

**EVALUACION DE LA ASOCIACIÓN AGROFORESTAL CAOBA (*Swetenia
Macrophylla King*) Y CACAO (*Theobroma cacao L.*), IMPLEMENTADOS EN EL
MUNICIPIO DE TUMACO, NARIÑO**

**JUAN MIGUEL VALVERDE
LEINER ARIZALA GUERRERO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO**

2016

**EVALUACION DE LA ASOCIACIÓN AGROFORESTAL CAOBA (*Swetenia
Macrophylla King*) Y CACAO (*Theobroma cacao L.*), IMPLEMENTADOS EN EL
MUNICIPIO DE TUMACO, NARIÑO.**

JUAN MIGUEL VALVERDE

LEINER ARIZALA GUERRERO

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de ingeniero
agroforestal**

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PROGRAMA INGENIERÍA AGROFORESTAL

SAN JUAN DE PASTO

2016

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1^o del acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

Nota de aceptación:

Firma Presidente de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, marzo de 2016.

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
CONCLUSIONES	21
BIBLIOGRAFÍA	22

**ASOCIACIÓN AGROFORESTAL CAOBA (*Swetenia Macrophylla* King) Y CACAO
(*Theobroma cacao* L.), IMPLEMENTADOS EN EL MUNICIPIO DE TUMACO,
NARIÑO**

*Juan Miguel Valverde*¹
*Leiner Arizala Guerrero*¹
*Jorge Fernando Navia Estrada*²

**AGROFORESTAL ASSOCIATION CAOBA (*Swietenia macrophylla* King) AND
CACAO (*Theobroma cacao* L.), IMPLEMENTED IN THE MUNICIPALITY OF
TUMACO, NARINO**

RESUMEN

El estudio se realizó en las coordenadas: 1°42'16.51" latitud norte y a 78°40'40.53" longitud oeste, en el municipio de Tumaco - Nariño, al sur oeste de Colombia, donde se evaluó el comportamiento biológico del sistema agroforestal caoba (*Swetenia Macrophylla* King) y cacao (*Theobroma cacao* L.) a los siete años de establecido, bajo un diseño de bloques completamente al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones. Se tomaron 5 unidades experimentales por sitio de cada componente. El caoba presentó diferencias estadísticas significativas para las variables altura de árbol, el (T5) presentó el mejor comportamiento con 11.97 m; para DAP el mejor comportamiento fue para el (T5) con 76.43cm y en relación al área de copa el mejor resultado fue para el (T5) con 20.07 m²; en cuanto a la variable estado fitosanitario no se vio comprometido en ningún aspecto, ni siquiera por barrenador de tallo (*Hypsipyla grandella*), que es el principal problema para el caoba en la zona, debido a que ataca a los árboles en las etapas más jóvenes. Con respecto a el cacao el ANAVA, presentó diferencias estadísticas significativas para las variables altura de árbol, en donde el (T5) presentó el mejor comportamiento con 4.08 m y el índice de mazorca que indica como mejor resultado el (T5) con 24.39 mazorcas para formar un kg de cacao seco; por otra parte el ANAVA evidencia diferencias estadísticas altamente significativas para las variables número de mazorcas formadas por árbol, estableciendo como mejor tratamiento el (T6) con 13.87 mazorcas por árbol, por último para estado fitosanitario se observó que el (T6) presentó el mejor comportamiento con 17,33%; para las variables diámetro de tallo e índice presentaron diferencias entre los tratamientos estudiados. Se puede deducir que el sistema agroforestal puede ser viable biológicamente, pero se debe tener en cuenta el comportamiento del cacao a diferentes distancias de

¹ Ingeniero Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño

² I.A, PhD. Docente tiempo completo del programa de Ingeniería Agroforestal, FACIA, Universidad de Nariño

siembra, de acuerdo a la presente evaluación los mejores resultados fueron para los tratamientos con las mayores distancias para caoba.

PALABRAS CLAVE: Distancias de siembra; Variables dasométricas; arreglos agroforestales; estado fitosanitario.

ABSTRACT

The study was conducted at coordinates: 1°42'16.51 "north latitude and 78°40'40.53" west longitude, in the municipality of Tumaco - Nariño, south west of Colombia, where the biological behavior of agroforestry system was evaluated caoba (*Swetenia macrophylla* King) and cocoa (*Theobroma cacao* L.) to seven years established under a design randomized complete block with six treatments and three repetitions. 5 experimental units per site of each component is taken. The mahogany presented statistically significant differences for the variables tree height, the (T5) showed the best performance with 11.97 m; for DAP was the best performance for (T5) to 76.43cm and in relation to the area of glass was the best result for (T5) with 20.07 m²; regarding the phytosanitary status Variable I was not compromised in any way, even by stem borer (*hypsipyla grandella*), which is the main problem for mahogany in the area, because it attacks the trees in stages younger . With respect to cocoa the ANAVA, presented significant statistical differences for variables tree height, where the (T5) showed the best performance with 4.08 m and the pod index indicating how best result (T5) with 24.39 cobs to form kg of dry cocoa; moreover the ANAVA evidence highly significant statistical differences for the variable number of ears formed by tree, establishing the best treatment the (T6) with 13.87 ears per tree, finally to phytosanitary state was observed that (T6) showed the best performance with 17.33%; for variables stem diameter and index presented differences between the treatments. It can be deduced that the agroforestry system can be viable biologically, but should take into account the behavior of cocoa planting at different distances, according to this assessment the best results were for treatments with greater distances to caoba.

KEYWORDS: planting distances; Forest variables; agroforestry arrangements; plant health.

INTRODUCCIÓN

En Colombia el cultivo del *Theobroma cacao* L. 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); Nariño se encuentra en el sexto

lugar a nivel nacional, aportando un 6% a la producción (FEDECACAO, 2014); en estas zonas se produce en minifundios bajo sistemas de agricultura de subsistencia (casi el 90% de la producción de *T. cacao* corresponde a pequeños agricultores con menos de 5 ha); no obstante, la producción mundial de *T. 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).

El 76 % del cacao de Nariño se genera en la costa pacífica, especialmente en el municipio de Tumaco (Soic, 2014), una región de bosque húmedo tropical donde predominan árboles de cacao regionales. Estos materiales de cacao se han propagado a partir del rescate y selección empírica de árboles realizada por el agricultor de la región. El cacao producido en esta región se reconoce de manera especial debido a sus atributos organolépticos, caracterizándose por tener un aroma con tonos frutales y florales y buen sabor a chocolate (Casa Luker, 2011).

En Tumaco el cultivo de *T. cacao* se ha manejado de forma tradicional con diferentes componentes como plátano, maderables y frutales, además de 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⁻¹año⁻¹, muy por abajo del promedio nacional que es de 450 kg ha⁻¹año⁻¹ (Casa Luker, 2006), para que el cultivo de *T. cacao* represente un buen negocio para el agricultor, debe presentar rendimientos anuales superiores a 1500 kg ha⁻¹ de grano seco, a partir del quinto año de establecido (IICA- MADR, 2001).

La baja producción de los sistemas agroforestales tradicionales de *T. 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 (Arizala y Rincon, 2011).

Para la modernización de la *T. cacao*, se recomienda usar 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 *T. Cacaos* sanos capaces de expresar todo su potencial productivo. Además 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 *T. 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 (FEDECACAO 2009). Los clones de *T. cacao* recomendados por zona agroecológica bh-T son: TSH 565, ICS A, IMC 67 y MON 1 (FEDECACAO, *et al.* 2001).

En la presente investigación, se tuvo como objetivo la evaluación del sistema agroforestal con las especies caoba *S. macrophylla*, y cacao *T. cacao* en el Corregimiento de San Luis Roble del municipio de Tumaco, Nariño, para lo cual como objetivos específicos evaluar el comportamiento del cacao, del comportamiento del componente arbóreo y diseñar un plan de manejo, para estas especies en diferentes arreglos como una alternativa de asegurar una mayor productividad y de esta forma contribuir con el desarrollo socioeconómico de los agricultores-

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y descripción de la zona. 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 promedio de 4000 mm anuales, una temperatura promedio de 26 °C, la humedad relativa promedio del 87%, los vientos presentan una velocidad media de 1,7 metros segundo⁻¹ con dirección dominante occidente-oriente (IGAC, 2004). La zona de vida corresponde a bosque húmedo tropical (bh-T) (Holdridge, 1978).

La evaluación se llevó a cabo en los arreglos agroforestales establecidos y evaluados por (Rodríguez, 2011).

Diseño experimental. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con seis (6) tratamientos y tres repeticiones (Tabla 1), el área experimental correspondió a 2.88 ha, divididos en parcelas de 1600 m².

Tabla 1. Distribución y densidad de los componentes en los diferentes tratamientos establecidos en san Luis de Robles, Tumaco, 2016.

Tratamientos	Cacao		Maderable	
	Distancias	Densidad	Distancias	Densidad
1	3x3	1111	3x3	1111
2	4x4	625	4x4	625
3	3x4	833	8x6	208
4	3x4	833	12x6	139
5	3x4	833	16x6	104
6	Franjas	416	Franjas	1000

Fuente: Rodríguez, 2009.

Unidades experimentales: Se tomaron 5 unidades experimentales por sitio de cada componente, donde se realizaron las diversas evaluaciones del comportamiento de cada uno de ellos (Caoba y Cacao). Una Unidad experimental es un árbol de cada componente y a la vez es una repetición.

VARIABLES EVALUADAS EN EL MADERABLE (CAOBA (*Swietenia Macrophylla* King))

Altura de árbol (h): Se tomó la altura total de cada uno de los arboles seleccionados, desde el suelo hasta la zona apical aproximadamente, con la ayuda de una cinta diamétrica.

Diámetro a la altura del pecho (DAP): esta se realizó a una altura de 130 cm del suelo con la ayuda de una cinta diamétrica.

Área de la copa en (AC): se determinó el área de copa midiendo dos ejes uno en dirección NS (a) y el otro EW (b) con un decámetro, se calculó el área total con la fórmula de la elipse utilizada por, Rodríguez, (2009).

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

Donde:

A= área de copa

a= dirección norte-sur

b= dirección este-oeste.

Estado fitosanitario (EF): esta se determinó mediante la evaluación visual de cada uno de los arboles seleccionados, con el fin de identificar problemas de tipo fitosanitario, principalmente los asociados con el barrenador de tallo (*Hypsipyla grandella*) reportados por Rodríguez, (2009), en etapas de establecimiento inicial.

VARIABLES EVALUADAS EN EL CULTIVO CACAO (*Theobroma cacao* L.)

Altura de árbol (h): Se tomó la altura total de cada uno de los arboles seleccionados, desde el suelo hasta la zona apical aproximadamente, con la ayuda de una cinta diamétrica.

Diámetro del fuste (DF): se midió a una altura de 30 cm del suelo con la ayuda de una cinta diamétrica.

Número de mazorcas formadas/árbol (NMF): Se contaron las mazorcas hechas que tengan una consistencia dura con todos los granos formados.

Índice de grano (IG): se tomaron 100 granos de las mazorcas cosechadas en cada uno de los tratamientos se procedió a su secado durante 15 días, y se calculó con la siguiente ecuación, Ayesta, (2009).

$$\text{Indgrano} = \frac{ps100sem}{100}$$

Donde;

Indgrano = Índice de grano

Ps100sem = Peso seco de 100 semillas

100 = Cantidad de semillas pesadas secas.

Índice de mazorca (IM): Se determinó la cantidad de mazorcas requeridas para conformar un kilogramo de cacao seco, con la siguiente ecuación, Ayesta, (2009).

$$\text{Indmaz} = 1000 / \text{Indgrano} / \text{granofrut}$$

Donde;

Indmaz = Índice de mazorca

1000 = 1000 gramos conforman un kg

Indgrano = Índice de grano

granofrut = Cantidad de granos en cada fruto

Estado fitosanitario (EF): se determinó el porcentaje de afectación mediante evaluación visual identificando arboles afectados por enfermedades o animales, contabilizando los frutos sanos y con presencia problemas, estos se procesaron con la siguiente ecuación, Ayesta, (2009).

$$\text{Afectación \%} = \frac{\Sigma \text{FAxA}}{\Sigma \text{FTAxA}} \times 1000$$

Donde;

FAxA = Frutos afectados por árbol

FTAxA = Frutos totales por árbol

Análisis estadístico

Se realizó la sistematización de la información para las variables evaluadas en caoba, cacao y se efectuó un análisis de varianza (ANAVA), para los datos que presentaron diferencias

estadística, se utilizó la prueba de comparación de medias de Duncan, para determinar el mejor tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento del componente Caoba (*Swetenia Macrophylla* King)

Altura de árbol (h). El análisis de varianza presento diferencias estadísticas significativas ($P>0.0272$) entre las alturas alcanzadas por *S. macrophylla* en los diferentes tratamientos. La prueba de comparación de media permitió establecer que el mejor comportamiento fue para (T5) con un promedio de altura de 11.97m, el valor más bajo lo presento el (T4) con un promedio de 10.43 m, (Tabla 2), lo cual indica que los árboles en cada uno de los tratamientos no tuvieron el mismo incremento en altura. Respecto a lo anterior se puede decir que las distancias de siembra y la presencia del barrenador de tallo (*Hypsipyla grandella*), tuvieron gran influencia en el desarrollo de altura en los árboles en las etapas iniciales.

Tabla 2 Promedios de variables hA, DAP y AC de *S. macrophylla* evaluadas bajo SAF en los diferentes tratamientos San Luis Roble, Tumaco, Nariño (2016)

TRATAMIENTOS	h (m)	DAP (cm)	AC (m2)
1	11,27ab	20,57ab	16,83ab
2	11,13ab	20,27a	14,38a
3	10,53a	21,50abc	16,69ab
4	10,43a	23,33bc	19,74b
5	11,97b	24,37c	20,07b
6	11,77b	23,67c	18,12b

Letra común no son significativamente diferente (p> 0,005)

Principalmente, se pudo observar una diferencia frente a la evaluación inicial realizada por Rodríguez, (2009); quien obtuvo para (T1) una h, mayor con 1.40 m para la época, y el (T4) 0.96m la altura menor, con una distancia de siembra (3x3 m) y (12x6 m) respectivamente. En comparación a la evaluación actual la mayor altura la presento el (T5) con 11,79 m de altura, esta variación puede estar relacionada con la distancia de siembra (16x6 m), se puede decir que no hubo competencia entre componentes, un mejor adaptación y mejor aprovechamiento de los recursos en el medio; La densidad de siembra inicial es uno de los factores que influye el crecimiento de la plantación (Viera *et ál.*, 1999; Connell 1983; Schoener 1983; Goldberg 1987; Sterck y Bongers 1998), en cuanto al (T4)

con 10.40m, presento el valor de altura más bajo al igual que en la evaluación inicial. Esto puede estar relacionado con los daños sufridos por causa del barrenador de tallo *H. grandella*, en algunos árboles en su etapa inicial, Rodríguez, (2009).

Al respecto Pérez *et ál.*, (2012), en una Caracterización dasométrica e índice de sitio en plantaciones de caoba en Tabasco, México, obtuvo 11 metros de altura a la edad de 7 años, en una plantación de caoba a una densidad de siembra de 1111 árboles ha⁻¹; 0.97m más bajo que el registrado en este estudio. Cuevas *et ál.*, (1998), en un estudio similar al de Pérez *et ál.*, (2012), denominado índice de sitio para caoba (*S. macrophylla king*) en Quintana Roo, México, determino que los plantas de caoba tenían una altura promedio de 8,4m a la edad de 7 años, 3,97m, menos que el presente estudio.

Diámetro a la altura del pecho (DAP). El análisis de varianza presento diferencias estadísticas significativas ($P>0.0322$) por lo tanto el incremento del DAP no tuvieron el mismo comportamiento para los diferentes tratamientos (Tabla 2); la prueba de comparación de medias establece que el (T5) presento el mejor resultado con 24.37 cm, y el más bajo lo presento el (T2) con 20.27 cm respectivamente. Este comportamiento puede ser atribuido principalmente a las distancias de siembra establecidas, mostrando un incremento mayor en DAP para los tratamientos con mayor distancia de siembra.

Jiménez, (2012), en un estudio de producción de madera y almacenamiento de carbono en cafetales con cedro y caoba en Honduras, registro un diámetro del caoba a la edad de 7 años de 13.2 cm de diámetro máximo, establecidos a unas distancias de siembra (3x3 m) y (6x6 m) las cuales se encontraban asociadas con el café o en linderos, 11.17 cm de diámetro menor que el registrado en este estudio; según Terborgh y Flores, (1997), esto se puede atribuir a una baja adaptabilidad del caoba a las zonas climáticas donde se cultiva Café en Honduras.

Por otra parte Cuevas *et ál.*, (1998), En un estudio denominado índice de sitio para caoba (*swietenia macrophylla king*) en Quintana Roo, México, registro un diámetro del caoba a los 7 años de 11.6 cm y 13.8 cm con distancias de siembra de 3x2 m y 3x3 m respectivamente, en plantaciones comerciales, en comparación con este estudio se presentó una diferencia menor 12.77 y 10.57 cm de diámetro respectivamente, determinando que esta diferencia puede ser atribuida a la distancias de siembra manejada.

Área de la copa en (AC). En el análisis de varianza presento diferencias estadísticas significativas ($P>0.0226$). La prueba de comparación de medias identifico que la mayor AC la registro el (T5) con 20.07 m², y el (T2) registro un AC de 14.38 m² (Tabla 2); Por ello se deduce que el tamaño de AC no fue igual para cada árbol en los tratamientos estudiados; pero a su vez se identificó que a mayor distancia de siembra se logró un mejor desarrollo de

AC de caoba. De acuerdo a lo anterior se puede decir que, el tamaño de la copa está relacionado principalmente con el espacio lateral que el árbol tenga a su disposición para su buen desarrollo, a diferencias de espacios reducidos se presentan cruzamientos entre copas y por lo tanto competencia entre ellas, disminuyendo el desarrollo del árbol.

Al respecto Jiménez, (2012), en un estudio de producción de madera y almacenamiento de carbono en cafetales con cedro y caoba en Honduras, determina que la relación entre las variables densidad de siembra, altura y diámetro del fuste, benefician el desarrollo del área de copa en el caoba.

Por otra parte la Oficina Forestal Nacional OFN de Costa Rica, 2013, menciona que los árboles maderables en SAF tienden a ramificarse más que en las plantaciones en bloque, debido a los mayores espaciamientos, que dan menor competencia lateral; por lo tanto, necesitan podas más frecuentes e intensivas (pero nunca más de 30 % de la copa).

Estado fitosanitario (EF). Esta no se vio comprometida en ningún aspecto, no se evidencio ataque en ninguno de los tratamientos a causa del barrenador que afecta las meliáceas *H. grandella*, y de gran importancia para la zona, quizás a que este se presenta principalmente en los primeros dos o tres años de crecimiento del Caoba (Rosero 1976; Briceño 1997; Pérez *et ál.*, 2010).

Comportamiento del componente Cacao (*T. cacao*)

Altura de árbol (h). El análisis de varianza presento diferencias estadísticas significativas ($P > 0.0219$), los tratamientos no tuvieron el mismo incremento en h, (Tabla 3); el tratamiento con el valor más alto registrado fue el (T5) con 4.08 m, de h, y el tratamiento con el incremento más bajo fue el (T2) con 3,17 m de h, respectivamente. Esta diferencia se puede atribuir a la distancia de siembra del cultivo y del maderable asociado, indicando que al manejar una mayor distancia entre componentes puede haber un mejor desarrollo de cada uno de ellos beneficiándose de factores como la incidencia de la luz, pero a distancias reducidas se puede presentar la competencia por nutrientes y baja incidencia de luz

Tabla 3 Promedios de variables h, DF, AC, NMF, IG, IM y EF, de *T. cacao* evaluadas bajo SAF en los diferentes tratamientos, San Luis Roble, Tumaco, Nariño (2016)

TRATAMIENTOS	h (m)	DF (cm)	NMF (Unid.)	IG (gr)	IM (Unid.)	EF (%)
1	3,37bc	12,80a	3,87a	0,66a	40,52c	76c
2	3,17a	13,53a	5,87ab	0,84a	36,11bc	63,67c
3	3,95bc	13,87a	6,93ab	0,77a	30,6abc	44,67b

4	3,77abc	14,73a	9,33bc	0,73a	33,35abc	30,33ab
5	4,08c	16,00a	8,33ab	0,79a	24,39a	28ab
6	3,19a	14,33a	13,87c	0,75a	25,53ab	17,33a

Letra común no son significativamente diferente (p> 0,005)

Según Ayesta, (2009), en un estudio de caracterización morfológica de cien arboles promisorios de cacao en Waslala, Nicaragua, menciona que la altura del árbol es característica influenciada por varios factores como: podas, densidad de siembra, competencia entre árboles y las condiciones de sombra que produzca la elongación del tallo en la etapa temprana de desarrollo, de la exposición al sol y de las condiciones de fertilidad del suelo.

De acuerdo con Rodríguez, (2009) se evidencia una variación, en referencia al tratamiento con mejor comportamiento en altura, el (T1) con el mejor rendimiento, con una distancia de siembra de (3x3 m), lo cual pudo haber beneficiado el incremento en el tratamiento en su etapa inicial, por las altas densidades manejadas, en comparación al estudio actual difiere de la información inicialmente registrada ya que se identificó el (T5) como tratamiento con mejor rendimiento, con distancia de siembra de (3x4 m).

Diámetro del fuste (DF). El análisis de varianza para la variable DF, permitió detectar que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.3970$), demostrando que los DF tuvieron una oscilación entre 16.00 cm y 12.80 cm, para los tratamientos (T5) y (T1), respectivamente (Tabla 3). Por lo tanto el incremento del tallo en el cacao fue igual para cada tratamiento establecido. Los datos arrojados en el estudio inicial, se pudieron haber presentado debido a que en esta etapa, el cultivo de cacao y el componente de sombra (caoba) poseían un crecimiento homogéneo, por lo tanto una mayor incidencia de luz para su desarrollo, al cambiar el crecimiento y predominando el componente de sombra la incidencia de luz pudo haber disminuido y por ende el incremento de diámetro en el tallo.

Al igual que la variable altura en esta variable también se presentó una variación, en donde Rodríguez, (2009), indico el (T1) con distancia de siembra (3x3 m) con mayor incremento de diámetro, en el estudio actual fue diferente, se obtuvo que el (T5) con distancia de siembra (3x4 m) presento mejor incremento de diámetro.

Por otro parte Ayesta, (2009) aplicando en su metodología una medición del DF a 30 cm del suelo, encontró que el diámetro del tallo no es afectada por el manejo que proporciona el agricultor, pero sí por la edad del árbol, densidad de siembra y factores de fertilidad del suelo.

Número de mazorcas formadas/árbol (NMF). El análisis de varianza estableció diferencias estadísticas altamente significativas ($P > 0.0076$) para la variable NMF en cada uno de los tratamientos (Tabla 3); el mejor resultado lo presentó el (T6) con 13.87 mazorcas sanas y el más bajo lo presentó el (T1) con 3.87 mazorcas sanas, lo que indica que el número de mazorcas en formadas por árbol no fue igual para cada uno de los tratamientos establecidos.

Este comportamiento se puede atribuir al manejo de las distancias de siembra, por lo cual se podría decir que a mayor distancia mayor número de mazorcas sanas, este argumento toma más fuerza cuando se comparan los árboles afectados en su parte fitosanitaria, lo cual indica que a menor distancia de siembra se puede presentar menor número de mazorcas sanas e incrementan las mazorcas afectadas.

Al respecto Suárez y Hernández, (2010), la alta densidad de plantas hacen que sean más susceptibles a las enfermedades. En contraste, baja densidad de plantas en el campo desfavorecen los patógenos, y dependiendo de la resistencia de los materiales vegetales sembrados facilitarían el control de patógenos.

Cabe resaltar que este resultado también se pudo haber presentado gracias al material vegetal evaluado, en donde se encontraron los clones CCN 51 y ICS 95 en las parcelas con distancias de siembra mayor y en las distancias más bajas se encontraron árboles injertados con material regional.

Complementando Sáenz, (2010) y Fedecacao, (2004), para clones CCN 51 y ICS 95 registraron 23 y 22 NMF por árbol respectivamente, con una diferencia mayor frente a este estudio de 9.13 y 8.13 mazorcas. Por tanto se puede decir que la producción del cacao es baja en términos de rendimiento.

Índice de grano (IG). El análisis de varianza no presentó diferencias estadísticas significativas ($P > 0.3748$), para la variable IG, con un promedio que oscila desde 0.84g a 0.66g correspondiente a los tratamientos (T2) y (T1) respectivamente (Tabla 3); lo que indica que no hubo diferencias en el peso de las almendras en los diferentes tratamientos. Sáenz, (2010) y Fedecacao, (2004) reportaron índices de grano para el cacao regional y los clones CCN 51, ICS 91 mucho mayores que el presente estudio, con 2 g, para el regional, 1.73 g, para el CCN 51 y 1.52 g, para ICS 95, en la región de la zona productora de la montaña Santandereana.

El comportamiento anterior pudo estar influenciado por diferentes factores, Fedecacao, (2014) y Sukha *et al.*, (2002), coinciden en que la sanidad del cultivo, la genética del material sembrado y el comportamiento del clima en la etapa de fecundación y desarrollo del fruto pueden influir en el peso de la almendra.

Índice de mazorca (IM). Se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P > 0.0414$), determinado que el IM no fue igual para cada tratamiento, el mejor resultado lo presentó el (T5) con 24.39 mazorcas para conformar un kg de cacao seco en relación al (T1) con 40.52 mazorcas para conformar un kilogramo. Esto puede estar relacionado con el manejo y la sanidad de cultivo. De acuerdo a Fedecacao, (2004), el bajo índice de mazorca está relacionado con algunas variables como lo son el bajo índice de grano, la sanidad del cultivo y las condiciones ambientales.

Por otra parte el índice de mazorca para cacaotales en condiciones óptimas en clones de cacao Regional, es más bajo en comparación a los clones CCN 51 y ICS 95, en las zonas cacaoteras de Colombia, (Sáenz, 2010 y Fedecacao, 2004), reportaron valores para cacaos Regionales de 12 mazorcas para conformar un kg de cacao, 14 mazorcas para conformar un kg de cacao CCN 51, y 19 mazorcas para conformar un kg de cacao con ICS 95 respectivamente, resultados con mejores rendimientos en comparación al presente estudio.

Estado fitosanitario (EF). Para esta variable se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P > 0.0001$), el tratamiento con mejor EF fue el (T6) con un 17.33 %, en comparación al (T1) que registró un 76%, esto indica que la variable EF no presentó el mismo comportamiento en cada uno de los tratamientos evaluados (Tabla 3). Esto se pudo haber presentado por incidencia de *Phytophthora sp.* y *Moniliophthora roreri*. La presencia de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora sp.* pudo haber sido favorecida por la densidad de siembra y la asociación del cultivo con una especie maderable bajo SAF, por tanto las dos situaciones sin un debido manejo pueden llegar a aumentar la humedad relativa y favorecer la presencia de enfermedades.

Al respecto Suárez y Hernández, (2010), la alta densidad de plantas hacen que sean más susceptibles a las enfermedades, al igual que el cacao bajo SAF, puede presentar síntomas severos de enfermedades si no se implementa el respectivo manejo, entre ellos están, las podas para regular la intensidad de luz, para no interferir en la aireación de la plantación y favorecer el desarrollo de los patógenos del cacao.

Por otra parte Hartemink, 2005; Timmer, *et al.*, (2007) mencionan que la asociación del cacao con una especie arborea resulta benéfica gracias al mejoramiento de factores como la eficiencia en el ciclaje de nutrientes, el mejoramiento de las características del suelo, la modificación de la infiltración de la luz, el realce en la disponibilidad de humedad y la reducción de la competencia por arvenses; pero se podría decir que estos beneficios propuestos para la zona de estudio pueden resultar negativos, debido a que posee alta humedad en el ambiente, si no se elige el árbol a asociar con las características ideales y no se manejan adecuadamente las distancias de siembra para el cacao y el árbol asociado, esto puede generar efectos negativos, por aumento de humedad relativa, en donde esta puede beneficiar la presencia de *Phytophthora sp.*, *Moniliophthora roreri* y *M. perniciosa*.

Se debe tener en cuenta que generalmente los altos contenidos de humedad en el ambiente del cultivo, ya sea en forma de lluvia, rocío o humedad relativa > 90%, se convierte en un factor predisponente para el desarrollo de las enfermedades causadas por oomycetes (tal como *Phytophthora sp.*) y hongos (tales como *M. pernicioso* y *M. roreri*). La humedad no sólo promueve el crecimiento de tejido vegetal nuevo, sino también el incremento de la esporulación de los hongos, facilita la liberación de esporas y el movimiento de las zoosporas de los oomycetes. La presencia de altos niveles de humedad por tiempos prolongados conduce a epidemias y la presencia de vectores, los cuales ayudan a la diseminación de la enfermedad (Agrios, 2003).

Plan de manejo. Con el fin de generar un buen manejo del cacao bajo el sistema agroforestal con caoba se diseña un plan de manejo (Tabla 4) identificando los aspectos más importantes a tratar para garantizar el éxito de la plantación, se debe tener en cuenta que este manejo puede variar de acuerdo a cada uno de los tratamientos. De acuerdo a Sánchez y Dubon, (1994), después de establecer la plantación agroforestal, se deben hacer algunas prácticas que son indispensables para el desarrollo normal de los arbolitos de cacao y de la sombra. Básicamente se deben ejecutar las siguientes prácticas:

Tabla 4 Plan de manejo para el SAF caoba y cacao.

Actividad	Caoba	Cacao
Adecuación del terreno	Realizar el respectivo manejo del terreno para el establecimiento del componente en el sitio definitivo.	Realizar el respectivo manejo del terreno para el establecimiento del componente en el sitio definitivo. La implementación de drenajes es indispensable en la zona por la alta precipitación, de esta forma se evita la incidencia de problemas fitosanitarios.
Material vegetal	Utilizar material certificado, e identificar las plantas más vigorosas en la etapa de vivero.	Utilizar semillas certificadas y tener en cuenta los materiales recomendados para la zona (TSH 565, ICS A, IMC 67 y MON 1) (FEDECACAO, MADR y PRONATTA, 2001).

Distancia de siembra	En asociación con cacao se recomiendan mayores distancias dentro del cultivo o en franjas alrededor del mismo. (El estudio presento los mejores rendimientos del cacao, a mayor distancia de siembra del maderable, al igual que en franjas.)	Tener en cuenta la variedad del material y el arreglo en el cual se va implementar en caso de los SAF. (El estudio presento los mejores rendimientos del cacao, a mayor distancia de siembra del maderable, al igual que en franjas.)
Plan de fertilización	Se debe manejar de acuerdo al análisis de suelos de la zona a implementar. (tener en cuenta recomendaciones del técnico)	Se debe manejar de acuerdo al análisis de suelos de la zona a implementar. (tener en cuenta recomendaciones del técnico)
Control de arvenses	Se debe hacer un buen control de malezas durante los primeros 3 años, durante el primer año se debe realizar plateo a los arbolitos, ya que son muy susceptibles a la competencia de malezas (Herrera, 1996). (tener en cuenta que a distancias reducidas, con poco incidencia de luz no se presentaron presencia de arvenses)	En la etapa de establecimiento realizar cada 3 meses, con el fin de evitar competencias por nutrientes. (tener en cuenta que a distancias reducidas, con poco incidencia de luz no se presentaron presencia de arvenses)
Podas de mantenimiento	Se recomienda una en la etapa inicial de establecimiento dentro de los 2 a 3 primeros años, luego esta se puede realizar cada 7 años o en ocasiones especiales en las que el técnico lo requiera.	Para mantener la altura adecuada, estructura equilibrada y evitar cruzamiento de ramas. Esta se recomiendo 2 a 3 veces al año, en las épocas con menor intensidad de lluvia y aplicar su respectiva pasta cicatrizante. En distancias de siembra mayor y bajo sombra escasa, se podan con menos

		frecuencia. A distancias de siembra menor y con mayor incidencia de sombra podas más frecuentes, Sánchez y Dubon, (1994)
Podas sanitarias	En caso de presentar algún tipo de problema fitosanitario.	En caso de presencia de ramas o frutos afectadas con algún tipo de problema fitosanitario, se debe realizar cada dos meses para las ramas con presencia de escoba de bruja y semanalmente para los frutos con <i>Moniliophthora roreri</i> y <i>Phytophthora sp.</i>
Raleos	Este se debe hacer de acuerdo al arreglo establecido y las distancias de siembras proporcionadas, ya sea para aumentar la incidencia de luz en el sistema y para mejor desarrollo de los árboles.	
Monitoreo del sistema agroforestal caoba y cacao.	Este se puede realizar cada 30 días, de carácter preventivo con el fin de identificar algún tipo de anomalía en los cultivos.	Este se puede realizar cada 30 días, de carácter preventivo con el fin de identificar algún tipo de anomalía en los cultivos.

CONCLUSIONES

La asociación del *T. cacao* y *S.macrophylla* en, presento un mejor comportamiento en los parámetros de crecimiento y desarrollo de todas sus estructuras vegetativas, y una baja incidencia de sus principales plagas y enfermedades, en las distancias de siembra mayores.

El *S.macrophylla* en, ha presentado una buena adaptación a las condiciones ambientales del municipio de Tumaco, a pesar de ser una especie introducida ha rebasado las expectativas, presentando promedios de altura y diámetro superiores a los registrados en otros lugares en donde se ha establecido.

Las altas densidades de siembra para el cacao y el caoba influyeron de manera negativa en el comportamiento de índice de mazorca, índice de grano y el estado fitosanitario del cacao.

BIBLIOGRAFÍA

AGRIOS, G. 2005. Plant Pathology. Fifth edition. Elsevier Academic Press. London, UK. 922 p.

ARIZALA, A; RINCON, L. 2011. Evaluación del sistema agroforestal Melina Gmelina arbórea 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. 24 p.

AYESTAS, E. 2009. Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de Theobroma cacao L. en Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009. Trabajo de grado agronomía, facultad agronomía. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. 68 p

BARRANCE, A; BEER, J; BOSHIER, DH; CHAMBERLAIN, J; CORDERO, J; DETLEFSEN, G; FINEGAN, B; GALLOWAY, G; GÓMEZ, M; GORDON, J; HANDS, M; HELLIN, J; HUGHES, C; IBRAHIM, M; KASS, D; LEAKEY, R; MESEN, F; MONTERO, M; RIVAS, C; SOMARRIBA, E; STEWART, J; PENNINGTON, T. 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Turrialba, Costa Rica, OFI/CATIE/FRP. 1079 p.

BRICEÑO, A. 1997. Aproximación hacia un manejo integrado del barrenador de lasmeliáceas, *Hypsipyla grandella* (zeller). Revista Forestal Venezolana 41(1): 23-28.

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, On line: www.agrocadenas.gov.co/cacao/documentos/acuerdo_cacao_ant.pdf 53pp; consulta: septiembre 2008.

CASA LUKER. Nuevo enfoque de la cacaocultura Colombiana, 2011. Disponible en: <http://www.appcacao.org/descargas/seminario2011/Cacao%20Colombiano.pdf>

CONNELL, J. (1983) On the prevalence and relative importance of interspecific competition: evidence from field experiments. Am Nat 122:661–696.

CUEVAS, X; MALDONADO, H; RODRÍGUEZ, C. 1998. INDICE DE SITIO PARA CAOBA (*Swietenia macrophylla* King) EN QUINTANA ROO, MÉXICO. Revista Ciencia Forestal en México. 23(84):9 – 18.

FEDECACAO 2014. Produccion nacional registrada de cacao en grano por departamentos de 2002-2014. Disponible en línea: <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-02-12-17-20-59/nacionales>. Citado 2016.

FEDECACAO 2009. Guía técnica para el cultivo de cacao, fondo nacional del cacao. Bogotá D.C – Colombia, 189 p.

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.

FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS (FEDECACAO). 2004. el beneficio y características físico químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.). En línea. En: http://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub_doc_06B.pdf. 30 p.; consulta: diciembre 2015.

GOLDBERG D. 1987. Neighborhood competition in an old-field plant community. *Ecology* 68:1211–1223.

HARTEMINK A. 2005. Nutrient stocks, nutrient cycling, and soil changes in Cocoa ecosystems: A review. *Advances in Agronomy* 86:227-253.

HERRERA, Z. LANUZA B. 1,996. Especies para reforestación en Nicaragua. Nicaragua, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), Servicio Forestal. 185 p.

HOLDRIDGE, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), San José. 126p.

ICCO. 2006. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la agenda productiva de cacao-chocolate, Colombia, On line: www.bdigital.unal.edu.co/2111/1/publicable_agenda_Cacao.pdf, consultado marzo de 2011.

IGAC. 2004. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Nariño.

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

JIMÉNEZ, N. 2012. Producción de madera y almacenamiento de carbono en cafetales con cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) en Honduras. Tesis de grado Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. Escuela de posgrados, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

OFN (Costa Rica), 2013. Guía Técnica SAF. Para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables. Oficina Nacional Forestal, Costa Rica, 2013

PEREZ, J; EIGENBRODE, S; HILJE, L; TRIPEPI, R; AGUILAR, M; MESÉN, F. 2010. Leaves from grafted Meliaceae species affect survival and performance of *Hypsipyla grandella*; (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Journal of Pest Science* 83(2):95-104.

PÉREZ, G; DOMÍNGUEZ, P. MARTÍNEZ, J; ETCHEVERS, D. 2012. Caracterización dasométrica e índice de sitio en plantaciones de caoba en Tabasco, México. *Madera y Bosques* 18(1):7-24.

RODRÍGUEZ, E. 2009. Evaluación inicial del sistema agroforestal Caoba *Swietenia Macrophylla* King, Cacao *Theobroma cacao* L. Y Plátano *Musa* sp., En el Corregimiento de San Luís Robles Municipio de Tumaco Departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero agroforestal, Facultad de Ciencia agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 22 p

ROSETO, P. 1976. Zonificación y silvicultura de Meliaceas. En: Whitmore, JL, ed. *Studies on the shootborer Hypsipyla grandella* Zeller. Misc. Revista Turrialba. 3: 21-25.

SÁENZ, B. 2010. Clones para Cacao en Colombia. En línea. En: <http://www.huila.gov.co/documentos/agricultura/CADENAS%20PRODUCTIVAS/CLONES%20DE%20CACAO%20PARA%20COLOMBIA.pdf>. 30 p.; consulta: diciembre de 2015.

SÁNCHEZ, J; DUBON, A. (1994). Establecimiento y manejo de cacao con sombra. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 1994. 83 p.

SCHOENER, T. 1983. Field experiments on interspecific competition. *American naturalist*. 122:240-285.

SOIC, Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2014. Disponible en: <http://sioc.minagricultura.gov.co>

STERCK, F; BONGERS, F. 1998. Ontogenetic changes in size, allometry, and mechanical design of tropical rain forest trees. *American Journal of Botany* 85(2):266-26.

SUKHA, DA; BHARATH, SM; STRAKER, SS; BUTLER, DR. 2002. A holistic approach to cocoa (*Theobroma cacao* L.) quality assessment. In: *Annual Report of Cocoa Research Unit. The University of the West Indies, St Augustine, TT.* p. 60-69.

SUÁREZ, J; HERNÁNDEZ, F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). Colombia. Corpoica. 2010. 90 p.

TERBORGH, J; FLORES, N. 1997. Estimating the ages of successional stands of tropical trees from growth increments. *Journal of Tropical Ecology* 13(06):833-856.

TIMMER, V; SAM, Q; ISAC, V. 2007. Shade tree effect in an 8-year-old cocoa agroforestry system: biomass and nutrient diagnosis of *Theobroma cacao* by vector analysis. *Nutrient cycling in agroecosystems* 78:155-165.

VIERA, CJ; KOPSELL, E; BEER, J; LOK, R; CALVO, G. 1999. Incentivos financieros para establecer y manejar árboles maderables en cafetales. *Agroforestería en las Américas* 6 (23): 2123.