

Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole

---

Número Publicado el 05 de agosto de 2017

DOI: 10.23857/dc.v3i3.mon.629



Ciencias económicas y empresariales  
Artículo de investigación

## Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole

*Prospecting and characterization of promising cocoa trees (*Theobroma cacao* L.)  
on the Onzole River*

*Prospeção e caracterização de árvores de cacau promissoras (*Theobroma cacao* L.) no rio Onzole*

<sup>I</sup> Iván G. Estupiñán-Nieves  
[ivan\\_en@yahoo.es](mailto:ivan_en@yahoo.es)

<sup>II</sup> Lourdes B. Montaña-Angulo  
[lourdes\\_montano1@hotmail.com](mailto:lourdes_montano1@hotmail.com)

**Recibido:** 9 de enero de 2017 \* **Corregido:** 15 de marzo de 2017 \* **Aceptado:** 6 de junio de 2017

<sup>I</sup> Magister en Desarrollo Humano y Comunitario, Ingeniero Forestal, Docente de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Ecuador.

<sup>II</sup> Ingeniera Agrónoma, Docente de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Ecuador

## Resumen

La investigación se desarrolló en ocho comunidades ubicadas en el Río Onzole, situadas en las Parroquias Santo Domingo de Onzole y San Francisco de Onzole, Cantón Eloy Alfaro, al norte de la Provincia de Esmeraldas.

El objetivo general fue realizar la prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.), con la finalidad de identificar árboles élitos que pueden ser utilizados por los productores de la zona para el cultivo y producción de cacao. Los objetivos específicos fueron: Identificar variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.); seleccionar árboles promisorios; caracterizar morfológicamente árboles élitos.

Se realizó la prospección y caracterización de 117 árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.), 26 de los cuales fueron seleccionados en la comunidad de Capulí de Onzole, 22 en Arenales, 7 en Pintor, 1 en Loma Linda, 21 en San Francisco de Onzole, 4 en Boca de Iscuandé, 31 en La Loma y 5 en Las Delicias, de estos árboles se observaron y registraron datos de ramas, mazorcas, semillas, hojas, flores, además de variables productivas y sanitarias. Los resultados fueron comparados a través del Análisis de Cluster y el Análisis Canónico Discriminante.

En la caracterización morfológica se evaluaron 26 variables y en la agronómica se evaluaron 8, utilizando el agrupamiento jerárquico de Ward (1963) principalmente en grados de similitud.

Según los datos obtenidos durante el año de evaluación de la producción de mazorcas sanas en cada uno de los árboles de las ocho comunidades objeto de este estudio se indica que en la comunidad de Capulí de Onzole en 26 árboles se logró un total de 2553 mazorcas sanas, en las Delicias en 28 árboles se alcanzaron 2054 mazorcas sanas, en San Francisco de Onzole con 21 árboles se consiguieron 1662 mazorcas sanas, en Arenales con 22 árboles se obtuvieron 1654 mazorcas, en Loma Linda y Pintor en 8 árboles obtuvimos 633 mazorcas, en Las Delicias en 9 árboles el número de mazorcas sanas fue de 584 y finalmente en la comunidad de la Boca de Iscuandé en 4 árboles se obtuvieron 380 mazorcas. De acuerdo a los datos obtenidos en el estudio, se determinó que 35 de los 117 árboles cumplían las condiciones para ser considerados árboles élitos o promisorios, es decir un 31% de la población.

**Palabras clave:** árboles élitos; árboles promisorios; germoplasma; prospección; caracterización.

## Abstract

This research was conducted in eight communities in the Rio Onzole, located in Santo Domingo de Onzole Parishes and San Francisco Onzole, Eloy Alfaro Cantón, north of the Province of Esmeraldas. The overall objective of this study was to perform the exploration and characterization of promising cocoa trees (*Theobroma cacao* L.) selected above in order to identify elite trees that can be used by producers in the area for cultivation and cocoa production. Specific objectives were to identify varieties of cacao (*Theobroma cacao* L.), select promising trees found, characterize morphologically elites trees.

We conducted prospecting and characterization of 117 cocoa trees (*Theobroma cacao* L), 26 of which were selected Capulí community of Onzole, 22 in Arenales, Painter 7, 1 in Loma Linda, San Francisco of Onzole 21, 4 Iscuandé Mouth, 31 in La Loma and 5 in Las Delicias, of these selected trees were observed and recorded data of branches, pods, seeds, leaves, flowers, as well as production and health variables. The results were compared using Cluster Analysis and Canonical Discriminant Analysis. In the 26 morphological variables was evaluated and agronomic characterization in 8 using hierarchical clustering Ward (1963) primarily in degrees of similarity.

According to the data obtained during the assessment year healthy pod production in each of the trees on the eight object of this study, indicated that community Onzole Capulí of 26 trees was achieved in a total of 2553 healthy ears, in Delicias in 2054 reached 28 trees healthy ears in San Francisco with 21 Onzole 1662 trees healthy ears were achieved in Arenales with 22 trees were obtained cobs 1654, in Loma Linda and Painter 8 trees got 633 ears in Las Delicias in 9 trees healthy ear number was 584 and finally in the community of Boca de Iscuandé in 4 cobs 380 trees were obtained.

According to the data obtained in the study, it was determined that 35 of the 117 trees met the conditions to be considered elite or promising trees, ie 31% of the initial population.

**Keywords:** elite trees; promising trees; gene bank; exploration; characterization.

## Resumo

A pesquisa foi realizada em oito comunidades localizadas no Rio Onzole, localizadas nas paróquias de Santo Domingo de Onzole e San Francisco de Onzole, Cantão Eloy Alfaro, ao norte da Província de Esmeraldas.

O objetivo geral era prospecção e caracterização de cacauzeiros promissores (*Theobroma cacao* L.), a fim de identificar árvores de elite que podem ser utilizadas pelos produtores na área para cultivo e produção de cacau. Os objetivos específicos foram: Identificar variedades de cacau (*Theobroma cacao* L.); Escolha árvores promissoras; Caracterizar morfológicamente as árvores eliformes.

Um total de 117 árvores de cacau (*Theobroma cacao* L.) foram prospectadas e caracterizadas, 26 das quais foram selecionadas na comunidade de Capulí de Onzole, 22 em Arenales, 7 em Pintor, 1 em Loma Linda, 21 em São Francisco de Onzole, 4 em Boca de Iscuandé, 31 em La Loma e 5 em Las Delicias. Os dados sobre ramos, orelhas, sementes, folhas, flores e variáveis produtivas e sanitárias foram observados e registrados. Os resultados foram comparados através da Análise de Cluster e da Análise Canônica Discriminadora.

Na caracterização morfológica foram avaliadas 26 variáveis e no agrônomo 8, utilizando o agrupamento hierárquico de Ward (1963) foram avaliados principalmente em graus de similaridade. De acordo com os dados obtidos durante o ano de avaliação da produção de orelhas saudáveis em cada uma das árvores das oito comunidades, o objeto deste estudo indica que na comunidade de Capulí de Onzole em 26 árvores foram obtidas 2553 espigas saudáveis Em Delicias em 28 árvores atingiram 2054 espigas saudáveis, em San Francisco de Onzole com 21 árvores foram obtidas 1662 espigas saudáveis, em Arenales com 22 árvores obtidas 1654 espigas, em Loma Linda e Painter em 8 árvores obtivemos 633 espigas, em As Delicias em 9 árvores o número de orelhas saudáveis foram 584 e, finalmente, na comunidade da Boca de Iscuandé em 4 árvores foram obtidas 380 espigas.

De acordo com os dados obtidos no estudo, foi determinado que 35 das 117 árvores preencheram as condições para serem consideradas árvores elitistas ou promissórias, ou seja, 31% da população.

**Palavras chave:** árvores de elites; árvores promissoras; germoplasma; prospecção; caracterização.

## Introducción

La investigación formal en cacao en el país, comenzó en la década de los 40, al iniciarse la década de los 50, los trabajos se concentraron en la recolección de materiales resistentes a "Escoba de bruja". Con este fin, se cruzaron cultivares amazónicos poseedores de esta característica de resistencia con trinitarios y algunas selecciones locales. Producto de dicho trabajo, se obtuvieron y establecieron en el campo una serie de familias híbridas, las mismas que con el tiempo recibieron diferentes niveles de atención y evaluación,

Al final, luego del proceso de evaluación algunos de estos materiales fueron recomendados para su siembra desde mediados de los años 60. Sin embargo otras poblaciones, han permanecido sin explotarse como fuente de materiales híbridos o para selección de árboles élitos de interés comercial o para mejoramiento. Esto ha sucedido debido a la falta de información sobre el comportamiento de los árboles y las variedades existentes en el lugar. Por tanto, la generación de dicho conocimiento y su análisis crítico, puede permitir una adecuada explotación de los recursos genéticos de cacao en la Zona Norte de la Provincia de Esmeraldas.

En el caso del Ecuador el material genético natural fue el cacao llamado Nacional y Criollo que desafortunadamente va desapareciendo para dar paso a otros genotipos o variedades más resistentes a las enfermedades, pero de sabor y aroma diferentes, contrarios a los llamados finos de calidad que han dado prestigio y caracterizado a nuestro cacao entre los industriales especializados, este producto de exportación es materia prima y fuente de trabajo para una gran cantidad de personas que viven en el área rural y urbana.

## Objetivos

- **Objetivo general**

Realizar la prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados en ocho comunidades de la sub-cuenca del Río Onzole.

- **Objetivos específicos**

- Identificar las variedades de Cacao (*Theobroma cacao* L.) existentes en ocho comunidades de la sub-cuenca del Río Onzole.
- Seleccionar árboles promisorios que se encuentran en las ocho comunidades seleccionadas.
- Caracterizar morfológicamente los árboles élitos identificados en los sitios de estudio.

## Materiales y métodos

### Localización del experimento.

La investigación se realizó en fincas ubicadas en las comunidades de Arenales, Pintor, Loma Linda, San Francisco de Onzole, Boca de Iscuandé, Las Delicias, La Loma, las cuales pertenecen a la Parroquia San Francisco de Onzole y Capulí que pertenece a la Parroquia Santo Domingo Onzole en

Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole

el Cantón Eloy Alfaro, Provincia de Esmeraldas. Las coordenadas geográficas de la zona son: 79° 03' 05" de latitud Oeste y 00° 51' 77" de Longitud norte.

### Datos climáticos y edafológicos.

La temperatura promedio anual es 25.5°C, la precipitación anual oscila entre 2000 y 3000 mm, con aproximado de tres meses secos durante el año y una humedad relativa del 86%. (PRONAREG, 2004).

Los suelos son profundos, arcillosos, con presencia de aluminio tóxico y un pH de 4 a 5.5 y por la clasificación taxonómica estos corresponde al orden de los Oxycypieic-dystropets. PRONAREG (2004).

### Material experimental.

Se usaron los árboles seleccionados de cada una de las fincas tomadas como unidad de muestreo, los mismos que poseen características fenotípicas y agronómicas deseables. Los árboles seleccionados fueron ubicados en forma satelital, caracterizados y evaluados en la Estación Tropical Pichilingue del INIAP.

Los propietarios de los árboles pertenecen a la Asociación de Ganaderos y Cacaoteros y Madereros de la Sub-cuenca del Río Onzole.

A continuación se detalla el listado y ubicación satelital de cada uno de los árboles de cacao que fueron evaluados en la presente investigación.

(Cuadro 1). Árboles seleccionados.

Nº	COMUNIDAD	Nº DE ARBOLES	MUESTRAS	FENOTIPO
1	Arenales	22	1, 2,3,4,5,6, 7,8, 9,10,11, 12,13,14,24,39, 88, 89,90, 100,127,128	C(8),CxN(2),N(1),N xC(11)
2	Pintor	7	15,17,18,19, 20, 21, 22,	C(3),Nx C(4)
3	Loma Linda	1	16	NxC(1)
4	San Francisco de Onzole	21	25,26,27,28,29,30,31,32,33, 34, 35, 36,37,38,77,78,79,80, 81,82,83.	C[10], Nx C[11]
5	Iscuandé	4	84,85,86,87	C (2), N x C (2)
6	La Loma	31	70,69,71,73,48,74,67,50,72,65,45, 51,52,48,44,78,75,64,63,47,42,49, 43,66,41,62,61,68,53,59,40	C(7),N(5),Nx C[19]
7	Las Delicias	5	54,55,56,57,58	C(4),Nx C(1)

Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole

---

8	Capulí	26	101,102, 103,104,105,106, 107,108,109,110,111,112, 113, 114,115,116,117,118, 119,120, 121,122,123,124, 125.126	C(8),CxNC(2),Nx C (16)
---	--------	----	---	------------------------

Simbología:

C = Criollo

N = Nacional

N x C = Nacional x Criollo

## Análisis estadístico

### Diseño experimental.

Se utilizó un análisis de Gluster, es no paramétrico por tratarse de una caracterización morfológica y agronómica a partir de árboles parentales seleccionados en prospecciones realizadas en fincas de productores.

### Análisis de Cluster.

A partir del análisis de componentes principales generados con las variables morfológicas evaluadas y con la ayuda del coeficiente de similaridad general de Gower, los árboles fueron agrupados en una estructura jerárquica bidimensional para construir un dendrograma utilizando el método de Ward (1963), aplicado en el programa computacional InfoStat© (2002).

### Análisis canónico discriminante.

A partir del análisis multivariado y de aproximaciones de frecuencias, se determinó cuál de las variables fueron las más discriminantes y contribuyen a explicar la diversidad presente del cacao estudiado. Para lo cual se analizaron 24 variables morfológicas y 8 variables agronómicas.

En la caracterización agronómica también se usó la Prueba de Rangos múltiples de Duncan  $P < 0.05$  y Análisis de varianza para determinar el grado de significancia.

### Variables evaluadas.

Especial atención se dio al origen del material, se evaluaron características morfológicas de las flores, frutos, semillas, ramas y hojas; también características agronómicas relacionadas al rendimiento y época de producción, así:

1. Formación de ramificación.
2. Variables asociadas a la flor, cantidad de antocianina en estaminodios y sépalos.
3. Variables asociadas a las semillas, peso fresco promedio de cinco semillas, peso de semillas secas con pulpa y testa, largo de las semillas.
4. Rugosidad de la mazorca, color de la mazorca, intensidad de antocianina en los lomos del fruto, largo de la mazorca, ancho de la mazorca, peso total de la mazorca, peso de la cascara, espesor del lomo, espesor del surco, número de semillas por mazorcas, peso promedio fresco de semillas por mazorcas, índice de mazorcas, tamaño de la mazorca.
5. Características morfológicas asociadas a la hoja, largo de la hoja, ancho de la hoja, relación largo ancho largo desde la base hasta el punto más ancho del limbo, forma de la hoja, color del brote tierno.
6. Producción por época, buena, muy buena.
7. Época de Producción, época seca, época lluviosa.
8. Resistencia a enfermedades y plagas.
9. Origen del material.
10. Diversidad del material.
11. Determinación (árboles élites: Se consideró el índice de semillas, índice de mazorca).

## **Manejo del experimento**

### **Recopilación de información primaria.**

Para la recopilación de la información primaria se realizaron diferentes visitas de campo, y entrevistas con los habitantes de las diferentes comunidades con la finalidad de seleccionar las fincas en donde se establecería el trabajo de investigación.

### **Selección de los árboles promisorios.**

La selección se la realizó en cada una de las respectivas fincas que en este trabajo se las considera comunidades de muestra. Los criterios técnicos en los que se basó la selección de estos árboles fueron: época de producción, resistencia a enfermedades y plagas mayor a un 30%, buena producción, origen del material; otros aspectos que se tomaron en cuenta en base a la observación fue la diversidad del material que se encontró dentro de las fincas, esto estuvo basado en forma, tamaño y color de la mazorca.

Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole

---

Se seleccionaron 114 árboles promisorios de cacao en 52 fincas de 8 comunidades del Río Onzole.

### **Mantenimiento.**

A dichos árboles seleccionados como promisorios se les aplicó poda de mantenimiento y poda fitosanitaria.

### **Identificación y ubicación satelital de los árboles promisorios.**

La identificación de los árboles promisorios consistió en realizar un círculo en el tronco del individuo con un spray de color rojo lo cual significaba que el árbol había sido seleccionado como promisorio y el spray azul cuando el árbol producía en las dos épocas del año (invierno y verano), además se les codifico de manera ascendente la cual consistió en:

**ASP = NF- NA.**

Dónde:

ASP = Árbol seleccionado promisorio,

NF = Numero de Finca,

NA = Número de Árbol.

### **Ubicación satelital.**

Con un GPS, se tomó la ubicación satelital a cada uno de los árboles seleccionados.

### **Caracterización y determinación de árboles élites.**

Para realizar la caracterización fenotípica de los árboles seleccionados como promisorios de origen Nacional en la Sub- cuenca del Río Onzole de la colección de 8 comunidades dentro de 52 fincas de plantaciones viejas se seleccionaron 114 árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.).

## **Resultados**

### **Caracterización morfológica.**

En base a los datos obtenidos en la caracterización morfológica de 26 variables de los 114 árboles de cacao, el resultado del agrupamiento obtenido a partir de la matriz generada por el algoritmo de Gower con el agrupamiento jerárquico de Ward (1963) se definió seis grupos principales de individuos.

(Cuadro 2) Distribución por grupos, frecuencias y porcentajes de variabilidad de los 114 árboles de cacao tipo nacional y criollo

GRUPOS	FRECUEN- CIA	PORCEN- TAJE	FRECUEN- CIA ACUMU- LADA	PORCEN- TAJE ACUMULA- DO
1. Arenales (cruce: nacional x criollo, nacional y criollo)	22	18.803	22	18.803
2. Pintor y Loma Linda (cruce: nacional x criollo, nacional y criollo)	8	6.837	30	25.64
3. San F. Onzole (cruce: criollo x nacional).	21	17.948	51	43.588
4. Boca de Iscuandé(criollo x nacional, nacional y criollo)	4	3.418	55	47.01
5. La Loma y Las Delicias (cruce: nacional x criollo, nacional)	36	30.769	91	77.78
6. Capulí (cruce: nacional x criollo, nacional).	26	22.22	117	100.00

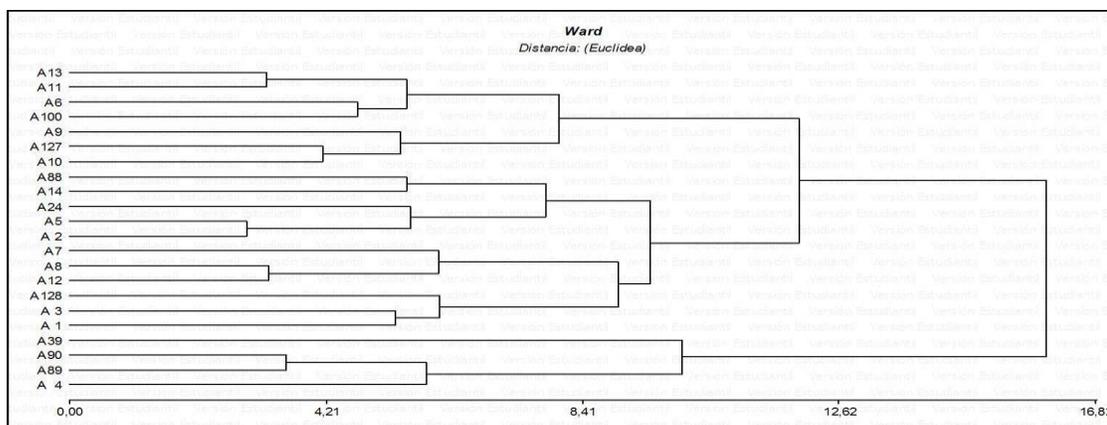
**Fenogramas morfológicos para separar grupos de árboles de cada comunidad.**

**1. Fenograma morfológico de Arenales.**

El grupo 1 está formado por 22 árboles, subdividido en 3 subgrupos. El subgrupo A, lo forman los árboles 13, 11, 6, 100, 9, 127 y 10 teniendo similitud en el color de la mazorca que es amarilla. El subgrupo B, está constituido por 11 árboles 88, 14, 24, 5, 2, 7, 8, 12, 128, 3, 1, se relacionan en el

Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole

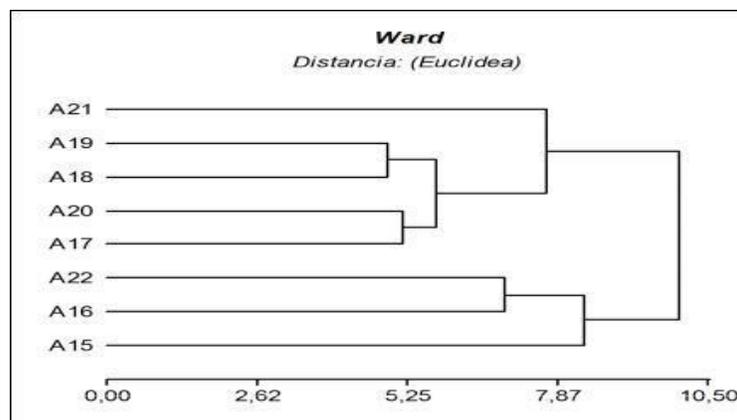
largo de la semilla es de 2.50 cm. El subgrupo C está formado por 4 árboles 39, 90, 89, y 4, se agrupan por tener relación con la rugosidad de sus mazorcas.



**GRÁFICO 1.** Fenograma obtenido por el agrupamiento Jerárquico de Ward de los 22 árboles de cacao tipo nacional y criollo, basado en distancia de Gower (1967), cantón Eloy Alfaro parroquia San Francisco de Onzole, provincia de Esmeraldas Ecuador.

## 2. Fenograma morfológico de Pintor y Loma linda.

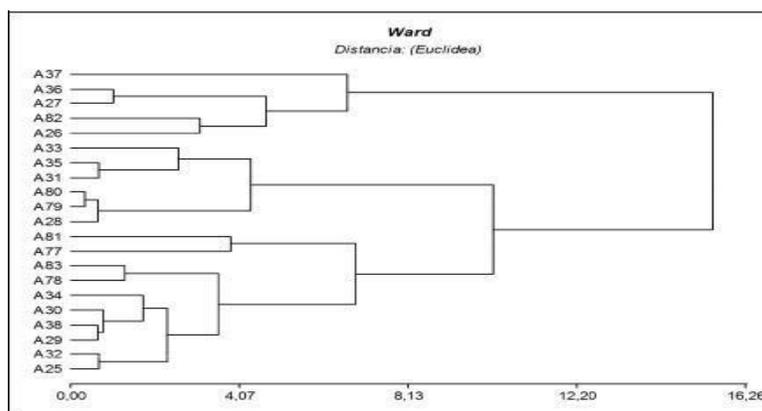
El grupo 2 está formado por 8 árboles, subdivididos en 2 subgrupos. El subgrupo A, lo forman cinco árboles 21, 19, 18, 20, y 17, teniendo similitud en el color de la semilla violeta oscuro. El subgrupo B, está constituido por tres árboles 22, 16, y 15, este subgrupo se interrelaciona por la forma oblonga de la mazorca.



**GRÁFICO 2.** Fenograma obtenido por el agrupamiento Jerárquico de Ward de los 8 árboles de cacao tipo nacional y criollo, basado en distancia de Gower (1967), cantón Eloy Alfaro parroquia San Francisco de Ónzole, provincia de Esmeraldas Ecuador.

### 3. Fenograma Morfológico de San Francisco del Onzole.

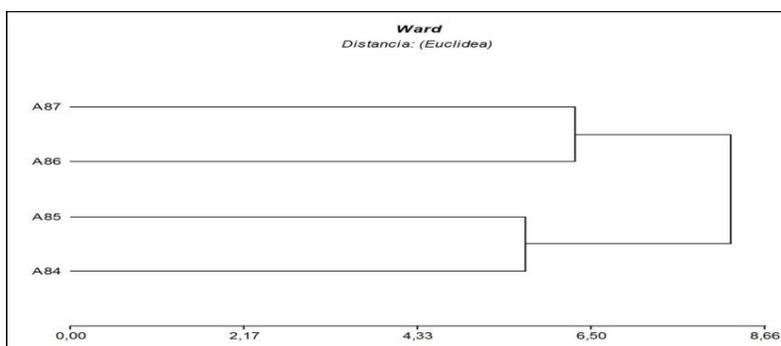
El grupo 3 está formado por 21 árboles, subdivididos en 3 subgrupos. El subgrupo A, lo forman los árboles 37, 36, 27, 82 y 26, se relacionan por poseer semillas blancas. El subgrupo B, está constituido por seis árboles 33, 35, 31, 80, 79 y 28 el índice de semilla de 10,21 gr. Se inter relacionan por poseer mazorcas amarillo y el color del brote tierno presentan ausencia de antocianina. El subgrupo C está formado por 10 árboles 81, 77, 83, 78, 34, 30, 38, 29, 32 y 25, se relacionan por tener hojas elípticas, mazorcas moradas y semillas violeta oscuro.



**GRÁFICO 3.** Fenograma obtenido por el agrupamiento Jerárquico de Ward de los 21 árboles de cacao tipo nacional y criollo, basado en distancia de Gower (1967), cantón Eloy Alfaro parroquia San Francisco de Ónzole, provincia de Esmeraldas Ecuador.

### 4. Fenograma Morfológico de la Boca de Iscuandé.

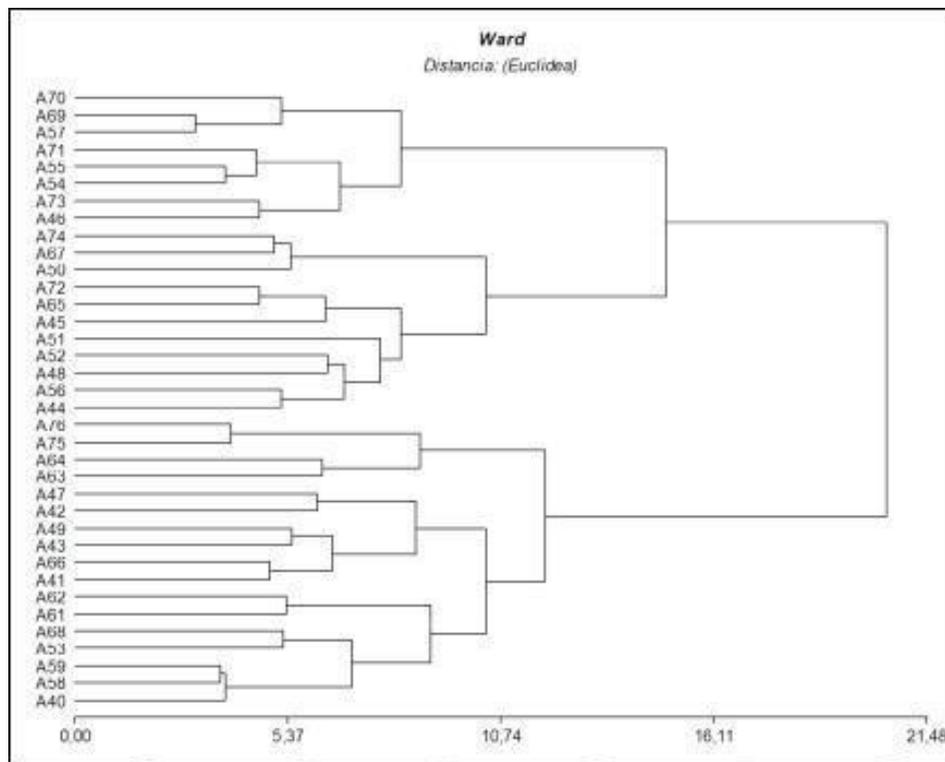
El grupo 4 está formado por 4 árboles, subdivididos en 2 subgrupos. El subgrupo A, lo forman los árboles 87 y 86, se relacionan por poseer color violeta oscuro de la semilla, largo de 2 cm y el color de los estaminoides rosado pálido. El subgrupo B, está constituido por dos árboles, 85 y 84; este grupo se relaciona por tener el color blanco en las semillas y amarillo las mazorcas.



**GRÁFICO 4.** Fenograma obtenido por el agrupamiento Jerárquico de Ward de los 4 árboles de cacao tipo nacional y criollo, basado en distancia de Gower (1967), cantón Eloy Alfaro parroquia San Francisco de Onzole, provincia de Esmeraldas Ecuador.

### 5. Fenograma morfológico de La Loma y Las Delicias

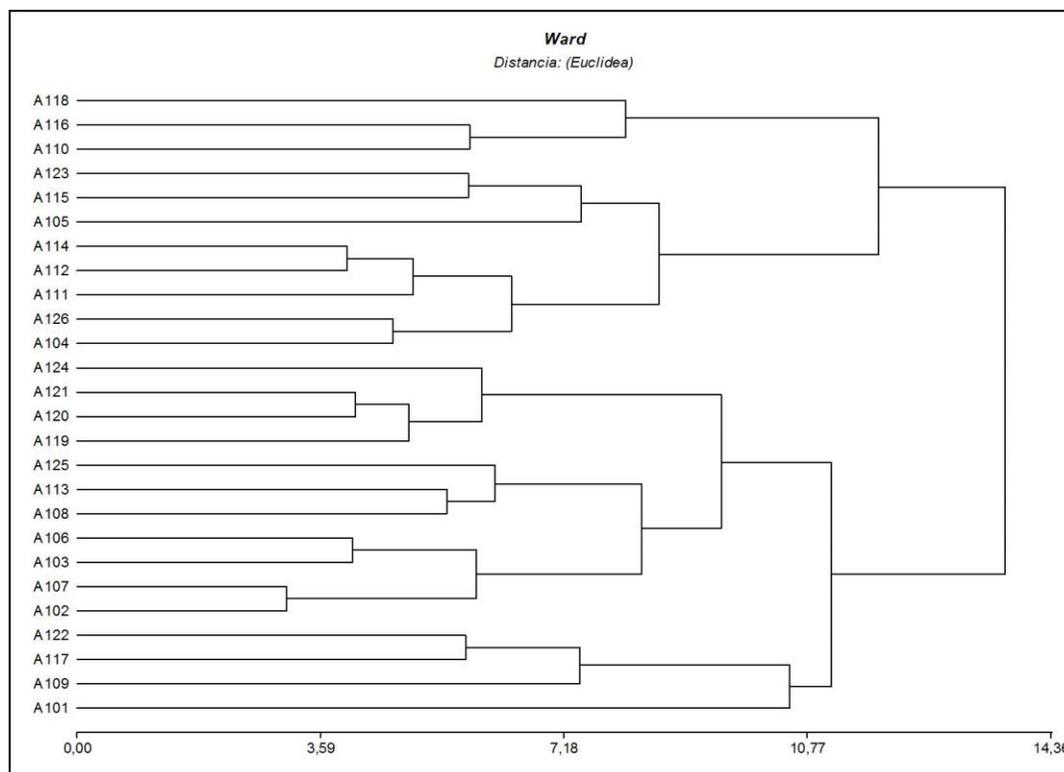
El grupo 5 está formado por 36 árboles, subdivididos en 7 subgrupos. El subgrupo A, está constituido por 3 árboles lo forman los árboles 70, 69 y 57 se relacionan por tener 1 cm de espesor de surco. El subgrupo B, está constituido por 5 árboles 71, 55, 54, 73 y 48 se relaciona tienen inter relación por poseer hojas ovoide y semillas de 2.20 cm de largo. El subgrupo C está formado por 3 árboles 74, 67, y 50, se relacionan por el color de amarillo de las mazorcas. El subgrupo D está formado por 8 árboles, 72, 65, 45, 51, 52, 48, 68 y 44 se unifican por poseer mazorcas de 25 cm de largo. El subgrupo E está formado por 4 árboles, 78, 75, 64, y 63, se relacionan el color de sus semillas violeta oscuro. El subgrupo F está formado por 6 árboles, 47, 42, 49, 43, 66, y 41, se caracterizan por presentar ausencia de antocianina en los sépalos. El subgrupo G está formado por 7 árboles, 62, 61, 68, 53, 59, 58, y 40 se relacionan por la forma ovoide de la mazorca.



**GRÁFICO 5.** Fenograma obtenido por el agrupamiento Jerárquico de Ward de los 36 árboles de cacao tipo nacional y criollo, basado en distancia de Gower (1967), cantón Eloy Alfaro parroquia San Francisco de Ónzole, provincia de Esmeraldas Ecuador.

### 6. Fenograma morfológico de Capulí

El grupo 6 está formado por 26 árboles, subdivididos en 4 subgrupos. El subgrupo A, está constituido por 3 árboles lo forman los árboles 118, 116 y 110, Se relacionan por tener 1,9 cm de largo sus semillas y hojas 11 cm de largo. El subgrupo B, está constituido por 12 árboles 123, 115, 105, 114, 112, 111, 126, 104, 124, 121, 120 y 119 se interrelacionan por poseer mazorcas amarillas. El subgrupo C, está constituido por 7 árboles 125, 113, 108, 106, 103, 107 y 102 forma grupos por que se relacionan en tener semillas 1.5 cm, de largo y hojas elípticas. El subgrupo D, está constituido por 4 árboles 122, 117, 109 y 101, se relacionan por tener mazorcas de 8.8 cm de ancho y semillas oblongas.



**GRÁFICO 6.** Fenograma obtenido por el agrupamiento Jerárquico de Ward de los 26 árboles de cacao tipo nacional y criollo, basado en distancia de Gower (1967), cantón Eloy Alfaro parroquia Santo Domingo de Ónzole, provincia de Esmeraldas Ecuador.

## Agrupamiento de los árboles mediante la caracterización agronómica

En base a los datos obtenidos en la caracterización agronómica de 8 variables de los 114 árboles de cacao, el resultado del agrupamiento obtenido a partir de la matriz generada por el algoritmo de Gower con el agrupamiento jerárquico de Ward (1963) se definieron seis grupos principales de individuos (Cuadro 5).

(**Cuadro 3**) Distribución de los 117 árboles por grupos, según el análisis jerárquico de Ward. 2011

ARENALES	PINTOR Y L. LINDA	SAN .F. ONZOLE	B. ISCUANDÉ	LA LOMA Y LAS DELICIAS	CAPULI
7,127,128,90,14,1 2,39,	20,19,18,21,1 7,22	37,36,27,82,26, 33,35	86,85,87,84	48,49,52,66,4 4,63	126,113,107,1 21
13,11,10,9,3,100, 24,2,	16,15.	31,80,79,28,81, 77,83		75,73,46,47,4 3,42	114,115,112,1 22
88,6,5,1,89,8,4.		78,34,30,38,29, 32,25		68,41,60,57,5 6,59	117,123,116,1 02
				51,50,58,61,5 3,45	111,110,109,1 08
				76,74,71,65,6 7,64	125,120,118,1 05
				62,70,55,72,6 9,54	124,119,104,1 06
				40	103,101

Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole

**Cuadro 4.** Distribución por grupos, frecuencias y porcentajes de variabilidad de los 114 árboles de cacao nacional y criollo.

GRUPOS	FRECUEN- CIA	PORCEN- TAJE	FRECUEN- CIA ACUMULA- DA	PORCEN- TAJE ACUMULA- DO
1. Arenales(Cruce:nacional x criollo, nacional y criollo)	22	18.80	22	18.80
2. Pintor y Loma Linda (cruce: nacional x criollo, nacional y criollo)	8	6.84	30	25.64
3. San Francisco de Onzole (cruce: criollo x nacional).	21	17.95	51	43.59
4. Iscuande (cruce: criollo x nacional, nacional y criollo).	4	3.42	55	47.01
5. La Loma y las Delicias (cruce: nacional x criollo)	36	30.77	91	77.78
6. Capulí (cruce: nacional x criollo)	26	22.22	117	100.00

### Fenogramas Agronómicos para separar grupos de árboles de cada comunidad

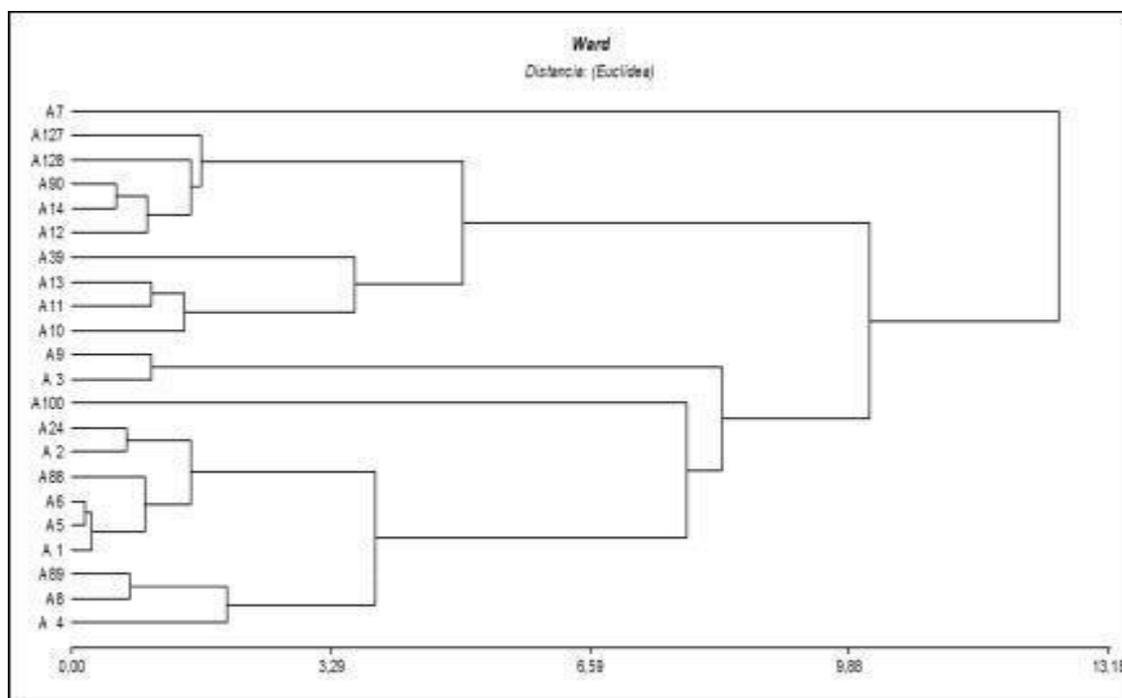
La estructura taxonómica derivada a partir de la matriz generada por el algoritmo de Gower con el agrupamiento jerárquico de Ward (1963), se presenta gráficamente mediante un Fenograma, que muestra la relación en grado de parentesco genético entre grupos de los mismos y la variabilidad observada en cada agrupamiento.

#### 1. Fenograma Agronómico de Arenales

El grupo 1 está formado por 22 árboles, subdivididos en 3 subgrupos. El subgrupo A, lo forman los árboles 7, 127, 128, 90, 14, 12, 39, 13, 11 y 10 son similares en la rugosidad de las mazorcas. El subgrupo B, está constituido por dos árboles 9 y 3 el peso total de la mazorca es de 750 g y el peso de

Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole

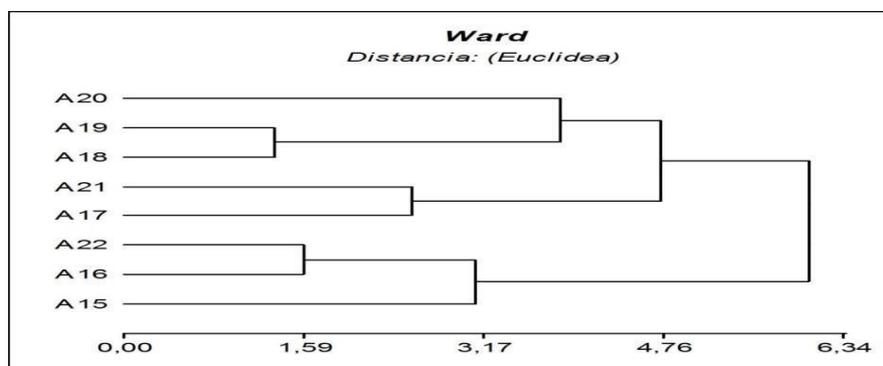
la corteza de 650 g. El subgrupo C está formado por 10 árboles 100, 24, 2, 88, 6, 5, 1, 89, 8 y 4 con un índice de mazorcas de 14.5gr.



**GRAFICO 7.** Fenograma obtenido por el agrupamiento Jerárquico de Ward de los 22 árboles de cacao tipo nacional y criollo, basado en distancia de Gower (1967), cantón Eloy Alfaro parroquia San Francisco de Ónzole, provincia de Esmeraldas Ecuador.

## 2. Fenograma Agronómico de Pintor y Loma Linda

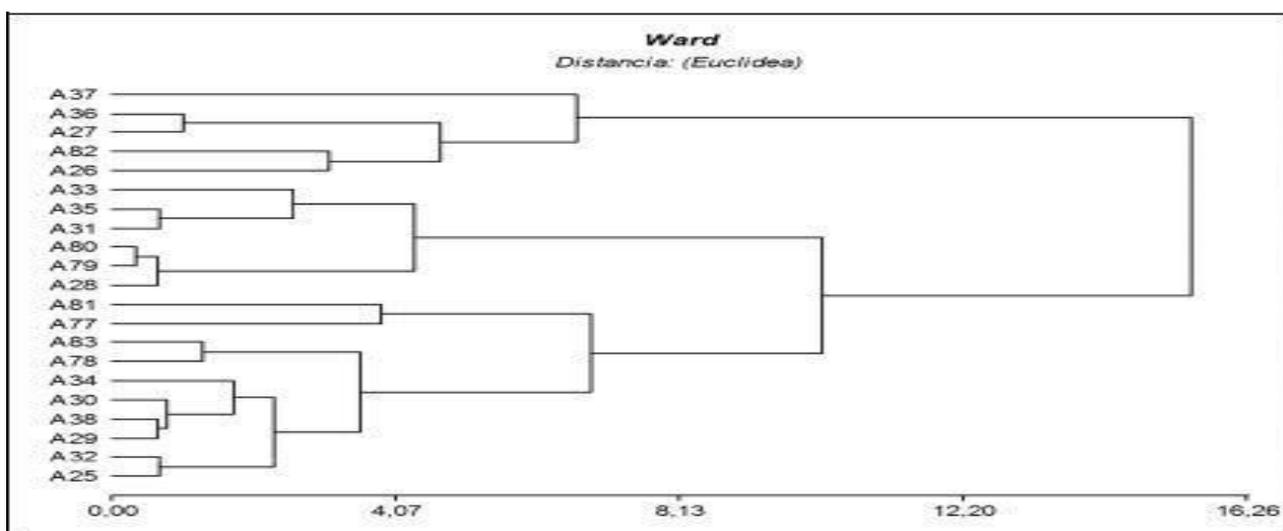
El grupo 2 está formado por 8 árboles, subdivididos en 2 subgrupos. El subgrupo A, lo forman cinco árboles 20, 19, 18, 21 y 17, teniendo similitud en el índice de semilla con 1.4 gr. El subgrupo B, está constituido por tres árboles 22, 16, 15, este subgrupo se interrelaciona por el índice de semilla que es de 1.44 gr y el peso de semillas seas con un total de 7.19 gr.



**GRÁFICO 8.** Fenograma obtenido por el agrupamiento Jerárquico de Ward de los 8 árboles de cacao tipo nacional y criollo, basado en distancia de Gower (1967), cantón Eloy Alfaro parroquias San Francisco de Ónzole, provincia de Esmeraldas Ecuador.

### 3. Fenograma Agronómico de San Francisco del Onzole.

El grupo 3 está formado por 21 árboles, subdivididos en 3 subgrupos. El subgrupo A, lo forman los árboles 37, 36, 27, 82 y 26, se relacionan por el índice de semillas de 9.66. El subgrupo B, está constituido por seis árboles 33, 35, 31, 80, 79 y 28 el índice de semilla de 10.21 gr. El subgrupo C está formado por 10 árboles 81, 77, 83, 78, 34, 30, 38, 29, 32 y 25, se relacionan por el peso de la semilla seca con pulpa y testa de 7.33 gr.

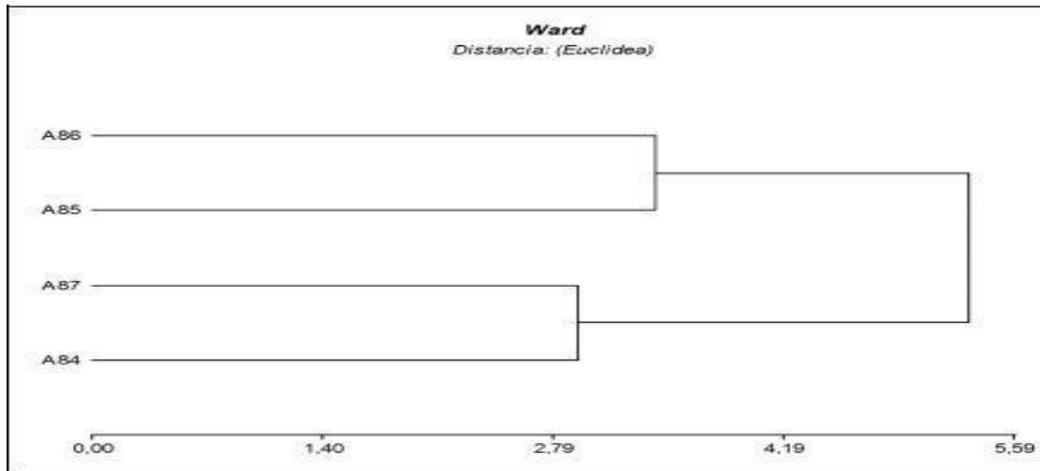


**GRÁFICO 9.** Fenograma obtenido por el agrupamiento Jerárquico de Ward de los 21 árboles de cacao tipo nacional y criollo, basado en distancia de Gower (1967), cantón Eloy Alfaro parroquia San Francisco de Ónzole, provincia de Esmeraldas Ecuador.

### 4. Fenograma Agronómico de Boca de Iscuandé

El grupo 4 está formado por 4 árboles, subdivididos en 2 subgrupos. El subgrupo A, lo forman los árboles 86 y 85, se relacionan por tener producción muy buena y el índice de semillas de 1.40 gr. El subgrupo B, está constituido por dos árboles 87 y 84 el índice de semilla de 1.50 gr.

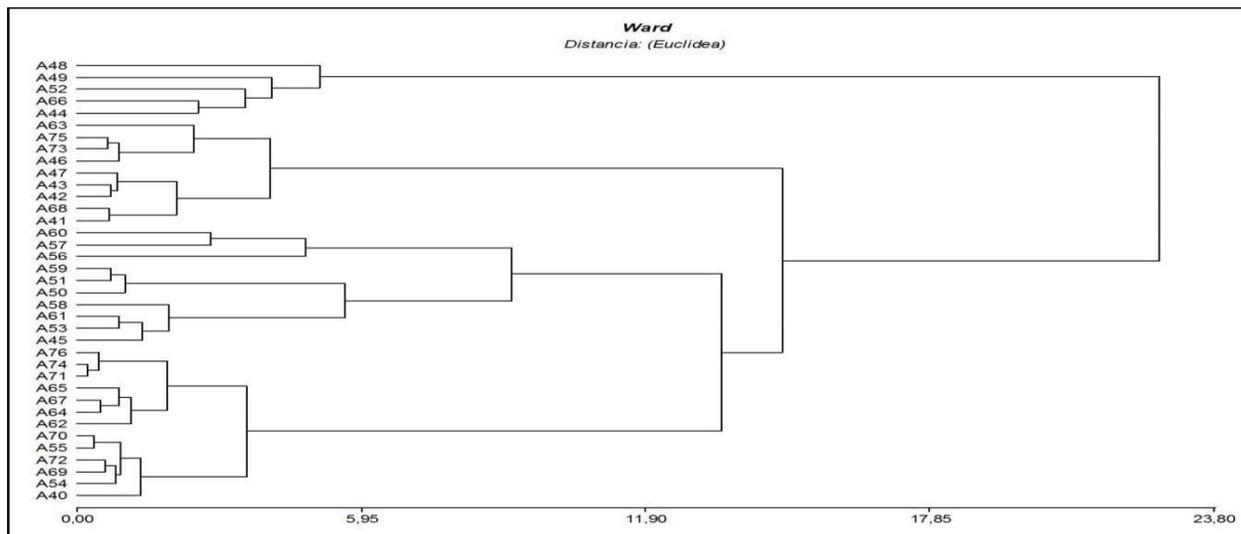
Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole



**GRÁFICO 10.** Fenograma obtenido por el agrupamiento Jerárquico de Ward de los 4 árboles de cacao tipo nacional y criollo, basado en distancia de Gower (1967), cantón Eloy Alfaro parroquia San Francisco de Ónzole, provincia de Esmeraldas Ecuador.

**5. Fenograma Agronómico de La Loma y Las Delicias.**

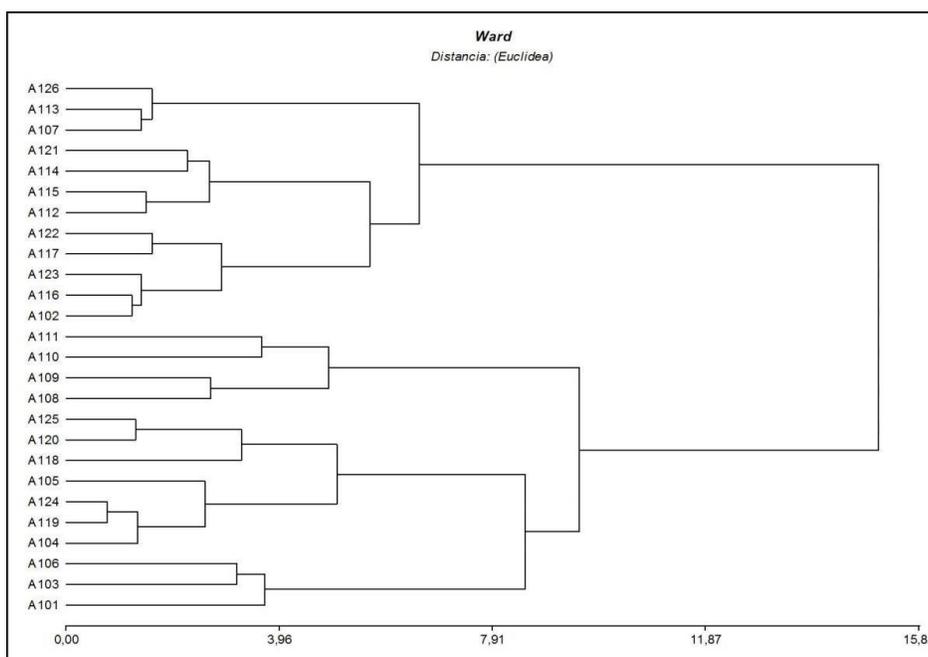
El grupo 5 está formado por 37 árboles, subdivididos en 4 subgrupos. El subgrupo A, está constituido por 5 árboles lo forman los árboles 48, 49, 52, 66 y 44, se relacionan por el índice de semillas de 1.2 gr. El subgrupo B, está constituido por 9 árboles 63,75, 73, 46, 47, 43, 42, 68 y 41 se relacionan por el peso de la corteza de 545 gr. El subgrupo C está formado por 10 árboles 60, 57, 56, 59, 51, 50, 58, 61, 53 y 45, se relacionan por la época de producción. El subgrupo D está formado por 13 árboles 76, 74, 71, 65, 67, 64, 62, 70, 55, 72, 69, 54 y 40, se relacionan por el peso total de la mazorca de 814 gr.



**GRÁFICO 11.** Fenograma obtenido por el agrupamiento Jerárquico de Ward de los 37 árboles de cacao tipo nacional y criollo, basado en distancia de Gower (1967), cantón Eloy Alfaro parroquia San Francisco de Ónzole, provincia de Esmeraldas Ecuador.

### 6. Fenograma Agronómico de Capulí

El grupo 6 está formado por 26 árboles, subdivididos en 2 subgrupos. El subgrupo A, está constituido por 12 árboles lo forman los árboles 126, 113, 107, 121, 114, 115, 112, 122, 117, 123, 116 y 102, se relacionan por tener la producción muy buena. El subgrupo B, está constituido por 14 árboles 111, 110, 109, 108, 125, 120, 118, 105, 124, 119, 104, 106, 103, y 101 se relacionan por el índice de semilla de 1.14 gr.



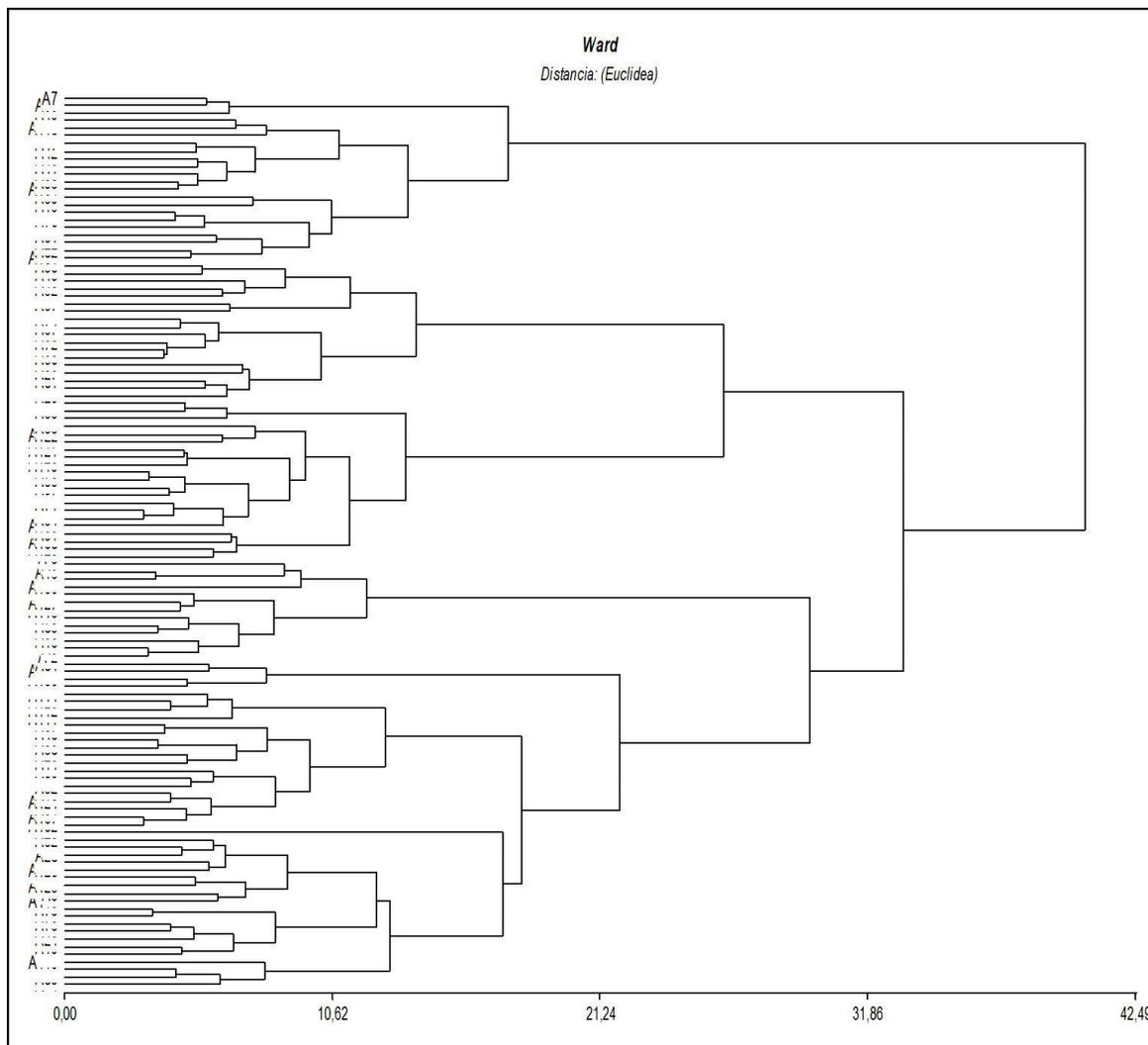
**GRÁFICO 12.** Fenograma obtenido por el agrupamiento Jerárquico de Ward de los 26 árboles de cacao tipo nacional y criollo, basado en distancia de Gower (1967), cantón Eloy Alfaro parroquia Santo Domingo de Ónzole, provincia de Esmeraldas Ecuador.

### Estructura de los agrupamientos

La estructura taxonómica obtenida por la matriz de distancia con el agrupamiento jerárquico de Ward (1963), se representa gráficamente por medio de un Fenograma (Gráfico 13) que muestra la relación en grado de similitud o parentesco genético entre árboles o grupos de los mismos y la variabilidad observada en cada agrupamiento.

Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole

El análisis de agrupamiento de Ward mostró 22 grupos en las 8 comunidades de estudio de entradas a partir de las relaciones genéticas, en base a las características morfológicas evaluadas.



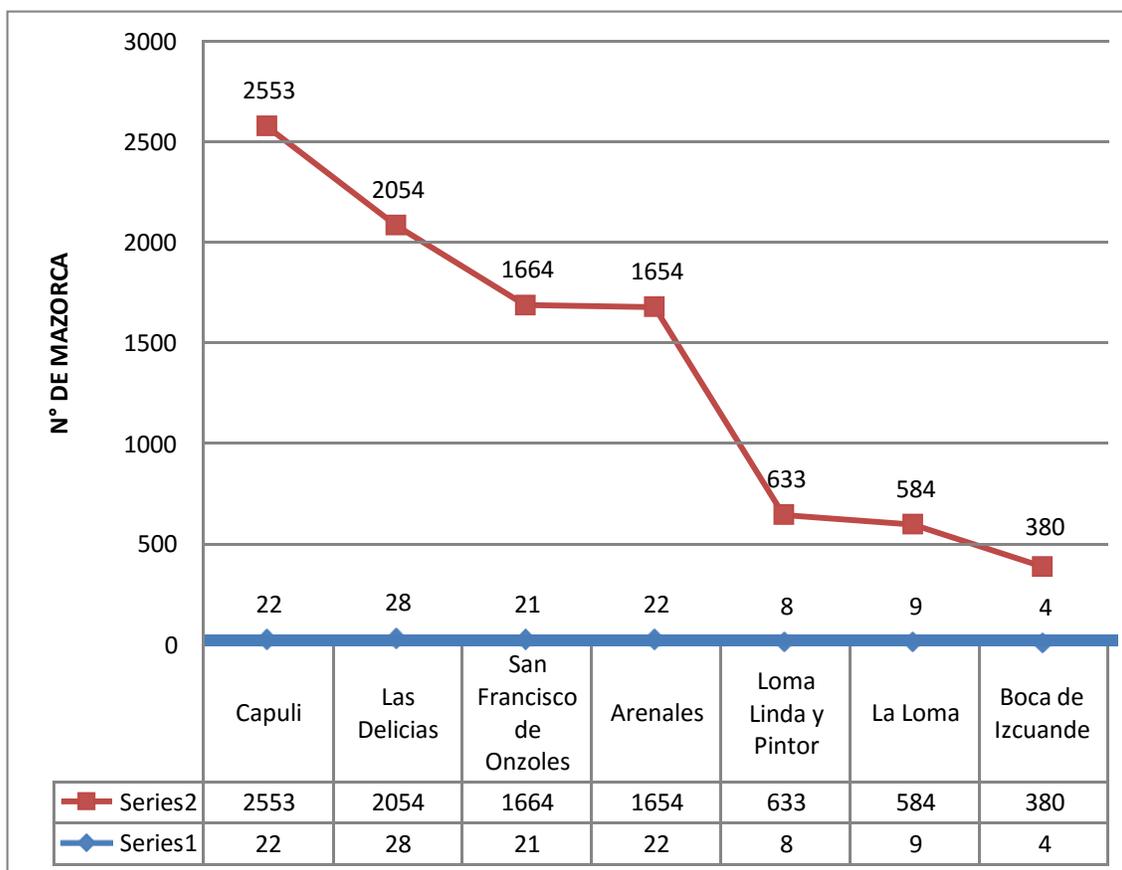
**GRAFICO 13.** Estructura o fonograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward de los árboles de cacao.

### **Análisis Comparativo de la producción en mazorcas en las ocho comunidades de la sub-cuenca del Río Onzole**

Los datos obtenidos durante el año de evaluación de la producción de mazorcas sanas en cada uno de los árboles en las 8 comunidades de estudio ubicadas en la sub-cuenca del Río Onzole nos indica que en la comunidad de Capulí en 26 árboles se logró 2553 mazorcas sanas, Las Delicias en 28 árboles se

Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole

obtuvo 2054 mazorcas, San Francisco de Onzole con 21 árboles se consiguió 1662 mazorcas sanas, Arenales con 22 árboles se obtuvo 1654 mazorcas y las de menor porcentaje son Las comunidades de Loma Linda y Pintor en 8 árboles obtuvimos 633 mazorcas, Las Loma en 9 árboles el número de mazorcas sanas fue de 584 y la comunidad de la Boca de Iscuandé en 4 árboles se obtuvo 380 mazorcas.



**GRÁFICO 14.** Gráfico comparativo de la producción de mazorcas en las 8 comunidades de la Subcuenca del Río Onzole.

**Selección de árboles élités en las ocho comunidades mediante el índice de semilla.**

La comunidad que más árboles elites se determino fue Capulí con 19 árboles elites el índice de semilla osciló de 1.50 a gr 1.88 gr, seguido La Loma con 5 elites el índice de semilla fluctuó de 1.51 gr a 1.78 gr, Las Delicias 4 árboles el índice de semilla se determinó de 1.50 gr a 1.51 gr, San Francisco de Onzole con 4 árboles oscilando de 1.50 gr a 1.75 gr, Arenales 2 árboles elites y su índice de semilla de 1.51 gr a 1.74 gr y por ultimo tenemos a la comunidad de Boca de Iscuandé con 1 solo árbol elite, su índice de semilla de 1.50 gr y en la Comunidad Pintor Loma Linda no existió árboles élités.

Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole

**Cuadro 5.** Selección de árboles elites en las ocho comunidades mediante el índice de semilla.

ARENALES		SAN F.ONZOLE		B. ISCUANDÉ		LAS DELICIAS		LOMA		CAPULÍ	
N° A	IS(gr)	N° A	IS(gr)	N° A	IS(gr)	N° A	IS(gr)	N° A	IS(gr)	N° A	IS(gr)
100	1.74	34	1.50	85	1.50	41	1.51	56	1.78	102	1.53
127	1.51	77	1.75			53	1.51	57	1.63	107	1.60
		87	1.60			65	1.51	58	1.59	108	1.62
		83	1.55			68	1.50	60	1.78	110	1.51
								62	1.51	111	1.61
										116	1.60
										117	1.64
										118	1.55
										119	1.52
										112	1.71
										113	1.56
										114	1.88
										115	1.65
										125	1.51
										126	1.60

Prospección y caracterización de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el río Onzole

---

										122	1.60
										123	1.62
										121	1.73
										126	1.50

## Discusión

La prospección y caracterización permitió identificar 117 árboles de cacao tipo nacional y criollo localizados en la Sub-cuenca del Río Onzole, seleccionando árboles deseables por sus características.

Se identificaron 22 árboles en la comunidad de Arenales, en Pintor 7, Loma Linda 1, San Francisco de Onzole 21, Boca de Iscuandé 4, Capulí 26, la Loma 31 y Las Delicias 5; en función a lo manifestado por Renfrew y Bahn (1993) quienes indican que es aconsejable áreas de prospección menores a 100 kilómetros cuadrados en las zonas de difícil visibilidad y no superiores a los 500 kilómetros cuadrados para áreas de fácil visibilidad.

La selección se realizó aplicando la metodología sugerida por el INIAP, en orden de importancia: Genotipo, índice de Mazorca ( $1M < 20$ ), índice de semilla ( $IS > 1.2$  g), Número de semilla por frutos ( $> 35$ ), Resistencia a Escoba de Bruja, Resistencia a Monilla y finalmente la Compatibilidad. Una variable importante en la selección fue el índice de semilla de los árboles parentales en predios de productores, teniendo un promedio de índice de 1.50 a 1.88 gr, lo que coincide con lo mencionado por Montaña (2008) y con Engels (1983), quienes mencionan que en la descripción de materiales debe darse más importancia a las características cualitativas que a las cuantitativas. La caracterización de los árboles seleccionados se realizó considerando fundamentalmente la flor y fruto, en base a lo manifestado por Enríquez (1991), quienes consideran que los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos que están menos influenciados por el ambiente; los más importantes son: la flor y el fruto, en importancia decreciente las hojas, tronco, ramas, raíces y los tejidos celulares. La caracterización morfológica de 42 árboles presentó semillas de color blanco, lo cual tiene relación con lo mencionado por, Francis (2008), Montaña (2008), quienes indican que los cacao criollos poseen cotiledones color blanco o muy ligeramente pigmentados. Una vez realizada la caracterización de los materiales se realizó la evaluación agronómica en el campo, la misma de

acuerdo al IPGRI (2003) y Nieto et al, (1984), permite determinar rendimiento o resistencia a estrés biótico o abiótico, con el fin de identificar materiales adaptables y con genes útiles.

La mayor producción de mazorcas que se registró en la comunidad de Capulí de Onzole fue la que obtuvo el mayor número de mazorcas sanas (2553) y la comunidad con el menor número de producción en mazorcas sanas fue la Comunidad de Boca de Iscuandé con 380 mazorcas. La comunidad que obtuvo el mayor número de árboles élitos fue Capulí de Onzole (19) y en las comunidades de Pintor y Loma Linda no se identificaron árboles élitos.

## Conclusiones

1. Dentro de las ocho comunidades evaluadas durante el año de investigación se determinó que existen 42 árboles que se ubicaron en el grupo de los criollos por presencia de semillas blancas.
2. Según los datos obtenidos en cuanto la producción en mazorca, la comunidad de Capulí de Onzole fue la que obtuvo el mayor número de mazorcas sanas (2553) y la comunidad con el menor número de producción en mazorcas sanas fue la Comunidad de Boca de Iscuandé con 380 mazorcas.
3. La prospección y caracterización de los árboles promisorios en fincas de los productores, permitió conocer la variabilidad que existente entre los árboles que fueron evaluados durante el proceso de la investigación.
4. Se generó una matriz de distancias para un total de 34 variables, efectuándose 22 grupos en las ocho comunidades la cual sirvió para un análisis de agrupamiento jerárquico empleando el método de Ward (1963).
5. La comunidad que obtuvo el mayor número de árboles élitos fue Capulí de Onzole con 19 árboles y en las comunidades de Pintor y Loma Linda no existieron árboles élitos.

## Recomendaciones

1. Realizar caracterización y prospección de cacao en las comunidades restantes de la cuenca del Río Onzole, perteneciente al Cantón Eloy Alfaro, Provincia Esmeraldas, para obtener más información acerca de la variabilidad de cacao existente en la cuenca.

2. Programar actividades de capacitación en el manejo de plantaciones de cacao de manera que sean los propios habitantes de las comunidades quienes lleguen identificar los árboles élitos considerando la calidad del cacao criollo.
3. En futuras investigaciones vincular aspectos ambientales como clima, temperatura, humedad, salinidad del agua, etc. para determinar cuál es el grado de afectación en el desarrollo y cosecha del cultivo de cacao.

## Referencias bibliográficas

ENGELS, J.M.M.; BARTLEY, B.G.D. y ENRIQUEZ, G, G.A. (1981). Genetic resources of cacao: a catalogue of the CATIE. Collection Turrialba, Costa Rica, CATIE Technical Bulletin No. 7. 196 p.

ENRIQUEZ, G. (1991). Descripción y evaluación de los recursos genéticos.

FRANCIS M. T. (2008). Caracterización Morfológica y Agronómica del cacao tipo criollo y nacional en el norte de Esmeraldas Parroquia Colón Eloy.

IPGRI 2003. Instituto Nacional de Recursos Filogenéticos.

MONTAÑO, N. T. (2008). Caracterización Fenotípica y Agronómica de cacao Tipo Nacional y Criollo en las Zona de Atacamos y Muisne de la Provincia de Esmeraldas

NIETO, C; REA; CASTILLO, R.; PERALTA, E. (1984). Guía para el manejo y preservación de los recursos Filogenéticos. Quito, Ecuador, INIAP. p 26-36. (Publicación miscelánea No, 47).

PRONAREG (2004). Programa Nacional de Regionalización Agraria.

RENFREW, C. Y BAHN, P. (1993), Arqueología. Teorías, Métodos y Práctica., Madrid: Ediciones Akal. ISBN 978-84-460-0234-5. (tercera edición 2007).

WARD, Jr. J.H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association (EEUU) 58: 236-244