

**EVALUACION DEL SISTEMA AGROFORESTAL CAOBA (*Swetenia Macrophylla King*),  
CACAO (*Theobroma cacao L.*) Y PLATANO (*Musa paradisiaca, Simmons.*), EN EL  
MUNICIPIO DE TUMACO, NARIÑO<sup>1</sup>**

*Emilce Rodríguez Ochoa*<sup>2</sup>  
*William Ballesteros Possú*<sup>3</sup>

**ASSESSMENT OF AGROFORESTRY SYSTEM WITH MAHOGANY (*Swetenia  
Macrophylla King*), COCOA (*Theobroma cacao L.*) AND PLANTAIN (*Musa paradisiaca,  
Simmons*), IN THE TUMACO MUNICIPALITY OF NARIÑO**

**RESUMEN**

Se evaluó el comportamiento biológico y financiero del sistema agroforestal caoba (*Swetenia macrophylla King*)-cacao (*Theobroma cacao L.*) y plátano (*Musa paradisiaca*.) a los dos años de establecido, en el corregimiento de robles, municipio de Tumaco, bajo un diseño de bloques completamente al azar, con siete tratamientos, siendo el área útil 1600m<sup>2</sup>, con siete (7) tratamientos y tres repeticiones. En el plátano se presentaron diferencias estadísticas significativas en las variables: cantidad de hijuelos T6, T1 (5,26), peso de vástago T7 (2,18 kg), peso promedio racimo T1 (15,38 kg) reportando los valores más altos. En caoba se presentaron diferencias estadísticas significativas en las variables altura T1 (1,40m) diámetro T1 (2,39cm), área de copa T5, T1 (0,58 y 0,56m). En cacao se presentaron diferencias estadísticas significativas en las variables altura, T5, T4 y T1 (59,91, 58,46 y 49,25), diámetro T1, T4, T5 y T6. Emisión de ramas T4, T5, y T6, (2,33, 2,33 y 2,25), emisión de hojas T3 T5 (3,67 y 10,83). Con respecto a la tasa de crecimiento no presento diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos. El plátano mostró buen comportamiento en los diferentes tratamientos, caoba reportó comportamiento aceptable cuando se siembra en altas densidades a pesar del ataque de *H. grandela*, los de injertos de cacao evidenciaron un buen comportamiento en los arreglos agroforestales. Los tratamientos evaluados son viables económicamente y biológicamente aunque los mejores indicadores se reportaron en el tratamiento T3 y los más bajos con los tratamientos T2 y el T6.

---

**PALABRAS CLAVE:** sistemas tradicionales, productividad, sombrío, *Hypsiphilla grandella*, análisis financiero.

---

<sup>1</sup> Trabajo de Grado presentado por Emilce Rodríguez Ochoa para obtener el título de Ingeniera agroforestal

<sup>2</sup> Estudiante egresada del programa de Ingeniería Agroforestal

<sup>3</sup> I.AF, M.SC. Docente Tiempo Completo del Programa de Ingeniería Agroforestal , FACIA, Universidad de Nariño

## ABSTRACT

Biological and financial behavior of agroforestry system mahogany (*Swetenia macrophylla* King), cocoa (*Theobroma cacao* L) and plantain (*Musa paradisiacal*. Simmons) two years old in the Robles village, Tumaco municipality, under an randomized blocks design, seven (7) treatments and three (3) repetitions with a useful area of 1600m<sup>2</sup>. Plantains were significant statistical differences in the variables: amount of buds T6, T1 (5.26), stem weight T7 (2.18 kg), raceme average weight T1 (15.38 kg) reporting the highest values. Mahogany presented significant statistical differences in the variables T1 height (1, 40 m) diameter T1 (2, 39 cm), T1, T5 canopy (0.58 and 0, 56 m). Cocoa introduced differences significant statesmen in T1, T4, T5, the variable height (59.91, 58.46, 49.25), T1, T4, T5, T6 diameter. Shoot buds T4, T5 and T6 shoot branches (2.33, 2.33 and 2.25), issuance of leaves T3 T5 (3.67 and 10.83). According to rate growth it did not present statistically significant difference in any of the treatments. Plantain presented good behavior in different treatments, mahogany reported acceptable behavior when they were sowing in high densities in spite of *H. grandella* pest; cocoa grafts had good behavior in agroforestry arrangements. Evaluated treatments are viable economically and biologically although the best indicators were reported by T3 and the worst were T2 and T6 treatments.

---

**KEY WORDS:** Traditional systems, productivity, shading, *Hypsiphilla grandella*, financial analysis

## INTRODUCCION

En Colombia el cultivo del cacao genera la principal fuente de ingresos a 25.000 familias aproximadamente, registrándose la mayor producción en los departamentos de Santander, Huila, Norte de Santander, Arauca y Tolima, los cuales aportan cerca del 75% de la producción total nacional (IICA- MADR, 2001); en estas zonas el cacao se produce en minifundios bajo sistemas de agricultura de subsistencia (casi el 90% de la producción de cacao corresponde a pequeños agricultores con menos de 5 ha); no obstante, la producción mundial de cacao en grano se concentra en los países tropicales, principalmente en África y América, mientras que la producción de bienes intermedios y finales se concentra en los países desarrollados como Europa y América del Norte) (ICCO 2006 citado por UNAL COLOMBIA, COLCIENCIAS y MADR, 2007).

En Tumaco el cultivo de cacao se ha manejado de forma tradicional con diferentes componentes y distancias de siembra no sistemática, esto se ha realizado con la finalidad de diversificar la producción y obtener ingresos de especies maderables y/o frutales, alcanzando rendimientos que están alrededor de los 275 Kg/Ha/año, muy por abajo del promedio nacional que es de 450 Kg./Ha/año (Casa Luker, 2006), para que el cultivo de cacao represente un buen negocio para el agricultor, debe presentar rendimientos anuales superiores a 1500 kg/ha de grano seco, a partir del quinto año de establecido (IICA- MADR, 2001).

La baja producción de los sistemas agroforestales tradicionales de cacao ha hecho que muchos agricultores de la región presenten desinterés en el manejo de estos, ocasionando poca inversión. Lo que genera problemas de plagas y enfermedades: Debido a esta situación, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) viene desarrollando diferentes proyectos agroforestales con el fin de fomentar una agricultura sostenible y una mayor producción por unidad de área.

Para la modernización de la cacao, debe usarse una mayor densidad de siembra, y efectuar un manejo integral del cultivo sin dejar de lado ninguna práctica del paquete tecnológico, lo cual garantiza árboles de cacao sanos capaces de expresar todo su potencial productivo. La injertación genera plantas de porte bajo, las cuales se asocian con otras especies que le den sombra conformando un sistema agroforestal altamente productivo. Se recomiendan trazados que garanticen una densidad entre 1.000 y 1500 árboles de cacao por hectárea, en forma de cuadrado, triángulo, curva de nivel o en rectángulos, utilizando distancias uniformes o en arreglos asimétricos que permitan un mejor aprovechamiento del terreno. Los clones de cacao recomendados por zona agroecológica bh-T son: TSH 565, ICS A, IMC 67 y MON 1 (FEDECACAO, MADR y PRONATTA, 2001).

En la presente investigación se realizó la evaluación del sistema agroforestal con caoba, cacao y plátano en el corregimiento de san Luis Robles municipio de Tumaco, el cual tuvo como finalidad determinar el comportamiento de estas especies en diferentes arreglos como una alternativa de asegurar una mayor producción y de esta forma contribuir con el desarrollo socioeconómico de los agricultores; en el marco del proyecto “Identificación, diseño y evaluación técnica y económica de arreglos agroforestales con sombríos de cacao bajo las condiciones ambientales de Tumaco”, Nariño COD: 2007E6407 261.

## **METODOLOGÍA**

El municipio de Tumaco está localizado a 1°49´ de latitud norte y a 79° 46´ de longitud oeste del meridiano de Greenwich, ubicado en el departamento de Nariño, al sur oeste de Colombia; con una precipitación que va desde los 3.500 a los 4.500 mm anuales, temperatura con una máxima de 29 °C, durante el día en épocas soleadas y una mínima de 23 °C durante la noche en periodos lluviosos; promedio de 26 °C, la humedad relativa promedio es del 87%, el brillo solar de 3,5 horas luz /día,

las direcciones predominantes de los vientos son sur-occidente y norte-oriente, la dominancia de su dirección es occidente - oriente. Tienen una velocidad media de 1,7 metros/segundo (Gallo, 2005).

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con tres bloques y siete (7) tratamientos (tabla 1), el área experimental correspondió a 3 has (30.000 m<sup>2</sup>), divididos en parcelas de 1600 m<sup>2</sup> donde se establecieron los tratamientos, las parcelas útiles y las líneas para el efecto de borde.

Tabla 1. Distribución y densidad de los componentes en los diferentes tratamientos

Tratamientos	Cacao		Maderables		Plátano	
	Distancias	Densidad	Distancias	Densidad	Distancias	Densidad
1	3 m x 3 m	1111	3 m x 3 m	1111	3 m x 3 m	1111
2	4 m x 4 m	625	4 m x 4 m	625	4 m x 4 m	625
3	3 m x 4 m	833	8 m x 6 m	208	3 m x 4 m	833
4	3 m x 4 m	833	12 m x 6 m	139	3 m x 4 m	833
5	3 m x 4 m	833	16 m x 6 m	104	3 m x 4 m	833
6	Franjas	416	Franjas	1000	Franjas	1000
7	Testigo: Área de 40 m x 40 m en finca tradicional					

### Establecimiento de arreglos agroforestales

Los arreglos agroforestales se establecieron en fincas de agricultores, los sitios destinados para la experimentación se adecuaron de tal manera que permitiera el establecimiento de los mismos. Para el establecimiento de los componentes de los arreglos agroforestales, se adquirió semillas de caoba en SEMICOL, la semilla de cacao para patronaje en la granja Luker y la semilla de plátano en las fincas de los productores; la germinación de las semillas de caoba y cacao se realizó en vivero construido por la comunidad, donde las plantas permanecieron cuatro meses después de la emergencia.

### Labores culturales

Para el establecimiento de las parcelas se realizó la preparación de terreno, trazado, ahoyado y siembra de los componentes. Teniendo en cuenta que el cacao es una especie umbrofila, fue necesario sembrar inicialmente caoba y plátano, una vez el plátano presento una altura aproximada de 1m, se estableció el cacao. Se hicieron podas de formación y mantenimiento, en las plantas de cacao que presentaron ataque de escoba de bruja se efectuó poda sanitaria; y en los arboles de caoba que presentaron ataque de *Hipsyphilla grandella* se realizaron cortes en las partes afectadas, las que fueron cubiertas con una pasta cicatrizante. a los 5 meses después de la siembra del cacao se aplico 5 g de fertilizante triple 15 por planta en forma de corona, luego se hicieron fertilizaciones con

materiales orgánicos dependiendo de los análisis de suelo, finalmente a cada tratamiento se le hizo limpieza general cada tres meses.

### **Variables evaluadas**

#### **Plátano**

Número de hijuelos, Número de hojas al formar el racimo, Peso de racimos Número de manos, Número y peso de dedos

#### **Cacao**

Altura (cm), Diámetro del tallo en (cm), Emisión de ramas (unidad), Emisión de hojas (unidad), Tasa de crecimiento de la rama injerto en (cm).

#### **Maderables**

Altura, Diámetro, Área de copa, esta se determino midiendo dos ejes uno en dirección NS (a) y EW (b), utilizando la formula de la elipse:

$$A = \pi/4 \left( \frac{a + b}{2} \right)^2$$

#### **Análisis estadístico**

Los datos se procesaron mediante el programa Excel, las diferentes variables se le hizo un análisis de varianza para determinar diferencias o similitudes entre los tratamientos, cuando esta diferencias fueron significativas, se realizó una prueba de Duncan para comparar los promedios de tratamientos. Todo esto se realizó con una probabilidad del 95% utilizando el paquete estadístico SAS V8.0

#### **Análisis económico**

Se realizó un presupuesto total, donde permanentemente se registraron datos acerca de los costos de mano de obra, herramientas, insumos, etc., en cada tratamiento y los ingresos que se generaron, tanto del sistema como de los componentes por separado y hacer una proyección a 20 años empleando los indicadores económicos TIR, VAN y R B/C.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Plátano**

#### **Cantidad de hijuelos**

En el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0.0001$ ), al comparar los promedios de los tratamientos mediante la prueba de Duncan, los tratamientos (T6),(T1) presentaron los valores más altos con 5,26 hijuelos cada uno y los valores más bajos corresponden al tratamiento (T7) 2.40 hijuelos por planta como se indica en la figura 1; esta

diferencia en el número se debe posiblemente a la cantidad de luz que llega hasta la cepa de las plantas, debido a que en los sistemas tradicionales (T7) es común encontrar diferentes estratos, en donde muchas especies presentan alturas superiores a las plantas de plátano las cuales impiden la penetración de los rayos solares a los estratos inferiores del suelo. Por otra parte dada la edad de las plantas de plátano (más de 5 años) de este tratamiento pudo haber influido, debido a que estas ya estaban establecidas; otro aspecto que pudo influir es que en el sistema tradicional no se realiza ningún manejo de los hijuelos y las limpiezas y plateas son muy irregulares, en ocasiones pueden ser de cada año.

Los promedios de los tratamientos T1 (5,26), T6 (5,26) y T2 (4,93) fueron superiores a los reportados por Ballesteros y Ordoñez (2008) en un estudio realizado en el Bajo Mira con promedios de 4,77; 4,19 y 3,66 hijuelos, tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente.

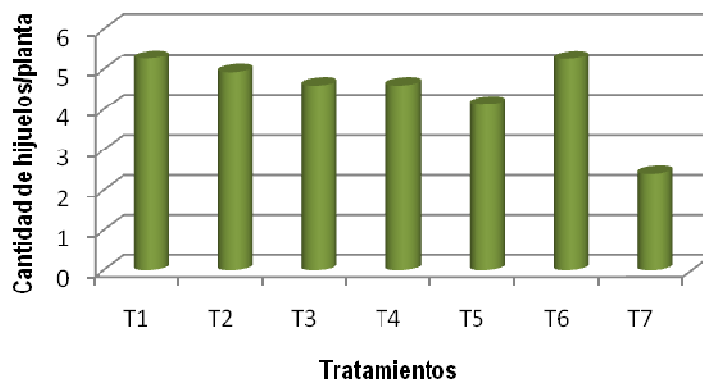


Figura 1. Promedio de hijuelos por planta de plátano en los diferentes tratamientos.

Valencia (2003), reporta que el número elevado de colinos por unidad productiva influye en la disminución de producción, recomendando entonces que la cantidad de colinos debe ser máximo tres para obtener altos rendimientos por unidad productiva. Por su parte Arcila (2003) se registro el mayor valor de 4,64 m por unidad de producción y el menor de 3,08 m correspondiente a cuatro colinos por sitio presentándose una diferencia entre estos de 0,66 m. Lo que indica que el efecto de la competencia entre los colinos que componen cada unidad productiva se traduce en una mayor altura de la planta, especialmente cuando su número es mayor o igual a tres.

### Número de hojas a la cosecha del racimo

En el análisis de varianza no se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0.3975$ ), para el promedio de las hojas funcionales (verdes), lo que indica que las plantas de plátano tuvieron el mismo promedio de hojas en el momento de la cosecha en los diferentes tratamientos (figura 2); los promedios de los tratamientos fueron T5 (3,60), T2 (3,46), T6 (3,40), T7y T4 (3,33), T1 (3,26) y T3 (2,86) hojas respectivamente.

Al respecto Belalcázar (2005) indica que el número de hojas presentes al momento de la floración, como un efecto de las distancias de siembras evaluadas, varía entre 9,16 y 10,15 con una diferencia de 0,99 hojas, las cuales difieren en forma significativa desde el punto de vista estadístico. Esto indica que a mayor densidad hay un menor número de hojas.

Teniendo en cuenta lo anotado por Belalcázar (2005), se evidencia que las plantas de plátano en Tumaco están formando un racimo con muy pocas hojas, de las cuales son 3 o 4 las que llegan a la formación definitiva del racimo, lo que puede incidir en su calidad, peso y tamaño.

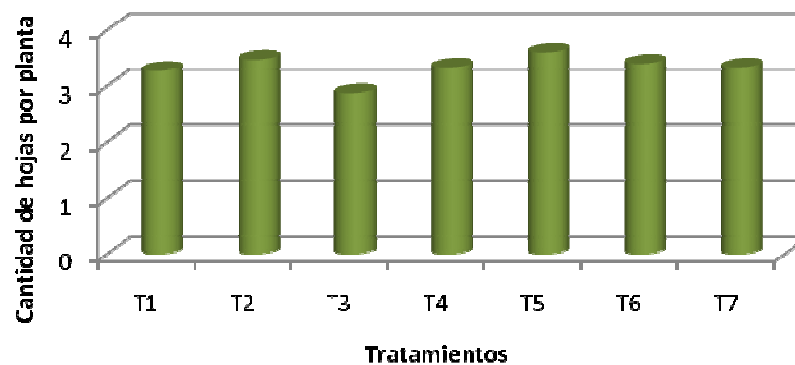


Figura: 2. Número de hojas de plátano/planta a la cosecha de racimo en los diferentes tratamientos.

### Cantidad de racimos de plátano

#### Peso de racimo

Para esta variable no se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > F 0.8407$ ) en el análisis de varianza, lo que indica que las plantas de plátano tuvieron el mismo comportamiento para el peso promedio en los diferentes tratamientos (figura 3), los cuales fueron 15.38 kg, 16.30 kg, 15.53 kg, 15.23 kg, 15.08 kg, 14.80 kg y 14.71 kg por racimo para los tratamientos T1, T7, T5, T4, T2, T3 y T6 respectivamente.

Al respecto Aranzazu *et al.*, (2003) comparando las técnicas de deshoje fitosanitario y el preaviso biológico, teniendo como finalidad efectuar un manejo racional de la sigatoka (*Micosphaerella fijiensis*) reportaron peso del racimo de 13.2kg y 14kg, respectivamente; valores estos inferiores obtenidos al presente estudio.

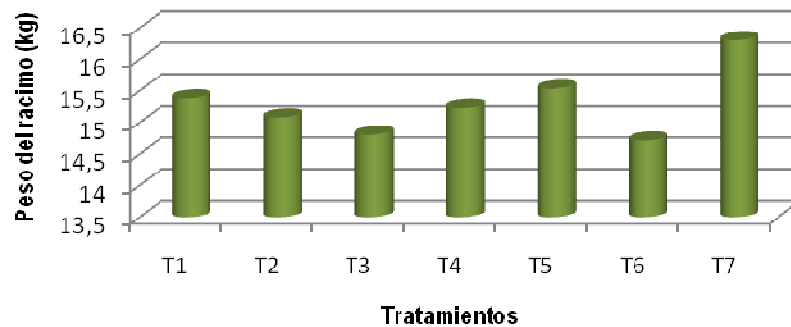


Figura: 3 Peso promedio de racimo/planta en los diferentes tratamientos.

Al realizar el análisis por unidad de área y densidad de plantas se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0.0001$ ) entre tratamientos (figura 4). El mejor tratamiento fue el T1 (densidad de 1.111 plantas/ha) con un rendimiento de 15,38 t/ha; por su parte el T6 registró 13,24 t/ha, el T2 8,48t/ha, los tratamientos T3, T4 y T5 presentaron un rendimiento promedio de 11,09 t/ha, 11,41t/ha, 11, 64 t/ha, mientras que los rendimientos más bajos correspondieron al T7 con 3,2 t/ha.

Estos resultados indican que los sistemas agroforestales en sus fases iniciales, al aumentar la densidad de plantas incrementan la producción por unidad de área, permitiéndole al productor el establecimiento y desarrollo de plantas en altas densidades sin afectar sus rendimientos.

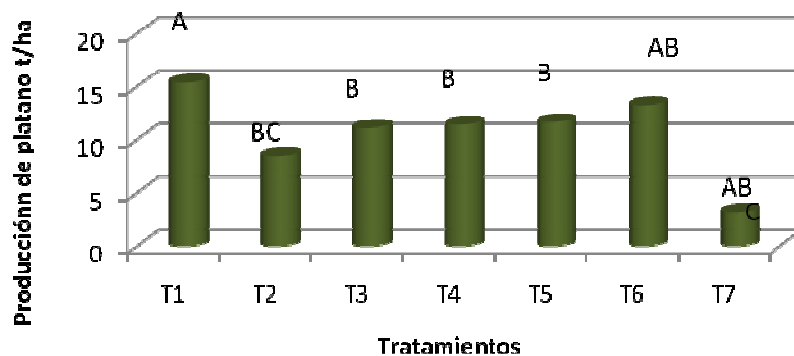


Figura 4. Producción promedio por hectárea en los diferentes tratamientos

### Peso del vástago del racimo

De acuerdo al análisis de varianza, se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $Pr > F, 0.0004$ ), al comparar los promedios entre tratamientos del peso del vástago



(PVA), el tratamiento (T7) con 2.18 kg presenta un valor superior con respecto a los demás tratamientos cuyos valores oscilan entre 1.65 y 1.49 kg para los tratamientos T1 y T6 respectivamente (figura 5).

En el sistema tradicional representado en el tratamiento (T7); debido por las condiciones de manejo y el entorno micro ambiental donde se desarrollan las plantas, registrando menor cantidad de hijuelos, mayor peso de racimo, posiblemente esto hace que las plantas de este tratamiento aplican mayor cantidad de su energía a la formación de las estructuras que conforman el racimo, siendo el vástago en donde están acumulan gran parte de esta potencial, reflejándose en su peso.

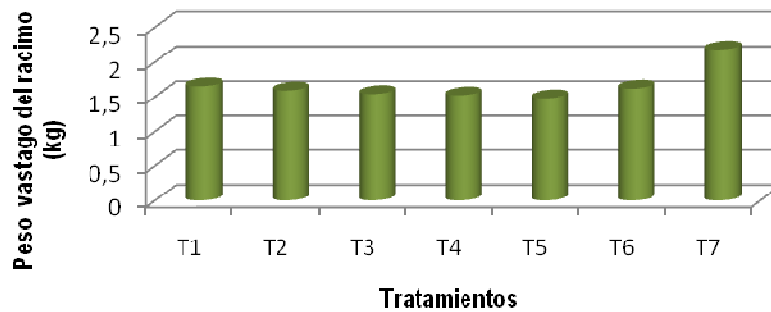


Figura 5. peso promedio de vástago en racimos de plátano en los diferentes tratamientos.

### Cantidad de manos por racimo

En el análisis de varianza no se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0.0316$ ) para el promedio de las manos de los racimos, lo que indica que las plantas de plátano tuvieron el mismo comportamiento en los diferentes tratamientos (figura 6). Los promedios fueron 6.4, 5.86, 5.6, 5.73, 5.93, 6.13 y 6.2 manos para los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6, y T7 respectivamente-

Este comportamiento en los diferentes tratamientos, se debe posiblemente a que inicialmente la interacción de los componentes es bajo, debido al desarrollo alcanzado por cada componente, permitiendo el libre crecimiento del plátano, el cual fue establecido con materiales de la misma calidad.

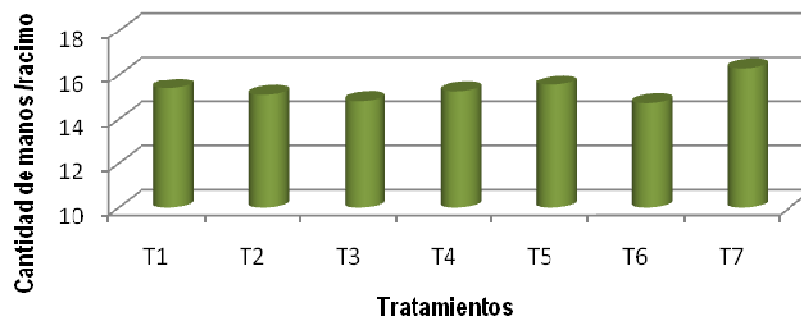


Figura 6. Numero de manos promedio en racimos de plátano en los diferentes tratamientos

### Numero de dedos por racimo

En el análisis de varianza no se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0.2227$ ), para el de promedio de los dedos totales de los racimos, lo que indica que las plantas de plátano tuvieron comportamiento similar con respecto al número de dedos por planta en los diferentes tratamientos (figura 7).

Los promedios de tratamientos en orden descendente fueron: T7 (33,46), T1 (32,06), T3 (28,53), T2 (28,06), T6 (28,06), T4 (27,93) y T5 (27,60) dedos/racimos respectivamente. El mismo comportamiento reportan Ballesteros *et al.*, (2008), al no obtener diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0,3976$ ), lo que indica que las plantas de plátano tuvieron la misma cantidad de dedos por racimo en los diferentes tratamientos; los promedios de los tratamientos reportados fueron 27, 37 y 18 dedos/racimo para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente.

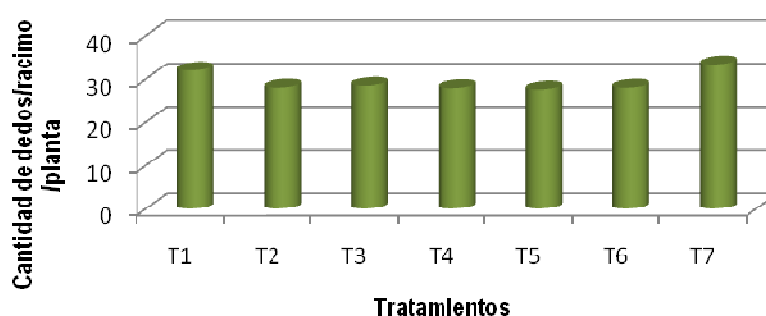


Figura 7. Cantidad de dedos/racimo de plátano de los diferentes tratamientos.

Se ha demostrado que las densidades bajas producen racimos de mayor peso y tamaño, y al aumentar la población aumentan los rendimientos en términos absolutos, disminuyendo el tamaño del racimo (Cayón *et al.*, 1995; Belalcázar, 1991). Alejo *et al.*, (1986) y Montenegro (1995)

coinciden al señalar que a mayor densidad el peso del racimo, número de dedos y manos, tamaño de dedos y racimo tienden a ser menor; lo cual demuestra que hay una compensación entre los componentes del rendimiento total y la calidad expresada en el número promedio de dedos por racimos, peso y tamaño del racimo y dedos. El patrón de crecimiento de las plantas sembradas a altas densidades es afectado por la competencia por luz, y se refleja en la producción. En estas condiciones, la tasa de fotosíntesis y transpiración son menores, al existir mayor número de hojas sombreadas que realizan ambos procesos a menor intensidad de radiación (Cayón *et al.*, 1995).

Belalcázar, (2009) indica que los estudios realizados en condiciones semi-comerciales concuerdan con los resultados de estudios en parcelas experimentales. El incremento en el número de plantas por hectárea tiene influencia directa en los factores de crecimiento y en el rendimiento total y un efecto inverso en la producción por planta y el porcentaje de plantas cosechadas.

Estos resultados coincidieron con los discutidos en plátano Hartón por Haddad *et al.*, (1994) y Rodríguez & Rodríguez (1997) y también, en el plátano nigeriano (Musa AAB subgrupo plátano cv. Agbagba o Libanga Likale o Falso Hartón), discutido por Swennen & de Langhe (1985), que en ciclos de 300 días, expresaron una relación lineal positiva entre el rendimiento y el número de hojas de la planta madre. Es relevante, la condición de 300 días, porque Arcila *et al.*, (1995), en ciclos más largos, de 500 días, en plátano Dominico Hartón (Musa AAB subgrupo plátano cv. Dominico Hartón), determinaron lo contrario, pues para obtener un racimo de buen peso y calidad, hasta con seis hojas funcionales hasta los 45 días de edad del racimo, fue suficiente.

### **Altura caoba**

En el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > F 0.0001$ ), en la comparación de los promedios de altura en seis tratamientos, el tratamiento (T1) presentó el mayor incremento en altura con 1,40 m y el menor valor lo presenta el (T4) con 0,96 m transcurrido un año después de la siembra; los tratamientos (figura 8). Al parecer el crecimiento medio de esta especie está determinado por la calidad del material de siembra y la altura alcanzada inicialmente en el vivero.

Los incrementos en altura variaron; estos resultados posiblemente son atribuidos a la densidad de siembra y a la calidad del sitio donde se establecieron los tratamientos; aunque es de anotar que en algunos sitios estos árboles sufrieron daños por el ingreso del ganado y a la presencia de plagas como el barrenador del tallo *H. grandella* quien atacó directamente la yema apical, afectando de esta manera el crecimiento en altura. En comparación con otros estudio donde la incidencia del ataque de *H. grandella* fue bajo se encontraron diferencias significativas entre tratamientos a los 30 y 36 meses de edad, presentando los mejores promedios de altura en el tratamiento B (2,78 m), presentando buena forma de fuste en los tratamientos B y C (CEPLAC, 1999).

OFI-CATIE (2003) indican que el ataque de *H. grandellar* de las meliáceas es más frecuente en aquellas plantaciones establecidas a distancias reducidas y con labores de limpieza frecuentes, en cambio la presencia de esta plaga disminuye a medida que se amplían distancias y se presenta competencia por otros componentes leñosos o cultivos, en el presente caso esta afirmación es válida, pero es de anotar que en altas densidades algunos árboles de caoba presentaron escape al ataque de *H. grandella*, lo que puede ser utilizado como una estrategia para la producción de esta valiosa madera .

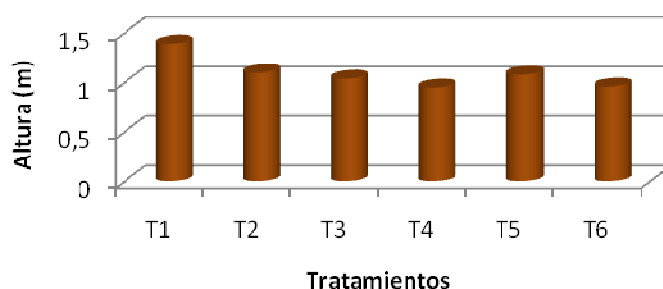


Figura 8. Altura promedio de los arboles de caoba en los diferentes tratamientos.

#### **Incremento medio anual (IMA) en altura**

En el análisis de varianza no se presentaron diferencias estadísticas significativas para esta variable a los 11 meses de edad. no obstante, el T1 presentó el mayor valor con 1,08 m y el T4 el menor valor con 0,56 m de altura en el primer año de edad (). Cabe resaltar que al momento de la siembra los árboles tenía una altura de 0,40m

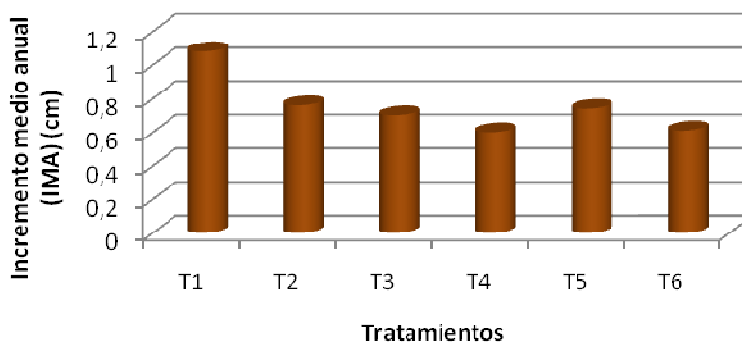


Figura 9. Incremento medio anual del caoba en los diferentes tratamientos

En plantaciones agroforestales realizadas en linderos se han obtenido incrementos en altura extraordinarios de hasta 3,5 m en 1,6 meses de plantación. El IMA para la especie caoba, esto indica que se presentó un comportamiento disimilar a lo reportado por (OFI-CATIE, 2003).

El IMA en diámetro en bosque primario es de aproximadamente 0.4 cm. El crecimiento, sin embargo es más rápido en plantaciones, normalmente en el rango 1.2-1.4 cm por año. En Costa Rica, Honduras, Ecuador y Perú se han registrado incrementos cercanos a 2 cm por año, y en ocasiones, un crecimiento sostenido de hasta 3 cm durante 15-20 años en plantaciones con fertilización. El crecimiento en altura varía típicamente entre 1 y 2 m por año. En ensayos de progenies en Trinidad y Costa Rica, la altura varió de 3.6 a 4.7 m a los 30 meses de edad en Trinidad y de 2.5 a 4.7 m a los 33 meses en Costa Rica.

La productividad varía ampliamente dependiendo del sitio, la densidad, el manejo, etc., y se han reportado incrementos de 5-14 m<sup>3</sup>/ha/año en Fiji, 6 m<sup>3</sup>/ha/año en Belice, 17 m<sup>3</sup>/ha/año durante 25 años en Guadalupe, 18 m<sup>3</sup>/ha/año durante 20 años en Indonesia, y 14-20 m<sup>3</sup>/ha/año durante 35 años en Martinica, con máximas de 30 m<sup>3</sup>/ha/año en los mejores sitios. En términos generales, cifras de 10-25 m<sup>3</sup>/ha/año son más usuales en plantaciones. En el bosque natural los árboles requieren 60-100 años para alcanzar un tamaño comercial mientras que en plantaciones pueden hacerlo en 30-50 años (OFI/CATIE, 2003).

### Diámetro del fuste

En el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0.0001$ ), en la comparación de promedios de los diámetros evaluados a 10 cm de altura el (T1) presentó el valor más alto con 2,39 cm y el menor valor se registró en el T4 con 1,76 cm (figura 10). El comportamiento del crecimiento en diámetro fue similar al reportado en la altura, lo que indica que existe una relación directa entre estas variables evaluadas. Grogan (2005), indica tasas promedio de crecimiento en diámetro inferiores a 0,49-0,79 cm/año.

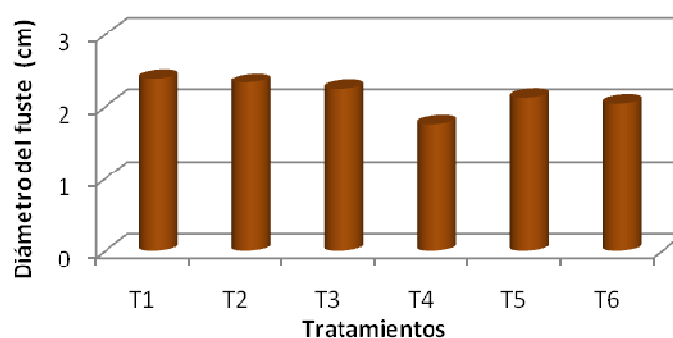


Figura 10: Diámetro promedio de los arboles de caoba en los diferentes tratamientos

### Área de copa

En el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0.0001$ ), lo que indica que las plantas de caoba no tuvieron la misma área de copa en los diferentes tratamientos; Siendo el T5 y T1 (0,58 y 0,56 m) los que presentan los valores más altos, en cuanto a el T4 (0,35 m) presento la menor área de copa (figura 11). Los datos anteriormente registrados se dieron

posiblemente por la presencia de *H. grandella* en algunas parcelas, que afecto su desarrollo, ya que no se puede considerar que la densidad de siembra, la competencia de los otros componentes y la edad de los arboles sea la razón por la cual se presenten diferencias estadísticas significativas.

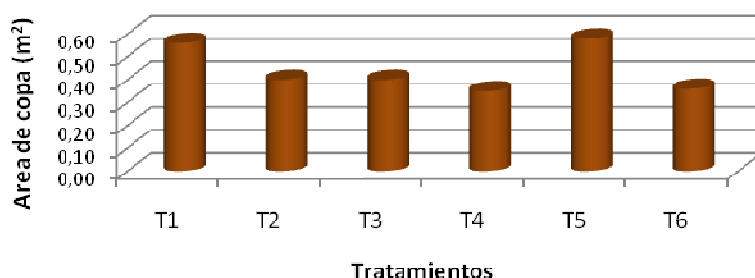


Figura 11. Área de copa de los arboles de caoba en los diferentes tratamientos

### Cacao

#### Altura

En el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0.0001$ ), por tanto el crecimiento en altura en algunos tratamientos fue diferente siendo los tratamientos T5 y T4 donde se presentaron las mayores alturas promedio con 59,91cm y 58,46cm, mientras que el menor crecimiento se presentó en el tratamiento T1 con 49,25cm (figura 12). Esta diferencia se pudo haber presentado por la incidencia de luz debido a que el tamaño de los componentes plátano y caoba (sombrió transitorio y permanente) no fue homogéneo en los diferentes tratamientos. Estos resultados coinciden con el estudio de las distancia de siembra recomendable en plantaciones comerciales de cacao 1000 arboles/ha y 1333 arboles/ha se encontró que el crecimiento varió en el desarrollo de las alturas con las diferentes densidades de siembra (Martínez, 1977).

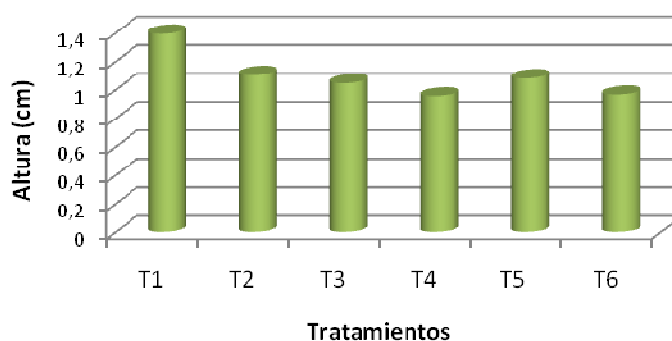


Figura 12. Altura de las plantas de cacao en los diferentes tratamientos

### Diámetro del tallo

En el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0.0001$ ), siendo el crecimiento en diámetro diferente en algunos tratamientos, de tal forma el tratamiento T1 registró 4,36 cm, mientras que el menor incremento en diámetro lo presentaron los tratamientos T5, T6 y T4, con 3,12cm, 2,97cm y 2,96cm respectivamente (figura 13). Somarriba (1991) reportó diámetros promedios a 30 cm del suelo para híbridos, de 9.6 cm en condiciones de valle y de 8cm en condiciones de loma, a la edad de cuatro años, es decir, 1.8 cm promedio más que los estimados en este estudio (7 cm) a esta misma edad.

Otro estudio realizado en la Casa Luker (Caldas-Colombia) con clones de cacao157, reportó un diámetro promedio de 12.34 cm a la edad de 13 años, es decir, 4.76 cm menos que el estimado en este estudio a la misma edad, lo que podría deberse al material genético utilizado en cada sitio (clones e híbridos).

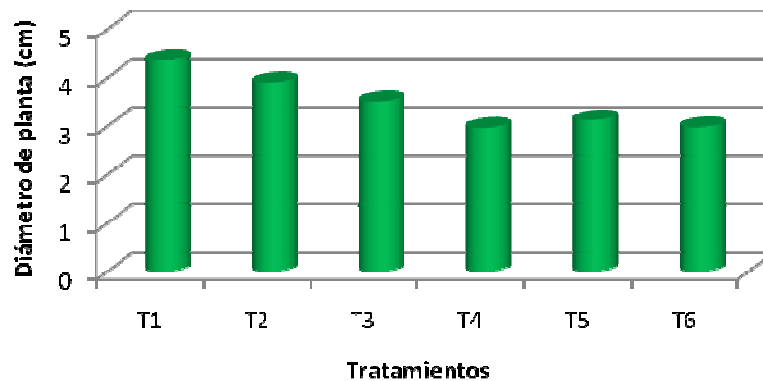


Figura 13. Diámetro del tallo de los arboles de cacao en los diferentes tratamientos

### Emisión de ramas

Se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0.0001$ ), por tanto, la cantidad de ramas emitidas en algunos tratamientos fue diferentes a los demás, de tal forma los tratamientos T5, T6 y T4 reportaron las mayores cantidades de ramas en el injerto con 2,33, 2,33 y 2,25 unidades respectivamente, mientras que la menor cantidad de ramas la presentó el tratamiento T3, con 1,16 ramas en promedio (figura 14).

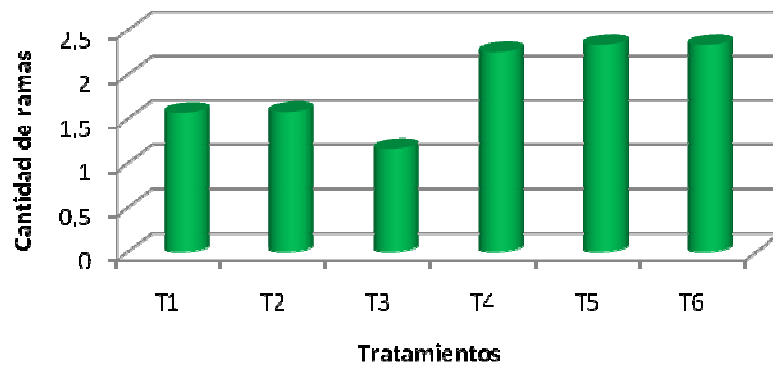


Figura 14. Emisión de ramas de los arboles de cacao en los diferentes tratamientos

### Emisión de hojas

En el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0.0001$ ), en la cantidad promedio de hojas emitidas por el injerto, esta cantidad de hojas fue mayor en el tratamiento T5 con 10,83, mientras que la menor cantidad de hojas la presentó el tratamiento T3, con 3,67 hojas (figura 15).

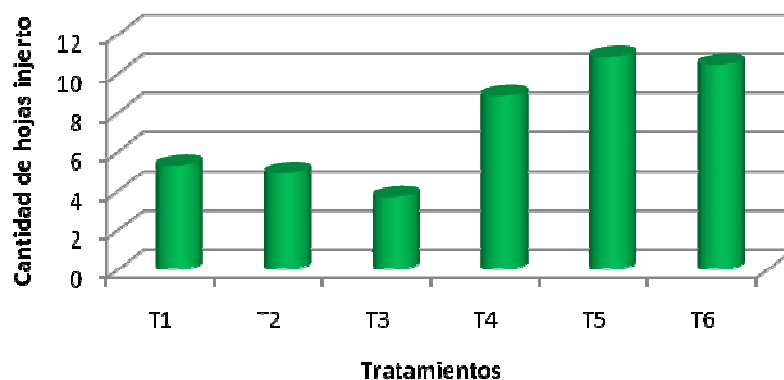


Figura 15. Emisión de hojas de los arboles de cacao en los diferentes tratamientos

### Tasa de crecimiento del injerto

En el análisis de varianza no se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $Pr > F 0.8547$ ), en la tasa promedio de crecimiento del injerto en los diferentes tratamientos, oscilando entre los 13,17 cm y los 11,58 cm (figura 16).



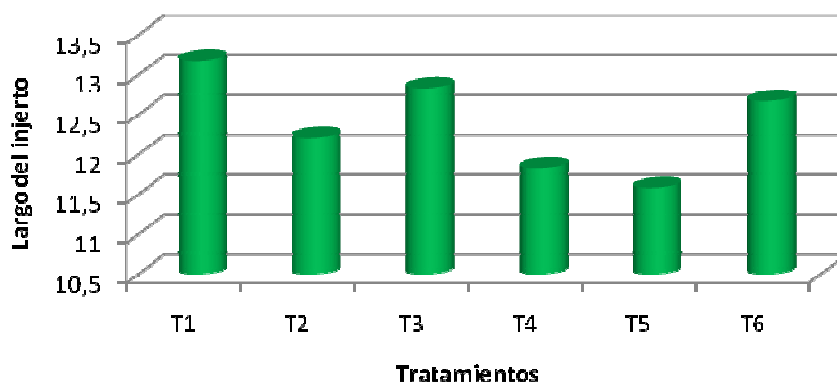


Figura 16. Tasa de crecimiento del injerto de los arboles de cacao en los diferentes tratamientos

### Análisis económico

Se registraron permanentemente los costos de mano de obra, herramientas, insumos, etc., en cada tratamiento y los ingresos que se generaron para conocer su rentabilidad, tanto del sistema como de los componentes para hacer una proyección a 20 años empleando los indicadores económicos TIR, VAN, R B/C. Estos resultados se reportan en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados del análisis económico del sistema agroforestal cacao, plátano y caoba en el municipio de Tumaco, Nariño.

Tratamiento	VAN	TIR	RB/C
1	\$16.263.747,57	37%	1,61
2	\$1.561.950,34	16%	1,07
3	\$18.992.491,27	46%	1,86
4	\$19.049.539,05	45%	1,86
5	\$18.876.504,44	45%	1,85
6	\$2.355.736,12	20%	1,10
7	\$5.511.926,28	45%	1,86

En términos generales todos los tratamientos son factibles económicamente en el municipio de Tumaco siempre y cuando se mantenga la misma estructura de costos.

Sin embargo el tratamiento 3 representa una mayor rentabilidad debida que los costos totales ascendieron a \$ 7.105.850. La TIR calculada fue del 46%, un resultado alto comparada con la tasa de descuento, lo que permite proveer que de acuerdo a este indicador el sistema es favorable para

el agricultor, ya que la inversión en el mismo rinden a una tasa anual del 46%. La VAN calculada se situó en \$ 18.992.491. lo cuál sería la utilidad obtenida al haber invertido los ingresos en esta actividad y no en otra.

La relación costo beneficio de este tratamiento fue del: 1.86% lo cual quiere decir que por cada peso invertido se generan 86 adicionales por encima de otra alternativa de inversión. Es un poco más elevado que el generado por FEDECACAO con AGROCADENAS en el 2005, lo que indica que mientras más se aumente la cantidad de arboles maderables por hectárea mayor serán los costos.

Aunque al comparar los beneficios netos obtenidos después del año se observa que el tratamiento 7 (finca tradicional) es el que menos obtiene beneficios, no obstante en el segundo año estos fueron de \$105.000 comparados con los demás tratamientos, que para este mismo período obtienen utilidades netas de más de \$2.000.000; esto indica que la finca tradicional a pesar de ser un sistema viable es considerada como una forma de sub utilización del suelo, reflejado en las condiciones socioeconómicas y culturales de los agricultores de la zona.

## CONCLUSIONES

1. El plátano, el caoba y el cacao presentaron buen comportamiento en los parámetros de crecimiento y desarrollo en todas sus estructuras vegetativas en los arreglos propuestos, a pesar del ataque de algunas plagas y enfermedades, siendo una opción adecuada para la zona.
2. Aunque los costos de implementación son altos para los arreglos propuestos, todos los tratamientos evaluados son viables no obstante los mejores indicadores se obtuvieron con el tratamiento T3 y los bajos mas con los tratamientos T2 y el T6
3. El sistema agroforestal tradicional es viable biológica y económicamente a pesar del la subutilización del suelo, la baja productividad del cacao (344kg/ha), pocas plantas de plátano y maderables, dados los bajos costos de implementación y mantenimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

AGROCADENAS. 2005. La cadena de cacao en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991 – 2005. Documento de trabajo No. 92. Ministerio de Agricultura y desarrollo rural. Observatorio de Agrocadenas en Colombia. On line: [www.agrocadenas.gov.co](http://www.agrocadenas.gov.co)

ARANZAZU, L.F.; VALENCIA, J.A.; ZULUAGA, A.E.; CASTRILLON, C.; CASTELLANOS, A.; BOLAÑOS, B.M.M.; ARCILA, M.I.; MUÑOZ, V.C.I. 2003. validacion y ajuste de tecnología para el manejo integrado de las sigatocas amarilla y negra del cultivo del plátano, en el eje cafetero, bajo la modalidad de parcelas en coautoría con productores e instituciones. Boletín técnico. PRONATTA. CORPOICA. Manizales. 73 p.

ARCILA, M.; BELALCÁZAR, S.; VALENCIA, J.; CAYÓN, G. Influencia del número de hojas en post-floración, sobre el llenado de los frutos del clón de plátano Dominico Hartón, Musa AAB Simmonds. In: ICA-CORPOICA. Mejoramiento de la producción del cultivo del plátano: segundo informe técnico, 1984-1994. Armenia, Colombia, 1995. (Región 9).

ARCILA 2003/ efecto de la distancia y del numero de hijuelos por unidad productiva, sobre los componentes del crecimiento y la producción del plátano dominico hartón. Nueva tecnología para la producción de plátano.

BALLESTEROS W. Y ORDOÑEZ H. 2008/ diseño, implementación y evaluación de arreglos agroforestales para la costa pacifico de Nariño.

BELALCAZAR S. 1991. El cultivo del plátano en el trópico. Manual de asistencia técnica # 50. 376 p. Editado por INIBAP/ICA/CIID. Fed. Nac. Cafeteros de Colombia.

BELALCAZAR 2005/ efecto de la distancia y del numero de hojas por unidad productiva, sobre los componentes del crecimiento y la producción del plátano dominico hartón. Nueva tecnología para la producción de plátano.

BELALCAZAR S. (2009). Cultivo del plátano en altas densidades, una nueva opción. CORPOICA, programa de banano y plátano. A.A 1069, Armenia, Colombia, [www.ipni.net/.../Cultivo%20del%20plátano%20en%20altas%20densidades.pdf](http://www.ipni.net/.../Cultivo%20del%20plátano%20en%20altas%20densidades.pdf)

BIOPACIFICO 1998. Proyecto para la conservación de la biodiversidad del choco biogeográfico: economía de las comunidades rurales en el pacifico colombiano. Quibdó, Colombia: PNUD-FEG. 120pp

CASA LUKER 2006. Generación de núcleos de producción de semi-procesados en cacao en zonas de. Producción. /Actores involucrados. Compañía Nacional de Chocolates, Casa Luker **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.** 53pp; consulta: septiembre 2008.

CAYON G., LOZADA J., BELALCAZAR S. 1995. Respuesta fisiológica del plátano ‘dominico hartón’ en altas densidades de siembra. Mejoramiento de la producción del plátano. CORPOICA/ICA. IDRC.CIID. INIBAP.INPOFOS. Pg.112-117.

CEPLAC (Superintendencia Regional de Amazonía, Caixa). Pará, Brasil, in: cacao en sistemas agroforestales. Agroforestería en las Américas. Vol. 6. No. 22 . 1999. pp. 31.

FEDECACAO, MADR y PRONATTA. 2001 Fundamentos para el establecimiento de cultivos de cacao de alta productividad. Bogotá, Proyecto: capacitación en el paquete tecnológico del cultivo del cacao y en el manejo del sistema finca para los productores de cacao del departamento de Arauca. On line:  
[http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/2006718101731\\_Cultivo%20cacao%20alta%20productividad.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006718101731_Cultivo%20cacao%20alta%20productividad.pdf)

GALLO V. 2005 POT. Plan de ordenamiento Territorial. Alcaldía Municipal de Tumaco, 2005. 52 pp. Disponible en CD ROM

IICA-MADR. 2001. Acuerdo de competitividad de la cadena del cacao y su agroindustria. Colección documentos IICA. Serie Competitividad. Bogotá

MONTENEGRO O. 1996. Evaluaciones de 3 distancia y 2 densidades de siembra en banano bocadillo en el centro de Tolima, Colombia. Frutos de investigación agrícola. Región 6. 1994-1996. CORPOICA. Pg.57.

MARTINEZ, B. E. 1977. Estudio sobre densidad de siembra en cacao (*Theobroma cacao*). Bogotá. Programa Nacional de Fisiología Vegetal, Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá (Colombia); p. 51-59 : Bogotá (Colombia), 1978 on line:  
<http://intranet.corpoica.org.co:8080/catalogo/mfn.php?mfn=000346&base=biblio&pft=biblio3&epilog=na.pft&pbusca=Seleccionado>

OFI – CATIE. 2003. *Swietenia macrophylla* King, Meliaceae. On line:  
[http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos\\_especies\\_y\\_anexos/swietenia\\_macrophylla.pdf](http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/swietenia_macrophylla.pdf). consultado febrero 2010.

SOMARRIBA, E. 1991. Sistema agroforestal cacao, plátano, laurel, Turrialba, Costa Rica. Agroforestería de las Américas, Año 1 No. 4 octubre – diciembre de 1994 , ISSN 1022-7482. pp 22 – 24.

VALENCIA 2003/ efecto de la distancia de siembra y del numero de colinos por unidad y la producción del clon del plátano dominico hartón, Musa AAB Simmonds.Nueva tecnología para la producción de plátano.