

RESEARCH / INVESTIGACIÓN

Evaluación temporal de sistemas agroforestales de cacao en el trópico húmedo ecuatoriano

Temporal assay of cocoa agroforestry systems in the Ecuadorian humid tropic

Carlos A. Tapia-Vera^{1,2}, Fernando D. Sanchez-Mora^{3*}, Gregorio H. Vásconez-Montúfar², Alexandra E. Barrera-Alvarez², Raúl V. Mora-Yela⁴, Gorki T. Díaz-Coronel², Felipe R. Garcés-Fiallos^{3*}

DOI: [10.21931/RB/2021.06.04.27](https://doi.org/10.21931/RB/2021.06.04.27)

Resumen: El cacao puede ser cultivado en asociación con árboles frutales, maderables y no maderables. Así, se evaluó el crecimiento de cuatro especies maderables y su comportamiento en la producción del cacao "CCN-51", obtenida a partir de plantas originadas de semillas. Se plantaron en campo las especies maderables Caoba de Montaña (*Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg), Fernán Sánchez (*Triplaris guayaquilensis* Weed), Guayacán Blanco (*Cybistax donnell-smithii* Rose) y Laurel Prieto (*Cordia macrantha* Chodat), a una distancia de 9x9 m (123 árboles ha⁻¹), y plántulas de cacao a una distancia de 3x3 (988 plantas ha⁻¹). Cada unidad experimental tuvo nueve árboles maderables y 40 plantas de cacao, empleándose un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Durante 12 años (entre 1995 y 2007) se registró el crecimiento de las especies maderables (altura de planta, DAP, tasa de crecimiento relativo y el volumen de madera). Los componentes del rendimiento de cacao (índice de semilla, índice de mazorca, número de mazorcas sanas y rendimiento de almendras de cacao por parcela) fueron registrados durante los años 2007 y 2008. El volumen acumulado de madera fue modelado mediante un análisis de regresión sigmoideal. El volumen acumulado de madera en época seca en el año 2006 y 2007 fue significativo para el Fernán Sánchez (1,992 y 1,489 m³ árbol⁻¹). Igualmente, esta asociación incrementó el número de frutos sanos (228 y 133 mazorcas), rendimiento por parcela año (39,70 y 17,60 kg) y relativo de cacao (0,76 y 0,82). La asociación Fernán Sánchez + cacao es una excelente alternativa para sistemas agroforestales con cacao en la costa ecuatoriana.

Palabras clave: *Theobroma cacao*, especies maderables, rendimiento de cacao, SAFs.

Abstract: Cocoa can be cultivated in association with fruit, timber, and non-timber trees. Thus, the growth of four timber species and their behavior in producing "CCN-51" cocoa per seedling were evaluated. The timber species Caoba de Montaña (*Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg), Fernán Sánchez (*Triplaris guayaquilensis* Weed), Guayacán Blanco (*Cybistax donnell-smithii* Rose) and Laurel Prieto (*Cordia macrantha* Chodat) were planted in the field, with a distance of 9x9 m (123 trees ha⁻¹) and were planted cocoa with a distance of 3x3 (988 trees ha⁻¹). Each experimental unit had nine timber trees and 40 cocoa plants, using a Design Randomized Complete with four blocks. During 12 years (between 1995 and 2007), timber species were recorded (plant height, DAP, relative growth rate, and volume of wood). Cocoa yield components (seed index, pod index, number of healthy pods, and yield of cocoa beans per plot) were recorded between 2007 and 2008. Wood accumulated volume was modeled using sigmoidal regression analysis. The accumulated volume of wood in the dry season in 2006 and 2007 was significant for Fernán Sánchez (1.992 and 1.489 m³ tree⁻¹). Similarly, the number of healthy fruits increased (228 and 133 pods), yield per plot per year (39.70 and 17.60 kg), and relative cocoa (0.76 and 0.82). The association Fernán Sánchez + cocoa is an excellent alternative for agroforestry systems with cocoa in the Ecuadorian coast.

Key words: *Theobroma cacao*, timber species, cocoa yield, SAFs.

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador es un cultivo de interés económico, principalmente para los agricultores del litoral, donde se cultivan preferencialmente los tipos Nacional y CCN-51 (Trinitario)¹. Por un lado, las almendras del primero son requeridas en mercados internacionales por ser un producto de calidad denominado "fino de aroma", mientras que, el clon comercial CCN-51 desarrollado en el país, presenta tolerancia a las enfermedades, así como mayor producción de mazorcas sanas y rendimiento de almendras^{2,3}. Ambos tipos pueden ser encontrados en monocultivo, o en asociación con otros cultivos agrícolas o forestales⁴. De hecho, plantas umbrófilas como el cacao, presentan respuesta diferenciada a la asociación con especies vegetales *i.e.*, especies útiles para humanos y la fauna silvestre, capaces de proporcionar un dosel de sombra diverso y estructuralmente complejo^{4,5}.

Los sistemas agroforestales dinámicos son un método de producción alternativo practicado durante mucho tiempo en países latinoamericanos, tratando de imitar a los bosques naturales, ofreciendo múltiples beneficios como el mejoramiento de la fertilidad del suelo, la reducción de la presión de enfermedades y plagas, disminución de la erosión, y la diversificación de ingresos financieros⁶. Desde esta perspectiva, la asociación del cultivo de cacao con especies maderables de rápido crecimiento y otros cultivos como musáceas (*Musa* spp.), contribuyen a los requerimientos de sombra del cultivo de cacao, permitiendo básicamente ingresos con la venta de productos a corto (banano, plátano, y cacao) y largo plazo (producción de madera)^{4,5,7}.

Los productores cacaoteros incorporan una gran variedad de especies maderables y frutales en sus huertas. Estas

¹ Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, Tecnología Superior en Producción Agrícola, Quevedo, Ecuador.

² Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Zootecnia, Campus Experimental "La María", Quevedo, Ecuador.

³ Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica, Campus Experimental "La Teodomira", Portoviejo, Ecuador.

⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo, Ecuador.

asociaciones pueden servir para la construcción de casas y sus techos, postes para cercos, leña y otras necesidades en las fincas⁸. Especies maderables como Palo Prieto (*Erythrina poeppigiana* (Walp.) o.f. Cook), Yuca de Ratón (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.), Guabo (*Inga* spp.), Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), y frutales como Cocoteros (*Coco nucifera* L.), Naranja Dulce (*Citrus aurantium* L., sub *sinensis*), Naranja Agrio (*Citrus x aurantium* L., sub *amara*) y Mandarina (*Citrus nobilis* Loureiro), han sido recomendadas para la asociación con el cultivo de cacao en el Ecuador, por ser plantas que se adaptan a amplias zonas ecológicas y que proporcionan un ingreso financiero adicional al productor⁹. Sin embargo, en el país existen también otras especies maderables endémicas e introducidas que se adaptan a las zonas productoras de cacao, pudiendo ser de gran importancia económica. Por ejemplo, en la provincia de Los Ríos, se pueden observar importantes asociaciones de cacao tipo nacional con Laurel (*C. alliodora*), Fernán Sánchez (*Triplaris guayaquilensis* Weed), Pachaco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake), Guachapelí (*Albizia guachapele* (Kunth) Dugand), Moral Fino (*Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud), entre otros¹⁰.

De esta manera, el estudio de especies maderables en combinación con el cultivo de cacao es muy importante para los agricultores y para la región. Especies nativas ecuatorianas como Fernán Sánchez, están distribuidas tanto en la costa como en la sierra (estribaciones de los Andes), formando parte de la composición florística y estructural de los bosques secos, con alta demanda para la construcción, agroforestería e industrias de muebles^{11,12}. Otra especie, el Laurel Prieto (*Cordia macrantha* Chodat), una especie endémica emblemática, es encontrada en bosques secos deciduos del Pacífico Ecuatorial (provincias de Guayas y Loja) y de Perú^{11,13}, ha sido usada por mucho tiempo en sistemas agroforestales¹⁴, así como en la construcción de viviendas por la población local¹⁵. Por otro lado, tanto el Guayacán Blanco (*Cybistax donnell-smithii* Rose) como la Caoba de Montaña (*Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg), ambas endémicas de Centroamérica, se han adaptado a la zona central del trópico húmedo ecuatoriano, encontrándose en asociación a cacao y a café^{10,16}.

A pesar de los posibles beneficios encontrados entre la asociación de especies maderables y cultivos de importancia agronómica como el cacao, poco se conoce al respecto, más aún en Ecuador. Sobre esta base, la presente investigación se realizó a fin de evaluar el crecimiento de cuatro especies maderables y su influencia en los rendimientos de cacao CCN-51 de origen sexual.

Métodos

La investigación se realizó en la Finca Experimental "La Represa" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en la parte Alta de la Cuenca del Río Guayas, cuyas coordenadas geográficas son: 79 ° 25' 24" longitud oeste y 1° 03' 18" latitud sur, a una altura de 73 msnm.

Fueron estudiadas cuatro asociaciones agroforestales con cacao. Primeramente, se trasplantaron las especies forestales Caoba de Montaña (*C. arborescens*), Fernán Sánchez (*T. guayaquilensis*), Guayacán Blanco (*C. donnell-smithii*) y Laurel Prieto (*C. macrantha*), a una distancia de 9 x 9 m (123 árboles ha⁻¹). Después de seis meses del establecimiento de las especies forestales, se trasplantaron plántulas de cacao CCN-51 obtenidas por semillas, a una distancia de 3 x 3 (988 plantas ha⁻¹). Cada unidad experimental estuvo compuesta por nueve árboles maderables y 40 plantas de cacao. Se empleó un dise-

ño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Para mantener las condiciones ideales de crecimiento tanto de las especies maderables como las del cacao, se realizaron podas fitosanitarias y de mantenimiento, fertilización química al inicio y al final de la época lluviosa (enero y mayo), con N, P, K, Mg, S, y B, en dosis de 18, 6, 22, 3, 4 y 0.53 kg ha⁻¹, respectivamente, en dosis de 400 g por planta, control manual de arvenses previo a la fertilización.

En las especies forestales se evaluaron la altura de planta (cm) y diámetro a la altura del pecho (DAP - cm), la tasa de crecimiento relativo y el volumen de madera. El crecimiento de los árboles maderables fue evaluado durante 12 años (entre 1995 y 2007). Durante los años 2007 y 2008, cuando las plantas de cacao alcanzaron la estabilidad de producción (aproximadamente a los cinco años), se registraron las variables: índice de semilla (peso de 100 semillas fermentadas y secas / 100), índice de mazorca (20 mazorcas / peso de las almendras secas de las 20 mazorcas), número de frutos sanos, rendimiento de almendras de cacao por parcela (kg) y rendimiento en escala relativa. El rendimiento de almendras de cacao se registró en escala relativa (1), al observarse que el rendimiento de almendras de cacao es variable entre un año y otro. En la relativización por año (2007 y 2008) y por época (lluviosa y seca) del rendimiento de almendras de cacao, se designó la unidad (1) al mayor rendimiento registrado, mientras que las demás producciones fueron divididas para el mayor rendimiento.

El volumen acumulado de madera por cada una de las cuatro especies forestales fue modelado a través de una ecuación de regresión sigmoide (Ecuación 1), donde: *a*, volumen de madera inicial puede ser asumido como cero; *b*, volumen máximo de madera; *c*, edad en la cual la madera alcanza la mitad del volumen, delimitado entre los parámetros *a* y *b*; *d*, pendiente de la curva de crecimiento; *x*, años de edad.

$$y = a + \frac{b - a}{1 + \exp\left(\frac{c - x}{d}\right)} \quad (\text{Ecuación 1})$$

La tasa de crecimiento relativo de las cuatro especies forestales fue modelado a través de un análisis de regresión sigmoide (Figura 1). El ajuste del modelo fue valorado a través del coeficiente de determinación (*R*²), y su valor de probabilidad (*P* ≤ 0,05).

Las variables: índice de semilla, índice de mazorca, número de frutos sanos, rendimiento por parcela y rendimiento relativo, se sometieron a un ANOVA. Dependiendo del resultado, las medias se compararon mediante la prueba de Tukey (*P* ≤ 0,05). Además, los parámetros de la ecuación 1 entre especies forestales fueron comparados a través de la prueba de Tukey (*P* ≤ 0,05).

Resultados y discusión

El volumen acumulado de madera fue diferente entre las cuatro especies maderables (Tabla 1). Se observaron diferencias significativas entre las especies maderables, donde el Guayacán Blanco (1,992 m³) y el Fernán Sánchez (1,489 m³) acumularon un mayor volumen de madera durante todos los años evaluados, en comparación a las dos especies restantes. Información similar fue reportada por Suatunce *et al.*¹⁷, quienes evaluando cuatro especies forestales tropicales de 10

años encontraron que el Laurel registró un menor volumen promedio (0,316 m³), en comparación al encontrado en la teca (1,076 m³). Estas diferencias pueden también ser observadas en otras especies forestales, lo que indicaría que es una característica genética de cada una de ellas^{18,19}.

Expresando el volumen acumulado de madera a través del tiempo (Tabla 1 y Figura 1), se observó que el Guayacán Blanco tuvo un comportamiento superior en relación con las otras especies maderables durante los primeros años de evaluación. Así también, es posible observar que esta especie y el Fernán Sánchez poseen una mayor tasa de crecimiento a lo largo del tiempo, en comparación al Laurel Prieto y la Caoba de Montaña (Figura 1, Tabla 2). De hecho, el Laurel Prieto puede presentar un menor incremento en diámetro, altura y volumen, tanto en asociación con café arábica y su monocultivo, en comparación con la asociación entre café y teca que sí registró el mayor incremento de volumen de madera a los cinco años¹⁹. A pesar de que el volumen haya sido menor en Laurel Prieto y en Caoba de Montaña, tal vez valdría la pena el establecimiento estas especies, especialmente de la última, pues su asociación con cacao es una alternativa viable para reemplazar la extracción ilegal de madera de caoba, y también puede servir para repoblar las áreas forestales que han sido degradadas por la deforestación²⁰.

El crecimiento de las cuatro especies forestales aumentó aproximadamente desde su establecimiento (trasplante) hasta el cuarto año (1999), siendo estabilizado de ahí en adelante (Figura 1). Una de las hipótesis, es que durante el tiempo inicial las plantas tendieron a crecer de forma rápida en su fase juvenil. Generalmente, especies de bosques tropicales presentan un explosivo crecimiento en edades tempranas, pero acompañada de una drástica reducción a partir de los años posteriores^{18,19}. Sin embargo, esta tendencia puede variar entre especies, indicando que el crecimiento inicial puede no caracterizar el potencial de plantación de la especie, pudiendo requerir ensayos a largo plazo¹⁸.

Con respecto a los componentes del rendimiento del cacao no se observó diferencia significativa en las variables ín-

dice de semilla y de mazorca. Un elevado índice de semilla >1,4 y un bajo índice de mazorca <14 indican que el genotipo posee buenos atributos productivos, ya que con pocas mazorcas se obtendrá un kilo de cacao seco. Los índices de semilla durante la cosecha variaron en media de 1,27 a 1,42, mientras que el índice de mazorca fluctuó de 17,5 a 19,2 (Tabla 3). Estos resultados difieren con el de otros autores. De hecho, Pérez y Freile²², que reportaron índices de semilla y de mazorca, de 1,7 y 14, respectivamente, en clon CCN-51 pero establecidos en un sistema integrado con Plátano, Guaba (*Inga edulis* Mart), Chuncho (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) y Laurel (*Laurus nobilis* L.). De forma semejante, Vera *et al.*²¹ encontró que el CCN-51 en monocultivo registró un índice de semilla y de mazorca, de 1,62 y 13,88, respectivamente. Posiblemente, los menores índices encontrados en nuestro estudio se puedan deber a la segregación del material del CCN-51 obtenido de forma sexuada.

El número de frutos sanos (133 frutos), rendimiento por parcela (17,6 kg) y relativo de cacao (0,82) fue diferente ($P \leq 0,05$) únicamente en la época seca 2007, mostrado que la asociación con Fernán Sánchez presenta un comportamiento superior en comparación a los otros sistemas agroforestales (Tabla 3). Las asociaciones entre fernán Sánchez y Caoba de Montaña con cacao durante la época seca, por lo general pueden registrar alto contenido de humedad del suelo, y producción de hojas caídas (Ramírez *et al.*²³). Lo que podría indicar que el Fernán Sánchez tuvo mayor disponibilidad de humedad en el suelo durante el cuajado de frutos en la época que se evidenció en una mayor producción del cacao. Se conoce incluso, que la asociación de especies maderables como Chuncho (*C. cateniformis*) y Laurel (*Laurus nobilis* L.) produce en el clon CCN-51 un mayor rendimiento de almendras, en comparación a clones comerciales como EET-95, EET-96 y EET-103 (Pérez y Freile²²). La superioridad potencial de varios componentes productivos en el clon CCN-51, comparado a clones experimentales y comerciales establecidos en monocultivo también ha sido reportado por Sánchez-Mora *et al.*³.

Especies forestales	Volumen acumulado de madera							
	m ³ árbol ⁻¹							
	1998 [†] (3) ^{††}		2001 (6)		2004 (9)		2007 (12)	
Caoba de Montaña	0,070	b*	0,248	c	0,377	b	0,528	b
Fernán Sánchez	0,123	a	0,637	a	1,043	a	1,489	a
Guayacán Blanco	0,094	ab	0,573	ab	1,054	a	1,992	a
Laurel Prieto	0,055	b	0,379	bc	0,546	b	0,691	b
EEM	0,012		0,058		0,082		0,178	
\bar{X}	0,085		0,459		0,755		1,175	

*** promedios con letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). † volumen acumulado de madera desde el año 1995 (año de trasplante) hasta el año indicado en la respectiva columna (12 años en total). †† valores en paréntesis indica la edad en años de las especies forestales desde el trasplante. EEM: error estándar de la media. \bar{X} : promedio aritmético ($n = 16$).**

Tabla 1. Volumen acumulado de madera de cuatro especies forestales de rápido crecimiento en condiciones de bosque húmedo tropical de la latitud ecuatorial.

Especies forestales	Parámetros								R ²
	a		b		c		d		
	m ³ árbol ⁻¹								
Caoba de Montaña	-0,85	ns	1,15	c	4,24	b	9,84	ns	0,875
Fernán Sánchez	-0,50		2,16	b	7,44	b	4,13		0,956
Guayacán Blanco	-0,24		3,75	a	13,95	a	4,58		0,995
Laurel Prieto	-0,16		0,72	c	5,10	b	2,37		0,870

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey (P ≤ 0,05).

Tabla 2. Parámetros (a-d) de la ecuación sigmoideal utilizada para modelar el volumen acumulado de madera de cuatro especies forestales de rápido crecimiento en condiciones de bosque húmedo tropical de la latitud ecuatorial.

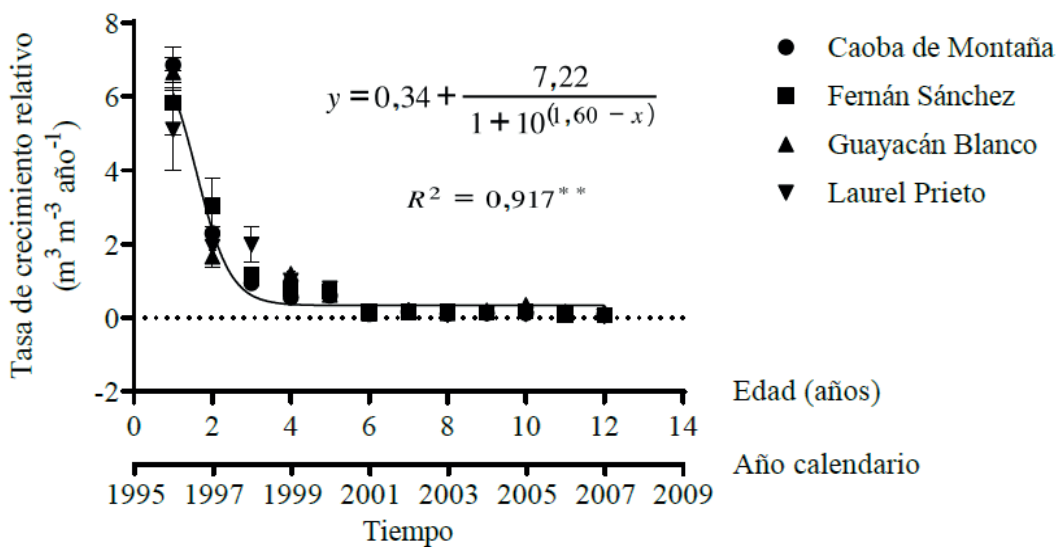


Figura 1. Tasa de crecimiento relativo de cuatro especies forestales de rápido crecimiento en condiciones de bosque húmedo tropical de la latitud ecuatorial. Cada figura geométrica representa el promedio (n = 4) y la barra la desviación estándar. Los asteriscos (**) representan una probabilidad significativa (P ≤ 0,05).

Las especies maderables, tienen como función principal brindar sombra al cacao al igual que los frutales, y los productores mantienen a estas especies como un recurso a utilizar en casos de emergencia, o a su vez, para construcción en la finca (Torres *et al.*⁷). De esta manera, esta investigación arroja información relevante que podría servir tanto a productores cacaoteros, como forestales para asociar sus cultivos.

Conclusiones

Las especies maderables Fernán Sánchez y Guayacán Blanco obtuvieron el mayor volumen acumulado de madera.

El cacao en asociación con Fernán Sánchez presentó el mayor rendimiento relativo de cacao seco durante la época seca, mostrándose como una excelente alternativa para sistemas agroforestales.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses.

Referencias bibliográficas

- Motamayor JC, Lachenaud P, da Silva e Mota JW, Loo R, Kuhn DN, Brown JS, Schnell, RJ. Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L.). PLoS ONE. 2008; 3(10): e3311. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003311>
- Ramlachan N, Agama J, Amores F, Quiroz J, Vaca D, Zamora C, Motamayor JC. Regional selection of hybrid nacional cocoa genotypes in coastal Ecuador. Ingenio Newsletter. 2009; 12:25-35. Available from: https://www.researchgate.net/publication/237472124_Regional_Selection_of_Hybrid_Nacional_Cocoa_Genotypes_in_Coastal_Ecuador
- Sánchez-Mora F, Medina-Jara SM, Díaz-Coronel GT, Ramos-Remache RA, Vera-Chang JF, Vásquez-Morán VF, Troya-Mera FA, Garcés-Fiallos FR, Onofre-Nodari R. Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. Rev. Fitotec. Mex. 2015; 38(3): 265-274. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v38n3/v38n3a5.pdf>
- Sánchez-Mora F, Vásquez G, Abril F, Vera J, Ramos R, Díaz G, Torres E, Jácome G. Zeolitas en la fertilización química del cacao CCN-51 asociado con cuatro especies maderables. Ciencia y Tecnología. 2013; 6(2): 21-29. Available from: <https://doi.org/10.18779/cyt.v6i2.131>

Especies forestales	Componentes del rendimiento de cacao							
	Época Seca 2006		Época lluviosa 2007		Época Seca 2007		Época lluviosa 2008	
	----- Índice de Semilla -----							
Caoba de Montaña	1,44	ns	1,24	ns	1,35	ns	1,40	ns
Fernán Sánchez	1,45		1,13		1,33		1,40	
Guayacán Blanco	1,46		1,50		1,45		1,43	
Laurel Prieto	1,31		1,20		1,40		1,35	
EEM	0,05		0,05		0,04		0,03	
\bar{x}	1,42		1,27		1,38		1,39	
	----- Índice de Mazorca -----							
Caoba de Montaña	-		-		20,30	ns	17,60	ns
Fernán Sánchez	-		-		19,70		16,90	
Guayacán Blanco	-		-		20,00		17,40	
Laurel Prieto	-		-		20,90		18,20	
EEM	-		-		0,47		0,22	
\bar{x}	-		-		19,20		17,53	
	----- Número de frutos sanos -----							
Caoba de Montaña	159,00	ns	55,00	ns	84,00	b	29,00	ns
Fernán Sánchez	228,00		61,00		133,00	a	30,00	
Guayacán Blanco	138,00		56,00		68,00	b	46,00	
Laurel Prieto	151,00		54,00		100,00	ab	57,00	
EEM	13,28		4,56		8,09		4,93	
\bar{x}	169,00		56,00		96,00		41,00	
	----- Rendimiento por parcela (kg) -----							
Caoba de Montaña	29,10	ns	9,60	ns	10,80	b	4,03	ns
Fernán Sánchez	39,70		12,10		17,60	a	4,45	
Guayacán Blanco	26,40		13,80		8,70	b	6,65	
Laurel Prieto	25,60		9,60		12,70	b	7,78	
EEM	2,26		1,05		1,07		0,68	
\bar{x}	30,18		11,83		12,50		5,70	

Tabla 3. Componentes del rendimiento de cacao bajo sombra de cuatro especies forestales de rápido crecimiento en condiciones de bosque húmedo tropical de la latitud ecuatorial.

	----- Rendimiento relativo -----							
	0,56	ns	0,56	ns	0,50	b	0,34	ns
Caoba de Montaña								
Fernán Sánchez	0,76		0,57		0,82	a	0,38	
Guayacán Blanco	0,51		0,65		0,41	b	0,56	
Laurel Prieto	0,49		0,46		0,59	b	0,66	
EEM	0,04		0,05		0,05		0,06	
\bar{X}	0,58		0,56		0,58		0,48	

Tabla 3. Componentes del rendimiento de cacao bajo sombra de cuatro especies forestales de rápido crecimiento en condiciones de bosque húmedo tropical de la latitud ecuatorial.

EEM, error estándar de la media; \bar{X} , promedio aritmético (n = 16); *, promedios con letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey (P ≤ 0,05).

- Somarriba E, Harvey C. ¿Cómo integrar simultáneamente produc-función sostenible y conservación de la biodiversidad en cacaotales orgánicos indígenas? Agroforestería en las Américas. 2003; 10 (37-38). Available from: <http://hdl.handle.net/11554/6945>
- Andres C, Comoé H, Beerli A, Schneider M, Rist S, Jacobi J. Cocoa in monoculture and dynamic agroforestry. In Sustainable Agriculture Reviews. 2016;19: 121-153. Available from: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-26777-7_3
- Torres E, Torres A, Sánchez A. Agro-ecosistemas tradicionales con cacao: Análisis de casos de pequeños productores en Los Ríos, Ecuador. Revista Amazónica y Ciencia y Tecnología. 2018; 7(2): 83-95. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6977651>
- Ramírez-Meneses A, García-López E, Obrador-Olán J, Ruiz-Rosado O, Camacho-Chiu W. Diversidad florística en plantaciones agroforestales de cacao en Cárdenas, Tabasco, México. Universidad y ciencia. 2013; 29(3): 215-230. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v29n3/v29n3a1.pdf>
- Quiroz, J. Sistema de sombra de cacao con maderables. INIAP, Boletín Técnico No. 151. 2010. 11p. Available from: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2060/1/iniapsbt151.pdf>
- Prieto-Benavides OO, Belezaca-Pinargote CE, Mora-Silva WF, Garcés-Fiallos FR, Sabando-Ávila FA, Cedeño-Loja PE. Identificación de hongos micorrízicos arbusculares en sistemas agroforestales con cacao en el trópico húmedo ecuatorial. Agronomía mesoamericana. 2012; 23(2): 233-239. Available from: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v23n2/a02v23n2.pdf>
- Aguirre Z, Kvist LP. Composición florística y estructura de bosques estacionalmente secos en el sur-occidental de Ecuador, provincia de Loja, municipios de Macara y Zapotillo. Arnaldoa. 2009; 16(2): 87-99. Available from: <https://archive.org/details/biostor-248013>
- Nieto-Rodríguez JE, Hernández-Delgado S, Mayek-Pérez N. Morphological and genetic analysis of *Triplaris guayaquilensis* Wedd (Polygonaceae): one native tree of Ecuador. *Ciência Florestal*. 2013; 23(2): 415-426. Available from: <http://hdl.handle.net/1807/45297>
- Aguirre Z, Linares-Palomino R, Kvist LP. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa*. 2006; 13(2): 324-350. Available from: <https://docplayer.es/51420680-Especies-lenosas-y-formaciones-vegetales-en-los-bosques-estacionalmente-secos-de-ecuador-y-peru.html>
- Cornejo, X. Las especies emblemáticas de flora y fauna de la ciudad de Guayaquil y de la provincia del Guayas, Ecuador. *Rev. Cient. Cien. Nat. Ambien*. 2015; 9(2): 56-71. Available from: <https://doi.org/10.53591/cna.v9i2.239>
- Sánchez O, Kvist LP, Aguirre Z. Bosques secos en Ecuador y sus plantas útiles. Moraes M, Øllgaard B, Kvist LP, Borchsenius F, Balsle H (editores). *Botánica Económica de los Andes Centrales*. 2006; 188-204. Available from: <https://beisa.au.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdf/Capitulo%2012.pdf>
- Suatunce P, Diaz G, Garcia L. Evaluación de cuatro especies forestales asociadas con café (*Coffea Arabica* L.) y en monocultivo en el litoral ecuatoriano. *Ciencia y Tecnología*. 2009; 2(2): 29-34. Available from: <https://doi.org/10.18779/cyt.v2i2.81>
- Suatunce P, Diaz G, Garcia L. Efecto de la densidad de plantación en el crecimiento de cuatro especies forestales tropicales. *Ciencia y Tecnología*. 2010; 3(1): 23-26. Available from: <https://doi.org/10.18779/cyt.v3i1.87>
- Tonini, H, de Oliveira Junior MMC, Schwengber D. Crescimento de espécies nativas da amazônia submetidas ao plantio no estado de Roraima. *Ciência Florestal*. 2008; 18(2): 151-158. Available from: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/jS5yb7bQMSPRnf4WC4GdQNN/?format=pdf&lang=pt>
- Kageyama PY, Castro CFA. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. *IPEF*, 1989; 41/42: 83-93. Available from: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr41-42/cap11.pdf>
- dos Reis SM, Talamini E, da Silva Neto PJ, Augusto SG, de Melo ACG, Dewes H. Growth and yield of mahogany wood in cocoa-based agroforestry systems of two soil types in the Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems*. 2019; 93: 2163-2172. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0327-2>
- Vera J, Vallejo C, Párraga D, Morales W, Macías J, Ramos R. Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*. 2014; 7(2): 21-34. Available from: <https://doi.org/10.18779/cyt.v7i2.139>
- Pérez GA, Freile JA. Adaptabilidad de clones promisorios de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.), en el cantón Arosemena Tola de Ecuador. *Revista Centro Agrícola*. 2017; 44(2): 44-51. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v44n2/cag06217.pdf>
- Ramírez G, Torres E, Cruz N, Barrera A, Alava S, Jiménez M. Biomasa de hojas caídas y otros indicadores de sustentabilidad en asociaciones de especies forestales con cacao "CCN51" en la zona Central del Litoral ecuatoriano. *Ciencia y Tecnología*. 2016; 9(2): 29-39. Available from: <https://doi.org/10.18779/cyt.v9i2.190>

Received: 30 Agosto2021
Accepted: 16 Octubre 2021