



***Sistemas Agroforestales en el cultivo de Aguacate, Maracuyá y Cholupa como opciones de manejo e implementación participativa de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena Frutícola del Huila.***

## **TECNOLOGIA AGROFORESTAL**

### **ARREGLO AGROFORESTAL BANCO DE ABONO VERDE Y FORRAJE DE MATARRATON *Gliricidia sepium*(jqc)Standl**

1

**CULTIVO:** Aguacate (*Persea americana*) Maracuyá (*Passiflora edulis*) y Cholupa (*P. maliformis*)

**ESPECIE FORESTAL:** Matarraton: *Gliricidia sepium* (jqc) Standl

**USO:** Tutores o soportes Vivos

### **I. INTRODUCCION**

**A**groforestalmente el término “banco de forraje” es un concepto que es utilizado en producción animal e identifica un sistema agroforestal intensivo donde el componente arbóreo, produce biomasa de buena calidad principalmente como proteína y minerales, por lo tanto proveer de nutrientes a los rumiantes. Desde el punto de vista agrícola, el termino “abono verde” se ha definido como el aporte de biomasa, principalmente por leguminosas herbáceas de ciclo corto, la cual produce una sola vez biomasa y se incorpora en el suelo antes de la siembra del cultivo.

En el proyecto ***Sistemas Agroforestales en el cultivo de Aguacate, Maracuyá y Cholupa como opciones de manejo e implementación participativa de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena Frutícola del Huila***, el concepto de banco de abono verde y de forrajes se utiliza para la siembra intensiva de *Gliricidia sepium*, y mediante podas permanentes producir nutrientes los cuales son aportados a los cultivos de aguacate, maracuyá y cholupa. Esta especie es importante por sus características de establecimiento, crecimiento, rebrote, elevada producción de biomasa de fácil descomposición y por su capacidad de fijación de nitrógeno, que le permite tener en biomasa tenores mayores del 20% de proteína cruda, lo que significa una fuente de 3.2% de nitrógeno.

En resumen para los arreglos de bancos de abono verde y forraje se establecen áreas pequeñas con altas densidades de *G. sepium*, sembrado sexualmente con unas distancias de siembra de 1m en cuadro o tres bolillo. Las podas se realizaran periódicamente, cada noventa días la especie esta lista para ser incorporada como abono verde o ser utilizada como forrajes, se tiene un rango entre 15 y 20 toneladas de materia seca/ha. Se utilizará como especie productora de abono a *Gliricidia sepium* por ser una leguminosa leñosa perenne, especie forrajera que presenta grandes expectativas de multiusos en sistemas Agroforestales, una de las mas conocidas es en bancos forrajeros. Es una especie de excelente



adaptación a la oferta ambiental del Departamento del Huila, con muy buen desarrollo y abundante producción de biomasa de fracciones finas y gruesas, que son de fácil degradación edáfica.

En el avance de nuevos sistemas que busquen mantener la producción, se podrá asegurar la permanencia de los mismos en el tiempo, integrando las diferentes actividades (agrícolas y pecuarias), evitando la dependencia de insumos externos, favoreciendo procesos naturales que permitan la utilización y conservación adecuada de los recursos (Gómez y Preston, 1996).

## II. BENEFICIOS DE LA TECNOLOGÍA AGROFORESTAL DE BANCOS DE ABONO VERDE Y FORRAJE

### 2.1 Económicos

Se disminuyen los costos de producción al reducir el uso de los fertilizantes químicos, principalmente nitrogenados mediante la incorporación de nutrientes al suelo a través de la biomasa. Con la incorporación permanente de abono verde se obtienen buenos rendimientos y una mejor calidad del fruto, de este modo se elevan los volúmenes de producción, se aumentan los ingresos de las pequeñas y medianas familias productoras, permitiendo que la explotación del cultivo sea altamente rentable. Adicionalmente, en épocas de sequía por la elevada producción de biomasa, los excedentes serán utilizados en la alimentación animal, permitiendo disminuir los costos de suplementos nutricionales y los productores podrán mantener sus animales sin pérdidas Zootécnicas ni económicas. Esta alternativa agroforestal es integradora dentro de los sistemas de producción del Huila.

### 2.2 Sociales

Los bancos de abono verde son una tecnología, accesible a la pequeña y mediana familia productora y ayuda a mejorar la explotación de los cultivos de Aguacate, Maracuya y Cholupa, con lo que se elevan los volúmenes de producción, existiendo mayor disponibilidad de frutas en el mercado. Se considera una importante fuente de trabajo en el campo, tanto para la fuerza laboral familiar como asalariada. Mejora la calidad de vida de las familias productoras que adoptan esta tecnología, con la generación de empleo, y con la obtención ingresos durante todo el año obtienen mejores oportunidades para la educación y la salud. Adicionalmente, los bancos de abonos verdes y forraje requieren que se levantes las plantas en vivero generando mano de obra e ingresos a la comunidad.

### 2.3 Ambientales

La utilización tradicional de fertilizantes de síntesis química, además de disminuir los ingresos de los productores, tienen repercusiones ambientales ya que los fertilizantes solo se utilizan en un 60% generando procesos de contaminación por lixiviación y/o evaporación, procesos que son continuos durante todo el ciclo del cultivo. La tecnología agroforestal de Bancos de abonos verdes y forrajes es una alternativa no contaminante para el medio ambiente. La utilización de especies forestales leguminosas, permite el enriquecimiento del ecosistema mediante la preservación de las especies forestales. El uso de matarratón como abono verde, se constituye en una verdadera alternativa para el mejoramiento de los suelos.



### III. CARACTERISTICAS DE LOS BANCOS DE ABONO VERDE Y FORRAJE

El suelo ha sido calificado con base en la caracterización física y química y como tal se ha manejado, pasando por alto el componente biológico, representado en la fracción orgánica donde ocurre una continua actividad que hace posible la captación y asimilación de muchos nutrientes por las plantas. Este componente biológico está representado en la fracción orgánica de suelo la cual influye también sobre las características físicas de los suelos (Gómez y Preston, 1996).

3

Los efectos de los abonos verdes/cobertura del suelo, según Muzilli *et al.*, (1980), pueden ser observados durante dos fases: Se refiere a la protección de las capas superficiales del suelo por parte de las plantas. Se refiere a la incorporación de la materia vegetal al suelo. Según Amado (1985), la cobertura vegetal viva o muerta es el factor aislado que mayor influencia ejerce sobre la superficie del suelo, previniendo la desagregación del suelo y la formación de costras que reducen la infiltración del agua. También disminuye la velocidad de la escorrentía, la concentración y el tamaño de los sedimentos transportados y, por lo tanto, las tasas de pérdida de suelo y agua.

La cobertura vegetal también ejerce influencia sobre la humedad y la temperatura del suelo. La influencia en la reducción de las pérdidas de humedad puede ser atribuida a una sumatoria de varios factores. Se destacan las reducciones en la evaporación y el escurrimiento superficial y el incremento de la infiltración y capacidad de retención de agua en el suelo (Moody, 1961 y Eltz *et al.*, 1984, citados por Amado *et al.*, 1990). Según Muzilli *et al.*,(1980), las propiedades físicas afectadas por la incorporación de abonos verdes son la estructura, la capacidad de retención de agua, la consistencia y la densidad; otras propiedades como la porosidad, la aireación, la conductividad, la hidráulica y la infiltración están ligadas a las modificaciones de la estructura. Sin embargo, este efecto depende circunstancialmente de la calidad y cantidad de biomasa incorporada, de los factores climáticos y de las características del suelo.

Los bancos de abono y forraje, con árboles leguminosos deben reunir ciertas características para permitir el buen desarrollo y aporte de biomasa permanente y lograr aportar nutrientes en los procesos de producción en los cultivos de Aguacate, Maracuya o Cholupa. Por lo anterior, los bancos se deben propagarse por semilla sexual, y así tener un desarrollo completo de la raíz y que la planta en esta caso *G sepium* pueda aprovechar su raíz pivotante, para obtener agua y nutrientes en capas del suelo en la que otras especies no pueden llegar, esto permite producir biomasa en épocas de seca, donde normalmente las plantas tienen estrés hídrico. Por lo tanto, se deben levantar en vivero las plantas y lograr un desarrollo de raíces abundantes, que les permita crecer con rapidez y soportar las podas frecuentes.

El banco de abono verde y forraje debe tener una vida superior a la vida productiva del cultivo, la experiencia del equipo de investigación en el Alto Magdalena permite confirmar que los bancos pueden durar más de 20 años, bajo cortes entre 60 y 80 cm del suelo con frecuencias de tres meses. Es necesario seguir algunas prácticas como inoculación con rizobios y micorrizas para lograr óptimos niveles de crecimiento y desarrollo de la especie del banco. La composición química proteica, de pared celular y mineral permite que la biomasa se degrade lentamente ofreciendo a los cultivos nutrientes durante más tiempo que las leguminosas herbáceas.



### 3.1 Características de *Gliricidia sepium* como Banco de abono verde y forraje

Los denominados bancos de proteína a partir del matarratón (*Gliricidia sepium* Jacq) se han venido imponiendo como cultivo en los últimos años en regiones tropicales del mundo debido a su gran potencial como forraje, aportando altas cantidades de proteína en dietas de rumiantes mayores y menores (Acosta et al 1988; Gómez et al 1990; Benneker y Vargas 1993; CATIE 1991; Moreno 1985; Chadhokar 1982; Atta-Krah 1991). Sin embargo el trabajo de investigación como abono verde es reducido.

Por lo tanto una de las especies de mayor experiencia en manejo de corte y acarreo en América latina y en Colombia es *G. sepium*. La leguminosa leñosa *G. sepium* “matarratón”, es una especie que en el proyecto se utilizará como un árbol multipropósito. En los cinco municipios del proyecto, frecuentemente es encontrada en los huertos familiares, en la praderas como árbol aislado o conformando cercas vivas, lo cual proporciona sombra en algunos cultivos perennes como cacao y café entre otros), y es muy utilizado como sobrio y follaje de bovinos y rumiantes menores. Dado su rápido crecimiento su principal uso en el Departamento del Huila en los municipios de influencia del proyecto es en arreglos agroforestales de cercas vivas.

La especie *G. sepium*, es resistente al fuego y a épocas secas, sin embargo, su crecimiento se ve afectado en áreas con menos de 600 mm anuales. Tiene una considerable tolerancia a períodos largos de sequía (mayor a 3 meses). Adicionalmente, es resistente a suelos alcalinos, tolera suelos arenosos, inundación temporal, exposición constante al viento, suelos muy superficiales, suelos arcillosos y ácidos. La especie es eficiente en su dinámica interna de fósforo y puede crecer bien en suelos pobres, con deficiencia de este mineral puede llegar a tolerar temperaturas como de 42 °C.

En vivero la especie es de rápido crecimiento y a lo tres meses de haber sembrado la especie por semilla sexual, en una bolsa cafetera esta lista para llevarla al banco de abono y forraje en campo. El árbol se puede defoliar en su primera utilización a los tres meses del trasplante, dejando las ramas apicales para que continúe con el proceso de fotosíntesis y pasado un mes o mes y medio se puede iniciar los cortes frecuentes con una frecuencia de tres meses con machete.

El lote del banco de abono o forraje, debe estar cercano a los cultivos de Aguacate, Maracuyá y /o cholupa. Se realiza el ahoyado y en cada hueco se trasplanta una planta previa incorporación de abono orgánico, micorrizas y los elementos minerales que el suelo tenga deficiencias. Se sugiere establecer los árboles en "tresbolillo" para un aprovechamiento óptimo del espacio. En terreno planos se siembran 10.000 plantas por hectárea, para lo cual en el vivero deben levantarse el 10% más de los árboles para garantizar el establecimiento completo del banco de abono y forraje.

## IV. EFECTOS RESTAURADORES Y CONTRIBUCIONES A LAS BPA

### 4.1. Efectos biológicos

Dentro del concepto de abono verde es importante el ciclaje de nutrientes del banco de forraje, El estudio de los procesos de reciclaje en los ecosistemas agrícolas ofrece una gran posibilidad para buscar la sostenibilidad de los mismos. Es así como en un estudio en el Valle del Cauca con *G. sepium* y



transcurridos 12 meses de evaluación se presentaron incrementos ( $P=0.001$ ) en los valores de pH (6.6 a 7.07) y materia orgánica en el suelo (2.57-3.56%) y una tendencia similar ( $P=0.18$ ) para el fósforo disponible (133-154mg/kg). El promedio de producción de forraje verde (hojas, pecíolos y tallos tiernos) en los cuatro cortes fue de 66.3 toneladas (15.2 toneladas de MS) y 3.38 toneladas de hojarasca (MS). El balance de nutrientes en kg/ha/año fue: 997 para N, 50.3 para el P, 341 para el K, 282 para el calcio y 125 para el Mg. Con esto se concluye que además de la fijación considerable de N atmosférico y el aumentar la retención de carbono en el suelo (20% de incremento en la materia orgánica del suelo en un año), el *Gliricida sepium* también contribuye al ciclaje y reciclaje del P, K, Ca y Mg razón por la cual la producción de forraje se ha mantenido durante 7 años sin aplicación de fertilizante.

Por lo tanto los bancos de abono y forraje además de ofrecer soporte nutricional a los frutales, brinda la oportunidad de producir abono verde proveniente de la biomasa, el follaje además reduce las altas temperaturas del suelo. Adicionalmente, ofrece un efecto de Conservación y recuperación de suelos y el aporte como abono verde ayuda a conservar la humedad del suelo.

#### 4.2. Contribución a las BPA

En la agricultura comercial desarrollada en los últimos 30 años para alcanzar altas producciones (sumada a semillas mejoradas y otros insumos), la fertilización con agroquímicos fue determinante y se manejó bajo criterios de necesidad de nutrientes y eficiencia, olvidando que parte de ella está en función de los habitantes del suelo. Estas aplicaciones de agroquímicos han ido causando graves problemas en los suelos y las aguas por acumulación de minerales produciendo a la vez degradación y contaminación.

Con el aporte de biomasa de *G. sepium* el fósforo disponible se puede incrementar en un 15% en promedio durante el transcurso de cultivo. Este incremento puede ser debido al mayor contenido de materia orgánica en el suelo que a su vez estimula la actividad biológica (a partir de micorrizas y bacterias) dando como resultado una mayor eficiencia en el proceso de mineralización. Lo que genera unas buenas prácticas en el manejo del suelo y fertilización.

*Gliricidia sepium* es una planta con un alto potencial productivo. Su cultivo en forma intensiva para producción de abono y forraje ha demostrado que mediante fijación de nitrógeno, la hojarasca y los residuos de cosecha como tallos lignificados que vuelven al suelo constituyen un sistema donde los nutrientes son reciclados eficientemente, donde la fertilidad y la producción se mantienen en niveles óptimos (Gómez y Preston, 1996).

Uno de los efectos que se logra con la incorporación de *G. sepium* en los cultivos de frutales, es su contribución directa a la incorporación de las BPA, ya que al utilizarlo como fuente de nutrientes y retención de humedad del suelo, por el aporte de la biomasa colocada como acolchado o cobertura de suelos, disminuye el uso de fertilizantes de síntesis química, logrando producir abono verde de excelente calidad y con un menor uso de riego, repercutiendo así en buenas prácticas en el manejo del suelo, manejo del agua y fertilización. Con su sombra también suprime las malas hierbas, evitando la utilización indiscriminada de herbicidas.

#### 4.3 Efecto Insecticida.

Se ha demostrado que las semillas, hojas, corteza y raíz contienen sustancias tóxicas que se usan localmente para envenenar roedores en los campos de cultivo. La raíz es tóxica y envenena a los pequeños roedores que atacan los frutales. Actividad insecticida contra: barrenadores (*Prostephanus*



*truncatus*, Coleopteros: *Bostrichidae*); gorgojos (*Zabrotes subfasciatus*, Coleoptera: *Bruchidae*); conchuela del frijol (*Epilachna varivestis*, Coleoptera: *Coccinellidae*).

#### 4.4 Otros Servicios

La especie es ideal para sombreado permanente o transitorio, debido a que tiene ramas largas y muchas hojas. Recupera la belleza natural del paisaje y sirve de refugio para la fauna.

#### 4.5 Restricciones del Arreglo agroforestal

Por tratarse de un enfoque relativamente nuevo, las técnicas agroforestales para el establecimiento y manejo de los cultivos de Aguacate, Maracuyá y Cholupa con la utilización de Bancos de abonos verdes y forrajes son poco conocidas por los productores, esto restringe la utilización y masificación de la tecnología.

6

## V. MANEJO DEL ARREGLO AGROFORESTAL DE TUTORES VIVOS DE *Gliricidia sepium* PARA EL CULTIVO DE MARACUYA Y CHOLUPA

### 5.1 Establecimiento de bancos de abono y forraje.

**5.1.1 Reproducción Sexual.** **1. Siembra directa.** La siembra directa en el campo es el método más fácil y barato para establecer los bancos de abono y forraje con *G. sepium*. **2. Levantamiento de plántulas en vivero.** Si se opta por el primer método, debe tenerse controlado las plagas como hormigas, lagartijas, y conejos Bajo óptimas condiciones de almacenamiento (6 a 10% de contenido de humedad a 4°C) las semillas permanecen viables por más de 10 años. A 50% de contenido de humedad y 17°C pueden almacenarse por un año.

**5.1.2. Germinación.** Se inicia a las 48 a 96 horas después de la siembra. A los 4 días surgen las primeras raíces laterales y comienza la expansión de los cotiledones y el crecimiento secundario del tejido vascular que ocurre precozmente a los 38 a 43 días.

El porcentaje de germinación es alta y uniforme, generalmente mayor del 90%. Se presentan semillas de 2 colores: café oscuras y café claras. Se debe tratar en lo posible de sembrar siembre semillas de color café claro. Cuando las semillas llegan a envejecer, la proporción de semillas oscuras se incrementa y se disminuye marcadamente la germinación. El número de semillas por kilogramo esta entre 4,500 a 9,000.

### 5.2 Siembra.

Para la siembra no requiere tratamiento pregerminativo pero se pueden hidratar las semillas por 24 horas para embeber la semilla, ya que la semilla no tiene ningún tipo de latencias. Lo mas adecuado es levantar las plantas en vivero, para lo cual se debe llenar las bolsas con una mezcla de suelo, arena y materia orgánica descompuesta en proporción 2:1:1. Se siembran dos semillas por sitio previo inoculación con *Rhizobium*. La inoculación con *Rhizobium* se realiza utilizando 50 g de inoculo por kg de



semilla. Se mezcla la semilla previamente con una solución azucarada al 10%, luego se aplica el inoculante y se revuelve, posteriormente se aplica carbonato de calcio para formar los pellets, los cuales se dejan secar a la sombra y se siembra inmediatamente.

La bolsa puede ser cafetera o sea de 1 kg de sustrato. Se necesitan 12 semanas para obtener plantas de 30 cm o más, aptas para plantación en campo. Se puede germinar la semilla en arena y a los 15 o 20 días transplantarlos a las bolsas a raíz desnuda, para lo cual la semilla se siembra directamente en los germinadores, de 1 m de ancho. El distanciamiento entre posturas va de 10 por 30 a 15 por 15 cm. Las plantas requieren de 3 a 5 meses para crecer 60 a 90 cm.

### 5.3 Manejo de las plantas en vivero.

Durante todo el periodo de vivero, las plántulas deben regarse por lo menos dos veces al día, se controla manualmente las malezas y el control de plagas principalmente el lepidóptero *Azeta melania* o *Azeta bersicolor* se controla con el *Bacillus thuringiensis*

### 5.4 Requerimiento de Suelo.

No se recomienda sembrar en suelos arcillosos, por problemas de bacteriosis, mal drenaje y encharcamiento durante la época lluviosa y en época seca, por poda de raíces causadas por agrietamiento del suelo.

### 5.5 Requerimientos Climáticos.

La temperatura a la cual se adapta esta especie es de 25 –35 °C y la óptima 29 °C., La precipitación adecuada es de 700 a 1200 mm por año. Altura. Entre 400-600 m sobre el nivel del mar, aunque crece desde el nivel del mar hasta los 800 m. Luz. Necesita crecer a plena luz solar, ya que es esencial para el proceso fisiológico. Bajo sombra los rendimientos se reducen de acuerdo al porcentaje de cobertura

### 5.6 Preparación del Suelo.

La preparación del terreno básicamente comprende las siguientes labores: limpieza del terreno, el trazado de los surcos donde se ahoyara y transplante de las plantas.

### 5.7. Trazado de surcos y ahoyado

El trazado de los surcos se hace tomando en cuenta la pendiente del suelo y la distancia de siembra. Cuando el terreno presenta pendientes fuertes los surcos se trazan siguiendo las curvas de nivel. Posteriormente realizar el estaquillado para señalar el lugar donde se realizará el hoyado. La distancia de siembra es de 1 m entre plantas y 1 m entre surcos.

### 5.8. Hoyado del Terreno

El tamaño de los hoyos para sembrar las planta de *G. sepium* es de 30 cm de diámetro y de 30 cm de profundidad.



## 5.11. Labores Culturales.

**5.11.1 Resiembra.** Debe realizarse un mes después de establecido el banco. Eliminar plantas presenten mal estado fitosanitario o se secaron por maltrato en el transplante (Transporte, siembra) .

**5.11.2 Cosecha de las plantas.** En está práctica debe realizarse la cosecha de las hojas del tercio inferior y medio, para estimular el engrosamiento del tallo principal.

**5.11.4 Corte de utilización.** Consiste en eliminar todos los brotes que la planta emite entre los 60 a 80 cm del suelo para proceder a incorporar la biomasa como abono o suministrarlo como forraje. Si es posible realizar el corte del follaje para facilitar su degradación es conveniente en partículas de 2 a 3 cm.

**5.11.5 Control de malezas.** Eliminar las malezas que nacen en las calles del banco, utilizando animales, pueden ser ovinos y/o equinos, los cuales utilizan las gramíneas y hojas anchas que nacen, contribuyendo así a facilitar las labores culturales.

**5.11.6. Control de plagas y enfermedades.** Debe revisarse el estado fitosanitario de los bancos permanentemente, sin embargo la única plaga del matarratón es *Azeta melanea* que como se menciona anteriormente se controla con el *Bacillus thuringiensis*