



Sistema Agroforestal Caucho Maiz Frijol Caupi en el Bajo Cauca

CIPRIANO ARTURO DIAZ DIEZ

BOLETÍN N° 3

**CORPOICA
CRECED BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO
1999**

CONTENIDO

1. SISTEMAS AGROFORESTALES	
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	2
1.3. Ventajas	3
1.4. Manejo	3
1.5. Atributos	4
1.6. Clasificación	6
1.7. Distribución espacial	7
1.8. Interacciones	8
1.9. Importancia	8
1.10. Ventajas	9
2. EVALUACION DE UN SISTEMA AGROFORESTAL CAUCHO (<i>Hevea brasiliensis</i>) MAIZ (<i>Zea mays</i>) - FRIJOL CAUPI (<i>Vigna unguiculata</i>) EN EL BAJO CAUCA	10
2.1. Descripción de la Zona	10
2.1.1. Localización	10
2.1.2. Características Físicas	10
2.1.3. Clima	10
2.1.4. Vegetación Originaria	11
2.1.5. Tenencia de la Tierra	11
2.1.6. Historia y Uso Actual del Suelo	11
2.1.7. Capacidad de uso actual del suelo	11
2.1.8. Conflicto de uso del suelo	12
2.1.9. Respuesta a los conflictos de uso del suelo	
2.2 Componentes	13
2.2.1 Arboles	13
2.2.2 Cultivos Transitorios	27
2.3 Evaluación del Sistema	36
3. RESULTADOS	38

BIBLIOGRAFIA

1. SISTEMAS AGROFORESTALES

Entendiéndose como ecosistema aquella área natural en la que conviven varias poblaciones pertenecientes a diversas especies, es pues el sistema agroforestal el componente que más se asemeja al ecosistema natural. Los sistemas agroforestal se caracteriza por las formas de uso y manejo de los suelos en los cuales las especies perennes, leñosas (árboles, arbustos y palmas) son usadas en asociaciones deliberadas con cultivos agrícolas y ganado en la misma área y de manera simultánea o en una secuencia temporal.

1.1 Antecedentes

Los sistemas agroforestales surgieron con el nacimiento de la agricultura y la ganadería cuando las primeras comunidades establecieron diversas especies anuales, perennes, árboles, arbustos, hierbas y plantas rastreras en una misma área. Los primeros criadores de ganado fueron pastores de ovejas o cabras eran nómadas y hacían un uso de los sabanas en época lluviosa, mientras en la época seca migraban a zonas semiboscadas en la que hacían un uso del follaje de árboles arbustos, plantas herbáceas que crecían bajo estos y los frutos de algunas de estas.

Estos sistemas en los que Especies perennes (árboles y arbustos) crecen en asocio con especies anuales (cultivos), en un arreglo espacial o una rotación o ambos, y en los cuales se dan interacciones ecológicas y económicas entre los componentes; se desarrollaron y permanecieron en algunas áreas como formas eficientes de la agricultura tradicional. El cultivo del café bajo sombra en Colombia fue uno de los ejemplos más claros de estos sistemas

1.2 Justificación

Los ecosistemas del bosque húmedo tropical son frágiles, por lo cual es necesario desarrollar en ellos programas agropecuarios diferentes a los de la agricultura convencional y comercial desarrollada en los países de la región templada. Normalmente, es necesario implementar sistemas que estén acordes a las condiciones edafoclimáticas del trópico húmedo y que no causen un impacto negativo sobre el medio o provoquen una reducción en su productividad.

Los trópicos húmedos son regiones en donde sus suelos son de baja fertilidad, a pesar de lo cual se desarrollan en ellos ecosistemas de gran biodiversidad que se sustentan en un equilibrio que se brindan entre ellas, ya que sus aportes y requerimientos se complementan soportando así un equilibrio frágil del ecosistema, por tal motivo, los ecosistemas agropecuarios múltiples, poliespecíficos son los que aportan mayor equilibrio al medio y productividad de biomasa.

La agricultura campesina de la América tropical está localizada en áreas marginales, donde los costos de producción son altos debido a las condiciones inherentes, a las condiciones edafoclimáticas, a la falta de infraestructura y a las distancias de los mercados. Con el propósito de lograr un sistema de producción económicamente viable y sostenible, se requiere la aplicación de medidas favorables que conserven la seguridad alimentaria de las pequeñas comunidades campesinas y un uso eficiente de los recursos naturales.

La fragilidad de los ecosistemas donde se localiza la agricultura campesina del trópico húmedo requiere nuevas estrategias como los sistemas multiespecíficos en el que las especies perennes y animales adquieren gran importancia.

Estos sistemas se han venido manejando en el trópico como una forma tradicional de uso del suelo en la cual los productores han desarrollado estas formas de explotar sus predios como medio de afrontar las condiciones edafoclimáticas y socioeconómicas y en la que se distribuyen en el mismo espacio y tiempo mas de una especie vegetal, acompañada o no por animales. Los sistemas agroforestales pueden ser una alternativa para el uso de los suelos, que aumente o al menos mantenga la productividad del suelo sin causar degradación.

1.3 Ventajas

- Equilibrio o compensación entre sus componentes.
- Interacción entre sus componentes a través del tiempo y del espacio, sin provocar un desbalance del medio ambiente.
- Es dinámico: Las condiciones de los componentes y sus interacciones cambian a través del tiempo.
- Debe ser sostenible; que no cause un deterioro de la capacidad productiva del sitio.

1.4 Manejo

Depende de las condiciones sociales, culturales, climáticas y edáficas. También del sistema productivo que presente ventajas comparativas. Como estos sistemas fueron desarrollados por pequeños productores que tenían muchas limitantes tales como las condiciones de baja fertilidad de sus predios, condiciones climáticas adversas (sequía), la baja disponibilidad de tierras para su explotación y la baja disponibilidad de recursos económicos. Su manejo es el resultado de la combinación de prácticas agrícolas adaptadas a partir de la experiencia a través del tiempo.

El manejo incluye:

1.4.1 El establecimiento y cuidado de los cultivos y otras especies asociadas.

- Elección de las especies del sistema.
- Diseño del sistema agroforestal.
- Manejo de los componentes y esto incluye las prácticas de la poda, fertilización, manejo sanitario y cosecha.

1.4.2 Uso de los suelos

- Limpieza del suelo
- Practicas de labranza
- Control de la erosión

1.5 Atributos

Son las propiedades o características fundamentales que identifican y determinar los sistemas agroforestales, estas son:

1. Límites: Borde físico del conjunto.

2. Componentes: Los elementos del conjunto, estos pueden ser:

- **Físicos o Abióticos:** estos son los factores que determinan el clima como la precipitación, la temperatura, la radiación solar, los vientos, la humedad relativa y la evaporación.

El clima: Es el resultado de la actividad de la atmósfera y el movimiento de la tierra en su órbita al rededor del sol. Los factores que lo difieren son: la temperatura, la humedad relativa, la precipitación, el brillo solar y la radiación solar.

La luz visible: Es una de las tantas radiaciones que llegan procedentes del espacio, es la energía que sirve de promotor de los procesos fotosintéticos.

El agua: El papel del agua es doble; uno es el externo como medio en el que viven y se desarrollan los organismos o a través del cual los compuestos minerales están dispuestos para que los organismos productores los transformen en compuestos orgánicos y otro es el interno en el cual hacen parte de los proceso bioquímicos al interior de los seres vivos.

- **Biológicos:** estos son los árboles, las plantas, los animales y el suelo, entes y especies que le dan vida a los sistemas y permiten su intercambio permanente de materia y energía.

El suelo: Ente dinámico y complejo que experimenta una serie de procesos físicos, químicos, bioquímicos y biológicos en donde se desarrollan los principales organismos productores (las plantas).

- **Socioeconómico:** estos permiten, estimular e incrementan el flujo de energía y materia hacia el sistema, desde el exterior, estos son la mano de obra, el capital, y los insumos.

3. Ingresos: entradas de materia o energía al conjunto provienen de del exterior, estos

Son:

- Energía sol
- Agroquímicos
- Mano de obra

4. Egresos: Son salidas de materia o energía del conjunto o sistema, estas pueden ser En forma de: productos vegetales y productos animales.

5. Interacciones: Son las relaciones, la energía o materia que se intercambia entre los diferentes componentes del sistema.

6. Jerarquía: Indica la posición del sistema con respecto a otros y a las relaciones entre ellos.

1.6. Clasificación

1.6.1. Secuenciales: Este sistema agroforestal se basa en una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos. En él la agricultura migratoria Comprende sistemas de subsistencia orientados a satisfacer las necesidades básicas. De las comunidades campesinas las que han desarrollado formas de manejar los recursos disponibles, estas son:

- **El Barbecho:** su función es la de mejorar las condiciones fisicoquímicas, establecer la materia orgánica.
- **La Agricultura de ladera:** árboles y cultivos simultáneos. La obtención de madera es la función final.

1.6.2. Simultáneos : Este sistema agroforestal se sustenta en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes (árboles maderables, frutales o de uso múltiple) y/o ganado, dentro de estos están: árboles en asociaciones con cultivos perennes; los árboles maderables asociados con cultivos agrícolas e industriales perennes, entre los que tenemos el cafeto, el caucho, el cacao y la palma de aceite; los árboles en asocio con cultivos anuales como maíz, arroz, frijol, y ajonjolí; los callejones con árboles o arbustos que protejan contra los vientos fuertes o fríos, que prevengan la erosión o/y que permitan obtener forraje en época seca; los huertos caseros o mixtos estos sistemas complejos, multiestratos, diversos, situados alrededor de las casas campesinas permiten suplir las

pequeñas necesidades; sistema agrosilvopastoril entre estos están los árboles maderables en potreros con ganado, árboles frutales en potreros con ganado y árboles leguminosos en potreros con ganado; as cercas vivas es una forma mas eficiente del uso del suelo, ya que determina los limites de un lote y puede aportar sombra, forraje, frutos y mejorar las condiciones físicas y biológicas del sistema.

1.7. Distribución Espacial

La distribución espacial de los componentes es irregular y parece hecha muy al azar, con árboles, arbustos y cultivos anuales en íntima combinación vertical y horizontalmente, sin embargo si analizamos con detenimiento estos sistemas podemos diferenciar dos a tres zonas en las que se encuentra una capa superior formada por árboles y arbustos; su altura y diámetro de copa varían según la especie, una capa media determinada por cultivos anuales (fuente de alimentos) y una tercera capa que no supera los 50 cm conformada por especies rastreras de uso agrícola o para pastoreo.

Hay sistemas más complejos como lo son los huertos caseros de las regiones tropicales que poseen más de tres estratos, en los cuales se presenta una superposición de estratos.

En la actualidad investigadores han evaluado distribuciones de dimensiones regulares y uniformes entre las especies las cuales han mostrado buenos resultados, como alternativas productivas para pequeñas comunidades.

La distribución horizontal esta determinada por la arquitectura de las especies y la capacidad de competir que exista entre ellas, en el trópico húmedo esta es intensa, lo que conlleva a que se irregular y con una alta densidad espacial, provocada principalmente por la competencia por la luz; mientras en otras zonas la competencia es por el agua o por los nutrientes.

1.8. Interacciones

Las relaciones que se presentan en los sistemas agroforestales pueden ser para dentro del sistema y su relación con otros sistemas.

1. Interna: entre sus componentes, lo que implica que esta puede ser vinculo y de relación.

- su vínculo o relación están determinado por los parámetros, el tiempo y el espacio.
- su relación o naturaleza esta puede ser.
 - Directa: árboles, arbustos, plantas, suelo.
 - Cíclica: residuos de plantas y animales
 - Competitiva: arboles/arbustos/plantas

2. Externa: entre los sistemas: esta depende del grado de interacción que presente y los ingresos, egresos y la jerarquía de este con relación a otros.

1.9. Importancia

Esta es una forma de hacer un uso más eficiente, adecuado y sostenible del recurso suelo. Los sistemas agroforestales son los arreglos que tienen semejanza a los ecosistemas del trópico húmedo, con lo cual se hace más eficiente el uso de los recursos naturales reduciendo los factores causantes del desequilibrio generado por las explotaciones agropecuarias tradicionales.

Estos sistemas al ser muy heterogéneos permiten establecer un equilibrio entre sus componentes, ya que lo que unos liberan o aportan otros lo asimilan o requieren.

El aumento de la población, la distribución de la tierra, la aptitud de uso de los suelos, han conducido a que el pequeño productor busque alternativas productivas acorde a las condiciones edafoclimáticas, socioeconómicas y culturales de su entorno.

1.10. Ventajas

- La presencia de árboles favorece a los sistemas de producción en aspectos tales como : la producción de biomasa, adición de materia orgánica ; fijación de nitrógeno, aumento del contenido de nitrógeno; protección contra erosión (hídrica y eólica) reducción de la pérdida de suelo; absorción y liberación de nutrientes, mantenimiento del reciclaje de nutrientes, mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, retención de humedad y drenaje, modificación del microclima influyendo sobre la temperatura, radiación solar, humedad relativa, sombrero, vientos; modificación de las características biológicas y bioquímicas del suelo, como el cambios en la microflora, organismos y en el pH del suelo; el aumento en la diversidad de especies y el aporte de hojarasca.
- Reducción en el uso de insumos, para el control integrado de plagas empleando barreras, hospedantes de enemigos naturales, repelentes, diversidad vegetal y microclimas adversos.
- Socioeconómicos y culturales se pueden disminuir los riesgos económicos para el productor al diversificar la producción y se genera empleo de mano de obra familiar con lo cual se genera una mejor integración de los miembros de la familia al proceso productivo.

2. EVALUACION DE UN SISTEMA AGROFORESTAL CAUCHO (*Hevea brasiliensis*) - MAIZ (*Zea mays*) - FRIJOL CAUPI (*Vigna unguiculata*) EN EL BAJO CAUCA

2.1 Descripción de la zona

2.1.1. Localización

Al norte del departamento de Antioquia, haciendo parte de las subregión Bajo Cauca y perteneciendo a la región Caribe húmedo, se encuentra el municipio de Taraza, en el cual la Secretaria de Agricultura de Antioquia desarrolló un proyecto de alternativa productiva y fomento de el cultivo del caucho, que se situó al occidente del municipio en las comunidades de Santa Clara, Sajonia, Pecoralia y la Esperanza que se caracterizan por ser comunidades de pequeños productores.

2.1.2. Características Físicas

Topografía ondulada a plana ; pendientes menores del 25% ; suelos : rojos, con pH bajos, de fertilidad media a baja, de textura media (franco a franco arcillosos), con bajos contenidos de materia orgánica, fósforo, potasio, saturación de Aluminio, están a una altitud : 240 a 350 m.s.n.m., en microcuencas : Man, Noa, Taraza.

2.1.3. Clima

Temperatura superior a los 28°C, la precipitación es de 3600mm promedio anula, la humedad relativa es superior al 80%, la radiación solar promedio es de 2000 horas año. El período seco se inicia en diciembre y termina en abril, el período de lluvia se inicia en mayo y termina en diciembre, se presente un veranillo en julio, se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Tropical a Bosque muy Húmedo Tropical y las zonas agroecológicas Kr, Kb, W y Ku.

2.1.4. Vegetación original

Bosque Subhigrofilo Ecuatorial: del cual quedan pocos vestigios, en la actualidad existen pastizales, rastrojos y pequeñas y dispersas áreas con bosques primarios y secundarios intervenidos.

2.1.5. La tenencia de la tierra

Predominan los latifundios dedicados a la ganadería extensiva, con un sin número de pequeñas y dispersas parcelaciones.

2.1.6. Historia y uso actual del suelo.

Donde se desarrolla el ensayo fueron abiertos para la explotación agropecuaria por colonizadores los que transfirieron el dominio de la tierra a terratenientes apartir del segundo cuarto de este siglo entre los que sobresalieron dos grupos los que se localizaron a orillas del río Taraza y los que se situaron a orillas del río Man.

Los colonizadores arrasaron el bosque, cultivaron las especies tradicionales de la economía campesina de la región como lo son el arroz a chuzo, el maíz, la yuca y el plátano, después de lo cual establecían praderas y/o transferían la tenencia de la tierra a hacendados ganaderos con lo cual se formaron grandes haciendas ganaderas. Es de anotar que esta zona ha sido objeto de varios procesos de reforma agraria lo que ha permitido que varias familias de pequeños productores sean propietarios de tierras.

2.1.7. Capacidad de uso actual del suelo

La tenencia de la tierra esta en manos de ganaderos latifundistas. Las características, socioculturales, político económicas, edafoclimáticas, situación geográfica y fisio21gráfica de la zona condujeron a que la ganadería bovina fuera el sistema de producción agropecuario que tuviera más ventajas comparativas con respecto a otros sistemas de productivos.

Como consecuencia de las características agroecológicas de la zona los sistemas agroforestales y silvopastoriles son las formas más adecuadas y sostenibles para la explotación agropecuaria de la región...

2.1.8. Conflictos de uso del suelo

Los conflictos por el uso actual del suelo, han sido determinados al comparar el uso actual con la capacidad de uso de las tierras y los efectos negativos que su inapropiado manejo y uso han ocasionado. Además las grandes explotaciones ganaderas manejadas por inversionistas rodean y absorben a los pequeñas explotaciones agropecuarias han incidido sobre el inadecuado uso y manejo de los suelos con tecnologías foráneas y no conservacionistas.

Dentro de los conflictos por el uso de la tierra están:

- Uso de suelos para la ganadería bovina extensiva sin practicas de manejo que protejan el suelo, permitiendo el desarrollo de especies perennes (árboles) en las vertientes dicetadas.
- Eliminación de la vegetación protectora, conservadora de las cañadas, arroyos y otras fuentes de agua, con el propósito de ampliar el área de las praderas.
- uso de suelos para la ganadería o agricultura cuando su aptitud de uso son los cultivos perennes o sistemas múltiples de cultivo.

2.1.9. Respuesta a los conflictos del uso del suelo

Con el propósito de darle una solución productiva a los pequeños productores, que con lleven a que las pequeñas explotaciones agropecuarias sean competitivas y sostenibles, se ha determinado mediante estudios hechos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi que los sistemas agroforestales, silvopastoriles o de cultivos permanentes son los que mejor se adaptan a las condiciones edafoclimáticas y socioeconómicas de la región. Por esta razón y combase en un estudio hecho por el instituto francés del caucho que recomendó la siembra de caucho con lo cual se le daba en parte solución al conflicto sobre el uso del suelo.

En esta zona el sistema agroforestal caucho cultivo transitorio es una alternativa productiva que entidades gubernamentales le han brindado a las comunidades de la zona.

2.2. Componentes

2.2.1 árboles: Caucho (*Hevea brasiliensis*)

2.2.1.1. Origen: Cuenca Amazónica.

Pertenece a la familia de las Euforbiáceas, recibe los siguientes nombres caucho, hevea, hule, jebe y seringueira. A pesar que el caucho fue descubierto desde el siglo XV, a este no le reconoció su verdadera importancia y fue desconocido en Europa hasta el siglo XVIII, cuando un francés envió muestras del látex y describió sus características, lo cual genera una demanda inmediata, Como en América existen varias especies productoras de látex, la especie que hoy conocemos como caucho solo se le reconoció como la más eficiente y productora hasta el siglo pasado. Con el inicio de la industrialización, el descubrimiento de la vulcanizaron el desarrollo de los medios de comunicación (automóvil, avión), el caucho en la primera mitad del siglo XX se convirtió en el primer cultivo estratégico para las grandes potencias mundiales, ya que este aportaba la materia prima para las ruedas de los medios de comunicación mas usados.

2.2.1.2. Botánica: este es un árbol de porte mediano de 10 a 20 metros de altura.

- **tallo:** es cilíndrico en las plantas injertadas y cónicas en la base. Para su uso industrial se debe dejar ramificar solo a los 2.5 metros, para así obtener un tronco liso que permita la sangría. Posee unos vasos conductores de látex dispuestos inclinados a lo largo.
- **hojas:** trifoliadas, son de color cobrizo cuando están recién formadas y luego se tornan verde oscuro.
- **inflorescencia:** es un dicasio cónico de color amarillo.
- **flores masculinas** dispuestas en racimos.
- **flores femeninas** son solitarias.
 - **polinización** es cruzada (anemofila, entomófila).
- **fruto:** es una cápsula tricarpelar, dehiscente.
- **semilla:** es ovoide
- **raíz:** es pivotante.

2.2.1.3. Taxonomía

Reino	Vegetal
División	Spermatophytas
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledoneas
Subclase	Monochlamideas
Orden	Tricoccae
Familia	Euphorbiaceae
Genero	Hevea
Especie	Brasiliensis

2.2.1.4. Ecología

El caucho es un cultivo forestal, árbol caducifolio, especie protectora, conservadora, altamente productora; ya que aporta materia orgánica, (hojarasca) de 5 a 10 toneladas por año, cubren y protegen el suelo del efecto erosivo del agua y viento y biocida del sol, aumentan la actividad bioquímica y biológica del suelo, así como agua y minerales en solución del suelo, extrae los minerales y nutrientes esenciales de compuestos no disponibles para la mayoría de los cultivos tradicionales.

- Requerimientos

El rango de adaptación de este árbol es : Desde 24° Latitud Norte en China hasta los 25° de latitud sur en Brasil con un punto óptimo a los 16° latitud norte y sur ; Una temperatura que oscila entre los

22 a 30°C, con una óptima de 25°C ; la precipitación oscila entre 1500 y 5000mm anuales con un óptimo de 1800mm anuales ; un rango de humedad relativa entre 70 y 80% con un óptimo de 80% ; un rango de radiación solar de 1500 a 2500 horas año por un óptimo de 1800 horas año ; los vientos pueden oscilar entre 8 y 14 m/seg. con un óptimo menor a 8m/seg. ; una altitud hasta los 1200 msnm, con un óptimo de 800 msnm.

Los suelos a los que se adapta este árbol son de pH bajo entre 4,5 y 5,5 de fertilidad media a baja, con profundidad efectiva entre 1,3 a 3m, un nivel freático entre 1,5 y 2m, con texturas arcillosas y arenosas siendo preferiblemente las francas las óptimas, con pendientes inferiores al 25% y drenaje moderado a rápido.

El periodo seco debe ser continuo de 4 meses (zona de escape), para el control del mal suramericano de las hojas. La humedad relativa no debe ser superior al 95% durante 10 horas por mas de 12 días mes, ya que después de este rango se presenta el mal suramericano de las hojas. Los vientos por encima de 24.5 m/s causan daño físicos al árbol. Los suelos no se deben encharcar o inundar. Soporta altos contenidos de aluminio.

2.2.1.5. Manejo Agronómico del Cultivo

a) Adecuación del lote

Se corta el rastrojo a ras del suelo, los residuos se dejan descomponen sobre este, con lo que se protege, conserva y retrasa el rebrote de las malezas.

b) Trazado

La distribución espacial del cultivo depende se la topografía y del sistema de producción que se vaya a implementar; ya que en zonas onduladas se siembra siguiendo las curvas a nivel y en áreas planas se siembra en surcos de norte a sur o viceversa .

La densidad de plantas para monocultivo es de 510 plantas por hectárea distribuidas en surcos cada 7.0 metros y la distancia entre planta es de 2.8 metros. Para sistemas mixtos con cacao, café, palma, frutales etc. la distancia entre surcos se amplia.

c) Ahoyado

La apertura de los hoyos se hace después de haber trazado. Estos tienen una dimensión de 40 cm de ancho, 40 cm de largo y 60 cm de profundidad.

d) Propagación

Aunque el caucho tiene reproducción sexual, esta da plantas heterogéneas en desarrollo y producción. Con este firme propósito de obtener plantaciones homogéneas en desarrollo y producción, además de darle las ventajas a los clones, se propaga vegetativamente por medio de injertos.

El material vegetativo usado para la propagación del caucho se le denomina Stump, este es parte del tallo con el injerto de parche, situado entre 15 y 50 cm del suelo, si este ha pegado se corta el tallo a 60 cm del suelo y se arranca para ser usado como semilla.

Para tener material de propagación es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos

- Jardín clonal: Es una plantación con clones seleccionados y mejorados que van a aportar las yemas para ser injertadas en los patrones. La densidad de siembra y distribución espacial de este es 1.0 m. por 1.0 m. en cuadro. Estos aportan las yemas un año después de su siembra, tienen una vida útil de 10 años.

Su manejo agronómico debe ser optimo.

- Germinador : Es el sitio donde se ponen a germinar las semillas de caucho que van a servir como patrón, este lugar debe estar protegido por un hombráculo. Se debe ubicar en un terreno plano, cerca a una fuente de agua, su suelo debe ser suelto. Las semillas deben colocarse acostadas y cubrirse con una delgada capa de arena o aserrín y regarse diariamente, estas comienzan a germinar 8 a 10 días después de la siembra.
- Vivero : Lugar donde se siembran las plántulas obtenidas en el germinador. Estas se disponen en surcos dobles a una distancia entre surcos de 25 y 70 cm respectivamente, una distancia entre planta de 20 cm. El vivero debe seguir un riguroso y estricto manejo agronómico que contemple un buen manejo sanitario (plagas, enfermedades y malezas) y un adecuado plan de fertilización.
- Injertación : Se realiza cuando el patrón alcance un diámetro de 2.5 cm a 7.0 cm del suelo. El injerto de parche se hace sobre una yema viva en los primeros 50 cm de altura.

e) Siembra

Se inicia cuando comienza el periodo de lluvias. Consiste en sembrar el Stump con una yema latente sin brotar, la forma mas recomendada para la disposición del Stump en el suelo es con el injerto hacia el norte, es aconsejable colocar residuos vegetales alrededor de este, para conservar la humedad del suelo y retardar el rebrote de las malezas. Un mes después de la siembra se revisa el injerto para saber si esta vivo, si no lo esta se arranca y se resiembra de nuevo. Se estima que el 20% de estos se pierden, el periodo de latencia del injerto antes de brotar puede oscilar entre una semana a varios meses para las condiciones de la zona, esto se ve influenciado por :

- Las condiciones climáticas : optimas favorecen la brotación.
 - temperatura
 - humedad relativa
 - precipitación
- Manejo de la plantación : oportuno y adecuado acelera la brotación.
 - siembra adecuada.
 - plateo oportuno
 - manejo de las malezas
 - manejo sanitario
 - deschupone
- El tamaño del Stump : a mayor tamaño de este mas rápida es su brotación.

En la región se estimó la brotación promedio de los Stump si se tienen las condiciones optimas, así :

Brotación %	Periodo(semanas)
20	4 a 7
15	8 a 15
30	16 a 19
25	20 a 25
10	26 a 52

f) Control de Malezas

- Plateo: Es la limpieza a 1.0 m al rededor de la planta, su periodicidad es de 3 meses.
- Limpieza de callejones :Es la que se hace del lote, su periodicidad es cada 4 meses, para reducir los alto requerimientos de mano de obra que esto requiere, se deben establecer cultivos transitorios asociados al caucho o coberturas nobles que cubran el suelo, aporten materia orgánica y fijen nitrógeno.

g) Podas

- **De formación** : Consiste en eliminar los chupones que emite el patrón y seleccionar el mejor brote del injerto. El tallo debe cortarse cuando alcanza una altura de 3.0 m de altura, para estimularlo a la formación de una copa regular y equilibrada.
- **sanitaria** :Consiste en eliminar las ramas enfermas o secas.

h) Fertilización

Para obtener plantas sanas y vigorosas, se hace un plan de fertilización de acuerdo al análisis de suelos.

- **De establecimiento** : Se hace un mes después de la siembra del Stump, para la región se ha recomendado el siguiente plan de fertilización. 500gr.de Yeso/planta, 100gr/de urea/planta, 50gr./planta de Dap, 50 gr./planta de Kcl.
- **De mantenimiento** : Se hace anualmente durante la época de lluvias, para la región se recomienda el siguiente plan de fertilización 120gr.de urea, 65gr.Dap y 65gr de KCl.

i) Control de Plagas

Para la región las plagas mas importantes son el comejen (*Coptotermes sp.*) y la hormiga arriera (*Atta spp*). El Comejen ataca las raíces de las plantas, para su control se recomienda aplicar un insecticida de contacto. Para proteger los Stump se recomienda cubrirlos con una mezcla de un insecticida y un fungicida disueltos en arcilla liquida, además de esto se debe espolvorear el insecticida en el hoyo.

La hormiga arriera causa severas defoliaciones, para su control se recomienda buscar los hormigueros y destruir la reina.

Otras plagas el toño (*Trigona sp*) y el gusano cachón (*Erinis ello*)

j) Control de Enfermedades.

Para la región no se ha presentado ninguna enfermedad que amerite la aplicación de un fungicida. Pero mencionaremos dos enfermedades que son limitantes en Colombia.

- **Mal suramericano de las hojas (SALB)** cuyo agente causal es el hongo *Mycrocyclus ulei*, se caracteriza por la aparición de manchas en las hojas, las que causan la defoliación del árbol. Como medida preventiva se deben sembrar clones resistentes, sembrar en suelos con buen drenaje interno y externo, en zonas que presenten un periodo seco (verano) de mínimo de 4 meses por año. La zona donde se sembró el caucho en el Bajo Cauca cumple con estos requisitos.

- **Raya Negra** cuyo agente causal es el hongo *Phytophthora palmivora* sobre el panel de sangría, esta se caracteriza por la pudrición de la corteza y del látex en el área de sangría. Esta enfermedad se presenta en época lluviosa, se controla, cuando aparecen los primeros sintamos, para lo cual se aplica un fungicida de amplio espectro..

	Enfermedad	Agente causal
R A I Z	Pudrición roja de la raíz	<i>Ganoderma philippii</i>
	Pudrición parda de las raíces	<i>Phellinus noxius</i>
	Pudrición blanca de las raíces	<i>Rigidophorus lignosus</i>
	Llaga estrellada	<i>Rosellinia pepo</i>
T A L L O	Mal de machete	<i>Ceratocystis fimbriata</i>
	Pudrición del tallo en el injerto	<i>Collectotricum gloeosporium</i>
	Mal rosado	<i>Corticium salmonicolor</i>
H O J A	Caída anormal de las hojas	<i>Phytophthora palmivora</i>
	Mancha ojo de pájaro	<i>Helminthosporium heveae</i>

2.2.1.6. Desarrollo

Este se ve modificado por

- Los factores climáticos
- Las características edáficas
- El manejo agronómico.
- La calidad y tamaño del Stump.

Para las condiciones de la región se ha encontrado un amplio rango de desarrollo del caucho, de observaciones realizadas se a visto lo siguiente :

- **un mes** : emisión de un tallo, su longitud varia de 1 a 10 cm, emisión de sus primeras hojas por pares (1 a 2).

- **dos a seis meses** : el tallo comienza a lignificarse y tornarse leñoso, su altura puede variar de 60 a 180

cm, emite aproximadamente de 8 a 12 hojas las que trifoliadas, de color café cuando están jóvenes, estas se tornan verde oscuro cuando maduran.

- **seis a doce meses**: el tallo se torna leñoso, su altura varia entre 80 y 250 cm, su emisión de hojas aumenta y las primeras hojas cumplen con su ciclo y caen, en el periodo seco su crecimiento disminuye.

- **doce a dieciocho meses** : el tallo es leñoso, su diámetro varia entre 3 a 5 cm, su altura puede oscilar entre 160 y 330 cm, comienza a ramificarse, cuando alcance los 280 cm se debe podar para que emita ramas laterales y este adquiera simetría, no se deben permitir el desarrollo y emisión de ramas laterales en los primeros 200 cm.

- **dieciocho meses en adelante** : el tallo inicia un proceso de incremento en su diámetro, su ramificación se desarrolla, se forma una amplia copa, el área foliar aumenta, a los 6 años el perímetro de su tallo alcanza los 45 cm, su altura varia de 6 a 10 m

2.2.1.7. Beneficio

La sangría se inicia cuando el 20% de los arboles hallan alcanzado las siguientes dimensiones 45 cm de circunferencia del tallo a 1 m de altura, lo que ocurre a los 6 años de edad. La época mas apropiada para iniciar sangría es a l final del periodo seco.

2.2.1.8. Selección y Mejoramiento

Después que el caucho (*Hevea brasiliensis*) fue llevado clandestinamente por los europeos a sus colonias del Sudeste Asiático, se inició un proceso de selección y mejoramiento con el propósito de incrementar la producción y calidad del látex, además de hacerlo mas resistente a problemas sanitarios que conllevó extraerlo de su medio natural y sembrarlo comercialmente, para ello se desarrollaron clones. La siguiente es la codificación de los principales clones que se han evaluado en Colombia.

a) Clones evaluados en Colombia

País de Origen :Cuadro N° 2

Guatemala

Código	Desarrollado	Cruces
Gu	Guatemala	198 11 156 176 451

Africa

Código	Desarrollado	Cruces
C	Desconocido el origen de C	
HAR	Harbel Estación Experimental Firestone	1

Brasil

Código	Desarrollado	Cruces
FX	Ford (cruces)	16 25 1042 2261 2804 3805 3864
FBe	Ford Belterra	
FB	Ford Belén	86
FA	Ford Acre	
IAN	Instituto Agronómico Do Norte (Pará)	710 713 717 873
IAC	Instituto Agronómico de Campinas (Sao Paulo)	
PA	Pauciflora adson	

Indonesia

Código	Desarrollado	Cruces
GT	Gondang Tapen	1
TJIR	Tjirandi (Empresa Cauchera de Java)	1 16
LCB	S. Lands Cauchoue Bendrij`ven	320

Ceilán (actual Sri Lanka)

Código	Desarrollado	Cruces
PRIC	Rubber Research Institute of Ceilán	7 36 45 52 100 101

Malasia

Código	Desarrollado	Cruces
RRIM	Rubber Research Institute of Malasia	510 600 623 703 513
PB	Prang Besar	86 235 260 2859

b) Las principales características de los clones que se siembran en Colombia

PB 86 : Este clon ha sido la base de los clones usados en el país, es un clon primario originado por la selección individual, desarrollado en Malasia.

Características :

- Tallo recto.
- Corteza, buen vigor.
- Corteza de buena regeneración.
- Rendimientos similares al Clon **TJIR**, además posee una curva de producción estable.

FX 3864 : Clon secundario Desarrollado en Fordilandia, como resultado del cruce de PB 86 y FB 38.

Características :

- **Tallo** recto.
- **ramificación** escasa y hacia abajo.
- **follaje** poco.
- **Resistente** : SALB.
- Bajo desgarre o rompimiento por los vientos

IAN 710 : Clon secundario desarrollado por el Instituto Agronómico del Norte, fue obtenido del cruce de PB86 y F 409.

Características :

- Vigoroso
- Corteza excelente
- Regeneración aceptable.
- Resiste SALB.
- No presenta problemas de desgarramiento por vientos.

IAN 713 : Clon secundario desarrollado por el Instituto Agronómico del Norte, fue obtenido del cruce de PB86 y F 409, semejante al IAN 710, pero no tolera vientos.

Características :

- Vigoroso
- Corteza excelente
- Regeneración aceptable.
- Resiste SALB.

IAN 873 : Clon secundario desarrollado por el Instituto Agronómico del Norte, fue obtenido del cruce de PB86 y FB 1717.

Características :

- Árboles altos y vigoroso
- Prendimiento intermedio en interacción
- Susceptibles al **Chancro del tranco** (*Phytophthora spp*).
- En la zona cafetera resiste SALB
- Regeneración de la corteza buena.
- Medianamente resistente a viento.
- Medianamente resistente a déficit hídrico

2.2.1.9. Aportes al Sistema

Este árbol aporta materia orgánica (hojas) al sistema a partir del año, periódicamente, aunque esto se incrementa más en el periodo seco. Un árbol adulto de más de 5 años aporta anualmente 30 a 40 Kg./ha de materia orgánica en forma de hojarasca.

La raíz de este profundiza hasta 1.8 m, aunque pivotante emite raíces secundarias que se extienden cubriendo un radio de 1.5 m., las que son reemplazadas periódicamente, con lo que este contribuye a mejorar las propiedades físicas del suelo, aumentando el drenaje y las químicas por la materia orgánica que aportan al descomponerse.

La cobertura de este es de 0.1 m² en el primer mes, llega a 1m² al año, y a los 4 años es de 10 m², que equivale al 52% del área.

2.2.2 Cultivos anuales

2.2.2.1 Frijol Caupi (*Vigna unguiculata*)

1. Origen : Esta leguminosa comestible es originaria del Continente Africano, de donde fue introducida a América en los siglos XVII y XVIII, por los esclavos, y se adaptó a las condiciones del Caribe Americano, se hizo común entre las comunidades campesinas del trópico bajo americano. Hasta hace algunos años cuando los investigadores agrícolas reconocieron su importancia e iniciaron un proceso de selección y mejoramiento, para ello recolectaron materiales regionales en África y América. En Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, seleccionó, mejoró y entregó variedades para las diferentes condiciones agroclimáticas del clima cálido colombiano.

Este frijol ha demostrado gran capacidad de adaptación y rusticidad; además de ser una excelente fuente alimenticia de gran calidad, es un forraje de buena calidad, una excelente cobertura y abono verde..

2. Botánica

Esta es una planta herbácea, semivoluble, alcanza una longitud que oscila entre los 70 y 150 cm y su altura puede llegar a 100 cm.

- **raíz** : Pivotal, ramificada, con nódulos.
- **rallo** : cilíndrico, áspero, semivoluble.
- **hojas** : Trifoliadas, ovoides a romboides.
- **flores** : poseen un cáliz campanulado con 5 dientes, la corola puede ser de color blanco, lila, amarillo, según la variedad.
- **fruto** : Es una vaina que contiene de 10 a 20 semillas su longitud oscila entre 10 y los 25 cm.
- **semilla** : es de forma ovoide formada por dos cotiledones su color es variado, va desde el blanco hasta el negro, pasando, por los diferentes tonos de crema, y rojo.

3. Taxonomía

Reino	<i>Vegetal</i>
División	<i>Spermatophyta</i>
Subdivisión	<i>Angiosperma</i>
Clase	<i>Dicotiledoneas</i>
Subclase	<i>Diapetalas</i>
Orden	<i>Leguminosa</i>
Familia	<i>Fabacea</i>
Genero	<i>Vigna</i>
Especie	<i>unquiculata</i>

4. Ecología

El frijol caupi es una leguminosa comestible, herbácea, de gran rusticidad, altamente protectora y conservadora del suelo, aporta de 5 a 25 t/h de materia verde por cosecha, además fija nitrógeno, incrementa la actividad de la microflora del suelo, su periodo vegetativo es de 60 a 65 días.

Requerimientos ecológicos : Esta leguminosa posee un rango de adaptación y un nivel óptimo. Se adapta desde los 20° Latitud norte hasta los 20° Latitud sur, con un óptimo de 10° latitud norte y sur; temperatura de 22°C a 30° C, óptima de 25°C; precipitación de 3000 mm/año, óptima 2500 mm; humedad relativa 60 a 80%, óptima 80%; altitud de 0 a 1000 msnm, óptimo 100 msnm. En lo relacionado con los requerimientos edafológicos estos son: pH 5 a 7, óptimo 5.5; drenaje bueno, fertilidad media a baja.

5 Manejo.

a) Adecuación del lote :

Se corta la vegetación de las calles del caucho ya establecido, esto se hace un mes antes del inicio de las lluvias, después que caigan las primeras y rebrote la vegetación se hace un control de las plantas perjudiciales para el cultivo, o sea las que compiten con el, para esto se emplea un azadón químico o selector de plantas nobles.

b) Trazado :

Se trazan surcos paralelos a los del caucho, dejando 1.5 m con respecto a estos y entre ellos de 0.5 m, entre planta 0.2 m.

c) Siembra :

Se hace cuando se inicia el periodo de las lluvias, empleando una vara o sembrador con el cual se hace un hoyo de 5.0 cm de profundidad, donde se depositan 2 a 3 semillas.

6. Practicas culturales.

a) Manejo de malezas :

Se hace manual, complementada con un herbicida no selectivo en un azadón químico.

b) Fertilización :

Se hace a los 8 días de germinado, para la zona se ajusto la siguiente dosis 1 bulto de Dap/h y 1 bulto de KCl /h.

c) Plagas :

En la región no se presentan insectos plagas limitantes, aunque hay áreas donde la iguana causa severos daños. Otras plagas : toñó (*Trigona sp*), crisomélidos (*Diabrotica sp*) y la iguana(*Iguana iguana*)

d) Enfermedades :

En la zona no se presentan enfermedades limitantes, solo se presentan focos aislados de una o dos plantas por lote, causadas por una marchitez cuyo agente causal es (*Phyitium spp*).

e) Cosecha :

Esta se hace 60 días después de la germinado, recolectando las vainas secas

7. Variedades

- ICA Calamari : Variedad seleccionada para la región Caribe por el ICA en CI Turipaná posee gran adaptación y rusticidad, el grano es de color rojo oscuro.
- ICA Betanci : Variedad seleccionada para la región Caribe por el ICA en CI Turipaná posee gran adaptación y rusticidad, resiste mas la humedad que la variedad criolla “selele” o “cabecita negra”. El grano es de color crema.
- Caupica M11 : Variedad seleccionada en CI Turipaná, por el ICA, apartir de materiales regionales conocidos como “cabecita negra” o “selele”, de gran adaptación y rusticidad, posee mejores características y tiene mayores rendimientos que la variedad regional.

8. Desarrollo

Esta leguminosa germina entre 4 a 8 días después de sembrada, apartir de este momento se inicia un acelerado proceso de producción de follaje alcanzando su máximo desarrollo entre los 28 a 35 días, tiempo en el cual comienza el período de floración continua identificándose tres fases (floración y fructificación) :

- 1^{ra} 27 a 30 días el 15%
- 2^{da} 31 a 33 días el 70%
- 3^{ra} 34 a 80 días el 15%

Su tasa de crecimiento es alta ya que sólo en 30 días alcanza 100 cm de longitud.

9. Aportes al sistema.

Bajo las condiciones del Bajo Cauca Antioqueño se encontró que la producción de biomasa en forma de materia verde a los 30 días o al momento de la floración osciló entre 20 y 50 t/ha; esta producción baja al momento de la cosecha (60 días) de 5 a 25 t/ha, sin contar los subproductos de postcosecha (vainas) que equivalen a 300 - 600 k/ha. La raíz de esta fabacea es de tipo pivotante muy ramificada, posee una gran cantidad de pelos absorbentes, y en ella se sitúa una gran cantidad de nódulos fijadores de nitrógeno, sus dimensiones varían, alcanzando profundidades de 1.6 m y un radio de 2.1 m.

Esta planta al cabo de 30 días alcanza una cobertura del 95% del área en la que fue distribuida espacialmente y un 43% del sistema Caucho// frijol caupi, un 35% del área del sistema Caucho // maíz /Frijol caupi.

2.2.2.2 MAIZ (*Zea mays*)

1. Origen

Este cereal es originario de México, y era cultivado por los nativos pobladores de América desde épocas remotas, los españoles lo diseminaron por los cinco continentes, convirtiéndose en uno de los principales cultivos. Su gran capacidad de adaptación y muy diversos usos lo han colocado como el cultivo que en mas diversas formas el hombre usa en su vida diaria.

2. Botánica

Este cereal es una planta herbácea, diocea y con habito de crecimiento erecto.

- **raíz** : es fibrosa.
- **tallo** : es una caña formada por nudos y entrenudos, su longitud varia de 1.5 m a 4.0 m, esto depende de la variedad..
- **hojas** : lanceoladas, alterno opuestas
- **flor femenina** : es una mazorca
- **flor masculina** : es una espiga.
- **fruto** : es una mazorca.
- **semilla** : es un caripside o grano.

3. Taxonomía

Reino	<i>Vegetal</i>
División	<i>Spermatophytas</i>
Subdivisión	<i>Agiosperma</i>
Clase	<i>Monocotiledonea</i>
Subclase	<i>Glumiflorae</i>
Familia	<i>Graminae</i>
Subfamilia	<i>Panicoideas</i>
Tribu	<i>Maydeae</i>
Genero	<i>zea</i>
especie	<i>mays</i>

Descriptor : Lineo.

4. Ecología

Esta gramínea es uno de los cereales más difundidos y consumidos, hace parte de la dieta de las comunidades campesinas de la América tropical. Se adapta a gran cantidad de agroecosistemas y condiciones edafoclimáticas.

- **Requerimientos ecológicos.**

El maíz es una especie cosmopolita, que se adapta desde el nivel del mar hasta los 2800 m, a un rango de temperatura entre 13 y 28 °C, bajo regímenes hídricos de 600 a 4000 mm/año y una humedad relativa entre los 65 y 85%.

Los requerimientos edafológicos son los siguientes profundidad efectiva superior a 1.0 m, drenaje interno bueno, nivel freático superior a 1.0 m, pH superior a 5.0, textura FA a FAr y fertilidad media

5. Manejo

a) Adecuación del lote :

Se realiza eliminando las especies vegetales nocivas que compiten con el maíz y permitiendo el desarrollo de coberturas noble.

b) Trazado :

Se hace paralelo a los del caucho, dejando una distancia con estos de 1.5 m. La distancia entre los surcos y entre plantas es de 1.0 m.

c) Siembra :

Se efectúa a chuzo, depositando 3 a 5 semillas por sitio.

6. Practicas culturales

a) Manejo de malezas :

Se hace de una forma selectiva eliminando la plantas nocivas, usando un azadón químico .

b) Fertilización :

Se debe implementar de acuerdo el análisis de suelos, por las condiciones de la zona se ha encontrado que un mes antes de la siembra es recomendable aplicar un correctivo o enmienda, la dosis ajustada para las condiciones de la región son 300 k/ha, la fertilización se hace 8 días después de la siembra, la dosis es de 50 k/ha de urea, 50 k/ha de Dap y 50k/ha de KCl. Cuando el cultivo ha cumplido 25 días se aplica 50 k/ha de urea.

c) Plagas :

No se presenta ninguna limitante. Cuando ocurre un ataque se aplica un insecticida de contacto; se ponen cebos para los roedores y repelentes para las aves.

Entre ellas principales plagas que atacan este cultivo están el cogollero (*Spodoptera sp*), el grillo (*Grillus sp*). El ratón () y un tipo de loro llamado cheja (*Prunus sp*)

d) Cosecha :

Se puede hacer apartir de los 90 días después de germinado, para consumo como grano fresco, o en estado lechoso (chocolo) ; para consumo como grano seco, se cosecha apartir de 118 días.

7) Desarrollo

Este cereal bajo las condiciones del trópico bajo tiene un ciclo de vida de 120 días, alcanza su máxima altura a los 60 días, al cabo del cual su tasa de crecimiento es de 5 cm/día, con una altura promedio superior a los 300cm; para las variedades mejoradas su floración se produce a los 56 días, periodo en el que se inicia el llenado del grano que termina a los 90 días, en el cual se puede comenzar la cosecha del grano fresco. A partir de este período se inicia el secado del grano y la transformación de azúcares en almidones que culmina a los 120 días en promedio.

8) Aportes

Esta gramíneas contribuye con el sistema aportando entre 9 y 19 t/ha de materia verde por ciclo de cultivo (2 veces/año) ; además produce entre 500 y 1000 Kg/ha de subproductos de cosecha (tusas, capacho).

La raíz es fasciculada, fibrosa, abundante, profundiza aproximadamente 1.5 m, se extiende cubriendo un radio de 1.0 m, forma una gran cantidad de conductos al desaparecer, con lo que las características físicas del suelo mejoran ya que aumenta la capacidad del suelo para contener agua y gases, además la descomposición y mineralización aporta materia orgánica al suelo y aumenta la actividad de la microflora, se estima que cada planta aporta entre 10 y 25 gr./planta de materia orgánica.

En lo relacionado con el aporte que hace esta planta a la cobertura del suelo, es necesario aclarar que por la arquitectura de la planta, esta es de dos clases, una cobertura real la que en realidad cubre la planta, esta es baja solo del 25% a los 60 días para ambos sistemas caucho//maíz y Caucho//maíz//frijol caupi mientras que la cobertura potencial, o sea el efecto de paraguas que tiene la disposición de las hojas de esta planta sobre el suelo es del 45% para ambos sistemas.

9) Variedades

- **ICA V 109** : Variedad de maíz seleccionada por el ICA en el CI Turipaná para la región Caribe, el color del grano es amarillo, los días a cosecha son 120.
- **ICA V 156** : Variedad de maíz seleccionada por el ICA en el CI Turipaná para la región Caribe, el color del grano es blanco, los días a cosecha son 120.
- **ICA V 157** : Variedad de maíz seleccionada por el ICA en el CI Tulenapa para la región de Uraba, el color del grano es blanco, los días a cosecha son 120.

2.2.2.3 Arreglo Maíz // Frijol Caupi

Este sistema permite obtener de una misma área dos cosechas, haciendo un uso mas eficiente del suelo. Este arreglo se hace se la siguiente forma, se siembra el maíz en las calles de caucho, ocho días después cuando esta ya halla germinado, se siembra el frijol caupi, entre cada surco de maíz se siembra uno de frijol, la distancia entre cada sitio de frijol caupi es de 0.2 m.

Aportes: este arreglo aporta al sistema mayor estabilidad, ya que la arquitectura de la plantas se complementan y aumenta su productividad, cobertura y producción de materia

2.3. EVALUACION DEL SISTEMA

Cuando las primeras comunidades descubrieron en la agricultura una actividad que satisfacía sus necesidades, lo hicieron empleando sistemas múltiples, mixtos, en los cuales varias especies compartían un espacio común, esta forma de cultivar adquirió y conservo su importancia en regiones tropicales, hasta hace algunas décadas cuando con la introducción de tecnologías foráneas condujo a la adopción del monocultivo como sistema productivo generalizado, aunque aun quedan zonas y regiones donde actualmente se emplean con eficiencia los sistemas múltiples.

En el cultivo del caucho (*Hevea brasiliensis*) el empleo de sistemas múltiples es la principal alternativa durante la etapa mientras este entra en producción (7 años). Con el presente trabajo se pretende evaluar los arreglos :

- Caucho // maíz (tres variedades)
- Caucho // Frijol Caupi (tres variedades)
- Caucho // Maíz // Frijol Caupi. (9 arreglos, cada variedad de maíz con cada variedad de frijol caupi)

Para determinar cual de los arreglos tenia los mejores rendimientos y/o se ajustaba mejor la los requerimientos de los productores.

Las ventajas de estos arreglos son :

- mantienen el suelo ocupado 240 días año corrido.

- se obtienen dos cosechas de maíz y hasta 4 de frijol caupi dependiendo del arreglo.
- aportan buena cantidad de materia orgánica.
- la interacción entre el frijol caupi y el maíz es positiva y complementaria, incrementando los procesos bioquímicos y la actividad de la microflora del suelo.
- el frijol caupi con su raíz pivotante y ramificada en la que se forman nódulos de rizobium , con lo cual se incrementa el nitrógeno del suelo.
- los profusos sistemas radiculares de maíz y los profundos del frijol incrementan la capilaridad del suelo, además al descomponerse aportan materia orgánica que mejora las características químicas.

3. RESULTADOS

Tabla N° 1 Rendimientos promedios de grano seco en Kg/ha (maíz y/o frijol caupi) de cuatro semestres con cuatro repeticiones

Tratamiento N°	Arreglo	Repeticiones				Total	Promedio	
		I	II	III	IV			
1	M ₁	2117	1724	2083	1852	7856	1964.0	abcd
2	M ₁ F ₁	3520	1773	2673	2722	10688	2672.0	ab
3	M ₁ F ₂	2626	2334	2374	2538	9872	2468.0	abc
4	M ₁ F ₃	2395	2299	1800	2066	8560	2140.0	abc
5	F ₁	1026	889	700	750	3365	841.3	def
6	M ₂	3293	2124	1717	2050	9184	2296.0	abc
7	M ₂ F ₁	3093	3527	2260	2680	11560	2890.0	a
8	M ₂ F ₂	2061	2607	1424	2000	8092	2023.0	abc
9	M ₂ F ₃	2147	1140	1747	2020	7052	1763.0	abcde
10	F ₂	664	781	521	474	2440	610.0	ef
11	M ₃	2124	951	2125	2100	7300	1825.0	abcde
12	M ₃ F ₁	1424	1618	2019	1963	7024	1756.0	bcdef
13	M ₃ F ₂	1311	1620	2086	1611	6628	1657.0	bcdef
14	M ₃ F ₃	1165	793	1952	1650	5560	1390.0	cdef
15	F ₃	468	500	821	520	2309	577.3	f

M	MAIZ	F	FRIJOL CAUPI
M ₁	ICA V 109	F ₁	ICA Calamari
M ₂	ICA V 156	F ₂	ICA Betanci
M ₃	ICA V157	F ₃	Caupica M11

En la tabla N° 1 aparecen los promedios de los rendimientos de grano seco (maíz y/o frijol caupí) para cada uno de los arreglos del sistema agroforestal obtenidos durante cuatro semestres.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de varianzas se encontraron diferencias significativas entre los diferentes arreglos, sobresaliendo la producción del grano a un nivel significativo ($0 < 0.01$), en el cual el arreglo ICA V126//ICA Calamarí supera a los demás arreglos, sin tener diferencias significativas con los siguientes arreglos: ICA V 109//ICA Calamarí ; ICA V109//Caupica M11 ; ICA V156//ICA Betancí ; ICA V 109 ; ICA V156//Caupica M11 e ICA V157.

Los anteriores arreglos tienen relación significativa con ICA V157//ICA Calamarí ; ICA V 157//ICA Betancí ; ICA V157//Caupica M11 ; ICA Calamarí ; ICA Betancí y Caupica M11.

Para el pequeño productor es importante que el arreglo o sistema les retribuya la mayor producción de granos, al evaluar esta combinación de arreglos y variedades se encontró que los arreglos de maíz ICA V156 e ICA V109 con el frijol caupí ICA Calamarí superan a los demás, lo cual le permite al productor seleccionar al arreglo que mejor se adapte a sus necesidades, requerimientos y costumbres.

Tabla N° 2 Rendimientos promedios de materia verde seca en Kg/ha/corte (plantas de maíz y/o frijol caupi) de cuatro semestres con cuatro repeticiones

Tratamiento N°	Arreglo	Repeticiones				Total	Promedio	
		I	II	III	IV			
1	M ₁	9485	8515	8224	9976	36200	9050	d
2	M ₁ F ₁	11050	10590	10799	9801	42240	10560	cd
3	M ₁ F ₂	13964	14708	12428	15500	56600	14150	b
4	M ₁ F ₃	18090	20200	20010	24700	83000	20750	a
5	F ₁	1035	1230	1403	1500	5168	1292	f
6	M ₂	4420	4215	4333	3968	16936	4234	e
7	M ₂ F ₁	5132	6809	5944	5461	23386	5839	e
8	M ₂ F ₂	5295	5062	5586	5153	21096	5274	e
9	M ₂ F ₃	13031	17115	15299	16235	61680	15480	b
10	F ₂	994	1384	1119	1371	4868	1217	f
11	M ₃	9776	7941	8966	11149	37832	9458	d
12	M ₃ F ₁	12591	12934	14189	12966	52680	13170	bc
13	M ₃ F ₂	10354	9885	10431	10370	41040	10260	d
14	M ₃ F ₃	9205	9973	11307	9103	39588	9897	d
15	F ₃	541	721	815	919	2996	749	f

M	MAIZ	F	FRIJOL CAUPI
M ₁	ICA V 109	F ₁	ICA Calamari
M ₂	ICA V 156	F ₂	ICA Betanci
M ₃	ICA V157	F ₃	Caupica M11

En la tabla N° 2 aparecen los promedios de producción de materia verde seca (peso de las plantas) aportada por cada arreglo del sistema obtenido durante cuatro semestres.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de varianzas se encontraron diferencias significativas de los arreglos sobre la producción de materia verde seca aun nivel ($P < 0.01$) en el cual el arreglo ICA V109//Caupica M11 tiene una diferencia significativa con los demás arreglos.

Los suelos del trópico húmedo como consecuencia de la eliminación del bosque y el inadecuado manejo de éstos causaron una reducción radical de la materia orgánica, razón por la cual es fundamental sembrar cultivos que aporten buen contenido de materia orgánica. Al evaluar los

arreglos de este sistema agroforestal se encontró que el arreglo de maíz ICA V109 con el frijol caupi caupica M11 son los que más materia verde seca aportan después de haber cosechado las mazorcas y vainas; esto equivale a 7.5 toneladas/hectárea/cosecha lo que equivale a 15 toneladas/año.

Tabla N° 3 Rendimientos promedios de residuos de cosecha en Kg/ha de materia verde seca (capachos y tusas de maíz y/o vainas de frijol caupi) de cuatro semestres con cuatro repeticiones

Tratamiento Nº	Arreglo	Repeticiones				Total	Promedio	
		Y	II	III	IV			
1	M ₁	610	650	640	600	2500	625	cd
2	M ₁ F ₁	682	720	672	694	2868	717	bc
3	M ₁ F ₂	772	739	832	821	3164	791	b
4	M ₁ F ₃	730	645	721	688	2784	696	bc
5	F ₁	688	720	748	732	2888	722	bc
6	M ₂	388	444	404	452	1688	422	e
7	M ₂ F ₁	986	915	118 5	1076	4160	1040	a
8	M ₂ F ₂	476	490	403	415	1784	446	e
9	M ₂ F ₃	762	635	629	614	2640	660	c
10	F ₂	525	490	504	505	2024	506	de
11	M ₃	525	474	424	501	1924	481	e
12	M ₃ F ₁	600	580	680	680	2540	635	cd
13	M ₃ F ₂	756	694	620	730	2800	700	bc
14	M ₃ F ₃	636	604	664	636	2530	635	cd
15	F ₃	905	950	911	934	3700	925	a

M	MAIZ	F	FRIJOL CAUPI
M ₁	ICA V 109	F ₁	ICA Calamari
M ₂	ICA V 156	F ₂	ICA Betanci
M ₃	ICA V157	F ₃	Caupica M11

En la tabla N° 3 aparecen los promedios de los rendimientos de los residuos de cosecha de cada uno de los arreglos de maíz y/o frijol caupí en el sistema agroforestal analizados.

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza se encontró que las diferencias significativas del arreglo de ICA V156//ICA Calamari sobre la producción de residuos de cosecha (Tusas, capachos y vainas) en kg/ha a un nivel significativo ($P < 0,01$) sobre los demás arreglos.

Los residuos de cosecha son importantes ya que ellos se pueden usar para suplementar los animales domésticos ; para reemplazar la leña usada en la cocina campesina lo que reduce la deforestación ; para la fabricación de compost o humus ; para incorporar al suelos como materia orgánica y seca. Estos aportes extras le permiten al productor mejorar el nivel de su predio reduciendo el impacto sobre el medio economizando en el gasto de insumos. El mejor arreglo fue el de maíz ICA V156 que aportó 295 kg/ha/corte en tusas y capachos ; éste, asociados con el frijol caupí ICA calamari aportó 401 kg/ha/corte de vainas.

Tabla N° 4 Rendimientos promedios de Peso verde seco de raíces en Kg/ha (maíz y/o frijol caupí) de cuatro semestres con cuatro repeticiones

Tratamiento N°	Arreglo	Repeticiones				Total	Promedio	
		I	II	III	IV			
1	M ₁	230	290	208	180	908	227	abc
2	M ₁ F ₁	270	325	345	300	1240	310	a
3	M ₁ F ₂	306	296	248	210	1060	265	abc
4	M ₁ F ₃	219	254	256	171	900	225	ab
5	F ₁	328	306	216	230	1080	270	bc
6	M ₂	188	217	159	256	820	205	a
7	M ₂ F ₁	274	261	395	310	1240	310	ab
8	M ₂ F ₂	268	252	299	249	1068	267	bc
9	M ₂ F ₃	186	204	222	160	772	193	bc
10	F ₂	217	231	228	164	840	210	bc
11	M ₃	199	216	180	161	756	189	ab
12	M ₃ F ₁	264	273	243	288	1068	267	abc
13	M ₃ F ₂	250	232	233	285	1000	250	abc
14	M ₃ F ₃	222	219	235	212	888	222	c
15	F ₃	165	155	168	160	648	162	

M	MAIZ	F	FRIJOL CAUPI
M ₁	ICA V 109	F ₁	ICA Calamari
M ₂	ICA V 156	F ₂	ICA Betanci
M ₃	ICA V157	F ₃	Caupica M11

En la tabla N° 4 aparecen los promedios de peso seco de las raíces en kg/ha/corte en Materia Verde Seca (MVS) de maíz y/o frijol caupí para cada uno de los arreglos de un sistema agroforestal durante 4 semestres. De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de varianzas se encontraron diferencias significativas de los diferentes arreglos sobre el peso de las raíces en los arreglos a un nivel significativo ($p < 0,01$) en el cual el arreglo ICA V156/ ICA Calamarí superó a los siguientes arreglos sin tener una diferencia significativa con ellos : ICA V109//ICA Calamarí ; ICA Calamarí ; Caupica M11; ICA V156// IVA Betanci ; ICA V109 ; ICA V109//Caupica M11; ICA V157//Caupica M11 y no hay diferencias significativas con los demás arreglos.

Hasta hace poco sólo se le daba importancia a las raíces como órganos de sostén y alimentación. Esto está cambiando por que se ha demostrado que las raíces al crecer y desarrollarse forman una compleja red de galerías que penetran las capas del suelo y actúan como bombas de succión del agua reteniéndola al rededor de éstas lo que genera una serie de reacciones químicas, bioquímicas y procesos biológicos. Al morir las raíces se descomponen e incorporan materia orgánica a través de las capas del suelo, además mejoran el drenaje permitiendo la circulación de agua y gases lo que incrementa la actividad de la microflora del suelo. Dentro de los arreglos en estudio el que mayor aporte de materia orgánica por parte de sus raíces al suelo fue : ICA V156 con 182 kg MVS /ha/corte y de frijol caupí ICA Calamarí 128 kg. MVS/ha/corte.

Tabla N° 5 Porcentaje de cobertura real del área total (maíz y/o frijol caupi) de cuatro semestres con cuatro repeticiones

Tratamiento N°	Arreglo	Repeticiones				Total	Promedio	
		I	II	III	IV			
1	M ₁	25	26	28	29	108	27	b
2	M ₁ F ₁	59	55	62	56	232	58	a
3	M ₁ F ₂	50	54	55	57	216	54	a
4	M ₁ F ₃	56	53	59	52	220	55	a
5	F ₁	50	60	60	58	228	57	a
6	M ₂	30	25	29	28	112	28	b
7	M ₂ F ₁	62	62	57	67	248	62	a
8	M ₂ F ₂	63	56	58	55	232	58	a
9	M ₂ F ₃	51	51	58	60	220	55	a
10	F ₂	62	50	52	52	216	54	a
11	M ₃	30	31	28	27	116	29	b
12	M ₃ F ₁	60	61	61	62	244	61	a
13	M ₃ F ₂	58	58	58	46	220	55	a
14	M ₃ F ₃	48	57	55	52	212	53	a
15	F ₃	55	55	57	45	212	53	a

M	MAIZ	F	FRIJOL CAUPI
M ₁	ICA V 109	F ₁	ICA Calamari
M ₂	ICA V 156	F ₂	ICA Betanci
M ₃	ICA V157	F ₃	Caupica M11

Es de anotar que cada uno de los arreglos posee un área de amortiguamiento aportada por el caucho, la que equivale al 30 %.

En la tabla N° 5 aparece el porcentaje de cobertura promedio alcanzado por cada uno de los arreglos durante cuatro semestres. De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de varianza se encontró diferencias significativas de los diferentes arreglos sobre el porcentaje de cobertura de cada uno de los arreglos a un nivel significativo ($P < 0.01$). El arreglo ICA V156//ICA Calamarí fue el que superó a los demás en porcentaje de cobertura y presentó diferencia significativa con los arreglos ICA V157, ICA V156 e ICA V109 ; con los demás no presentó diferencias significativas.

Para las condiciones del trópico húmedo hay dos condiciones que inciden en la reducción de la fertilidad del suelo, estas son : el agua en forma de precipitación que actúa como el principal y más severo agente erosivo y el sol que genera temperaturas incidiendo sobre el suelo como agente biocida, reduciendo altamente las poblaciones y actividad de la microflora benéfica, generando sucesiones naturales agresivas y competitivas con las especies que el hombre usa ; por esta razón es tan importante establecer sistemas productivos agrícolas que aporten una buena cobertura real y total. En este ensayo se encontró que la cobertura total del arreglo ICA V156//ICA Calamarí superó a las demás.

En la tabla N° 6 aparecen los promedios de los aportes totales de materia orgánica aportados por cada arreglo agroforestal durante cuatro semestres. De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de varianzas se encontró diferencias significativas ($P < 0,01$) de arreglo ICA V109// Caupica M11 con los demás arreglos sobre la producción total de MVS (peso seco de raíces, plantas, tusas, capachos y vainas).

Si analizamos el aporte total de materia orgánica en cada uno de los arreglos encontramos que en el siguiente arreglo el maíz ICA V109 aporta 8 ton MVS/ha/corte y el frijol caupí Caupica M11 aporta 13.5 ton MVS/ha/corte lo que nos permite evaluar la importancia de este arreglo para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelos.

Tabla N° 6 Rendimientos promedios totales de materia verde seca en Kg/ha (maíz y/o frijol caupi) aportada por las plantas, raíces y residuos de cosecha de cuatro semestres con cuatro repeticiones

Tratamiento N°	Arreglo	Repeticiones				Total	Promedio	
		I	II	III	IV			
1	M ₁	10325	9455	9072	10756	39608	9902	de
2	M ₁ F ₁	12025	11658	11839	10798	46320	11580	cd
3	M ₁ F ₂	14515	15176	15221	15928	60840	15210	b
4	M ₁ F ₃	19004	21133	20990	25553	86680	21670	a
5	F ₁	1997	2492	2303	2354	9136	2284	g
6	M ₂	4996	4876	4896	4676	19444	4861	fg
7	M ₂ F ₁	6394	7987	7526	6849	28756	7189	ef
8	M ₂ F ₂	6039	5804	6288	5817	23948	5987	f
9	M ₂ F ₃	13961	17956	16152	17011	65080	16270	b
10	F ₂	1736	2105	1851	2040	7732	1933	g
11	M ₃	10502	8633	9572	11813	40520	10130	de
12	M ₃ F ₁	13463	13795	15120	13942	56320	14080	bc
13	M ₃ F ₂	11360	10810	11280	11390	44850	11210	cd
14	M ₃ F ₃	10060	10790	12204	9946	43000	10750	d
15	F ₃	1651	1866	1934	2053	7504	1834	g

M	MAIZ	F	FRIJOL CAUPI
M ₁	ICA V 109	F ₁	ICA Calamari
M ₂	ICA V 156	F ₂	ICA Betanci
M ₃	ICA V157	F ₃	Caupica M11

Tabla N° 7 Rendimientos promedios de la totalidad de la biomasa seca en Kg/MS/ha/cosecha (maíz y/o frijol caupi) de cuatro semestres con cuatro repeticiones

Tratamiento N°	Arreglo	Repeticiones				Total	Promedio	
		I	II	III	IV			
1	M ₁	10325	9455	9072	10756	39608	9902	de
2	M ₁ F ₁	12025	11658	11839	10798	46320	11580	cd
3	M ₁ F ₂	14515	15176	15221	15928	60840	15210	b
4	M ₁ F ₃	19004	21133	20990	25553	86680	21670	a
5	F ₁	1997	2492	2303	2354	9136	2284	g
6	M ₂	4996	4876	4896	4676	19444	4861	fg
7	M ₂ F ₁	6394	7987	7526	6849	28756	7189	ef
8	M ₂ F ₂	6039	5804	6288	5817	23948	5987	f
9	M ₂ F ₃	13961	17956	16152	17011	65080	16270	b
10	F ₂	1736	2105	1851	2040	7732	1933	g
11	M ₃	10502	8633	9572	11813	40520	10130	de
12	M ₃ F ₁	13463	13795	15120	13942	56320	14080	bc
13	M ₃ F ₂	11360	10810	11280	11390	44850	11210	cd
14	M ₃ F ₃	10060	10790	12204	9946	43000	10750	d
15	F ₃	1651	1866	1934	2053	7504	1834	g

M	MAIZ	F	FRIJOL CAUPI
M ₁	ICA V 109	F ₁	ICA Calamari
M ₂	ICA V 156	F ₂	ICA Betanci
M ₃	ICA V157	F ₃	Caupica M11

En la tabla N° 7 aparecen los aportes totales de biomasa producida por los componentes de cada arreglo del sistema y la cobertura que genera durante cuatro semestres. De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de varianzas se encontraron diferencias significativas ($P < 0,01$) en la cual el arreglo ICA V109/caupica M11 supera a los demás arreglos sin presentar diferencias significativas con ICA V156//caupica M11; ICA V109//ICA Betanci ; ICA V157//ICA Calamarí ; ICA V109//ICACalamari. Presentando diferencias significativas con los demás arreglos.

Al analizar desde el punto de vista de la productividad de un sistema es preciso evaluar la producción total del biomasa de los componentes que forman un sistema productivo multiespecífico o arreglo de una o varias especies anuales y/o perennes. La totalidad de biomasa producida por un sistema está constituida por el grano, la planta seca, los residuos de cosecha (tusa, capacho y vaina) y peso seco de raíces, además el efecto de los componentes del sistema manifestado en el

porcentaje de cobertura; teniendo estos parámetro se encontró que el arreglo ICA V109/caupica M11 generaban 23,79 ton. MVS/ha/corte y un porcentaje de cobertura del 55% lo que le imprimía gran valor y aportes al sistema

BIBLIOGRAFIA

- DIAZ DIEZ, Cipriano A.. LOPEZ, Silvia. El cultivo del Fríjol Caupí. Boletín Técnico N° 1. Caucasia 1997. Edit. Alfa - Gama. 18p.
- DIAZ DIEZ, Cipriano A.. LOPEZ, Silvia. El cultivo del Maíz en el Bajo Cauca. Boletín Técnico N° 1. Caucasia 1997. Edit. Alfa - Gama. 18p.
- MONTAGNINI, Florencia y otros. Sistemas agroforestales "Principios y Aplicaciones" . Compendios. 2ª Edición. San José (CR), Organización para estudios tropicales. 1992. 662 p.
- RICON SEPULVEDA. Ovidio, El Cultivo del Caucho (*Hevea brasiliensis*). Federación Nacional de Cafeteros. Editolaser & Cía. 35p.
- Secretaría de Agricultura de Antioquia. Curso de caucho. Caucasia, 16-19 de abril. 1996. Memorias (fotocopias) 36 p.
- Secretaría de Agricultura de Antioquia. curso Regional de Caucho. Tarazá, marzo 1998. Memorias. 70 p