

Avances de Investigación

Caracterización morfológica del cacao Nacional Boliviano, Alto Beni, Bolivia¹

Romina Villegas C.²; Carlos Astorga D.³

Palabras clave: EET-400, Forastero, ICS-1, OC-77, PA-121, TJ-1 *Theobroma cacao*, Trinitario, variabilidad genética.

RESUMEN

Usando 52 características cuantitativas y 30 cualitativas de flores, mazorcas, semillas y hojas, se estudiaron 73 genotipos de cacao Nacional Boliviano en nueve fincas de cuatro localidades del Alto Beni, Bolivia. Estas mismas características se midieron en cinco clones internacionales representativos del complejo Forastero-Trinitario (EET 400, OC 77, PA 121, ICS 1, TJ 1). Se realizaron análisis de conglomerados y discriminante canónico para identificar y estudiar las diferencias y semejanzas entre el cacao Nacional Boliviano y los clones de referencia y entre subgrupos dentro del cacao Nacional Boliviano. Se evaluaron las diferencias entre grupos mediante análisis de varianza. El cacao Nacional Boliviano del Alto Beni comparte las principales características del grupo Forastero del Río Beni en la cuenca del Amazonas. Alto Beni es quizás el extremo sur de la distribución natural del grupo Forastero. A pesar de pertenecer a este complejo genético, el cacao Nacional Boliviano se diferenció de los cinco clones Forasteros y Trinitarios de referencia. Se identificaron dos subgrupos dentro de los 73 genotipos de cacao Nacional Boliviano, los cuales difirieron en las características de las flores, mazorcas y semillas. Se encontró una amplia variación entre subgrupos en 20 de las características cuantitativas evaluadas. Aunque se estudiaron genotipos en cuatro diferentes localidades, se detectaron solamente dos subgrupos, sugiriendo que las plantaciones de cacao Nacional Boliviano que existen hoy día en el Alto Beni provienen de pocas plantas y que hubo un amplio intercambio de semillas de cacao Nacional Boliviano entre localidades.

Morphological characterization of Bolivian national cacao, Alto Beni, Bolivia

Key words: EET-400, Forastero genetic group, genetic variation, ICS-1, OC-77, PA-121, TJ-1 *Theobroma cacao*, Trinitario genetic group.

ABSTRACT

Using 52 quantitative and 30 qualitative characteristics of cacao flowers, pods, seeds and leaves, 73 genotypes of Nacional Boliviano cacao were studied in nine farms in four localities of Alto Beni, Bolivia. The same characteristics were measured on five international clones (EET 400, OC 77, Pa 121, ICS 1, TJ 1) that represented the Forastero-Trinitario complex. Conglomerate and canonic discriminant analysis were used to identify and study the differences and similarities between Nacional Boliviano cacao and the reference clones, and also between subgroups of Nacional Boliviano cacao. The differences between groups were then evaluated with analysis of variance. Nacional Boliviano cacao from Alto Beni shared the same principal characteristics of the Forastero group from Rio Beni in the Amazon watershed. Alto Beni may be the most extreme Southerly point of the natural distribution of the Forastero group. Although belonging to this genetic complex, Nacional Boliviano cacao differed from the five Forastero-Trinitario reference clones. Two subgroups were identified amongst these 73 Nacional Boliviano cacao genotypes, differing principally in flower, pod and seed characteristics. There was a wide variation between these subgroups in 20 of the quantitative characteristics that were evaluated. Although genotypes from four different localities in Alto Beni were studied, the fact that only two subgroups were detected suggested that the actual Nacional Boliviano cacao plantations in Alto Beni were derived from a few trees and that there has been an ample interchange of Nacional Boliviano cacao seed between localities.

INTRODUCCIÓN

El Cacao Nacional Boliviano (CNB), localmente llamado “criollo”, fue cultivado por indígenas mosetenes naturales del Alto Beni desde hace más de 100 años (Alvin y Machicado 1962). A partir del año 1960, con el proceso de colonización dirigida del Alto Beni, agricultores y mineros del Altiplano con el apoyo del Gobierno de Bolivia introdujeron híbridos y clones internacionales y se abandona-

ron muchas plantaciones de CNB. Soria (1966), citado por Allen y Lass (1983), describe el cacao de la región del Alto Beni de Bolivia, manifestando que las plantas eran similares al cacao silvestre de la región del Bajo Beni y de la Amazonía brasileña, resaltando las siguientes características: mazorca inmadura de color verde, fruto de forma alargada, ápice del fruto de punta pequeña, superficie de la mazorca ligeramente rugosa con 10 surcos bajos, semi-

¹ Basado en Villegas, R. 2004. Caracterización morfológica del cacao “nacional” (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la zona de Alto Beni, Bolivia. Tesis Ing. Agr., UMSA. La Paz, Bolivia.

² Ing. Agrónomo. Correo electrónico: romilleg@hotmail.com (autora para correspondencia)

³ Profesor, investigador CATIE, Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: castorga@catie.ac.cr

lla de color púrpura y sin pigmentación en el filamento del estambre de la flor. Milz (1990) indica que este cacao tiene semillas pequeñas, pero se encuentra bien adaptado a las condiciones climáticas del lugar y ha sobrevivido sin manejo a pesar de las enfermedades locales. El CNB no ha sido estudiado científicamente. En este estudio se caracterizó morfológicamente el CNB del Alto Beni, Bolivia, para determinar su variabilidad fenotípica y evaluar sus afinidades con clones internacionales representativos de los grupos Forastero y Trinitario.

MATERIALES Y MÉTODOS

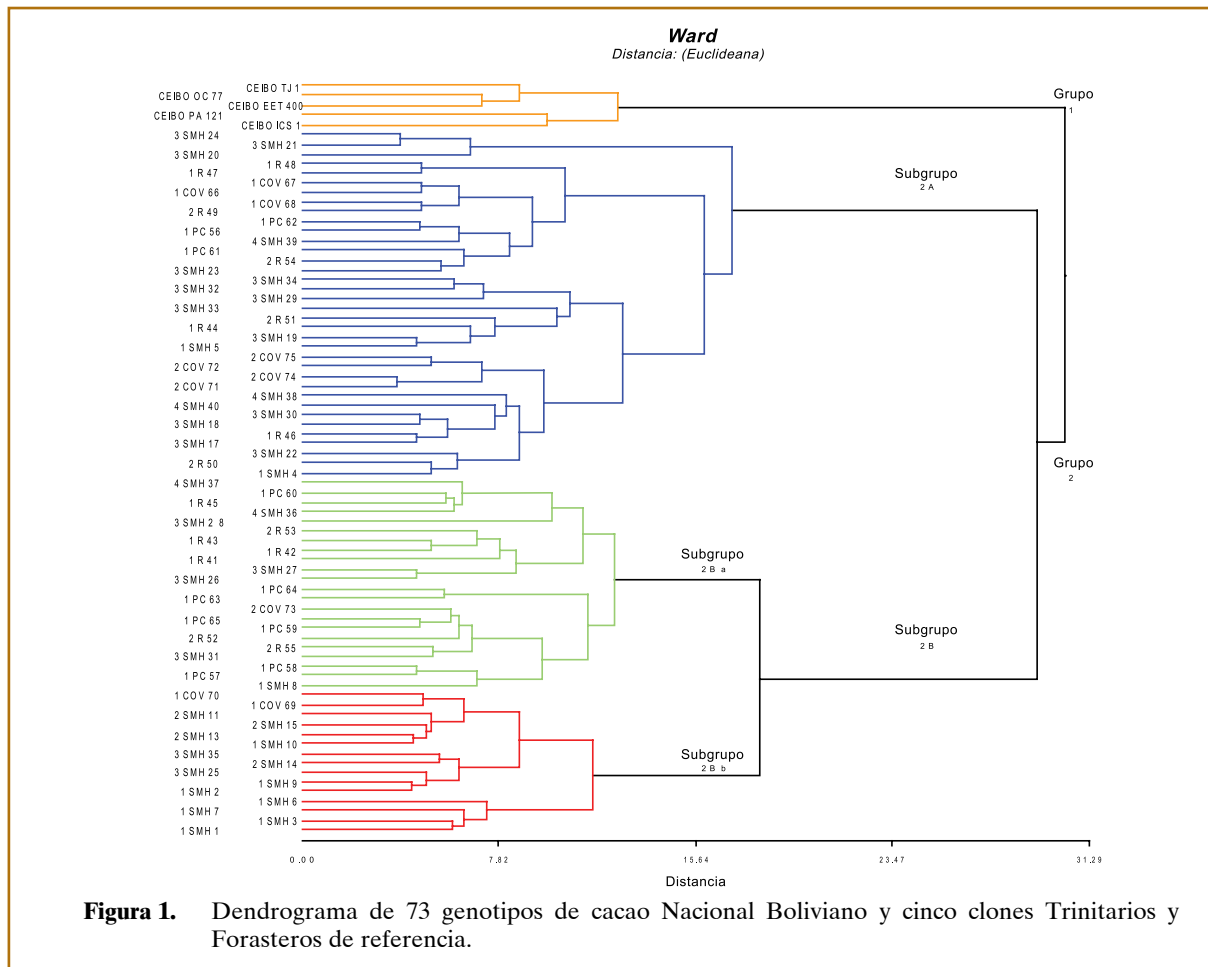
El estudio se realizó en las áreas II, VI y VII del Alto Beni, ubicadas entre los 15°33' y 15°46'S; 66°57' y 67°20'O, con altitud promedio de 500 m, precipitación anual promedio de 1300 mm y temperatura anual media de 25 °C (Somarriba y Trujillo 2005). Se seleccionaron al azar 73 genotipos (árboles) de CNB en nueve plantaciones de agricultores escogidos de una lista elaborada con los nombres y comunidades de productores que cultivan este tipo de cacao. Se escogieron los clones EET 400, OC 77, PA 121, ICS 1 y TJ 1 del banco de germoplasma de la Central de Cooperativas El Ceibo como representativos de los

grupos genéticos Trinitario y Forastero y se compararon con los 73 genotipos de CNB del Alto Beni.

Los genotipos de CNB y los clones Trinitarios y Forasteros de referencia se caracterizaron y compararon utilizando 82 características (52 cuantitativas y 30 cualitativas) de la flor, fruto, hojas y semilla (IBPGR 1981) y los descriptores cualitativos y cuantitativos publicados por Engels et al. (1980). La matriz de datos cuantitativos fue estandarizada utilizando el coeficiente de Spearman y se analizó la matriz de correlación lineal para identificar y eliminar variables altamente correlacionadas. Se construyeron conglomerados mediante agrupamiento jerárquico usando distancias euclidianas y el procedimiento aglomerativo de Ward. Una vez identificados los grupos, se realizó un análisis discriminante canónico para determinar las variables que contribuían a explicar las diferencias entre grupos. Se realizó un análisis de varianza entre grupos para identificar en cuáles variables difirieron.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los genotipos (árboles) de CNB son morfológicamente diferentes de los clones Forasteros y Trinitarios de



Cuadro 1. Valores promedio y nivel de significación para veinte características cuantitativas evaluadas en el cacao Nacional del Alto Beni, Bolivia y cinco clones Forasteros y Trinitarios de referencia

Característica	G 1	G 2 A	G 2 B 1	G 2 B 2
Largo pedúnculo**	16,60 c	13,66 a	14,79 a b	15,42 b c
Largo sépalo**	8,44 a b	8,16 a	8,75 b	8,75 b
Ancho sépalo**	2,43 a	2,92 b	3,11 b	3,12 b
Largo estaminodio**	7,64 b	6,88 a	8,11 c	7,55 b
Largo lígula**	3,70 b	2,94 a	3,12 a	3,61 b
Ancho lígula**	2,51 a	2,90 b	3,25 c	3,32 c
Largo estambre**	2,99 b	2,72 a	2,53 a	3,15 b
Largo estilo**	2,20 a b	2,15 a	2,46 c	2,41 b c
Largo ovario*	1,78 a	1,86 a	1,89 a b	2,13 b
Separación entre surco primario**	24,31 b	18,61 a	19,00 a	17,89 a
Espesor del mesocarpio*	5,74 b	4,67 a	5,02 a b	4,88 a b
Número de semillas**	28,09 c	22,38 a b	25,24 b c	21,10 a
Número de semillas planas*	1,78 b	0,69 a	0,42 a	0,58 a
Angulo basal**	156,21 a	188,68 b	183,25 b	187,19 b
Angulo apical**	59,35 b	50,81 a	47,47 a	47,45 a
Peso seco**	1,34 b	0,59 a	0,65 a	0,64 a
Espesor de semilla**	9,29 c	6,95 a b	6,82 a	7,23 b
Púrpura claro % **	12,60 a	43,58 c	40,64 b c	24,97 a b
Púrpura intermedio % *	12,60 a	38,14 b c	48,05 c	30,01 b
Púrpura oscuro % *	19,60 ab	9,22 a	8,55 a	24,95 b

G = grupo.

** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas.

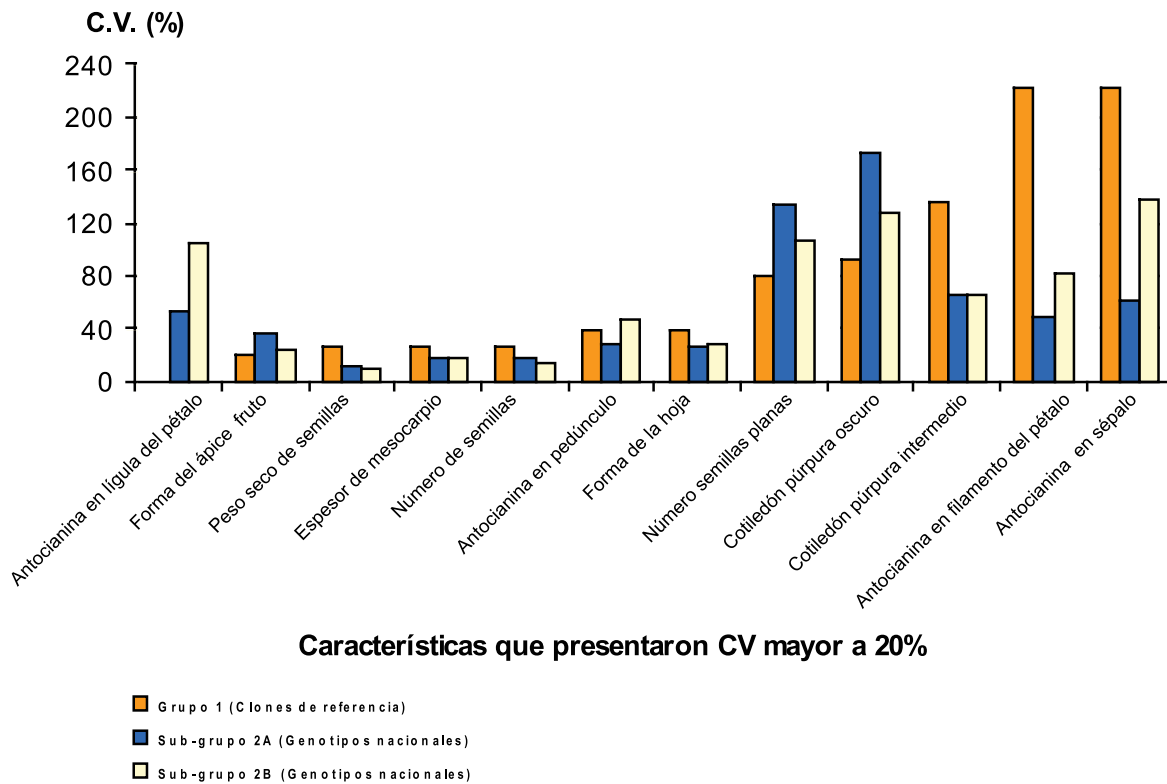


Figura 2. Descriptores de cacao con coeficiente de variación mayor a 20% en cinco clones del complejo Forastero-Trinitario y en dos subgrupos de cacao Nacional Boliviano del Alto Beni.

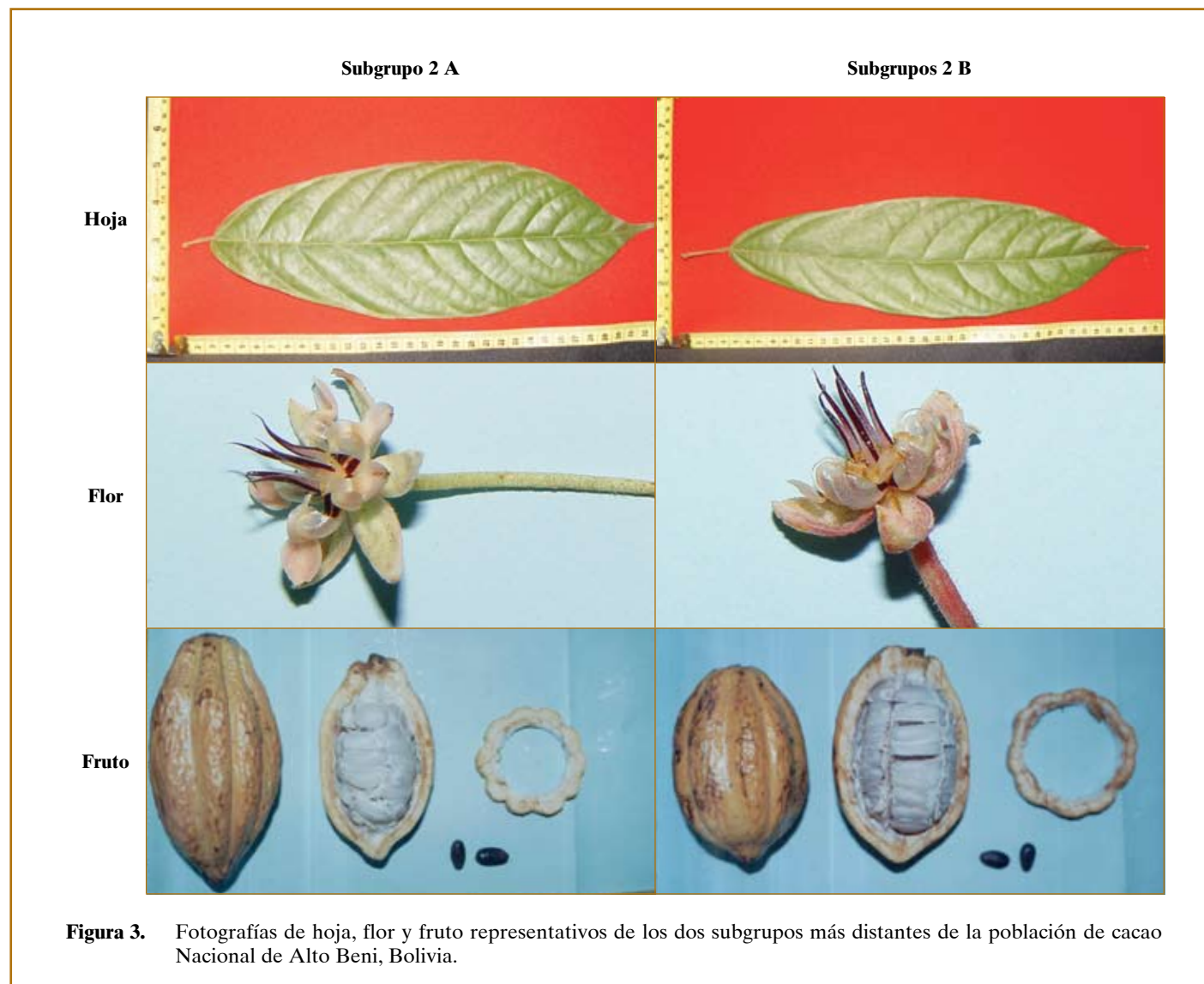
referencia, con una distancia genética entre grupos de 31,3. El grupo Nacional se subdividió en dos subgrupos (A y B), con una distancia genética de 29,2, indicando que existe diferenciación morfológica dentro de los genotipos de CNB estudiados; a su vez, el grupo B se puede separar en dos poblaciones (Figura 1). Los grupos difirieron significativamente entre sí en un buen número de características (Cuadro 1). En el análisis canónico, 33 características fueron las que mejor explicaron la variabilidad genética entre grupos. El primer eje canónico contuvo el 68,7% de la variación total; 21,41% de la variación fue contenida en el segundo eje canónico.

Las variables cualitativas fueron las que mejor explicaron la variabilidad entre grupos. El número de semillas planas, el color del cotiledón oscuro e intermedio y la presencia de antocianina en filamento y lígula del pétalo

fueron los atributos que más variaron en los tres grupos genéticos de este estudio: complejo Forastero-Trinitario y dos subgrupos de CNB (Figura 2).

Las características de la flor y del fruto fueron las que más contribuyeron a explicar la variabilidad entre grupos. Enríquez (1966), Enríquez y Soria (1981) y Bekele y Butler (1998) estudiaron las características útiles de la flor y encontraron diferencias marcadas entre cultivares que provienen de poblaciones diferentes. Los caracteres que ellos encontraron concuerdan con los que resultaron discriminantes para los grupos de cacao encontrados en este estudio del Alto Beni. La coloración del pedúnculo, sépalo y lígula se puede usar para separar o agrupar clones.

Veinte descriptores presentaron diferencias altamente significativas entre los grupos de cacao (Cuadro 1).



Se desconoce si las poblaciones de cacao existentes a lo largo del río Beni (Bajo Beni y Alto Beni) son nativas de la región, pero es muy probable que provengan de plantaciones supervivientes introducidas por las misiones franciscanas y establecidas en valles aislados (Bartley 2005). Al momento de la colonización del Alto Beni a inicios de los 1970, las plantaciones de CNB existentes en Alto Beni ya eran viejas; es probable que las primeras siembras las hicieran los misioneros franciscanos hacía más de cien años (Alvin y Machicado 1962). Las características del CNB del Alto Beni coinciden con el complejo Forastero: mazorcas ovoides o amelonadas, amarillas cuando maduras, cáscara ligeramente rugosa, semilla pequeña color violeta oscuro y estaminoides pigmentados color violeta (Soria 1966, Barros 1970, Vera 1987, Milz 1990, Parra 2000). El Alto Beni es posiblemente el extremo suroeste de la distribución del complejo Forastero en la cuenca amazónica (Bartley 2005).

Los árboles de CNB del Alto Beni son de porte alto (8-10 metros), con muchos chupones (brotes basales) por falta de poda, florecen antes que los híbridos (CNB inicia floración en octubre y alcanza su máximo en noviembre, mes en que se inician las lluvias). El CNB presentó mayor floración en ramas que en troncos, debido probablemente a la falta de poda, que impide que la luz estimule los cojines florales de la copa únicamente. La época de fructificación del CNB ocurre entre enero y abril, por lo que los frutos escapan de los picos de infección de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el Alto Beni, que ocurren en los meses fríos y húmedos de junio y julio, época en la que ya ha terminado la fructificación del CNB y se encuentra en su máximo la del cacao híbridos. Los frutos del CNB no son afectados severamente por el chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) y se encontró que la incidencia de escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso*) en plantaciones de CNB en Alto Beni es <35%, pero en clones alcanza el 60% y en híbridos supera el 70% (Cerde 2004).

CONCLUSIONES

- El cacao Nacional Boliviano (CNB) en el Alto Beni comparte las principales características del grupo Forastero del Río Beni de la cuenca del Amazonas. Alto Beni es quizás el extremo suroeste de la distribución natural del grupo Forastero. A pesar de pertenecer a este complejo genético, el cacao Nacional se diferenció de los cinco clones Forasteros y Trinitarios de referencia.

- Se identificaron dos grupos dentro de los 73 genotipos de cacao Nacional estudiados. Los grupos difieren mayormente en las características de la flor, el fruto y la semilla. Se encontró una amplia variación entre grupos en 20 características cuantitativas evaluadas. Aparentemente, las plantaciones de cacao Nacional que existen hoy en día en el Alto Beni fueron establecidas a partir de pocas plantas y hubo un amplio intercambio de semillas de CNB entre localidades.

AGRADECIMIENTOS

El Proyecto Modernización de la Cacaocultura Orgánica del Alto Beni, Bolivia (CICAD/OEA-FAO/C23-CATIE) proporcionó apoyo financiero y operativo. A Francisco Quesada y Eduardo Somarriba por la edición del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Allen, J; Lass, R. 1983. London cocoa trade Amazon. Project Final Report Phase 1. Inglaterra. 59 p. (Cocoa Growers Bulletin no. 34).
- Alvim, P; Machicado, M. 1962. Informe de la visita de consulta sobre problemas del cultivo de cacao y café a la República de Bolivia. La Paz, BO, IICA. 5 p.
- Bartley, BGD. 2005. The genetic diversity of cacao and its utilization. Cambridge, US, CABI. 335 p.
- Barros, O. 1970. El cacao en Colombia. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Bogotá, CO, ICA. 146 p.
- Bekele, F; Butler, D. 1998. Working procedures for cocoa germplasm evaluation and selection: proposed short list of cocoa descriptors for characterization. CRU, University of the West Indies. Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI. Montpellier, FR, CIRAD. p. 41-48
- Cerde, R. 2004. Diagnóstico de enfermedades fungosas en genotipos cultivados de cacao (*Theobroma cacao* L.) en floración y fructificación en localidades productoras de Alto Beni, Bolivia. Tesis de Lic. Agr. La Paz, BO, Universidad Mayor de San Andrés. 96 p.
- Engels, J; Bartley, B; Enríquez, J. 1980. Cacao descriptors, their states and modus operandi. Turrialba 30(2):209-218.
- Enríquez, G. 1966. Selección y estudio de los caracteres de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao. Turrialba, CR, IICA. p. 71.
- _____; Soria, J. 1981. International cacao cultivar catalogue. Turrialba, CR, CATIE. 23 p. (Serie Técnica, Boletín Técnico no. 6).
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). 1981. Genetic resources of Cocoa. Roma, IT, IBPGR. 25 p.
- Milz, J. 1990. Cacao amazónico: posibilidades y perspectivas de producción y comercialización. La Paz, BO, Servicio de Cooperación Técnica y Social Alemana. p. 65.
- Parra, P. 2000. Origen del cacao en Venezuela (en línea). Maracay, Edo. Aragua, VE, Instituto de Botánica Agrícola. Consultado 5 ago 2002. Disponible en <http://cacao.sian.info.ve/memorias/html/33.html>
- Somarriba, E; Trujillo, L. 2005. El Proyecto "Modernización de la cacaocultura orgánica del Alto Beni, Bolivia". Agroforestería en las Américas 43-44.
- Soria, J. 1966. Principales variedades de cacao cultivadas en América Tropical. Turrialba 16(3):261- 265.
- Vera, J. 1987. Manual de cultivo del cacao. Programa Nacional del Cacao. Quevedo, EC, Estación Experimental Tropical "Pichilingue". p. 62.