

Evaluación de clones e híbridos de *Theobroma cacao*, L. en el Banco de Germoplasma de Baracoa

Evaluation of clones and hybrids of *Theobroma cacao*, L. in the Baracoa Germplasm Bank

Autores:

Ángel Columbié-Londres¹, <https://orcid.org/0009-0002-2013-4164>

Miguel Menéndez-Grenot², <https://orcid.org/0009-0004-5273-5778>

Dr. C. Vicente Rodríguez-Oquendo³, <https://orcid.org/0009-0005-4948-8304>

Dr.C. Gicli M. Suárez-Vereno³, <https://orcid.org/0000-0002-5235-9192>

Organismo: ¹Empresa Agroforestal y Coco Baracoa, Guantánamo, Cuba. ²Estación Agroforestal Baracoa. Guantánamo, Cuba. ³Universidad de Guantánamo, Cuba.

E-mail: giclim70@gmail.com

Fecha de recibido: 30 jul. 2023

Fecha de aprobado: 28 sept. 2023

Resumen

Con el objetivo de evaluar diferentes clones e híbridos de *T. cacao*, se realizó una investigación en el banco de germoplasma del Instituto de Investigaciones Agroforestales UCTB Baracoa, situada en el km 8 de la carretera Baracoa-Guantánamo. El método empleado para evaluar la resistencia a la enfermedad fue el de Phillips y Galindo (1989). Se inocularon diez frutos de cada cultivar de cinco meses de edad con discos de papel de filtro de 1 cm de diámetro sumergidos en suspensión permanente agitada. Se introdujo cada mazorca dentro de una cámara humedad y a los diez días de la inoculación se determinó la severidad y la resistencia. Los principales resultados demostraron la gran variabilidad genética de los clones e híbridos, y sus características favorables para ser utilizados como progenitores femeninos, así como su comportamiento a las diferentes plagas del cacao.

Palabras clave: Banco de Germoplasma; Clones; Híbridos; Inoculación

Abstract

With the objective of evaluating different clones and hybrids of *T. cacao*, research was carried out in the germplasm bank of the UCTB Baracoa Agroforestry Research Institute, located at km 8 of the Baracoa-Guantánamo highway. The method used to evaluate resistance to the disease was that of Phillips and Galindo (1989). Ten five-month-old fruits of each cultivar were inoculated with 1 cm diameter filter paper discs immersed in agitated permanent suspension. Each ear was introduced into a humidity chamber and ten days after inoculation, severity and resistance were determined. The main results demonstrated the great genetic variability of the clones and hybrids, and their favorable characteristics to be used as female parents, as well as their behavior to different cocoa pests.

Keywords: Germplasm Bank; Clones; Hybrids; Inoculation

Introducción

Los sistemas cacaoteros actuales provienen de estructuras ecológicas complejas (selváticas), altamente biodiversas que permiten tener en asociación alimentos variados y funcionales en el sistema productivo y que aportan al sistema concentración de biomasa y protección de suelos y aguas (ICCO, 2013).

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta nativa del centro y noroeste de América del Sur, según refiere Jumbo (2017). Se originó, en la región alta amazónica, la de mayor altura de la cuenca del río cerca de Iquitos. A pesar de su origen americano, las mayores producciones y exportaciones de cacao provienen de África e Indonesia, aunque son importantes productores Brasil, Ecuador y las islas del Caribe. El comercio de cacao se realiza teniendo en cuenta su calidad, el mismo se divide en fino de aroma y corriente, que corresponde a las variedades originales de Criollo, el primero, y Forastero más los híbridos desarrollados por el hombre mediante el uso de la mejora genética fundamentalmente. Espinel (2016).

A nivel mundial, la producción de cacao supera los 4 000 000 de toneladas de granos. Es en cinco países (Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún) donde se concentra el 84 % de la producción. África, por su parte, es responsable del 73 % de la producción y del 64 % de la superficie sembrada de cacao. Los países de América por otro lado solo contribuyen con el 17 % de la producción mundial y el 17 % del área sembrada de cacao, Asia y Oceanía aportan el 10 % de la producción y el 19 % de la superficie sembrada. Arvelo *et al.* (2016).

En Cuba el cacao que se cultiva es del grupo morfogeográfico Trinitario, aunque se introdujeron clones Forasteros y existen algunos árboles de Criollo. De acuerdo con su origen y modo de reproducción el cacao en Cuba se clasifica en tres grupos. El cacao tradicional, reproducido por semillas durante muchos años, cuyas plantaciones tienen 40 o más años. El cacao híbrido, introducido al país mediante semillas de hijos de TSH (del inglés *Trinidad Selected Hybrid*) y producidos por semilla híbrida de padres conocidos y polinizados manualmente, entre los que se destacan los hijos de TSH. Los clones, introducidos al país y reproducidos por injertos o estacas, entre los que predominan los UF (introducidos desde Costa Rica en 1955) y de ellos los más propagados son los UF-650, UF-654 y UF-677 (Powis *et al.*, 2011 y Jumbo, 2017).

En el municipio de Baracoa existe del 78 % de la producción del país, donde predominan las condiciones ecológicas y ambientales para su correcto desarrollo. Suárez *et al.*, (2015) en estudios de zonificación agroecológica en diferentes partes del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa concluyeron que el 53 % de la superficie total de dicho macizo posee condiciones climáticas óptimas, medianamente óptimas y aceptables, que responden a los requerimientos del cacao. Para el logro de tales propósitos es necesario establecer clones e híbridos con alto potencial genético, que respondan a una buena calidad del cacao, y a la vez con altos rendimientos.

En tal sentido, la Estación Experimental Agroforestal de Baracoa, desde su fundación ha trabajado intensamente con el objetivo de obtener clones e híbridos con elevadas frecuencias de alelos favorables que puedan propiciar un buen desempeño en la producción y comercialización de semillas híbridas para ofrecer a las diferentes entidades cacaoteras un material genético que reúna características agronómicas y fitosanitarias deseables para mejorar cualitativa y cuantitativamente el cultivo. También es propósito buscar una adecuada variabilidad genética. El objetivo del presente trabajo estuvo encaminado a evaluar diferentes clones e híbridos de *T. cacao*, en el Banco de Germoplasma de la Estación Agroforestal de Baracoa.

Materiales y métodos

Descripción del área de estudio

Los experimentos se realizaron en el banco de germoplasma del Instituto de Investigaciones Agroforestales UCTB Baracoa, situada en el km 8 de la carretera Baracoa-Guantánamo, a 28 msnm. Los estudios de campo se efectuaron sobre un suelo Fluvisol. Hernández *et al.* (2015). Se utilizó como sombra *Leucaena leucocephala* (Lam) De Witt y *Gliricidia sepium* Jacq (Kunth) ex Walp. El marco de plantación establecido para el cacao fue de 3 x 3 m.

El municipio Baracoa está situado al noreste de la provincia Guantánamo, próximo al extremo oriental de la isla de Cuba, ocupando una extensión territorial de 974 Km². Posee el 95 % de su superficie montañosa, con pendientes mayores del 15 %, las del 5 % se encuentran limitadas por los valles aluviales, llanuras aluvio-marinas y cárnicas.

Las alturas del municipio oscilan desde la cota cero hasta los niveles de 700 metros sobre el nivel del mar (msnm), encontrándose las menores de 100 msnm en la franja costera y penetrando en los valles fluviales. El régimen climático de este municipio está directamente influenciado por el relieve y la actividad de los vientos alisios, según información del Instituto de Planificación Física. IPF (2015).

Evaluación de diferentes clones e híbridos en el Banco de Germoplasma de la Estación Agroforestal de Baracoa

El método empleado para evaluar la resistencia a la enfermedad fue el de Phillips y Galindo (1989). Se inocularon diez frutos de cada cultivar de cinco meses de edad con discos de papel de filtro de 1 cm de diámetro sumergidos en suspensión permanente agitada. Se introdujo cada mazorca dentro de una cámara humedad y a los diez días de la inoculación se determinó la severidad y la resistencia.

Para la clasificación de la resistencia a la enfermedad se empleó el criterio recomendada por Phillips y Galindo (1989).

Resistencia: DL = 0-2cm.

Moderadamente resistente: DL = 2.1 - 4cm

Moderadamente susceptible: DL =4.1 – 6cm

Susceptible: D >6cm

Donde:

DL = Diámetro de la lesión $(x+ y) / 2 =$ Severidad

X = Largo

Y = Ancho

Se determinó el porcentaje de afectaciones muestreando quincenalmente a cinco (5) plantas por cultivares y en cada una de ellas se observaron diez (10) brotes jóvenes, diez (10) hojas de edad media distribuidas en los cuatro (4) puntos cardinales, diez (10) frutos y diez (10) cojinetes florales, determinando si existían o no afectaciones de las siguientes plagas:

Bochoropsis phraxalis Druce (Enrollador de la hoja). Brotes jóvenes.

Selenoptris rubrocintus Giard (Trisps de cinta roja). En hojas y frutos.

Hemeroble marengus Poey (Deformador del fruto).

Planococus citri Risso (Pseudococcido). Cojinetes florales.

Se utilizó la fórmula recomendada por la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (1979).

% de afectación = $n \times 100 / N$, donde:

n: Cantidad de brotes, hojas o frutos afectados.

N: Cantidad de brotes, hojas o frutos evaluados.

Se utilizó un diseño experimental de bloque al azar, donde las parcelas están representadas por seis plantas y cuatro réplicas.

Los datos de la **tabla 3** fueron procesados mediante un análisis multivariado (Cluster Analysis).

Las labores culturales y fitosanitarias se realizaron según Instrucciones Técnicas para el Cultivo y Cosecha del Café y Cacao (MINAG, 1987).

La simbología de los clones evaluados se muestra en la **tabla 1**

Tabla 1. Simbología de los clones e híbridos utilizados

Clones	Denominación
UF	Unidad Fruit Costa Rica
ICS	Imperial Collage Selection. Trinidad
EET	Estación Experimental Tropical. Ecuador
GS	Granada Selection. Granada
IMC	Iquito Mixture Clonal. Perú
SCA	Scabina. Ecuador
SPA	Selection Palmira. Colombia
MATINA	Lugar llamado Matina. Costa Rica.
Pound	Nombre del investigador. Perú
EICB	Estación de Investigación de Cacao Baracoa.

Resultados y discusión

Evaluación de diferentes clones en el Banco de Germoplasma de la Estación Agroforestal de Baracoa

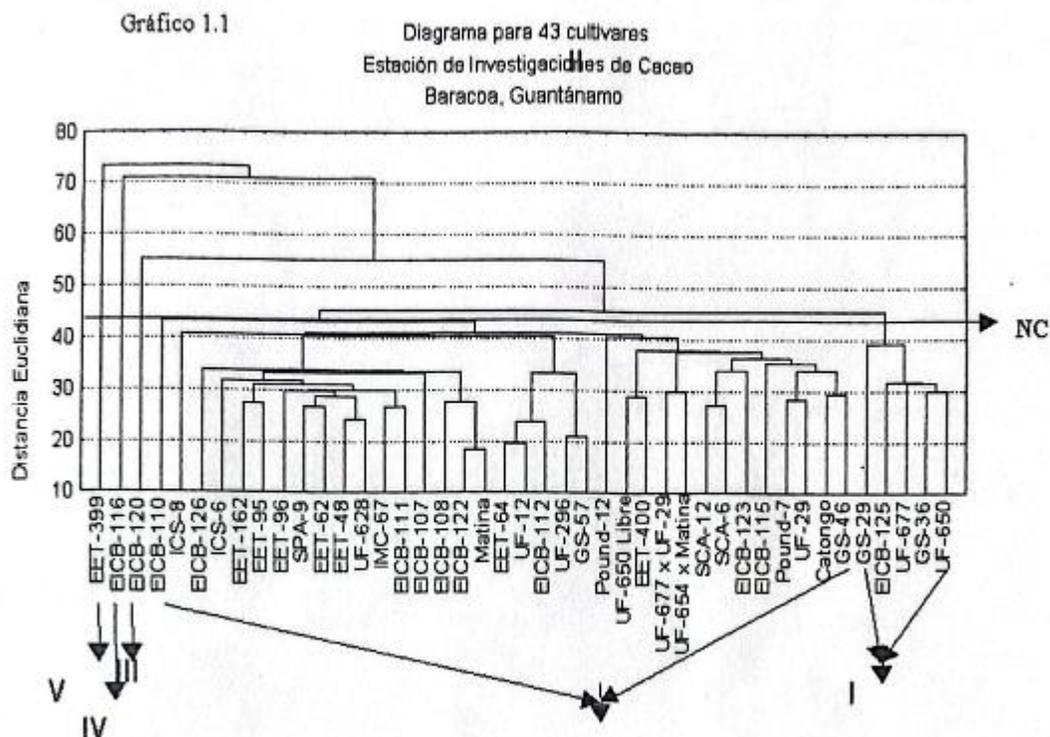
En la **tabla 2** se muestran los cinco grupos formados y el **gráfico 1** se observan los resultados de los análisis efectuados, a una distancia euclidiana de 45 (nivel crítico).

Tabla 2. Grupos de genotipos según Análisis de Clúster

Grupo I	Grupo II			Grupo III	Grupo IV	Grupo V
UF - 650	GS - 46	UF - 12	POUND - 12	EICB - 120	EICB - 116	EET - 399
UF - 677	GS - 57	UF - 29	ISC - 6			
GS - 29	MATINA	UF - 296	ISC - 8			
GS - 36	EICB - 107	UF - 628	IMC - 67			
EICB - 125	EICB - 108	EET - 48	SCA - 6			
	EICB - 110	EET - 62	SCA - 12			
	EICB - 111	EET - 64	SPA - 9			
	EICB - 112	EET - 95	CATONGO			
	EICB - 115	EET - 96	UF x 654 x MATINA			
	EICB - 122	EET - 162	UF - 677x UF - 29			
	EICB - 123	EET - 400	UF - 650 LIBRE			
	EICB - 126	POUND - 7				

En la **tabla 2** se observa que los brotes jóvenes de los clones e híbridos fueron afectados por ***P. pharaxalis***; se destaca entre los menos dañados: EICB-115 (Grupo II) y el GS-29 (Grupo I), mientras que el EICB-110 y el EICB-111 del Grupo II, les corresponden los mayores porcentajes. Referido al tema objeto de estudio, Tur y Vázquez (1991) señalan que las afectaciones de esta plaga están entre el 31 y el 96% y Hernández (1994) refiere que las afectaciones en Baracoa son del 11 y 21% en los brotes analizados.

Sin embargo, Lambert (1999) y Lambert, *et al.*, (2015) reportaron un porcentaje de 8.31 y 9.21 en clones de cacao, respectivamente.



El porcentaje de afectación en las hojas por *S. rubrocintus* fue superior en el ICS-6 y CATONGO ambos del Grupo II, mientras que el EICB-112 y EICB-108 del Grupo II, fueron los menos afectados.

Al analizar los frutos se destacaron por su alto índice el ICS-6 y el SPA-9 del Grupo II y los menores valores EICB-116 Grupo IV y EICB-125 del Grupo I.

Estudios realizados por Lambert et al (1990 y 1995) demostraron que las afectaciones de esta plaga tanto en hojas como en frutos están entre el 25 y el 50% en plantaciones de cacao en mezcla clonal en la zona de Baracoa.

Como se puede observar el clon EICB-123 perteneciente al Grupo II, fue el de menor afectación por el deformador del fruto, mientras que el Grupo I fue el más dañado. Al respecto, Matos (1987) informa que en las plantaciones de cacao (mezcla clonal) de Baracoa los porcentajes de afectaciones están entre 3.8 y 6.1% respectivamente.

Al estudiar el *P. citri*, se observó que el EICB-122 el GS-57 del Grupo II y el EICB-29 del Grupo fueron los más afectados. Los resultados de la **tabla 3** demuestran la resistencia de los cultivares estudiados a esta enfermedad del cultivo.

Delabie (1991) asegura que las afectaciones pueden ser del 40 al 90%; mientras que Lambert et al (2005) al evaluar una muestra clonal determinaron que estas fueron del 2.7%.

En cuanto a la enfermedad *P. palmivora*, los resultados se muestran en la **tabla 3**, en la misma se observa que de los 43 cultivares evaluados 14 resultaron resistentes: IMC-67, ICS-8, EICB-111, EICB-115, UF-29, SCA-6, EET-48, UF-650 libre, todos del Grupo II, EICB-116 Grupo IV y EET-399 del Grupo V; similares resultados obtuvieron Phillips-Galindo (1989), cuando estudiaron clones de cacao y evaluaron esta enfermedad; además indicaron la influencia del ambiente sobre los genotipos.

Por otra parte 11 individuos resultaron moderadamente resistentes: GS-36, EICB-125 del grupo I; CATONGO, EET-64, EICB-108, UF-296, EET-162, EICB-112, ICS-6, UF-112 del Grupo II, y el EICB-120 del Grupo III. Además, ocho cultivares moderadamente susceptibles:

(GS-29 y el UF-650 del Grupo I; el EICB-123, SPA-9, EICB-107, MATINA, GS-46 y el híbrido UF-654xMATINA del Grupo II). También resultaron susceptibles diez cultivares, ellos son: (UF-677 del Grupo I; POUND-12, GS- 57, EET-62, SCA-12, EICB-110, EICB-122, UF-677 del Grupo II). Como se observa en la misma tabla, la incidencia fue mayor del 85%, lo que avala la viabilidad del inóculo y la técnica empleada

Sobre el tema objeto de investigación, otros autores han encontrado resultados similares Lambert, *et al.* (2002) y Lambert, *et al.* (2006) al evaluar plantaciones de cacao en el macizo cacaotero de Baracoa.

Estos resultados están en correspondencia con lo señalado por Clapé (2021) al hacer la caracterización morfológica cualitativa y cuantitativa de los clones de *T. cacao* L. de la lista oficial de variedades donde se incluyen algunos de los estudiados en la presente investigación, los cuales sientan las bases para su utilización eficiente en la producción y contribuye a su utilización en el mejoramiento genético del cultivo en Cuba.

Tabla 3. Datos por variables de cada individuo

Clones	BPB	TrH	TrF	HRF	PCF	Pp
UF -650	6.9	64.6	37.1	5.3	15.5	MS
UF-677	5.1	72.3	48.2	6.2	18.8	S
GS-29	1.1	74.9	18.6	17.9	23.7	MS
GS-36	5.4	70.6	29.7	8.5	16.1	MR
GS-46	1.4	80.5	46.3	13.3	10.1	MS
GS-57	1.9	50.2	37.5	4.8	2.5	S
MATINA	5.3	48.6	73.6	5.9	12.1	MS
EICB-107	6.8	51.4	41.3	9.5	14.2	MS
EICB-108	2.7	31.9	62.1	3.9	2.3	MR
EICB-110	22.8	38.4	66.4	3.3	4.1	S
EICB-111	23.5	70.8	73.5	6.0	17.7	R
EICB-112	6.3	31.4	63.6	8.7	16.1	MR
EICB-115	1.0	70.5	34.2	5.6	15.9	R
EICB-116	1.4	45.9	18.1	4.5	7.8	R
EICB-120	1.4	49.8	36.4	10.5	10.3	MR
EICB-122	3.9	50.2	62.1	6.5	2.1	S
EICB-123	10.6	46.1	23.5	2.6	13.9	MS
EICB-125	8.1	59.9	19.1	6.3	2.8	MR
EICB-126	2.0	47.9	60.1	9.2	17.8	S
UF-12	14.6	36.9	53.2	5.4	11.9	MR
UF-29	14.9	34.2	42.3	6.2	4.3	R
UF296	6.0	46.0	32.0	6.6	13.9	RM
UF 628	9.3	74.3	55.3	7.2	23.1	S
EET- 48	12.8	68.1	76.1	4.4	27.8	R
EET- 62	5.0	53.9	83.2	5.5	12.1	S
EET- 64	18.4	38.1	54.3	5.4	22.0	MR
EET- 95	16.3	79.3	88.1	6.2	21.3	S
EET- 96	11.7	80.1	82.1	6.2	19.6	R
EET- 162	11.2	69.8	71.9	7.4	19.3	MR
EET-399	9.4	71.3	62.5	8.0	17.8	R
EET-400	10.2	67.3	61.7	6.8	20.6	R
POUND-7	3.3	54.1	46.1	6.5	14.9	R
POUND-12	4.4	61.9	82.3	6.9	13.3	S
ICS-6	7.2	88.2	93.1	7.3	21.3	MR
ICS-8	5.5	68.0	82.1	8.2	20.4	R
IMC-67	5.0	71.8	74.2	7.2	11.7	R
SCA-6	14.2	64.2	49.1	7.0	13.8	R

SCA-12	13.1	47.9	53.1	7.7	9.3	S
SPA-9	10.7	60.0	91.4	7.2	8.9	MS
CATONGO	11.9	87.3	59.4	6.8	14.9	MR
UF-654xMATINA	6.7	50.0	73.3	5.6	8.8	MS
UF-677XUF-29	7.2	46.1	73.9	5.8	9.3	R
UF-650LIBRE	3.5	62.1	58.8	5.9	10.1	R

Simbología:

BFB: % *Bochoropxis pharaxalis* en brote.

BFH: % *Bochoropxis pharaxalis* en hojas.

TF: % de Trips en frutos.

HRF: *Hemeroblemas rengus* en frutos.

PCC: *Planococcus citri* Risso.

P.p: Reacción a *Phytophthora palmivora*

R: Resistente.

MR: Moderadamente resistente.

MS: Moderadamente susceptible

S: Susceptibles.

Conclusiones

La evaluación de los diferentes clones e híbridos en el Banco de Germoplasma de la Estación Agroforestal de Baracoa, demostraron sus características favorables para ser utilizados en la producción; los mismos contribuyen al mejoramiento genético del cultivo en Cuba debido a su resistencia a plagas de este cultivo.

Bibliografía

- Arvelo M. A., Delgado T., Maroto S., Rivera J., Higuera I. y Navarro A.2016. Estado actual sobre la producción y el comercio del cacao en América. ISBN: 978-92-9248-617-4. p. 18.
- Clapé, P. 2021. Potencialidades agroproductivas de clones de la lista oficial de variedades comerciales de *Theobroma cacao* L. de Cuba. Tesis presentada en opción al título de Máster en Ciencias. Mención: Manejo Agroecológico de Ecosistemas Frágiles. Universidad de Guantánamo. 99p.
- Cuba, MINAG. 1979. Segunda reunión de metodología sobre señalización y pronóstico. La Habana: Dirección Nacional de Sanidad Vegetal. Pág. 14-15.
- Delabie, J.H.C.e I. M. Cazorla. 1991. Daños causados por *Planococcus citri* Rizzo. *Agrotrópica* 3(1):53-57. Ecuador. 141 pp.
- Espinel L. R. 2016. Cacao: situación mundial, Cacao y campesinos: experiencias de producción e investigación. SIPAE. ISBN: 978-9942-8518-3-3 p. 106.
- Hernández, D. 1994. Incidencia del enrollador de la hoja del cacao en Baracoa. En: Informe anual de señalización y pronóstico de la ETPP Baracoa. 10p.
- IPF (Instituto de Planificación Física). 2015. Informe del Plan de Desarrollo Integral del municipio Baracoa.
- Hernández, A.; Pérez, J.; Bosch, D. y Castro, N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. 1st ed. La Habana, Cuba: Ediciones INCA, 93p
- Jumbo, A. 2017. Caracterización morfológica del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la cuenca del río Nangaritza provincia de Zamora Chinchipe. Tesis en opción al título de Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria.

- Lambert, W., Menéndez, M., Matos, G.; Oliveros, A.; Columbie, A. 1990. Estudio integral del *Selenothrips rubrocinctus* Gerad en el cultivo de *Theobroma cacao*, Lin. En: Informe final de etapa quinquenio 86/90._ ECICC Dpto. Cacao Baracoa, 16p.
- Lambert W., Mary Sanamé y E. Toirac. 1995. Bioecología y control del deformador del fruto del cacao. En: Informe final de etapa quinquenio 91/95._ ECICC Dpto. Cacao Baracoa, 8p.
- Lambert, W. 1999. Afectaciones provocadas por *Bochoropsis phraxalis* Druce y *Selenoptris rubrocintus* Giard en 40 clones de *Theobroma cacao* Lin. En: Simposio Internacional de Café y Cacao CUBACAFE' 99, Santiago de Cuba, 16-19 de noviembre del 1999.
- Lambert, W., Menéndez, M., Matos, G.; Oliveros, A.; Columbie, A. y Odalina Hernández. 2002. Plagas detectadas en plantaciones establecidas de *Theobroma cacao* Lin. en Baracoa. *Café Cacao*.31(1): 85-88.
- Lambert, W., Menéndez, M., Selva, F. y A. Columbié. 2005. Distribución y daños de las principales plagas de *Theobroma cacao* Lin en el macizo montañoso de Baracoa. En: III Simposio Internacional de Café y Cacao CUBACAFE'05, Santiago de Cuba, 25-27 de noviembre del 2005.
- Lambert, W., Matos, G. A; Oliveros, A y A.; Columbié. 2006. Afectaciones por las principales plagas en plantaciones de cacao con diferentes densidades de árboles de sombra en el macizo montañoso de Baracoa. *Café Cacao*, 7(2): 3-7.
- Lambert, W., Menéndez, M., Pierra, Mercedes. (2015). Afectaciones de *Bocchoropsis phraxalis* Druce en clones e híbridos de *Theobroma cacao*, Lin. en Baracoa. *Revista Café Cacao*. Vol 14 No 2. Jul-dic. pag:55-60.
- Phyllips MJ., Galindo, J. 1989. Método de inoculación de la resistencia a *Phytophthora palmivora* en frutos de cacao *Theobroma cacao*. En: *Turrialba* 39(4):488-496.
- MINAG. 1987. Instrucciones Técnicas para el cultivo del café y el cacao. Dirección Nacional de Café y Cacao. CIDA, La Habana, 208 p.
- Powis, T.G.; Cyphers, A.; Gaikwad, N.W.; Grivetti, L. y Cheong, K. 2011. Cacao use and the San Lorenzo olmec. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108: Págs 8595- 8600.
- Suárez V. G. M., Soto C. F., Garea L. E. y Solano O. O. J. 2015. Caracterización agroclimática del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, en función de la zonificación agroecológica para el cacao (*Theobroma cacao* L.). **Rev. Cultivos Tropicales**, vol. 36, no. 123, pp. 23-28 enero-marzo ISSN impreso: 0258-5936 ISSN digital: 1819-4087, pp. 23-28.
- Tur, Norma. S, L. Vásquez 1991. Insectos detectados en el cultivo del cacaotero en la provincia Guantánamo. *Protección de plantas* 1(1): 85 – 88.