

EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA AGROFORESTAL GARZA
Tabebuia rosea (Bertol) D. C., CACAO *Theobroma cacao* L. Y PLATANO *Musa sp.*, EN
EL CORREGIMIENTO DE SAN LUIS ROBLES MUNICIPIO DE TUMACO,
DEPARTAMENTO DE NARIÑO

DUBER ANDRÉS DAJOME MARTÍNEZ
LEIDY FRANCISCA SOLIS ARBOLEDA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2011

EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA AGROFORESTAL GARZA
Tabebuia rosea (Bertol) D. C., CACAO *Theobroma cacao* L. Y PLATANO *Musa sp.*, EN
EL CORREGIMIENTO DE SAN LUIS ROBLES MUNICIPIO DE TUMACO,
DEPARTAMENTO DE NARIÑO

DUBER ANDRÉS DAJOME MARTÍNEZ
LEIDY FRANCISCA SOLIS ARBOLEDA

Trabajo final de grado presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero
agroforestal

Presidente
JORGE ALBERTO VELEZ LOZANO
I.AF, M.SC

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2011

“Las ideas y conclusiones aportadas en el artículo de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1º de acuerdo № 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño

Nota de aceptación

JORGE ALBERTO VELEZ LOZANO I.AF, M.SC
Presidente

LUIS FERNANDO MORENO DELGADO I.AF
Jurado Delegado

HECTOR RAMIRO ORDOÑES JURADO I.AF, M.SC
Jurado

San Juan de Pasto, 16 de noviembre de 2011

DEDICATORIA

A Dios por permitirnos terminar con éxitos esta meta trazada y estar siempre a nuestro lado, dándonos sus bendiciones.

A nuestras familias por el apoyo incondicional, el esfuerzo y el sacrificio durante todas las etapas de nuestras vidas.

**EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA AGROFORESTAL
GARZA *Tabebuia rosea* Bertol. D.C., CACAO *Theobroma cacao* L. Y PLATANO
Musa paradisiaca L., EN EL CORREGIMIENTO DE SAN LUÍS ROBLES
MUNICIPIO DE TUMACO DEPARTAMENTO DE NARIÑO¹**

**EVALUATION OF AGROFORESTRY SYSTEM COMPONENTS GARZA
Tabebuia rosea Bertol. D.C., COCOA *Theobroma cacao* L. AND PLANTAIN *Musa
paradisiacal* L., IN SAN LUIS ROBLES VILLAGE, IN TUMACO MUNICIPALITY
IN NARIÑO DEPARTMENT**

Duber Andrés Dajome M.²

Leidy Francisca Solis A.²

William Ballesteros P.³

Jorge Alberto Vélez L.³

Resumen

En el corregimiento de San Luís Robles municipio de Tumaco, Nariño, se evaluó los componentes del sistema agroforestal garza *T. rosea*, cacao *T. cacao* y plátano *M. paradisiaca*. El análisis se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar, con siete tratamientos y tres repeticiones. *T. rosea*, presentó diferencias estadísticas significativas en la variable altura siendo T4 (12 m x 6 m) y T5 (16 m x 6 m) los que presentaron los valores más altos con 4.83 m y 4.5 m. El diámetro más sobresaliente lo registro T4 con 6.71 cm dap (diámetro a la altura del pecho) y el menor T2 (4 m x 4 m) con 2.34 cm dap, la mayor cobertura en área de copa lo demostraron T4 y T5 con 3.03 m² y 2.21 m². En *M. paradisiaca* se presentaron diferencias estadísticas en las variables:

¹ Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agroforestal

² Estudiante del programa de Ingeniería Agroforestal, duberdajome@hotmail.com

² Estudiante del programa de Ingeniería Agroforestal, flaquirris18@yahoo.es

³ I.AF, M.SC. Docente Tiempo Completo del Programa de Ingeniería Agroforestal , FACIA, Universidad de Nariño, E-mail: wballesterosp@udenar.edu.co

³I.AF, M.SC. Docente Tiempo Completo del Programa de Ingeniería Agroforestal , FACIA, Universidad de Nariño, E-mail: jvelezlozano@gmail.com

cantidad de hijuelos T1 (3 m x 3 m) y T6 (2 m x 2 m x 5 m) con 5.27 y 5.26, peso de racimo T1 con 15.38 kg, producción en plátano de 15.37 t ha⁻¹). En *T. cacao* se presentaron diferencias en las variables altura, siendo T5 (3 m x 4 m) y T4 (3 m x 4 m) con 1.40 m y 1.10 m, el T1 (3 m x 3 m) con diámetro de 4.36 cm, emisión de ramas T5, T6 (4 m x 4 m x 10 m) y T4, con 2.33, 2.33 y 2.25 unidades, emisión de hojas T3 (3 m x 4 m), T6 y T5 157.39, 145.17 y 126.76 unidades. La tasa de crecimiento del injerto, no presentó diferencias estadísticas. Los tratamientos evaluados son viables financieramente y técnicamente aunque los mejores indicadores se reportaron en el tratamiento T3 y los más bajos en los tratamientos T2 y el T6.

Palabras Clave: Arreglo agroforestal, altura, diámetro, área de copa, análisis financiero

ABSTRACT

At the San Luis Robles village, in Tumaco municipality, in Nariño department, the agroforestry systems components with garza *T. rosea*, cocoa *T. cacao* and plantain *M. paradisiacal*. Were evaluated. The analysis was carried out under a design of completely randomized blocks with seven treatments and three replications. *T. rosea*, showed statistically significant differences among variables, being height one of them, treatments T4 (12 m x 6 m) and T5 (16 m x 6 m) had the highest values with 4.83 m and 4.5 m. The diameter outstanding was T4 with 6.71 cm dap (height chest diameter) and smaller T2 (4 m x 4 m) with 2.34 cm dap, the largest canopy was evident in T4 and T5 with 3.03 m² and 2.21 m². *M. paradisiaca* in the variable number of suckers reported differences, being T1 (3 m x 3 m) and T6 (2 m x 2 m x 5 m) with 5.27 and 5.26 the highest. Bunch weight T1 15.38 kg and plantain production 15.37 t ha⁻¹. *T. cacao* displayed differences among variables: height, T5 (3 m x 4 m) and T4 with 1, 40 m and 1, 10 m; the diameter T1 (3 m x 3 m) with 4.36 cm, branches sprout T5, T6 (4 m x 4 m x 10 m) and T4 with 2.33, 2.33 and 2.25 units, and leaf shoot T3, T6 and T5 with 157.39, 145.17 and 126.76 units. The graft growth rate did not present statistical differences. Finally, the treatments evaluated are financially and technically viable though the best indicators were reported by T3 treatment and the lowest by T2 and T6 treatments.

Key Word: Agroforestry arrangement, height, diameter, canopy, financial analysis

Introducción

El cultivo del *T. cacao* genera la principal fuente de ingresos aproximadamente a 25.000 familias, 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 Tumaco se reporta un rendimiento de 275 kg ha⁻¹ año⁻¹, valor que se encuentra por debajo del promedio nacional de 450 kg ha⁻¹ año⁻¹. El cual se obtiene de sistemas productivos tradicionales que incluyen árboles maderables y frutales asociados con cacao. (Casa Luker, 2006). No obstante, para que el cultivo de *T. cacao* incremente la rentabilidad de los agricultores, debe presentar rendimientos anuales superiores a 1500 kg ha⁻¹ año⁻¹ de grano seco a partir del quinto año de establecido (IICA- MADR, 2001).

Para la modernización del *T. cacao*, debe usarse una mayor densidad de siembra, y efectuar un manejo integral del cultivo, lo cual garantiza árboles de *T. 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. Los clones de cacao recomendados para la zona de vida correspondiente a Tumaco bh-T (Bosque Húmedo Tropical) son: TSH 565, ICS A, IMC 67 y MON 1 (FEDECACAO, MADR y PRONATTA, 2001).

Arizala y Rincón, (2011) En la evaluación de sistemas agroforestales con *T. cacao*, *G. melina* y *M. paradisiaca*; realizado en el municipio de Tumaco en la vereda de San Luis Robles, encontraron que el sistema establecido a densidades 12X6 y 16X6 (maderable), 3X4 para (Cacao y plátano) presentan un buen comportamiento en crecimiento de diámetro y altura. Concluyendo que a menor densidad las especies presenta un mayor desarrollo.

La presente investigación se realizó con el fin de evaluar el crecimiento de las especies garza *T. rosea*, cacao *T. cacao* y plátano *M. paradisiaca* en diferentes arreglos agroforestales evaluando sus componentes en el marco del proyecto “Identificación, diseño y evaluación técnica y económica de arreglos agroforestales con sombrío de *T. cacao* bajo las condiciones ambientales de Tumaco”, Nariño COD 2007E6407 261.

Materiales y métodos

El Corregimiento de San Luis Robles se localiza entre las coordenadas: 1°42'16.51" latitud norte y a 78°40'40.53" longitud oeste del meridiano de Greenwich, en el municipio de Tumaco- Nariño, al sur oeste de Colombia; con una precipitación que va desde los 3.500 a los 4.500 mm anuales, una temperatura promedio de 26 °C, la humedad relativa promedio es del 87%, los vientos presentan una velocidad media de 1,7 metros segundo⁻¹ con dirección dominante occidente-oriente. Tienen una (IGAC 2004). La zona de vida corresponde a bosque húmedo tropical (bh-T) (Holdridge, 1978).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con siete (7) tratamientos y tres repeticiones (Tabla 1), el área experimental correspondió a 33.600 m², divididos en parcelas de 1600 m².

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	12m x 6 m	139	3 m x 4 m	833
5	3 m x 4 m	833	16m x 6 m	104	3 m x 4 m	833
6	4mx 4m x10m	500	10mx2mx2m	1000	2mx2mx5m	1000
7	Testigo: Área de 40 m x 40 m en finca tradicional					

Fuente: Este estudio

Las semillas de *T. roseas* se adquirieron en SEMICOL, la semilla de *T. cacao*, para patronaje en la granja Luker y las varetas para injertación se obtuvieron en fincas certificadas por FEDECACAO. La semilla de *M. paradisiaca* en las fincas de los productores; la germinación de las semillas de *T. rosea* y *T. 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 socla y tumba de árboles grandes, luego se procedió al trazado, ahoyado y siembra de los componentes. Teniendo en cuenta que el *T. cacao* es una especie umbrófila, fue necesario sembrar inicialmente *T. rosea* y *M. paradisiaca*, una vez este último presentó una altura aproximada de 1 m, con cinco hojas en promedio, se procedió a establecer el cultivo principal *T. cacao*; al cual se le efectuó poda de formación y mantenimiento, luego se realizaron podas sanitarias. Para *T. rosea* se realizó poda de formación. A los 5 meses después de la siembra de *T. cacao* se aplicó 5 g de fertilizante triple 15 a cada planta en forma de corona, luego se hicieron fertilizaciones regulares de acuerdo con los análisis de suelo, finalmente a cada tratamiento se le hizo limpieza general cada tres meses.

Variables evaluadas

T. rosea

Altura. Cada 6 meses se midió desde el suelo hasta la yema terminal con un flexometro.

Diámetro. Se midió cada 6 meses el diámetro a una altura de 1,30 m con una cinta diamétrica.

Área de copa. Cada 6 meses se determinó el área de copa midiendo dos ejes uno en dirección NS (a) y el otro EW (b) con un decámetro, para luego determinar el área total con la fórmula de la elipse:

Donde:

A= área de copa

$$A = \pi/4 \left(\frac{a + b}{2} \right)^2 \dots\dots\dots (1)$$

a= dirección norte-sur

b= dirección este-oeste.

M. paradisiaca

Número de hijuelos. Al momento de la cosecha se contaron los hijuelos mayores a 1 m de altura.

Número de hojas al formar el racimo. Al momento de cosechar el racimo se contaron las hojas funcionales (verdes).

Peso de racimos. Se tomaron al azar 10 racimos de la parcela útil y se pesaron en una balanza para determinar el peso promedio en cada tratamiento.

Número de manos. A 10 racimos se les contaron las manos para determinar su cantidad promedio.

Número y peso de dedos. A 10 racimos se les contaron y se pesaron en una balanza todos los dedos.

T. cacao

Tasa de crecimiento del tallo principal en (cm). Con la ayuda de un flexómetro, cada mes se registró la altura de las plantas, midiendo desde el suelo hasta la intercepción de las ramas que conforman la mesa o molinillo.

Diámetro del tallo en (cm). Cuando las plantas de cacao tuvieron una altura de 0,50 m se midió el diámetro cada mes a 10 cm, utilizando una cinta diamétrica.

Emisión de ramas (unidad). Se registró el número de ramas laterales que emergieron de la rama del injerto cada mes.

Emisión de hojas (unidad). Se contaron el número de hojas que emergieron del injerto, luego se contaron el número de hojas que emergieron de las diferentes ramas.

Tasa de crecimiento del injerto en (cm). Esta se midió desde el punto de unión de la rama con el tallo del patrón hasta el ápice de la misma con un decámetro.

Análisis estadístico

Los datos se procesaron mediante el programa Excel, a 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 financiero

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 financieros TIR (Tasa interna de retorno), VAN (Valor actualizado Neto) y R B/C (Relación costo beneficio).

Resultados y discusión

T. rosea

Altura

El análisis de varianza detecta diferencias altamente significativas entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias de Duncan indica que las distancias 12x6 (T4) y 16x6 (T5) presentan las mayores alturas con 4.83 m y 4.47 m diferenciándose estadísticamente de los tratamientos 3x3 (T1) y 4x4 (T2) con valores de 3.3 m y 2.8 m transcurrido dos años

después de la siembra respectivamente (Fig. 1). Este comportamiento se debe posiblemente a la baja densidad de siembra y a su buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona, conjuntamente a la calidad del material de siembra y las características fisiológicas que le permiten un buen desarrollo en suelos con problemas de drenaje. Araque, *et al.*, (2009) muestran que *T. rosea* presenta alturas de 4.8 y 4.3 a los 2 años de edad; coincidiendo con las alturas reportadas en este estudio (4.8 m y 4.4 m).

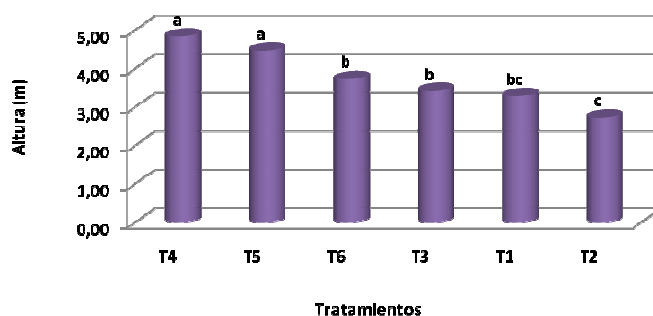


Figura 1. Altura promedio de los árboles de *T. rosea*. En los diferentes tratamientos.

Incremento medio anual (IMA) en altura

El análisis de varianza presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. La prueba de comparación de medias de Duncan muestra que el T4 presentó un incremento de $1,81 \text{ m año}^{-1}$, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos que mostraron valores que van desde 1.40 m año^{-1} y 1.71 m año^{-1} (Fig. 2). Este comportamiento se debe a que en bajas densidades de siembra *T. rosea* genera un buen desarrollo. Además que las frecuente precipitación favorece su crecimiento. Cabe resaltar que al momento de la siembra los árboles tenía una altura de 0.40 m. Salazar,(1997) indica que en zona de bosque húmedo a los siete años de edad *T. rosea* muestra un IMA en altura de 1.1 m año^{-1} y en bosque seco a los cinco años de edad en asocio con maíz un IMA en altura de 0.8 m año^{-1} y sin asocio de 0.5 m año^{-1} ; resultados que son inferiores a los alcanzados por la misma especie a los dos años de edad en esta investigación.

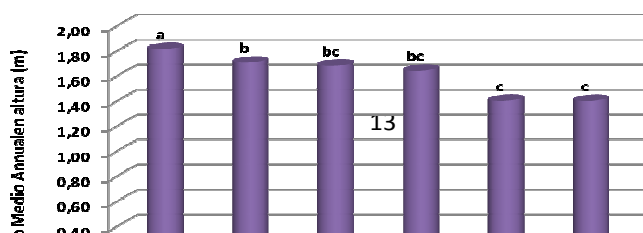


Figura 2. Incremento medio anual en altura de *T. rosea*. En los diferentes tratamientos.

Diámetro a la altura del pecho

El análisis de varianza detecta diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

La prueba de comparación de medias de Duncan indica que el mayor diámetro alcanzado por *T. rosea* lo presentó T4 con 6.71 cm, diferenciándose estadísticamente de T2 con valor de 2.34 cm (Fig. 3). Araque, *et al.*, (2009) Reporta que a los 24 meses *T. rosea* alcanzó diámetros de 9.5 cm y 9.1 cm proporcionalmente. Resultados que son mayores que los alcanzados en este estudio por la misma especie a la misma edad. Además argumenta que existe una relación entre altura y diámetro.

La diferencia de crecimiento en diámetro se debe posiblemente a que las condiciones edafoclimáticas en cada uno de los estudios fueron diferentes; además la densidad de siembra empleada para este estudio fue mayor, lo cual igualmente pudo influir.

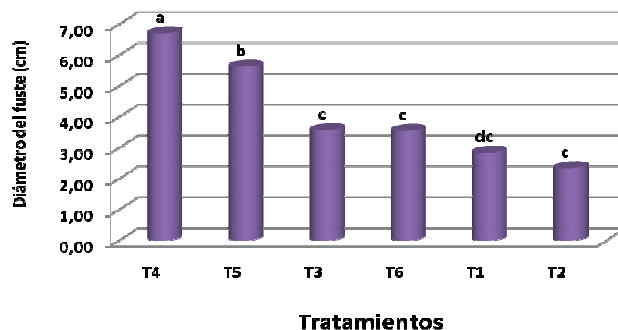


Figura 3: Diámetro promedio de los árboles de *T. rosea*. En los diferentes tratamientos

Incremento medio anual (IMA) en diámetro

El análisis de varianza detecta diferencias significativas entre los tratamientos.

La prueba de comparación de medias de Duncan indica que los tratamientos T4 (12x6) y T5 (16x6) presentaron los mayores valores en incremento con 2.52 y 2.11 cm año⁻¹ en comparación con T2 y T3 que registraron los menores valores con 1.21 y 1.34 cm año⁻¹ respectivamente. (Fig. 4). Este comportamiento se debe posiblemente a que *T. rosea* se presenta buen desarrollo tanto en altura como en diámetro en zonas con suelos húmedos y precipitación frecuente.

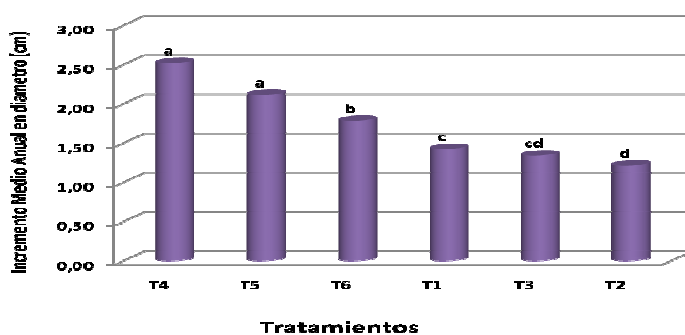


Figura 4. Incremento medio anual en diámetro de *T. rosea*. En los diferentes tratamientos

Salazar, R. (1997). Muestra que *T. rosea* obtuvo un incremento medio anual en diámetro de 1,8 cm año⁻¹ al cabo de los 7 años de edad en zona de bosque húmedo; en bosque seco en asocio con maíz un incremento de 1.0 cm año⁻¹ y sin asocio 0.9 cm año⁻¹.

Área de copa

El análisis de varianza detecta diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

La prueba de comparación de medias de Duncan indica que a los dos años de edad T4 (12x6) presentó la mayor área de copa con 3.03 m² y la menor área de copa T2 con 0.51 m² (Fig. 5). Este comportamiento se debe a que a mayores distancias de siembra los arboles disminuyen la competencia por luz y espacio, lo cual les permite desarrollar la copa con mayor libertad sin generar competencia. Al mismo tiempo puede estar relacionada con la pluviosidad local. En zonas muy húmedas, con frecuente precipitación y pocas horas de brillo solar; debe cultivarse con bajas densidades de siembra (Somarriba, 2004).

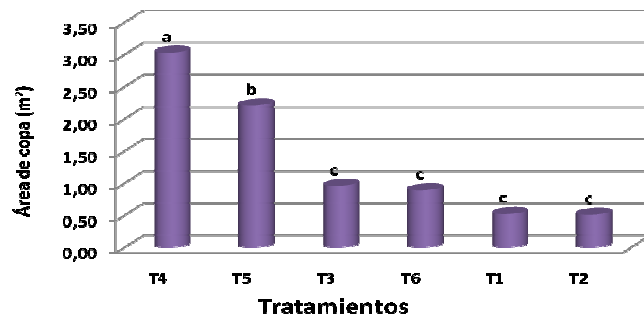


Figura 5. Área de copa de los árboles de *T. rosea*. En los diferentes tratamientos.

M. paradisiaca

Cantidad de hijuelos

El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. Al realizar la prueba de comparación de medias de Duncan, las distancias de siembra 10mx2mx2m (T6) y 3x3 (T1), presentaron los valores más altos con 5.26 hijuelos y el valor más bajo correspondió al testigo (T7), con 2.40 hijuelos planta⁻¹ como se indica en la (Fig. 6); esta diferencia en el número de hijuelos se debe posiblemente a la poca luz que llega hasta la cepa de las plantas, debido a que en los sistemas tradicionales se encuentran diferentes estratos, con especies que presentan alturas superiores a las plantas de plátano, impidiendo la penetración de los rayos solares a los estratos inferiores del suelo.

Los promedios de los tratamientos T1 (5,27), T6 (5,26) y T2 (4,93) fueron mayores a los obtenidos por Ballesteros y Ordoñez (2008) en un estudio realizado en el Bajo Mira con promedios de 4,77; 4,19 y 3,66 hijuelos respectivamente.

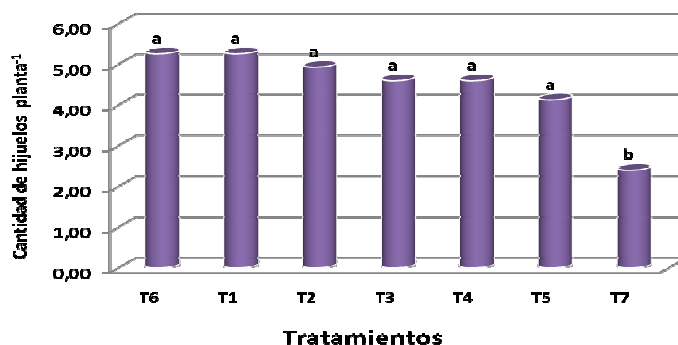


Figura 6. Promedio de hijuelos planta⁻¹ en los diferentes tratamientos en *M. paradisiaca*.

Número de hojas a la cosecha del racimo

El análisis de varianza no muestra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Lo que indica que el número de hojas funcionales presentes al cosechar el racimo de plátano fue estadísticamente igual en todos los tratamientos, los cuales fueron T5 (3,60), T2 (3,47), T6 (3,40), T7 y T4 (3,33), T1 (3,27) y T3 (2,87) hojas correspondientemente. Este comportamiento se debe posiblemente a que la semilla utilizada para todos los tratamientos fue de la misma calidad y además es un material que se obtuvo de la zona, e igualmente ya está adaptado a las condiciones edafoclimáticas de la misma.

Peso de racimo

El análisis de varianza no muestra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Lo que indica que los racimos de plátano presentaron el mismo peso promedio en los diferentes tratamientos, los cuales fueron 16.30 kg, 15.53 kg, 15.38 kg, 15.23 kg, 15.08 kg, 14.80 kg y 14.71 kg por racimo para los tratamientos T7, T5, T1, T4, T2, T3 y T6 respectivamente. Estos resultados se deben posiblemente a que *M. paradisiaca* en Tumaco, bajo sistemas tradicionales provee mayor cantidad de energía en formar el racimo que en producir hijuelos y hojas; lo cual se refleja en un mayor peso en el racimo.

Producción de *M. paradisiaca* t ha⁻¹

El análisis de varianza detecta diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Siendo los tratamientos con mayor producción T1 (densidad de 1.111 plantas ha⁻¹) y T6 (densidad de 1.000 plantas ha⁻¹) con un rendimiento de 15.37 y 13.24 t ha⁻¹ diferenciándose de T2 y T7 con 8.48 y 3,2 t ha⁻¹ cada uno (fig. 9). Es importante resaltar que estos resultados son por el tiempo de evaluación. Además indica 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 de plantas en altas densidades sin afectar sus rendimientos. Por lo demás Belalcázar (1991), presentó rendimiento en monocultivo de plátano de 23,1 t ha⁻¹. Obteniendo Beneficios superiores a los logrados en los tratamientos que se establecieron para esta investigación.

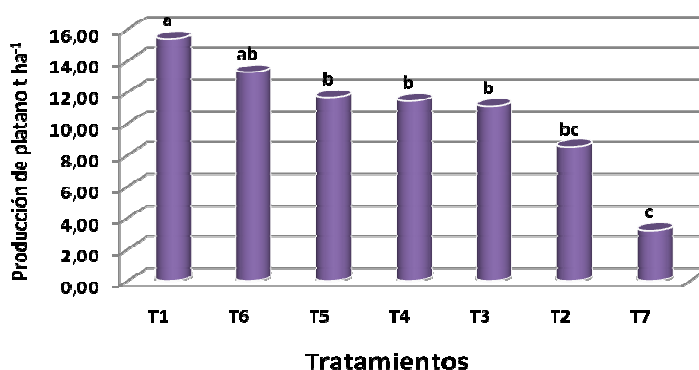


Figura 7. Producción promedio de *M. paradisiaca* t ha⁻¹ en los diferentes tratamientos.

Cantidad de manos por racimo

El análisis de varianza no muestra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Lo que indica que las plantas de plátano tuvieron el mismo comportamiento respecto al número de manos. Los promedios fueron 6,4, 6,2, 6,13, 5,93, 5,86, 5,73 y 5,6 manos racimo⁻¹, para los tratamientos T1, T7, T6, T5, T2, T4 y T3 correspondientemente. Este comportamiento se debe posiblemente a que la calidad del material que se estableció en cada uno de los tratamientos fue la misma.

Numero de dedos por racimo

En el análisis de varianza no se presentaron diferencias estadísticas significativas, para el promedio de dedos racimo⁻¹, lo que indica que las plantas de plátano mostraron comportamiento similar con respecto a esta variable en los diferentes tratamientos. Los promedios de en forma 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⁻¹ individualmente. El mismo comportamiento reportan. Ballesteros y Ordoñez (2008), al no obtener diferencias

estadísticas significativas. Lo que indica que las plantas de plátano mostraron la misma cantidad de dedos racimo⁻¹ en cada uno de los tratamientos; los promedios de los tratamientos reportados fueron 27, 37 y 18 dedos racimo⁻¹ para los tratamientos T1, T2 y T3 correspondientemente.

CACAO (*T. cacao*)

Altura

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias de Duncan indica que los tratamientos T1, T2, T5 Y T3 presentaron las mayores alturas promedio con 1.40, 1.1, 1.08 y 1.05 m correspondientemente, mientras que los menores crecimientos se presentaron en los tratamientos T6 Y T4 con 0.97 y 0.96 m. Cabe resaltar que a estos árboles se les tomó la altura antes de ser injertados y a los cuales una vez que brotó el injerto se les corto la copa (Fig.12). Esta diferencia se pudieron haber presentado por la incidencia de luz, debido a que el desarrollo de los componentes *M. paradisiaca* y *T. rosea*, (sombrió transitorio y permanente) no fue homogéneo en los diferentes tratamientos, es decir que en unos se presento mayor interacciones que en otros. Estos resultados concuerdan con el estudio de las distancia de siembra recomendables en plantaciones comerciales de cacao 1000 árboles ha⁻¹ y 1333 árboles ha⁻¹ y que además, el crecimiento en alturas varió con las diferentes densidades de siembra (Martínez, 1977).

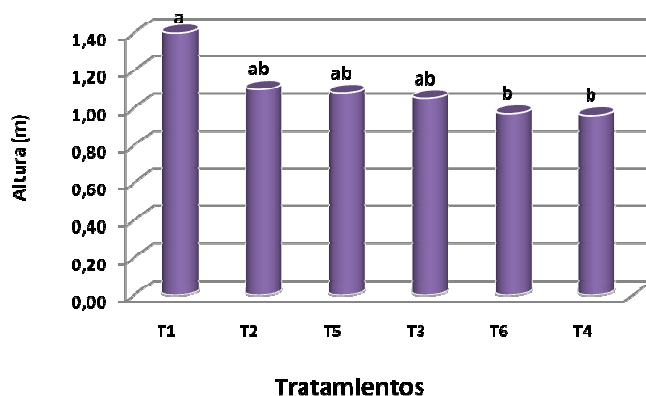


Figura 8. Altura de las plantas de *T. cacao* en los diferentes tratamientos.

Diámetro del tallo a 10cm del suelo

El análisis de varianza presentó diferencias estadísticas altamente significativas. Los tratamientos T1 T2 Y T3 registraron 4.36, 3.9 y 3.5 cm, mientras que el menor incremento en diámetro lo presentaron los tratamientos T5 T6 Y T4, con 3.12, 2.97 y 2.96 cm propiamente (Fig. 13). Somarriba *et al.*, 1994 reportó diámetros promedios a 30 cm del suelo para híbridos, de 9.6 cm en condiciones de valle y de 8 cm en condiciones de loma, a la edad de cuatro años, es decir, 1.8 cm más que los estimados en este estudio (7cm) a esta misma edad.

Casa Luker (2006) 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).

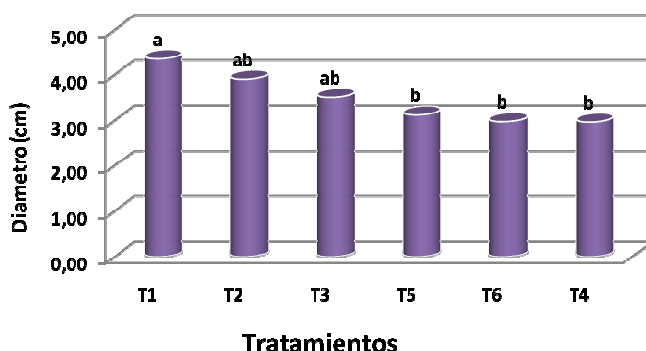


Figura 9. Diámetro del tallo de los árboles de *T. cacao* en los diferentes tratamientos

Tasa de crecimiento del injerto

En el análisis de varianza no se presentaron diferencias estadísticas significativas, en la tasa promedio de crecimiento del injerto en los diferentes tratamientos, lo cual indica, que estadísticamente presentaron el mismo crecimiento; de este modo los valores obtenidos fueron los siguientes T3 (1.51 m), T6 (1.47 m), T5 (1.36 m), T1 (1.07 m), T4 (1 m) y T2 (0.64 m). Es importante resaltar que los clones recomendados para Tumaco según la zona agroecológica son: IMC 67, CCN 51, ICS 95, ICS 60, MON 1 y TSH 565 (Fedecacao, 2009). Este comportamiento se debe posiblemente a que los clones utilizados para esta investigación tuvieron el mismo comportamiento de adaptación a las condiciones de clima

y suelo. Además se les realizó las mismas labores culturales y agronómicas; por ello no difieren en su crecimiento.

Emisión de ramas

Entre los tratamientos no existen diferencias estadísticas significativas con base al análisis de varianza, por tanto, la cantidad de ramas emitida en cada uno de los tratamientos fue igual, de tal forma los tratamientos reportaron las siguientes cantidades de ramas en el injerto T4 (1,96), T5 (1,90), T3 (1,83), T6 (1,80), T2 (1,69) y T1 (1,62) unidades proporcionalmente (fig. 15). Se considera que posiblemente el número de ramas que se manifestó, es debido, que en el proceso de injertación (injertación por aproximación) para mayor seguridad y garantizar el éxito de la misma, se utilizaron más de una yema por injerto. FEDECACAO, (2009), indica que para esta clase de injerto, se utilizan más de una yema por cada uno y se denomina injerto por aproximación o común mente “pechito con pechito”.

Emisión de hojas

El análisis de varianza indica diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias de Duncan evidencia que la mayor cantidad promedio de hojas emitidas por el injerto las presentan los tratamientos T3 y T6 con 157.39 y 145.17 hojas correspondientemente, mientras que la menor cantidad de hojas la presentó el tratamiento T2, con 23.31 hojas en promedio (Fig. 16). Estos resultados se deben posiblemente por elevada exposición de los injerto al sol. Un aspecto relevante de la poca tolerancia del cacao a altas radiaciones, es el tiempo de vida promedio de las hojas que se ha estimado que es de 450 bajo sombra y 250 días a plena exposición solar (Muller *et al.*, 1992). FEDECACAO (2009), argumenta que para el normal desarrollo de una mazorca se requiere 100 hojas sanas en normal funcionamiento, lo que justifica la existencia de una buena área foliar.

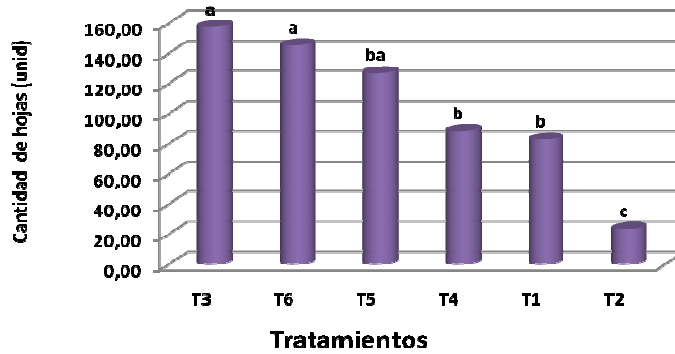


Figura 10. Emisión de hojas en el injerto de *T. cacao* en los diferentes tratamientos.

Análisis financiero

En este estudio se registraron respectivamente todos los costos (directos e indirectos) para 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 financieros TIR (Tasa interna de retorno), VAN (Valor actualizado neto), RB/C(Relación beneficio costo). Estos resultados se reportan en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis financiero del sistema agroforestal *T. cacao*, *M. paradisiaca* y *T. rosea* en el municipio de Tumaco, Nariño, 2011.

Tratamiento	VAN	TIR	RB/C
1	20.477.536,29	39%	1,77
2	15.235.901,90	35%	1,73
3	20.931.443,97	48%	1,95
4	20.837.810,96	47%	1,94
5	20.543.906,35	48%	1,93

6	4.457.863,54	21%	1,20
7	4.751.438,16	36%	1,74

Todos los tratamientos son factibles financieramente en el municipio de Tumaco. Sin embargo el tratamiento T3 representa una mayor rentabilidad debido a que los costos totales ascendieron a \$ 9.421.900. La TIR calculada fue del 48%, 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 48%. El VAN calculado se situó en \$ 20.931.443, lo cuál sería la utilidad lograda al haber invertido en esta actividad y no en otra.

La relación beneficio costo de este tratamiento fue de 1,95% lo cual quiere decir que por cada peso invertido se generan 0,95 adicionales por encima de otra alternativa de inversión. Fedecacao (2009), reporta RB/C de 1,70. Siendo mayor la generada en esta investigación.

También es importante resaltar, que los indicadores financieros evaluados presentaron los valores más bajos en el tratamiento T6 con (RB/C 1,20), (TIR 21%), (VAN \$4.457.863), esto se debe a que las cantidades de planta del cultivo principal (cacao) son menores en comparación con los otros tratamientos. Igualmente, la cantidad de árboles es mayor, lo cual indica que mientras más se aumente la cantidad de árboles maderables por hectárea mayor serán los costos.

CONCLUSIONES

La especie maderable *T. rosea* muestra un buen comportamiento, dentro los sistemas agroforestales en densidades de 12X6 y 16X6; manifestando buen crecimiento en cada una de las variables evaluadas (altura, diámetro, áreas de copa y IMA). Además presenta buena adaptación edafo-climática en el municipio de Tumaco.

La especie *M. paradisiaca* presentó buen comportamiento en los factores de crecimiento y rendimiento en todos los arreglos propuestos; proporcionando mayores beneficios en altas densidades. Convirtiéndose en una opción promisoriosa para la zona.

T. cacao dentro del sistema mostro un buen comportamiento en las variables de crecimiento (altura y diámetro) en todas sus estructuras vegetativas en cada uno de los tratamientos planteados.

Los arreglos agroforestales implementados demuestran un buen comportamiento biológico y económico. Ofreciendo una nueva forma de producción integral, e incentivando a los productores; por que obtienen ingresos a corto plazo, valorizan sus predios y aumentan la producción por unidad de área.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARAQUE, O., JAIMEZ, R.E., AZOCAR, C., ESPINOZA, W., TEZARA, W. 2009. Relaciones entre anatomía foliar, intercambio de gases y crecimiento en juveniles de cuatro especies forestales en el municipio Alberto Adriani, El Vigía, estado Mérida, Venezuela. *Interciencia* 34 (10): 725-729.
2. ARIZALA A. Y RINCON L. 2011. Evaluación del sistema agroforestal Melina *Gmelina arborea* Roxb, Cacao *Theobroma cacao* L. y plátano *Musa paradisiaca* L., en el corregimiento de San Luis Robles municipio de Tumaco, departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero agroforestal, Facultad de Ciencia agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 23 p
3. BALLESTEROS W. Y ORDOÑEZ H. 2008. Diseño, implementación y evaluación de arreglos agroforestales para la costa pacifico de Nariño. Colombia. *Agroforesteria en las Américas* N° 46 p. 73-80.
4. BELALCAZAR, S. 1991. Cultivo del plátano en altas densidades, una nueva opción. Armenia, CORPOICA, programa de banano y plátano, Armenia, Colombia.

Consultado el 23 de marzo de 2011, On line:[www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/446048db9edf1f4a05256a5300598093/\\$FILE/Cultivo%20del%20pl%C3%A1tano%20en%20altas%20densidades.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/446048db9edf1f4a05256a5300598093/$FILE/Cultivo%20del%20pl%C3%A1tano%20en%20altas%20densidades.pdf)

5. 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 www.agrocadenas.gov.co/cacao/documentos/acuerdo_cacao_ant.pdf 53pp; consulta: septiembre 2008.
6. FEDECACAO 2009, Guía técnica para el cultivo de cacao, fondo nacional del cacao. Bogotá D.C – Colombia, 189 p.
7. 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. Online:http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006718101731_Cultivo%20cacao%20alta%20productividad.pdf (consultado enero 15 de 2011)
8. HOLDRIDGE, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), San José. 126p.
9. IICA-MADR. 2001. Acuerdo de competitividad de la cadena del cacao y su agroindustria. Colección documentos IICA. Serie Competitividad. Bogotá.
10. IGAC. 2004. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Nariño.
11. 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), 1978online:<http://intranet.corpoica.org.co:8080/catalogo/mfn.php?mfn=000346&ba>

se=biblio&pft=biblio3&epilog=na.pft&pbusca=Seleccionado(consultado 15 enero de 2011)

12. MULLER M., P. SERRANO MINAR y B. BIEHL. 1992. Photosynthetic characteristics during development of leaves of *Theobroma cacao* L. *Acta Physiologiae Plantarum* 85(3): 132- 140.
13. SALAZAR, R. 1997. *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales, CATIE, No. 8. 2 pp.
14. SOMARRIBA, E. 2004. ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales? Agroforestería en las Américas N° 41-42 2004
http://www.catie.ac.cr/BancoMedios/Documentos%20PDF/pcc_como_evaluar.pdf
(consultado el 5 de abril 2011)
15. SOMARRIBA, E; DOMINGUEZ, L; LUCAS, C. 1994. Cacao-plátano-laurel: manejo, producción agrícola y crecimiento maderable. CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico N.º. 233. 64 p