

Evaluación inicial del sistema silvoagrícola coco (*Cocus nucifera*), cacao (*Theobroma cacao* L.) y plátano (*Mussa paradisiaca* Simmons) en el municipio de Tumaco, departamento de Nariño, Colombia

Initial evaluation of the agroforestry systemcoco (*Cocus nucifera*), cocoa (*Theobroma cacao* L.), banana (*Musa paradisiaca* Simmons) in the municipality of Tumaco department Nariño, Colombia

César Antonio Quiñones Portocarrero* 

Resumen

Tres densidades de siembras fueron evaluadas en un sistema agroforestal con cacao, plátano y coco bajo condiciones ambientales del municipio de Tumaco (vereda Las Delicias) departamento de Nariño, Colombia. Se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizado con 3 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 9 unidades experimentales. El tratamiento uno (T1) correspondió a: cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 9,5 m x 9,5 m (111 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha). Tratamiento dos (T2): cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 10 m x 10 m (100 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha). El tratamiento tres (T3) cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 12 m x 12 m (69 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha). En coco se presentaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,0001$) para la variable diámetro con un indicador de 21,88 cm para el T2. En el caso del cacao se encontraron diferencias significativas en las variables crecimiento en altura de 56 cm, crecimiento en diámetro con un indicador de 6,33 cm y emisión de ramas con 4,33 para el T3. Con respecto al plátano solo se presentaron diferencias estadísticas significativas en las variables número de hojas 3,87 en el T2, número de manos por racimo con 6,40, en el T1 y peso de dedo 566 g en el T2.

Palabras clave: Plantaciones, Producción, Sistema agroforestal, Tratamientos.

Abstract

Three planting densities were evaluated in an agroforestry system with cocoa, banana, and coconut under environmental conditions in the municipality of Tumaco (vereda Las Delicias),

* Contratista Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), Tumaco, Nariño, Colombia.

Autor correspondencia:
cequipor24@gmail.com

Recepción: Agosto 24, 2018
Aprobación: Diciembre 10, 2018
Editor Asociado: CA Rentería



department of Nariño, Colombia. A completely randomized block design was used with 3 treatments and 3 replications for a total of 9 experimental units; treatment one (T1) corresponded to: cocoa 3 m x 4 m (833 plants/ha), coconut 9.5 m x 9.5 m (111 plants/ha) and banana 3 m x 4 m (833 plants/ha); treatment two (T2): cocoa 3 m x 4 m (833 plants/ha), coconut 10 m x 10 m (100 plants/ha) and banana 3 m x 4 m (833 plants/ha); treatment three (T3): cocoa 3 m x 4 m (833 plants/ha), coconut 12 m x 12 m (69 plants/ha) and banana 3 m x 4 m (833 plants/ha). In coconut differences were highly significant ($p \leq 0.0001$) for the variable diameter with an indicator of 21.88 cm for T2. In the case of cocoa, significant differences were found in the variable's height growth of 56 cm, diameter growth with an indicator of 6.33 cm and branch emission with 4.33 for T3. With respect to banana, significant differences were only found in the variables number of leaves 3.87 in T2, number of hands per bunch with 6.40 in T1 and finger weight 566 g in T2.

Keywords: Agroforestry system, Plantations, Production, Treatments.

Introducción

En Colombia dentro de la apuesta exportadora agropecuaria para los años 2006-2020 (MADR 2006), se ha considerado al *Theobroma cacao* L como uno de los cultivos de largo rendimiento, con alto potencial exportador donde sobresalen cinco regiones aptas para el desarrollo del cultivo, estando el departamento de Nariño en la cuarta región. En este documento se plantea un área de 216.141 ha con un rendimiento promedio de 1,15 t/ha que implica triplicar los rendimientos actuales y duplicar el área sembrada de cacao para el año 2006 (meta no cumplida). En lo concerniente a la inteligencia de mercados se pretende identificar nichos con énfasis en productos con alto valor agregado, desarrollo de estrategias

para promoción de exportaciones de productos intermedios y la investigación en productos funcionales (Escobar 2008).

El municipio de Tumaco cuenta con una población aproximadamente de 150 mil habitantes, de los cuales 48% reside en la zona rural. Los agricultores del municipio están asentados en pequeños núcleos poblacionales donde realizan actividades tradicionales de tipo extractivo y de subsistencia tales como el cultivo del cacao, coco, plátano, maíz, frutales, maderables, combinado con la pesca, entre otros, con mínimas labores culturales y de manejo (Solís 2008).

En Tumaco el cultivo de *T. cacao* L., se ha constituido en la principal fuente de ingresos de muchos agricultores, el cual ocupa un área cercana a las 10.400 hectáreas, distribuidas sobre todo en los núcleos productivos, como San Luis Robles, río Chagüi, río Mira, río Rosario, río Tablón Salado, carretera y ramales, siendo la región con mayor producción de cacao en el departamento de Nariño, el cual ocupa el tercer puesto en área sembrada en el país (Escobar 2008).

La baja producción de los sistemas agroforestales tradicionales de cacao ha permitido que muchos agricultores de la región presenten desinterés en el manejo de sus cultivos, ocasionando poca inversión, lo que produciendo problemas de plagas y enfermedades; debido a esta situación, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) ha desarrollado diferentes proyectos en el área agropecuaria con la finalidad de fomentar una agricultura sostenible y con mayor producción por hectárea.

La evaluación del sistema agroforestal caoba (*Swietenia macrophylla* King), cacao (*Theobroma cacao* L.) y plátano (*Musa paradisiaca* Simmons) realizada por Rodríguez y Ballesteros (2010) en el municipio de Tumaco presentó un buen comportamiento en los parámetros de crecimiento y desarrollo en toda su estructura en los arreglos propuestos a pesar del ataque de algunas plagas y enfermedades, demostrando que esta clase de

arreglos son una opción adecuada para la zona.

Dajome y Solís (2011), realizaron la evaluación de los componentes del sistema agroforestal garza (*Tabebuia rosea* Bertol.), cacao (*Theobroma cacao* L.) y plátano (*Mussa paradisiaca* Simmons) en el corregimiento San Luis Robles perteneciente al municipio de Tumaco; en esta investigación los arreglos agroforestales implementados demostraron un buen comportamiento biológico y económico, ofreciendo una nueva forma de producción integral e incentivando a los productores, ya que obtiene ingresos a corto plazo, valorizan sus predios y aumentan la producción por unidad de área.

Por todo lo anterior, se realizó la evaluación del comportamiento inicial del sistema silvoagrícola *C. nucifera*, *T. cacao* L. y *M. paradisiaca*, en el municipio de Tumaco, departamento de Nariño, con la finalidad de determinar el comportamiento de estas tres especies en diferentes arreglos como alternativa que permita alcanzar una mayor producción por unidad de área y de esta manera, aportar al desarrollo socioeconómico de la región.

Metodología

Localización. El municipio de Tumaco está ubicado en el Departamento de Nariño, al suroeste de Colombia; en las coordenadas (1°49'N y 79°46'W) a 3 metros de elevación, presenta una precipitación promedio anual que va desde los 3.500 a 4.500 mm, temperatura máxima de 29°C, durante el día en épocas soleadas y una mínima de 23°C durante la noche en períodos lluviosos; promedio de 26°C, humedad relativa de 87%, el brillo solar de 3,5 horas luz/día, las direcciones predominantes de los vientos son sur-occidente y norte-oriental, la dominancia de su dirección es occidente-oriental. Tienen una velocidad media de 1,7 m/seg (IDEAM 2005). La zona de vida corresponde a bosque húmedo tropical (bht).

Diseño experimental. Para el montaje de las unidades experimentales se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizado con 3 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 9 unidades experimentales (Tabla 1, Figura 1).

Los arreglos silvoagrícolas se establecieron

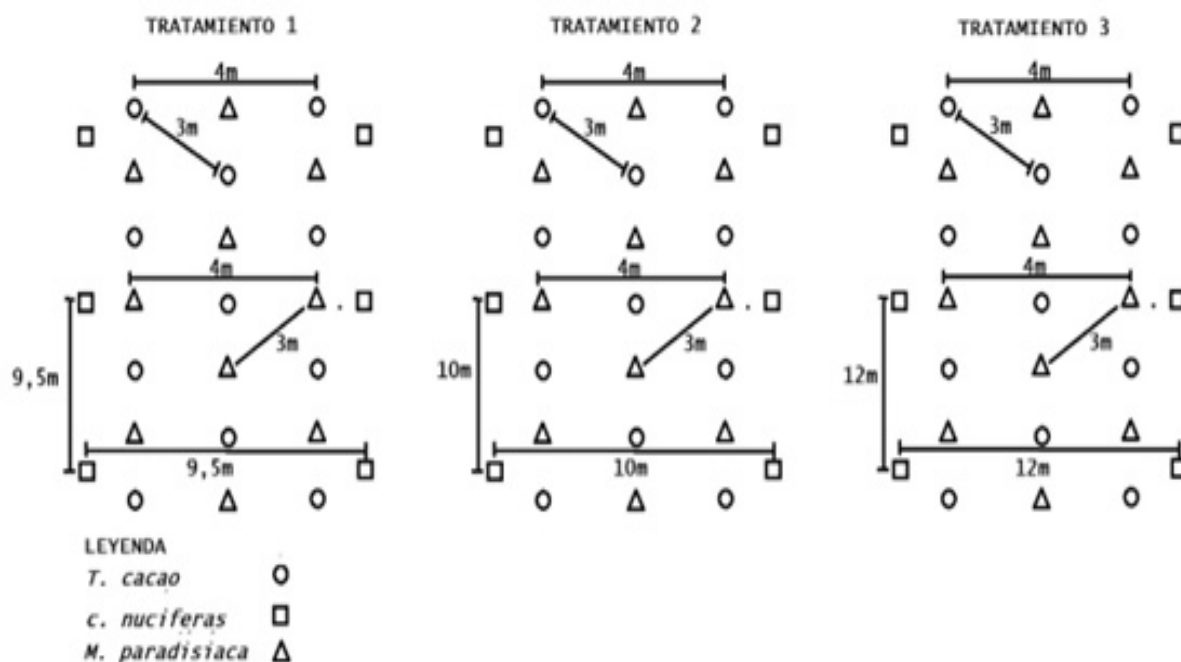


Figura 1. Establecimiento de sistemas silvoagrícola en el municipio de Tumaco.

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

Tratamiento	<i>T. cacao</i>		<i>C. nucifera</i>		<i>M. paradisiaca</i>	
	Distancia (m)	Densidad (plantas/ha)	Distancia (m)	Densidad (plantas/ha)	Distancia (m)	Densidad (plantas/ha)
1	3 x 4	833	9,5 x 9,5	111	3 x 4	833
2	3 x 4	833	10 x 10	100	3 x 4	833
3	3 x 4	833	12 x 12	69	3 x 4	833

en fincas de propiedad de los agricultores localizados en zona rural del municipio de Tumaco, vereda Las Delicias; los lugares destinados para la experimentación se adecuaron de tal manera que permitiera el establecimiento de estos. Para la siembra de los componentes de los arreglos silvoagrícola, la semilla de *C. nucifera*, se adquirió en fincas del Consejo Comunitario Río Mejicano; las plántulas de *T. cacao* L., se compraron en el vivero de los Ríos SAS y la semilla de *M. paradisiaca* se obtuvo en el vivero La Minita.

Labores culturales. Los suelos del área de estudio vereda Las Delicias, son suelos de origen aluvial ondulados, o semi ondulados, con pendientes promedios que no superan el 15%, ricos en materia orgánica, condiciones que lo hacen ideal para el desarrollo de la agricultura. El estudio se realizó durante un año, donde se desarrolló el establecimiento y evaluación de cada una de las variables.

Se realizó preparación de terreno, sócala y tumba, se efectuó el trazado y ahoyado de las diferentes parcelas, luego se sembraron los diferentes componentes, y se realizaron controles de malezas cada dos meses. Los trazados se realizaron de acuerdo con los diseños planteados en esta metodología: para el ahoyado del *C. nucifera*, las dimensiones que se utilizaron son de 30 x 30 x 40 cm; las podas se hicieron conforme con las especies utilizadas: en el cacao se hizo poda de formación a los 2 meses después de la siembra, luego se realizó podas de mantenimiento cada 3 meses; en el *C. nucifera*, cada 6 meses.

Variables evaluadas. Para la medición de las variables evaluadas se siguió la metodología usada por Rodríguez y Ballesteros 2010).

M. paradisiaca

Número de hijuelos: al momento de la cosecha se contaron los hijuelos mayores a 1 m de altura (Rodríguez y Ballesteros 2010).

- 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 5 racimos de la parcela útil y se pesaron para determinar el peso promedio en cada tratamiento.
- Número de manos: a 5 racimos se les contaron las manos para determinar su cantidad promedio.
- Número y peso de dedos: a 5 racimos se les contaron y se pesaron la cantidad total de dedos.
- Días de floración: se contaron los días desde el momento en que se registra la emisión de la floración hasta la cosecha.
- Días a cosecha: se contaron los días que transcurren desde el momento de la siembra, hasta la emisión de la flor.

T. cacao L.

- Altura (cm): con la ayuda de un fluxómetro, cada cuatro meses 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 cuatro meses, utilizando una cinta diamétrica.
- Emisión de ramas (unidad): se registró el número de ramas laterales que emergieron de la rama del injerto cada cuatro meses.
- 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.
- Área de copa: cada seis meses se determinó el área de copa midiendo dos ejes uno en dirección NS (a) y el otro EW (b), para luego determinar el área total con la fórmula de la elipse.

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

Dónde:

A: área de copa

a: dirección norte-sur

b: dirección este-oeste

C. nucifera

- Altura: se midió cada 4 meses desde el suelo hasta la yema terminal en cada tratamiento.
- Diámetro: se midió cada mes el diámetro a una altura de 10 cm.
- Área de copa: cada seis meses se determinó el área de copa midiendo dos ejes uno en dirección NS (a) y el otro EW (b), para luego determinar el área total con la fórmula de la elipse.

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

Dónde:

A: área de copa

a: dirección norte-sur

b: dirección este-oeste

Análisis estadístico. Se aplicó un análisis de varianza para evaluar diferencias significativas

entre los tratamientos; cuando existió diferencia estadística significativa se aplicó la prueba de comparación de Tukey. El software utilizado fue InfoStat versión 2.0.

Resultados y discusión

Comportamiento componente (C. nucifera).

De las variables evaluadas no se presentaron diferencias significativas para crecimiento en altura y **área** de copa, solo presentándose diferencia altamente significativa en la variable diámetro ($p < 0,0001$) (Tabla 2).

Se encontró que en el T1 que correspondió a: cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 9,5 m x 9,5 m (111 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha), el diámetro presentó un crecimiento de 18,72 cm; para el T2: cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 10 m x 10 m (100 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) fue de 21,88 cm; y para el T3: cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 12 m x 12 m (69 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) fue de 19,80 cm, lo que significa que el tratamiento que presentó mejor crecimiento en diámetro fue el T2 (Tabla3). Los resultados muestran que el coco es una especie que tiene mejor desarrollo en densidades bajas, es decir, a mayor distancia de siembra mejor es el comportamiento de la especie lo cual está directamente relacionado con la luz porque al ser el coco una especie heliófila y muy densa en su parte aérea, demanda de mayor espacio lumínico para poder llevar a cabo su proceso fotosintético de manera eficiente. Nair *et al.* (1975) afirma que el coco necesita condiciones climáticas y de suelo muy especiales para su normal desarrollo. Se puede sembrar en zonas entre el nivel del mar y los 600 metros, con temperatura superiores a los 25°C y con precipitaciones entre 1000 y 2500 mm por año. Sus requerimientos del suelo son muy similares a los del cacao, es decir, suelos abundantes en materia orgánica y preferiblemente abundantes en arena, lo que facilita el drenaje e

Tabla 2. Análisis de varianza para las variables de altura, área de copa y diámetro, en el componente coco *C. nucifera* en el sistema silvoagrícola, municipio de Tumaco, Nariño, Colombia

FV	CM		
	Altura	Área de copa	Diámetro
Modelo	5.322,00 NS	12'968.189,13 NS	123,98 NS
Bloque	35.355,83 NS	21'593.315,25 NS	199,76 NS
Tratamiento	29,61 NS	22.291,74 NS	0,05**
Error	29,61 NS	30.499,95 NS	10,31 NS
Total	11		

Tabla 3. Comparación de medias entre tratamientos para la variable diámetro en *C. nucifera*

Tratamiento	Medias	n	
2	21,88	4	a
3	19,8	4	b
1	18,72	4	c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 0,50409

Error: 0,0540 gl: 6

impide el ataque de los patógenos del suelo.

Comportamiento del segundo componente (*T. cacao*). Para este caso no se presentó diferencia significativa para las variables número de hojas y área de copa, sin embargo, las variables crecimiento en altura y número de ramas presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) y el crecimiento en diámetro presentó una diferencia altamente significativa ($p > 0,0001$) (Tabla 4). Pdnamay *et al.* (1978) demostraron que el cultivo de cacao asociado permanente más adecuado es bajo sombra de coco, cuando las condiciones de suelo son idóneas y las dimensiones de las explotaciones las hace apropiadas desde el punto de vista económico. Es evidente que el cultivo de cacao no tiene efectos nocivos en el crecimiento y rendimiento del coco.

En la variable emisión de rama, el T1 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 9,5 m x 9,5 m (111 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) indicó 4,13 ramas; T2 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 10 m x 10 m (100 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) 3,55 ramas;

T3 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 12 m x 12 m (69 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) 4,33 ramas, con un promedio mensual T1 1,03 ramas, T2 0,88 ramas y T3 1,08 ramas siendo este el tratamiento con el mejor comportamiento (Tabla 5). Se puede afirmar que en este estudio, los árboles de cacao sembrados a densidades de siembra baja presentaron la mayor emisión de ramas, resultado que concuerdan con lo encontrado por Rodríguez y Ballesteros (2010) quienes reportan emisión de rama promedio de 2,30 ramas cada cuatro meses (0,58 ramas/mes) para la densidad de 833 árboles de cacao por hectárea con sombrío transitorio y permanente. Este comportamiento se debe a que la incidencia de luz en los tratamientos fue diferente debido a las distintas distancias de siembras que se manejaron para el sombrío permanente y transitorio, y la baja competencia por luz y nutriente debido a que a mayor distancia de siembra menor es la competencia entre planta por nutrientes y luz.

En la variable altura, los indicadores fueron: T1 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 9,5

Tabla 4. Análisis de varianza para las variables de número de ramas, número de hojas, altura, área de copa y diámetro, en el componente cacao *T. cacao* en el sistema silvoagrícola, municipio de Tumaco, Nariño, Colombia

CM					
FV	N° de ramas	N° de hojas	Altura	Diámetro	Área de copa
Modelo	510, NS	287,39 NS	1286,14 NS	8,03 NS	8586,03 NS
Bloque	316,59 NS	477,86 NS	2127,78 NS	14,52 NS	1628,55 NS
Tratamiento	20,11*	3,08 NS	23,68*	1,53**	12284,91 NS
Error	60,65 NS	1,69 NS	3,85 NS	0,04 NS	15543,52 NS
Total	11				

* Existen diferencia significativa ** Existe diferencia altamente significativa NS= no significativo

Tabla 5. Comparación de medias entre tratamientos para la variable número de ramas *T. cacao*

Tratamiento	Medias	n		
3	4,33	4	a	
1	4,13	4	a	b
2	3,55	4		b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Tukey Alfa:=0,05DMS:=0,72226

Error: 0,1108 gl: 6 A

m x 9,5 m (111 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) 51,40 cm; T2 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 10 m x 10 m (100 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) con 55,08 cm; T3 a cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 12 m x 12 m (69 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) 56 cm (Tabla 6). Se pudo observar que los tratamientos que presentaban menor densidad poblacional, tuvieron el mayor indicador de crecimiento, indicando que el cacao, aunque es una especie humbrofila, en condiciones de trópico húmedo presenta unos rangos de sombramiento permisible que está dado por la densidad de siembra y el tipo de sombrío que se utilice en el sistema. Estos resultados concuerdan con los presentados por Rodríguez y Ballesteros (2010) quienes encontraron los mejores crecimientos del cacao (59,91 cm y 58,46 cm) en la densidad de siembra de 833 árboles por hectárea y baja densidad del sombrío transitorio

y permanente; sin embargo, discrepan de los reportados por Arizala *et al.* (2012) quienes indican crecimientos del cacao de hasta 1,40 m/mes para la mayor densidad de siembra (1111 plantas/ha) y alta densidad de sombrío.

Por otro lado, para la variable crecimiento en diámetro se presentaron diferencias altamente significativas; T1 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 9,5 m x 9,5 m (111 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) presentó un indicador de 5,03 cm; T2 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 10 m x 10 m (100 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) 6,20 cm; T3 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 12 m x 12 m (69 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) 6,33 cm, siendo este el que presenta la mayor diferencia. Como se analizó con la variable anterior (altura), esta variable se comportó de manera similar presentándose los mayores indicadores en los arreglos de densidad de siembra bajas (Tabla 7).

Tabla 6. Comparación de medias entre tratamientos para la variable altura *T. cacao*

Tratamiento	Medias	n		
3	56	4	a	
2	55,08	4	a	b
1	51,4	4		b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Tukey Alfa: =0,05 DMS: =4,25671

Error: 3,8497 gl: 6

Tabla 7. Comparación de medias entre tratamientos para la variable diámetro *T. cacao*

Tratamiento	Medias	n		
3	6,33	3	a	
2	6,2	3	a	
1	5,03	3		b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Tukey Alfa: =0,05 DMS: =0,60184

Error: 0,0428 gl: 4

Comportamiento del tercer componente (*M. paradisiaca*). Con respecto al plátano no se presentó diferencia significativa para las variables número de hijuelos, días a floración, días de cosecha, peso racimo y número de dedos por mano; pero las variables número de hojas, número de manos por racimo (N° mano/racimo) y peso de dedo, presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,0245$), ($p \leq 0,047$) y ($p \leq 0,002$) respectivamente (Tabla 8).

Como es apreciable en la Tabla 9, en la variable número de hojas presentó diferencias significativas indicadores para el T1 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 9,5 m x 9,5 m (111 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) de 3,60 hojas; para T2 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 10 m x 10 m (100 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha); T3 3,87 hojas 3 hojas, siendo el T2 el que presentó las diferencias estadísticas; las hojas presentaron lámina foliar completa y ataque leve de *Mycopharella musicola*. Al respecto Belalcázar (2005) indica que el número de hojas presentes al momento de la floración, como

un efecto de las distancias de siembra evaluadas, varía 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 de siembra hay un número menor de hojas (Tabla 9).

Por su parte la variable número de mano por racimo presentó diferencias estadísticas significativas; los indicadores para el T1 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 9,5 m x 9,5 m (111 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) de 6,40 manos; T2 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 10 m x 10 m (100 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha), 6 manos; T3 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 12 m x 12 m (69 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha), presentó 5,6 manos por racimo, siendo el T1 el que presentó la mayor diferencia estadística. Esto se debe posiblemente a que el material que se utilizó para la investigación fue obtenido de la zona (Tabla 10).

En el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticas significativas en el promedio

Tabla 8. Análisis de varianza para las variables número de hijuelos, número de hojas, días de floración, días de cosecha, peso de racimo, número de manos por racimo, número de dedos por racimo y peso de dedo en el componente plátano *M. paradisiaca* en el sistema silvoagrícola, Tumaco, Nariño, Colombia

FV	CM						
	N° de hijuelos	N° de hojas	Días floración	Días cosecha	Peso racimo	N° manos racimo	N° dedos racimo
Modelo bloque	422,12** 233,69	2,06* 1,16 NS	173,16 NS 200,56 NS	173,16 NS 200,56 NS	25,94 NS 16,97 NS	1,73 NS 1,07 NS	0,44 NS 0,42 NS
Tratamiento	210,56 NS	2,96*	145,76 NS	145,76 NS	34,91 NS	2,40*	0,47 NS
Error	404,22 NS	0,73 NS	412,48 NS	412,48 NS	17,93 NS	0,73 NS	1,48 NS
Total	44						

* Existen diferencia significativa ** Existe diferencia altamente significativa NS= no significativo

Tabla 9. Comparación de medias entre tratamientos para la variable número de hojas en *M. paradisiaca*

Tratamiento	Medias	n	
2	3,87	15	a
1	3,6	15	a b
3	3	15	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Tukey Alfa =0,05 DMS =0,75701

Error: 0,7256 gl: 40

Tabla 10. Comparación de medias entre tratamientos para la variable número de manos/racimos en *M. paradisiaca*

Tratamiento	Medias	n	
1	6,4	15	a
2	6	15	a b
3	5,6	15	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Tukey Alfa =0,05 DMS =0,75759

Error: 0,7267gl: 40

de peso de dedo, lo que indica que las plantas de plátano sembrada en bajas densidades mostraron mejor comportamiento en cuanto a la calidad del plátano.

Por último, la variable peso dedo presentó para T1 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 9,5 m x 9,5 m (111 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha) 431,33 g; T2 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 10 m x 10 m (100 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha), 566 g; T3 cacao 3 m x 4 m (833 plantas/ha), coco 12 m x 12 m (69 plantas/ha) y plátano 3 m x 4 m (833 plantas/ha), 464 g, siendo el T2 el que presentó la mayor diferencia (Tabla 11).

Teniendo en cuenta lo anterior se puede precisar que los indicadores para las variables número de hojas, número de mano por racimo y peso de dedo, resultaron de manera contraria a lo que se podría pensar, porque teniendo en cuenta que el plátano es una especie heliófila debe comportarse mejor en condiciones de baja densidad de siembra. Estos resultados discrepan de los reportados por Rodríguez y Ballesteros (2010) quienes encontraron que a densidades bajas los indicadores de las diferentes variables evaluadas en plátano eran más elevados, es así que especifican valores promedios de 5,9 manos por racimo. Se ha demostrado

Tabla 11. Comparación de medias entre tratamientos para la variable peso de dedo en *M. paradisiaca*

Tratamiento	Medias	n	
2	566	15	a
3	464	15	b
1	431,33	15	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: TukeyAlfa: =0,05 DMS: =89,53857

Error: 10150,5556 gl: 40

Tabla 12. Análisis económico del sistema silvoagrícola coco (*Cocus nucifera*), cacao (*Theobroma cacao* L.), plátano (*Mussa paradisiaca* Simmons)

Tratamiento	VAN	TIR (%)	RB/C
1	\$27'263.747,57	37	1,61
2	\$25'561.950,34	33	1,53
3	\$23'992.491,27	28	1,38

VAN = Valor presente neto

TIR = Tasa interna de retorno

RB/C = Relación beneficio costo

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.

Análisis económico

El registro permanentemente de datos acerca de los costos de mano de obra, herramientas, insumos, etc., en cada tratamiento y los ingresos que se generaron permitieron conocer de esta manera su rentabilidad, tanto del sistema como de los componentes por separado y hacer una proyección a 20 años empleando los indicadores económicos TIR, VAN, RB/C (Tabla 12).

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 12 años empleando los indicadores económicos TIR, VAN, RB/C.

En términos generales todos los tratamientos son factibles económicamente en el municipio de

Tumaco siempre y cuando se mantenga la misma estructura de costos.

El T3 representa una mayor rentabilidad debida que los costos totales ascendieron a \$15'811.900. La TIR calculada fue del 37%, un resultado alto comparada con la tasa de descuento, lo que permite determinar que de acuerdo con este indicador el sistema es favorable para el productor, debido a que la inversión en el mismo rinde a una tasa anual del 37%. La VAN calculada se situó en \$27'263.747,57 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 1,61% lo que indica que por cada peso invertido se generan 61 adicionales por encima de otra alternativa de inversión. Es un poco más elevado que el generado por FEDECACAO con Agrocadenas en 2005, lo que indica que mientras más se aumente la cantidad de árboles por hectáreas mayor serán los costos en pesos.

Martínez *et al.* (1981) indican que en 2,5 hectáreas se puede establecer una plantación rentable de cacao-coco para introducir dentro de

la plantación otras especies como el plátano y así aprovechar mejor el terreno.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados del sistema silvoagrícola para los tres componentes a menor densidad de siembra se obtuvo un mejor comportamiento, lo que reafirma que el coco por ser una planta heliófila se comporta mejor con densidad de siembra baja.

Los resultados de este estudio indican que el cacao en condiciones de bosque húmedo tropical y más específicamente, en las condiciones agroecológicas del municipio de Tumaco, alcanza un rango de densidad de siembra óptimo que le permite expresar su máximo potencial genético, permitiendo un óptimo desarrollo de las plantas, con densidad de siembra de 833 plantas por hectárea con sombrío transitorio y permanente.

A diferencia del componente cacao y el componente coco, el plátano presentó comportamiento diferente a los otros componentes ya que a mayor densidad de siembra se alcanzaron mejores resultados.

Literatura citada

- Arizala MA, Rincón AL, Vélez LJA. 2012. Evaluación del sistema agroforestal melina (*Gmelina arborea* Roxb), cacao (*Theobroma cacao* L.) y plátano (*Musa paradisiaca* Simmons) en el corregimiento de San Luis Robles municipio de Tumaco, Nariño. Tesis de Grado, Ingeniería Agroforestal. Pasto: FACIA, Universidad de Nariño. 23 pp.
- Dajome D, Solís L. 2011. Evaluación del sistema agroforestal garza (*Tabebuia rosea bertol.* d.c.), cacao (*Theobroma cacao* L.) y plátano (*Musa paradisiaca* S.), en el corregimiento de San Luis Robles, municipio de Tumaco, departamento de Nariño. Tesis de Grado, Ingeniería Agroforestal. Pasto: FACIA, Universidad de Nariño. 33 pp.
- Escobar JE. 2008. Caracterización morfológica *in situ* de árboles sobresalientes regionales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en los núcleos productivos del municipio de Tumaco, Nariño. Tesis de Grado, Ingeniería Agroforestal. Pasto: FACIA, Universidad de Nariño. 87 pp.
- IDEAM. 2005. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Datos meteorológicos. Tumaco: CORPOICA Estación El Mira y el Centro de Control y Contaminación del Pacífico (CCCCP). <http://www.ideam.gov.co/>
- Martínez A, Enríquez G. 1981. Serie técnica. Boletín técnico Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza n° 5. 93 pp.
- Rodríguez OE, Ballesteros PW. 2010. Evaluación del sistema agroforestal caoba (*Swietenia macrophylla* King), cacao (*Theobroma cacao* L.) y plátano (*Musa paradisiaca* Simmons) en el municipio de Tumaco, Nariño. Tesis de Grado, Ingeniería Agroforestal. Pasto: FACIA, Universidad de Nariño. 31 pp.
- Solís J. 2008. Integración de los consejos comunitarios de los ríos Chagüi y Mejicano en acciones dirigidas al fortalecimiento de la cadena productiva de coco (*Cocos nucifera* L.) en el municipio de Tumaco, Nariño.