

Avances de Investigación

Caracterización de árboles promisorios de cacao en fincas orgánicas de Waslala, Nicaragua¹

Eusebio Ayestas², Luis Orozco³, Carlos Astorga³, Rodolfo Munguía⁴, Carolina Vega⁴

RESUMEN

Se caracterizaron 100 árboles promisorios de cacao en 29 cacaotales de productores socios de la cooperativa Cacaonica en Waslala, Nicaragua. Para ello, se aplicaron 32 descriptores cuantitativos y cualitativos de árbol, mazorca y semilla con el fin de documentar el manejo agronómico dado a los cacaotales, disponer de información morfológica y productiva de cada árbol y preseleccionar los mejores árboles con potencial para una segunda evaluación y futura propagación vegetativa. La densidad media de los cacaotales fue de 625 plantas ha⁻¹ y se desyerban y podan tres veces por año. Las enfermedades fungosas (monilia y mazorca negra) se combaten mediante la remoción de mazorcas enfermas y la aplicación de cal agrícola disuelta en agua dos o tres meses antes de la cosecha principal. La fertilidad del suelo se mantiene o mejora aplicando compost a razón de 2,3 kg árbol⁻¹ año⁻¹ y/o incorporando abonos verdes y residuos de cosecha. El 79% de los árboles presentaron una altura media de 3,6 m y mostraron apariencia vigorosa. El peso medio por fruto fue de 683 g, con 39 semillas por fruto. La forma y color predominantes de los frutos fue cundeamor (42%) y amarillo (71%), respectivamente. La mayoría de las semillas (76%) presentaron un cotiledón color violeta. Los índices de semilla y mazorca, en promedio, fueron de 1,4 y 20, respectivamente. Se conformaron dos grupos de “árboles promisorios”, los cuales difirieron morfológicamente en cinco características del fruto y cuatro características de la semilla. Finalmente, se seleccionó una población de 28 árboles promisorios con características interesantes; se sugiere realizar una segunda evaluación, en vista de una futura propagación vegetativa para enriquecer la genética de los cacaotales de Waslala.

Palabras clave: árboles élitos, descriptores morfológicos, germoplasma, índices de rendimiento, investigación participativa, mejoramiento genético, selección local, producción orgánica.

ABSTRACT

Characterization of promising cacao trees in Waslala, Nicaragua. A hundred promising cacao trees from 29 farms members of Cacaonica Cooperative in Waslala, Nicaragua, were characterized. Quantitative and qualitative descriptors for tree, pod and seed were used to document the management given to cacao farms, to assess tree morphological and productive information, and to preselect the best trees with potential for a second evaluation and further vegetative propagation. The mean cacao trees population was 625 trees ha⁻¹; weeding and pruning are done three times a year. Fungus diseases (monilia and black pod) are controlled by sick pod removal and application of a lime solution two or three months before the main harvest. Soil fertility is maintained or improved with organic manure (2.3 kg tree⁻¹ year⁻¹) and/or incorporation of green manure or harvest residues. Most of the trees (79%) were vigorous, and around 3.6 m mean height. Pod mean weight was 683 g with 39 seeds per pod. The predominant pod shape was heart-like (42%), predominant color was yellow (71%), and seed color was violet (76%). The mean seed and pod index were 1.4 and 20, respectively. Two groups of promising trees were determined, which differed by five morphological pod characteristics and four seeds characteristics. Finally, 28 promising trees with interesting characteristics were selected. A second evaluation and further asexual propagation tests should be performed in order to improve the genetic base of cacao crops in Waslala.

Keywords: elite cocoa trees, morphological descriptors, germplasm, productivity index, breeding program, participative research, local selection, organic production.

INTRODUCCIÓN

Con una participación del 0,03% del comercio mundial, Nicaragua ocupa el lugar 42 entre los países productores de cacao. A nivel nacional se cultivan alrededor de 7500 ha (8000 productores) en pequeñas parcelas de 1 ha en promedio. Durante el 2009, Nicaragua exportó 1584,96 toneladas de cacao que aportaron U\$2.702.500,65 a la

economía nacional (Cetrex 2010). El 45% de la producción nacional se acopia y comercializa en el municipio de Waslala, donde unos 2700 productores (orgánicos y en transición) cultivan entre 1200-1500 ha, con un rendimiento medio de 328 kg ha⁻¹ y una producción estimada de 562 t año⁻¹ (CATIE-PCC 2008). La expansión del cacao a la región Atlántica de Nicaragua ocurrió durante

¹ Basado en Ayestas, E. 2009. Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L) en Waslala, RAAN, Nicaragua. Tesis Ing. Agr. UNA, Managua, Nicaragua. 57 p.

² Ing. Agrónomo. E-mail. ayestasvillega@yahoo.es (Autor para correspondencia).

³ Coordinadores técnicos del proyecto cacao Centroamérica PCC-CATIE, Turrialba, Costa Rica. (luisoroz@catie.ac.cr; castorga@catie.ac.cr)

⁴ Docentes-investigadores de la Universidad Nacional Agraria UNA, Managua, Nicaragua. (rmunguia@una.edu.ni; carolina.vega@una.edu.ni)

la década de 1970, a raíz del abandono de los cultivares en el Pacífico, debido a la susceptibilidad del material (criollo) a la monilia y mazorca negra. El germoplasma de cacao usado fue el cacao común tipo amelonado bajo amazónico (Belén, Brasil), colecciones UF y la variedad Matina de Costa Rica. Los cacaotales de esta región se caracterizan por su gran variabilidad morfológica, producto de la introducción de clones, cruces naturales y el intercambio de semillas entre productores. El material de esta región presenta características semejantes a los cacaos forasteros y trinitarios; sin embargo, se percibe un dominio de este último (Thienhaus 2008). Se ha documentado que los cacaotales establecidos por semilla híbrida presentan alta variabilidad en producción, tolerancia a enfermedades y calidad: el 30% de los árboles producen el 70% de la cosecha total de la plantación. Las plantas provenientes de semilla, si no se podan regularmente, crecen excesivamente (5-7 m), lo que encarece las labores de cosecha y remoción de mazorcas enfermas (Phillips y Cerda 2010). El CATIE, por medio del Proyecto Cacao Centroamérica (PCC) propone cambiar este paradigma, para pasar de plantaciones de semilla sexual, a plantaciones injertadas (clones). Como base, se utilizan tres fuentes de material genético: 1) la nueva generación de clones del CATIE, 2) varios clones internacionales reconocidos y 3) los materiales superiores seleccionados en cada país con la participación de las familias productoras.

La caracterización permite determinar la variación que existe en una colección de germoplasma y diferenciar las accesiones de una especie, ya sea en términos de características morfológicas y fenológicas de alta heredabilidad o características cuya expresión es poca influenciada por el ambiente (Abadie y Berreta 2001). La selección de individuos promisorios permite ampliar la base genética para obtener nuevos clones e híbridos que enfrenten los problemas derivados de enfermedades y baja producción (Phillips 1986). La selección de árboles de cacao constituye un verdadero banco de genes para desarrollar un programa de mejoramiento genético basado en la recuperación de árboles a nivel local y la introducción de clones de estaciones internacionales (Mossu 1990).

Los objetivos del presente estudio fueron caracterizar morfológicamente 100 árboles promisorios de cacao, generar información preliminar de la morfología y productividad de cada árbol, e identificar una población local con potencial para una segunda evaluación y futura propagación vegetativa (clones) para enriquecer la genética actual de las plantaciones de cacao orgánico de Waslala.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El municipio de Waslala se sitúa en el extremo sureste de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), Nicaragua, a 13°20' norte y 85°22' oeste (Figura 1). Waslala tiene una extensión territorial de 1329,51 km² con una población de 50.000 habitantes (49% hombres y 51% mujeres; 83% en áreas rurales y 17% en el casco urbano). El clima dominante es tropical húmedo con una humedad relativa de 84%. La precipitación media anual es de 2700 mm, la temporada más lluviosa va de junio a octubre y la más seca de febrero a abril. La temperatura media anual varía entre 22oC y 25oC. La altitud promedio es de 420 m, con colinas que ascienden hasta los 1200 msnm; el punto más alto es el cerro de Zinica a 1247 m. La topografía es ondulada a quebrada con pendiente promedio de 32% (rango de 30-75%); suelos de fertilidad media en las partes más planas y pobre en las partes más altas; se han encontrado suelos ferralíticos con un alto contenido de arcilla (Philipp y Gamboa 2003). Los suelos dominantes son ultisoles y alfisoles, pobres en nutrientes, con un pH bajo producto de la erosión hídrica (Sandino et al. 1999).

En el municipio hay alrededor de 108.500 ha bajo uso agropecuario, en el que predominan las pasturas (35%), cultivos anuales como maíz y frijol (17-20%) y cultivos perennes con sombra (cacao 3%, café 2%) (Mesoterra 2010). Los bosques y tacotales ocupan el 11% y 5% de la superficie total del municipio, respectivamente (Arévalo 2010). El cacao es cultivado por unas 2500 familias y su comercialización genera cerca del 45% del costo total de la canasta básica rural (CATIE-PCC 2009). El pico de cosecha del cacao ocurre entre octubre y diciembre.

Selección de la muestra

El estudio se llevó a cabo entre enero y junio 2009. El proyecto Nicacao, liderado por Bioversity International, a partir del resultado de la línea base del CATIE-PCC, preseleccionó 250 fincas cacaoteras distribuidas en 15 zonas microclimáticas de Waslala. Inicialmente, se registraron 2500 árboles; para estudiar la calidad organoléptica y composición genética del cacao de Waslala se seleccionaron 250 árboles a partir de criterios brindados por los productores (Orozco y Deheuvels 2007). De esta última población, se seleccionaron 100 árboles a partir de su distribución geográfica y criterios de selección aplicados junto con los productores: productividad, tolerancia a enfermedades, vigorosidad y ubicación dentro de la parcela (CATIE-PCC 2008). Para la caracterización de los 100 árboles se aplicaron



Figura 1. Localización del municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua

32 descriptores morfológicos propuestos por Engels (1981) (Cuadro 1). De cada árbol se seleccionó un set de tres frutos (grande, mediano y pequeño) y un set de cinco semillas del centro de la mazorca y se midió el ancho, largo, espesor y grosor de cada fruto y semilla. Para cada árbol, fruto y set de semillas se coleccionaron fotos digitales. Mediante una encuesta semiestructurada a 29 productores se indagó sobre el manejo agronómico aplicado a los árboles promisorios evaluados.

Con base en la información generada a partir de ensayos de microfermentación con muestras de cacao de los mismos árboles evaluados por el proyecto Nicacao (Trognitz et al. 2011), se determinaron los índices de productividad por medio de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Indsem} = \frac{\text{PS 100 semilla}}{100}$$

Indsem = índice de semilla

Ps100sem = peso seco de 100 semillas

100 = cantidad de semillas pesadas

$$\text{Indmaz} = 1000 / \text{Indsem} / \text{semfrut}$$

Indmaz = índice de mazorca

1000 = 1000 gramos conforman un kg

Indsem = índice de semilla

Semfrut = cantidad de semillas en cada fruto

Cuadro 1. Descriptores morfológicos evaluados en árboles superiores de cacao seleccionados en Waslala, Nicaragua

Árbol	Fruto	Semilla
Altura del árbol (m)	Peso del fruto (g)	Peso de la semilla (g)
Altura de la horqueta (m)	Largo del fruto (cm)	Ancho de la semilla (cm)
Diámetro del tronco (cm) ¹	Diámetro del fruto (cm)	Largo de la semilla (cm)
Vigor del árbol	Espesor del caballete (cm)	Espesor de la semilla (cm)
Apertura de la copa ²	Profundidad del surco (cm)	Color del pericarpio
Número de ramas	Número de semillas	Color del cotiledón ⁶
Nivel de competencia ³	Peso de semillas (g)	Índice de semilla
	Color del fruto ⁴	
	Forma del fruto ⁵	
	Forma del ápice	
	Constricción basal	
	Rugosidad del mesocarpio	
	Dureza del mesocarpio	
	Semillas integras	
	Semillas vanas	
	Índice de fruto	

¹ 30 cm sobre el suelo

² copa compacta, semi compacta, abierta

³ 100%, 75%, 50%, 25%

⁴ amarillo, rojo, verde

⁵ angoleta, amelonado, cundeamor, calabacillo

⁶ violeta, violeta pálido, blanco

Análisis de datos

Se clasificó la información por árbol y grupo de descriptores aplicados. Los datos se analizaron con el paquete estadístico InfoStat, mediante análisis descriptivos, análisis de conglomerados con agrupamiento jerárquico, distancias euclidianas y el procedimiento aglomerativo de Ward para los 32 descriptores, para agrupar los árboles por sus características morfológicas. El análisis de conglomerados se realizó con 89 árboles debido a que 11 árboles presentaban datos incompletos; para evitar sesgos, se procedió a trabajar solo con los árboles que disponían de la información completa. Una vez identificados los grupos, se realizó un análisis de varianza (andeva) entre grupos para determinar los valores medios de las variables que aportaron a la conformación de los grupos. Finalmente, se realizó un análisis de componentes principales para determinar cuáles características contribuyeron a explicar la variabilidad entre grupos. Los datos de las entrevistas a productores se analizaron mediante estadísticas descriptivas y tablas de frecuencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las fincas y el manejo agronómico de los cacaotales

El tamaño promedio de las fincas es de 24 ha, sin embargo se registraron fincas de 1 ha y 70 ha. Los usos del suelo más comunes fueron: cacao, granos básicos, café y ganadería (100, 80, 60, 40% de las fincas, respectivamente). En promedio, cada productor cultiva 2 ha de cacao (0,7-8 ha). El 100% de los cacaotales están certificados por BioLatina como orgánicos. La densidad de siembra media de los cacaotales fue de 625 plantas ha^{-1} (4x4 m), pero se registraron densidades de 400 a 833 plantas ha^{-1} . Los productores podan el cacao tres veces al año (mayo, agosto y noviembre). La poda “fuerte o de mantenimiento” ocurre en mayo, una vez iniciada la época lluviosa. La desyerba se realiza tres veces al año con machete (90%) o desyerbadora de motor (10%).

El 65% de los productores controlan la monilia cada ocho días y el 35% restante lo hace quincenalmente. Las actividades más comunes para el control de la monilia practicada por el 40% de los productores entrevistados consisten en cortar y enterrar los frutos enfermos y dañados y aplicar cal agrícola (0,5 kg disuelta en 20 lt de agua) a los frutos, para prevenir la afectación temprana. La remoción manual de los frutos enfermos reduce hasta en un 40% la afectación (Krauss 2003). Asimismo, los productores aplican cal al tallo del árbol, a razón de 0,2 kg árbol⁻¹. El 30% de los productores mantienen o mejoran la “fertilidad” del suelo con biocompost preparado con cascara de frutos de cacao, estiércol de bovino, tierra, cal, restos

de musáceas y rastrojos de frijol (*Phaseolus vulgaris*), que se aplica a la base del tallo a razón de 2 kg árbol⁻¹ año⁻¹. También emplean un fertilizante foliar preparado con estiércol de bovino, leche o suero, hojas de madero negro (*Gliricidia sepium*) y melaza; la dosis recomendada para 1 ha de cacao es de 1,5 lt del fertilizante en 20 lt de agua.

Los árboles de cacao

Los cacaotales de Waslala son de edad avanzada y presentan carencias importantes de manejo. Los árboles de cacao son altos, la densidad de siembra es baja y la baja frecuencia e intensidad de podas deriva en una alta incidencia de enfermedades y baja productividad. La arquitectura de los árboles de cacao fue variable y respondió al poco manejo agronómico (baja frecuencia e intensidad de podas) y edad avanzada de las plantaciones. La altura media de los árboles fue de 3,6 m y varió de 2 a 7 m; se registró una altura media de la horqueta de 1,4 m con variaciones de 0,5-3,2 m. El número promedio de ramas principales que forman la horqueta fue de tres ramas (variación de 2-5 ramas). Tal variable está influenciada por el “tipo” de poda que practica el agricultor o bien por daños mecánicos causados por la caída de ramas o árboles de sombra. El diámetro basal medio de los árboles fue de 188 cm ($\pm 4,6$ cm). La mayoría de los árboles (79%) eran vigorosos. El 55% de los árboles crece y produce en condiciones de competencia completa; es decir, rodeado por cuatro árboles y un 41% de ellos presentó competencia parcial o incompleta (rodeado por 2-3 árboles), lo que representa una condición favorable para su crecimiento y producción.

Varios autores recomiendan manejar plantas de cacao de semilla a una altura no mayor de 3 m para facilitar el control de enfermedades y las labores de cosecha (Enríquez 1986, Meléndez 1991, FHIA 2000). Los cacaotales se podan y desyerban con una frecuencia regular pero con poca efectividad, dado que la afectación por enfermedades varía entre 40-60% (Sandino et al. 1999, Guharay et al. 2006). Si el cacao no se poda oportunamente se da un traslapo y cruce de ramas, aparecen chupones y los árboles crecen de forma desmedida; además, se acumula humedad y se dificulta el manejo, combate de enfermedades y cosecha (Phillips y Cerda 2010). A pesar de que los agricultores manifiestan que realizan prácticas de manejo a los árboles, esto no se refleja en una buena apariencia de la plantación ni una producción de cacao aceptable.

Los frutos y semillas de cacao

En la Figura 2 se detallan las variables cualitativas de árboles, frutos y semillas de los 100 árboles promisorios

evaluados en Waslala, RAAN. Se registró una gran variabilidad en el peso, forma, color y tamaño de las mazorcas evaluadas. La mayoría de los frutos fueron de color amarillo; cundeamor fue la forma de fruto predominante, de ápice agudo, constricción escasa y rugosidad de cascara intermedia. La pigmentación violeta de los cotiledones es típica de los genotipos trinitarios (Figura 2). El peso medio del fruto fue de 683,1 g (± 208 g). El diámetro y la longitud media de los frutos fue de 9,2 cm ($\pm 0,8$ cm) y de 17,7 cm (12,6-24,2 cm), respectivamente. El espesor medio del caballete fue de 1,8 cm (0,7-3 cm) y la profundidad del surco fue de 1,33 cm en promedio (rango de 0,63-2,3 cm).

En promedio, las mazorcas contenían 39 semillas (rango de 20 a 49 unidades). El índice promedio de semilla y mazorca fue de 1,4 y 20, respectivamente, superior a los requerimientos mínimos agronómicos e industriales. Los frutos evaluados mostraron características de color, forma y tamaño típico del grupo genético de los trinitarios, dominante en los cacaotales de Waslala, lo cual, concuerda con los reportado por Menocal (2005) y Thienhaus (2008).

Análisis de conglomerado para los árboles promisorios

El análisis de conglomerados sugirió clasificar la población de árboles evaluados en dos grupos morfológicamente diferentes a una distancia euclidiana de 48,94 (Figura 3). El primer grupo reúne a 52 árboles y se subdivide en 4 subgrupos (1a-1d), con frutos y semillas más grandes y forma del fruto angoleta a cundeamor. El segundo grupo aglutina a 37 árboles cuyos frutos son más pequeños, con cáscara delgada y forma amelonada a calabacillo. La distancia entre subgrupos es baja, lo que confirma que existe una alta relación entre genotipos.

Los dos grupos conformados difirieron estadísticamente en nueve características del fruto y semilla; los subgrupos del primer grupo no difieren significativamente

entre ellos. El análisis de varianza demostró que las variables de mazorca y semillas mostraron diferencias entre grupos y no entre subgrupos; por el contrario, las variables morfológicas del árbol no expresaron diferencias entre grupos ni subgrupos. Los descriptores con mayor variación entre los grupos fue el tamaño del fruto (peso, largo y diámetro del fruto, espesor del caballete, profundidad del surco); sin embargo, el número de semillas por fruto no fue estadísticamente diferente entre los grupos ($p < 0,05$) (Cuadro 2). Es importante recalcar que se registró una alta variabilidad de colores, formas y tamaño de los frutos producto de las hibridaciones naturales entre los clones introducidos y materiales locales de la zona y por el intercambio de material (semilla) entre productores, principalmente en la cercanía a las vías de comunicación terrestre; esto ha generado descendencias mixtas con características de forasteros a trinitarios (Trognitz et al. 2011). Graziani et al. 2002, asevera que las características físicas varían entre los tipos de cacao entre parcelas, así encontramos frutos de diversas formas, texturas y colores, tanto en estado inmaduro como maduro, producto de la fecundación cruzada.

El análisis indicó que siete de 20 componentes explicaban el 77% de la variabilidad total de los datos (Cuadro 3). López e Hidalgo (1994) sugieren seleccionar los componentes que expliquen la mayor variabilidad y las características cuyos valores propios sean ≥ 1 y que expliquen al menos un 70% de la varianza total. Las variables relacionadas con el peso del fruto y las semillas fueron las responsables de la diferenciación de los grupos. Las medidas generales de los frutos no influyeron en la conformación de los grupos.

El peso promedio del fruto (683,1 g) fue superior a los reportados por Arciniegas (2005), Martínez (2007) y Morera et al. (1991) (574,1 g, 296,18 g, 526,3 g, respec-

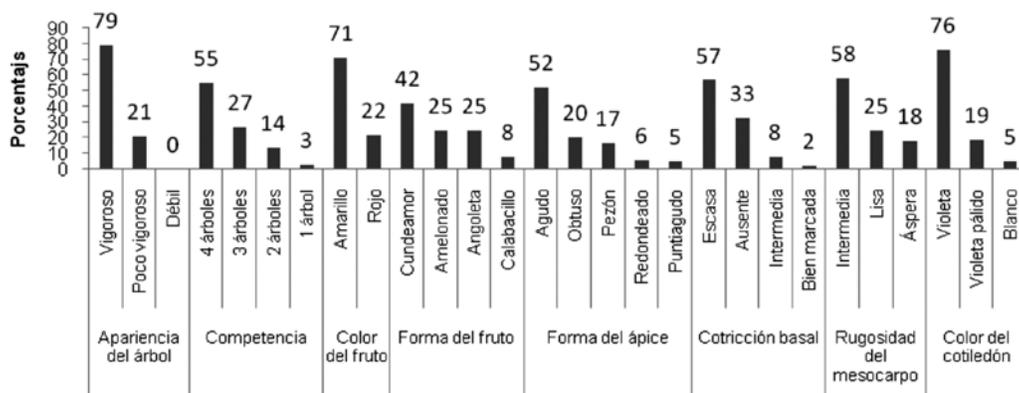


Figura 2. Valores porcentuales de las variables cualitativas de los árboles (apariciencia, competencia), frutos (color y forma, color del cotiledón y dureza del mesocarpo) y semilla (color del cotiledón) de los 100 árboles promisorios en Waslala, Nicaragua

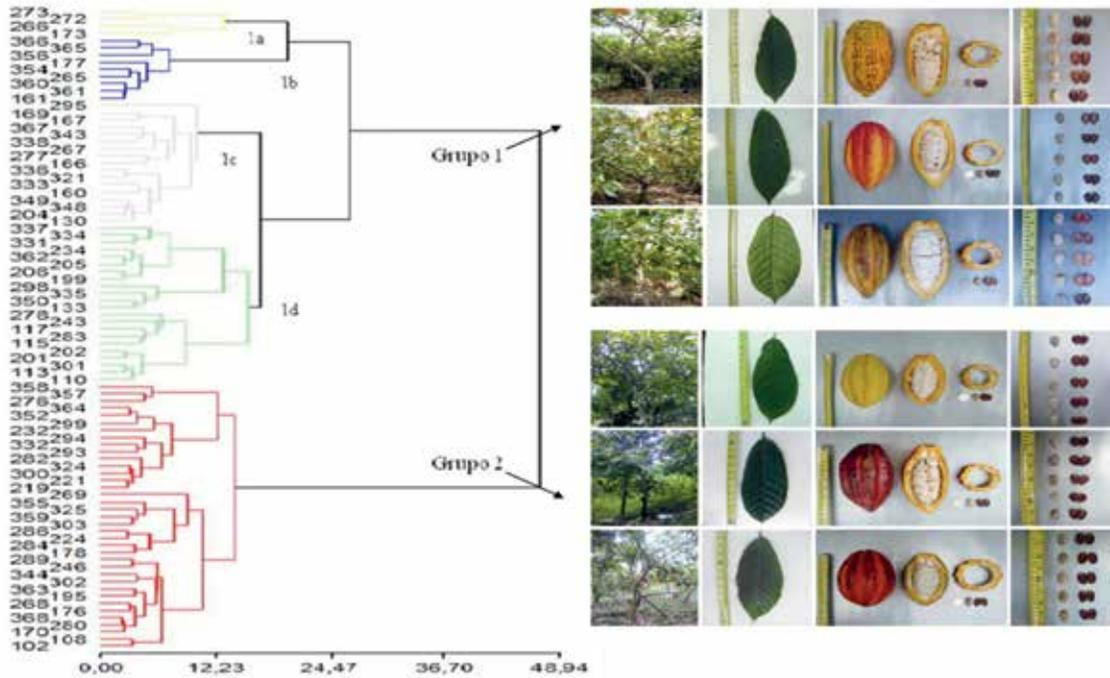


Figura 3. Dendrograma de conglomerados de 89 árboles promisorios de cacao en el municipio de Waslala, Nicaragua

tivamente) en estudios realizados en Costa Rica, pero menor que el registrado por Coronado y Palencia (2008) en Colombia (790 g). Las mazorcas de cacao de Waslala contenían en promedio 39 semillas, con un rango 20-49 unidades; valores similares a los encontrados por Guillén (1997), Guzmán (1997) y Arciniegas (2005) (43, 30, 35, respectivamente). El cacao muestra gran variabilidad en relación al tamaño y forma de las semillas dado que es un carácter bajo control genético (Bartley 1989).

Los árboles evaluados presentaron características morfológicas diferentes entre grupos; sin embargo la distancia euclidiana que los separó tuvo un valor de medio a bajo, lo que demuestra que los árboles provienen del cruzamiento de un pequeño fondo genético (pocas líneas originales/parentales) (Trognitz et al. 2011). Las características del fruto (peso, largo, diámetro, espesor del caballete, profundidad del surco) y semillas (peso seco, ancho, largo y espesor) fueron las responsables de la

Cuadro 2. Análisis de varianza para grupos de árboles promisorios de cacao en Waslala, RAAN, Nicaragua

Variables	Valores medios		P-valor
	Grupo 1	Grupo 2	
Peso del fruto (g)	782,41a	514,06b	0,0001*
Largo del fruto (cm)	18,90a	15,63b	0,0001*
Diámetro del fruto (cm)	9,43a	8,51b	0,0001*
Espesor del caballete (cm)	1,92a	1,60b	0,0001*
Profundidad del surco (cm)	1,41a	1,21b	0,0001*
Semillas por fruto	39a	38a	0,3286ns
Peso de 100 semillas al 6.7 % de humedad (g)	147,7a	127,2b	0,0008*
Ancho de la semilla (cm)	1,43a	1,34b	0,0093*
Largo de la semilla (cm)	2,75a	2,58b	0,0002*
Espesor de la semilla (cm)	0,92a	0,81b	0,0001*

Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadística significativas ($p \leq 0,05$).

Cuadro 3. Características discriminantes en la clasificación de 89 árboles superiores de cacao, Waslala, RAAN, Nicaragua

Componentes principales	Valores propios	Proporción de la varianza total explicada	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
Espesor de caballete	5,74	0,26	0,26
Profundidad del surco	2,97	0,13	0,40
Diámetro de mazorca	2,22	0,10	0,50
Peso fresco de 100 semillas	2,03	0,09	0,59
Peso de mazorca	1,77	0,08	0,67
Peso seco de 100 semillas	1,19	0,05	0,72
Peso de semillas	1,09	0,05	0,77
Ancho de semilla	0,88	0,04	0,81
Espesor de semilla	0,71	0,03	0,85
Largo de semilla	0,69	0,03	0,88
Largo de mazorca	0,55	0,02	0,90

separación entre grupos. Arciniegas (2005) y Martínez (2007) reportan que las variables con mayor peso en la discriminación morfológica de cacao fueron el número de semillas, diámetro y largo del fruto y diámetro de semilla. Villegas y Astorga (2005) indican que las características de la flor y los frutos fueron variables discriminantes dentro de una población de cacao nacional boliviano.

Selección de los mejores árboles resultantes del estudio

A partir de la literatura consultada (Guillén 1997, Guzmán 1997 y Pérez 2009) y los estándares requeridos por la industria del chocolate, se seleccionaron los parámetros productivos más útiles para la selección de árboles superiores en fincas de productores. Con base en los criterios antes mencionados, se preseleccionaron los 28 árboles que presentaron las características más sobresalientes (Cuadro 4). De los 28 árboles seleccionados, el 78,5% (22) corresponden al grupo 1 de la clasificación de conglomerados. El grupo de árboles seleccionados constituye una población local de cacao con gran potencial a la cual debe

dársele continuidad (segunda evaluación), con el objetivo de obtener una muestra de árboles élite que permita enriquecer la genética de las plantaciones de cacao en Waslala mediante la técnica de propagación vegetativa.

Se sugiere realizar una evaluación de la producción e incidencia de enfermedades en estos árboles para conocer su comportamiento a nivel de finca, e iniciar la propagación de los mismos por injerto para establecerlos en un jardín clonal. Esto permitirá la evaluación posterior bajo las mismas condiciones de manejo, para luego seleccionar los árboles que presenten el mejor comportamiento en producción y tolerancia a las enfermedades, antes de ser utilizados por los productores.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

Los cacaotales de Waslala provienen de una pequeña mezcla de fondo genético cuya diversidad fenotípica es típica del grupo trinitario y responde a un dinámico intercambio de material (semillas) entre productores,

Cuadro 4. Árboles superiores de cacao seleccionados en Waslala, RAAN, Nicaragua

Productor	Comunidad	Número de árbol (grupo)	Altitud msnm	Semillas por fruto	Índice de semilla	Índice de mazorca
Rogelio Pérez	Puerto Viejo	365 (1)	237	42	2,1	11
Rogelio Pérez	Puerto Viejo	366 (1)	238	41	1,9	13
Rogelio Pérez	Puerto Viejo	161(1)	257	41	1,8	14
Ambrocio García	Kubaly Central	173 (1)	289	42	2,1	11
Ambrocio García	Kubaly Central	177 (1)	317	40	1,8	14
Guillermo Pérez	Puerto Viejo	169 (1)	329	47	1,6	13
Efraín Gómez	Sínica	286 (2)	668	42	1,5	13
Ana Castro	El Ciprés	265 (1)	570	39	2	13
Ana Castro	El Ciprés	266 (1)	577	42	1,6	15
Ana Castro	El Ciprés	364 (2)	560	36	1,5	19
Isabel Blandino	Dipina Central	361 (1)	244	41	1,8	13
Isabel Blandino	Dipina Central	362 (1)	242	40	1,6	15
Isabel Blandino	Dipina Central	205 (1)	236	47	1,3	16
Isabel Blandino	Dipina Central	360 (1)	245	44	1,5	16
Isabel Blandino	Dipina Central	204 (1)	229	39	1,5	17
Antonio Quezada	Kubaly	272 (1)	319	45	1,5	15
Natividad Picado	Ocote Dudu	334 (1)	744	44	1,5	15
Pánfilo Centeno	Kubaly	349 (1)	631	46	1,5	15
Pánfilo Centeno	Kubaly	331 (1)	692	40	1,6	16
Pánfilo Centeno	Kubaly	350 (1)	675	37	1,6	17
Jesús Martínez	Sínica	348 (1)	442	39	1,6	16
Fermín Ruíz	Caño Martínez	199 (1)	510	42	1,5	16
José Espinoza	Hormiga Dudu	219 (2)	415	35	1,7	17
Esteban Granado	Angustura Dudu	282 (2)	221	35	1,7	17
Gregorio Flores	El Papayo	117 (1)	513	39	1,5	17
Saturnino Rojas	Guayabo Kubaly	277 (1)	319	45	1,3	17
Juana Gómez	Barrial Colorado	300 (2)	402	37	1,6	18
Rogelio Aguilar	San José Dipina	344 (2)	361	38	1,5	18
Promedio				41	1,6	15

cercanos a las vías de comunicación terrestre. La caracterización morfológica de los árboles promisorios indica la existencia de “genotipos locales” con alto potencial para ser conservados, evaluados y multiplicados vegetativamente por los productores, con el fin de enriquecer la genética y mejorar la productividad de los cacaotales de Waslala. Se recomienda realizar una segunda evaluación a los 28 árboles seleccionados, la cual debe incluir evaluación de la tolerancia a enfermedades en condiciones de campo y productividad.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Michael Hermann, director del proyecto Nicacao, por su apoyo financiero. A los colegas Luis Orozco y Carlos Astorga por la gestión de la tesis y asesoría técnica. A los docentes de la Universidad Nacional Agraria, Dra. Carolina Vega y M.Sc. Rodolfo Munguía, por su apoyo logístico y orientación académica. A los promotores de Cacaonica-PCC y al Ing. Aldo Kuant, técnico del proyecto Nicacao por el apoyo brindado durante la etapa de campo. Al Ing. Miguel Malespín por sus valiosos comentarios. Manifiesto mi gratitud a los productores de Waslala por su hospitalidad y colaboración; al PCC por facilitar la base de datos de los árboles promisorios y al representante de Pro-Mundo Humano, Lic. Hans Grebe, por facilitarme sus oficinas para realizar las mediciones y ensayos de microfermentación. Finalmente, agradezco al personal de OTN-Nicaragua por la atención y el apoyo administrativo.

LITERATURA CITADA

- Abadie, T; Berreta, A. 2001. Caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos. En: Berreta, A; Rivas, M (eds). Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del cono sur. Uruguay, Procisur. p: 91-100.
- Arciniegas, AM. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao*) por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 125 p.
- Arévalo, B. 2010. The influence of habitat complexity and landscape context on the biodiversity conservation value of cacao agroforests in Waslala, Nicaragua. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 88 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2008. Guía para promotores y familias: selección de árboles superiores de cacao en las fincas de familias cacaoteras. Turrialba, Costa Rica, CATIE-PCC. 12 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2009. Determinación del potencial de mantener, aumentar o adoptar diferentes sistemas de cocoa (*Theobroma cacao*) con base en el rol relativo y absoluto que estos juegan en las estrategias de vida de los hogares en el municipio de Waslala, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, Proyecto Cacao Centroamérica. 41 p.
- Cetrex (Centro de Trámites de Exportación, NI). 2010. Estadísticas: Exportaciones autorizadas de los 20 principales productos periodo 2008-2009. www.cetrex.gob.n/estadisticas.
- Coronado, RS; Palencia, GE, 2008. Selección de materiales de cacao (*Theobroma cacao*) de alto rendimiento y criollos: su caracterización e importancia. Bogotá, Colombia, Corpoica. 7 p.
- Graziani, L; Angulo, J; Parra, P. 2002. Características físicas del fruto de cacao tipo criollo, forastero y trinitario de la localidad de Cumboto, Venezuela. 52 p. Consultado 18-05-2011. http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000100004&lng=es&nrm=iso.
- Guharay, F; Barahona, L; Chaput, P. 2006. Diseño de un programa nacional de combate de la moniliasis del cacao. Managua, Nicaragua, MIFIC/Comisión Presidencial de Competitividad. 163 p.
- Guzmán, E. 1997. Evaluación agronómica de 22 clones de cacao (*Theobroma cacao*) en la estación experimental El Recreo. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, UNA. 52 p.
- Holdridge, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 159 p.
- Krauss, U. 2003. Manejo integrado de la moniliasis del cacao en Talamanca, Costa Rica. Agroforestería en las Américas 10(37-38): 7-8.
- López, JF; Hidalgo, MD. 1994. Análisis de componentes principales y análisis factorial. En Ato, M; López, JJ. (eds). Fundamentos de estadística con Systat. Addison Wesley Iberoamericana. p. 457-535.
- Martínez, WJ. 2007. Caracterización morfológica y molecular del cacao nacional boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 88 p.
- Meléndez, LM. 1991. Sombras temporales para cacao. Seminario regional Sombras y cultivos asociados con cacao. Memoria. Serie técnica, Informe técnico no. 206. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 99-100.
- Menocal, O. 2005. El cacao: riqueza potencial de la tierra nica a la espera de ser explotado comercialmente en los mercados internacionales. Managua, Nicaragua, INTA. Boletín Técnico no. 3: 7 p.
- Mesoterra. 2010. Línea de base Nicaragua; informe final. Documento de Proyecto. Managua, Nicaragua. 104 p.
- Morera, J; Mora, A; Paredes, A, 1991. Caracterización de una población de cacao “nacional” en el CATIE, Costa Rica. Agroforestería en las Américas 41(4): 583-588.
- Mossu, G, 1990. Le cacaoyer: Le technicien d'agriculture tropical. Maisonneuve et Larose. 159 p.
- Orozco L; Deheuvels, O. 2007. El cacao en Centroamérica: resultados del diagnóstico de familias, fincas y cacaotales. Informe final de diagnóstico. Turrialba, Costa Rica, CATIE-PCC. 148 p.
- Pérez, JI. 2009. Evaluación y caracterización de selecciones clonales de cacao (*Theobroma cacao*) del Programa de Mejoramiento del CATIE. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 149 p.
- Sandino, D; Grebe, H; Malespín, M, 1999. Desarrollo agroforestal con cacao Waslala, Nicaragua. Agroforestería en las Américas 6(22): 2.
- Thienhaus, S. 2008. Composición genética de las plantaciones híbridas de cacao establecidas en Nicaragua en los últimos 50 años. In Actualidad y tendencias del germoplasma de cacao en Nicaragua. Memoria. p 11.
- Trognitz, B; Scheldeman, X; Hansel-Hohl, K; Kuant, A; Grebe, H. 2011. Genetic population structure of cacao plantings within a young production area in Nicaragua. PLoS ONE 6(1): e16056. doi:10.1371/journal.pone.0016056
- Villegas, R; Astorga, C. 2005. Caracterización morfológica del cacao nacional boliviano, Alto Beni, Bolivia. Agroforestería en las Américas No 43-44: 81-85.