA, MILAGROS. 2011. Resultados preliminares del forraje de *Morus alba* en la alimentación de vacas lecheras. En: Morera. Un forraje para la alimentación del ganado. (Ed. Milagros Milera). EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 309
- MILERA, MILAGROS ET AL. 2010. Los recursos forrajeros herbáceos y arbustivos en la alimentación de rumiantes para mitigar el cambio climático. VI Congreso Latinoamericano Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático

- en territorios ganaderos. (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio). CATIE-CIPAV. Panamá. p. 45
- MURGUEITIO, E. 2010. Avances en el conocimiento y aplicación de sistemas silvopastoriles en América Latina. VI Congreso Latinoamericano Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos. (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio). CATIE-CIPAV. Panamá. p. 15
- PARETAS, J.J. & LÓPEZ, MIRTHA. 2007. Regionalización de gramíneas, leguminosas y árboles multipropósitos. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos de Cuba. (Ed. Milagros Milera). Estación Experimental “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 39
- RAMÍREZ-AVILÉS, L.; SOLORIO, F.J. & CASTILLO, J.B. 2010. Los sistemas silvopastoriles intensivos: una experiencia mexicana. V Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. Memorias. III Congreso de Producción Animal Tropical. Tomo 2. [cd-rom]. Palacio de Convenciones. La Habana, Cuba. p. 19
- SÁNCHEZ, SARAY. 2007. Acumulación y descomposición de la hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* Jacq. y en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 124 p.
- SIMÓN, L. 2005. Impacto bioeconómico y ambiental de la tecnología del silvopastoreo racional en Cuba. En: El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala-EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba. 209 p.
- SUÁREZ, J. & MARTÍN, G. 2010. Producción de agroenergía a partir de biomasa en sistemas agroforestales integrados: una alternativa para lograr la seguridad alimentaria y la protección ambiental. *Pastos y Forrajes*. 33:229
- WENCOMO, HILDA, B. 2008. Evaluación morfoagronómica e isoenzimática y selección de accesiones de *leucaena* spp. con fines silvopastoriles. Tesis presentada en opción al grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana.Cuba.

