



# Diversidad genética de cacao en el Perú: hacia una denominación de origen

Evert Thomas<sup>1</sup>, Sixto Imán<sup>2,3</sup>, Rachel Atkinson<sup>1</sup>, Diego Zavaleta<sup>1</sup>, Carlos Rodriguez<sup>1</sup>, Sphyros Lastra<sup>1</sup>, Edgardo Murrieta<sup>4</sup>, Abel Farfan<sup>1</sup>, Juan Castro<sup>2</sup>, José Ramírez<sup>2</sup>, Angelo Samanamud<sup>2,3</sup>, Cleydi Paredes<sup>3</sup>, Karina Arango<sup>1</sup>, Wilbert Cruz<sup>1</sup>, Marleni Ramirez<sup>1</sup>, Dapeng Zhang<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Bioversity International, Av. la Molina 1895, La Molina, 15024 Lima, Peru

<sup>2</sup> Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Av. Grau 1072, Iquitos, 16001, Loreto, Perú

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Innovación Agraria, Av. La Molina 1981, La Molina, 15024, Lima, Perú

<sup>4</sup> Consultor independiente, experto cacao

<sup>5</sup> United States Department of Agriculture, Beltsville



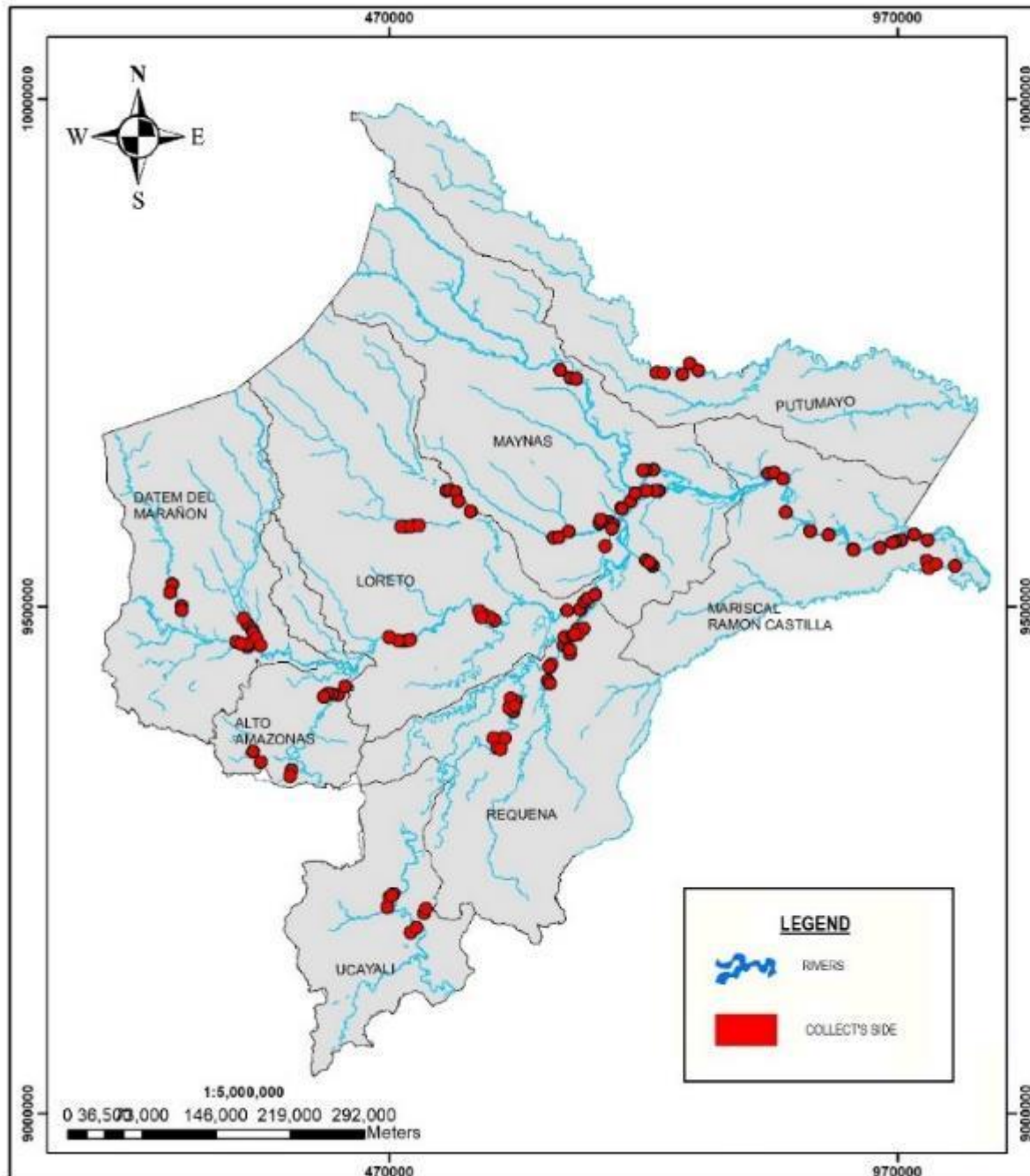
Lima, 15 de julio 2023



**DIVERSIDAD O VARIABILIDAD  
FENÉTICA - FENOTÍPICA –  
MORFOLÓGICA**

---

Proyecto: Banco de germoplasma de cacao de Loreto  
2016-2019 financiado por PNIA-INIA, 2021 ProagroBio-INIA



**Colecta de cacao:**

39 viajes: 01 febrero-30 agosto 2017

140 colectas/comunidades

8 provincias

33 distritos (61%)

15 cuencas hidrográficas:

- . Amazonas
- . Ampiyacu
- . Corrientes
- . Huallaga
- . Itaya
- . Marañón
- . Morona
- . Nanay
- . Napo
- . Pastaza
- . Putumayo
- . Tamshiyacu
- . Tigre
- . Ucayali
- . Yavarí

**Colectas por provincia:**

1. Maynas	: 30
2. Requena	: 25
3. Loreto	: 25
4. Ramón Castilla	: 20
5. Datem del Marañón	: 15
6. Alto Amazonas	: 10
7. Ucayali	: 10
8. Putumayo	: 5
	<b>140</b>

**Superficie:** 368,852 km<sup>2</sup>

28% territorio nacional



**BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIA**  
**Colección de Germoplasma de Cacao Nativo**  
***Theobroma cacao* L.**  
**140 Accesiones**

Sede: Estación Experimental Agraria San Roque - Loreto  
Lugar: El Dorado, 119 m. s. n. m.  
Instalación: Enero, 2017



**CARACTERIZACIÓN  
GENÉTICA FENOTÍPICA O  
MORFOLÓGICA**

# Uso de Descriptores o Marcadores Morfológicos

## 4. DESCRIPTORES DE HOJA

### 4.1. Color de brote de la hoja

Anotar el color de acuerdo con los descriptores propuestos.



### 4.2. Forma de la base de la hoja

Observar en hojas adultas del tercio medio del árbol, de 3 hojas por árbol de 5 árboles.



### 4.3. Forma del ápice de la hoja

Observar en las mismas hojas que se tomó el dato para forma de la base



### 4.4. Longitud de la hoja, cm

Medir desde la base hasta el ápice de la hoja. 3 hojas por planta, 5 plantas



### 4.5. Ancho de la hoja, cm

Medir el ancho máximo de 3 hojas por planta, 5 plantas



### 4.6. Longitud del peciolo, cm

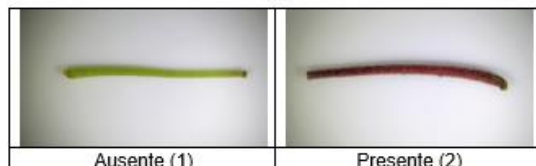
Medir el peciolo de 3 hojas, 5 plantas. Incluye los ~~pulvinus~~ pulvinos.



5. DESCRIPTORES DE FLOR

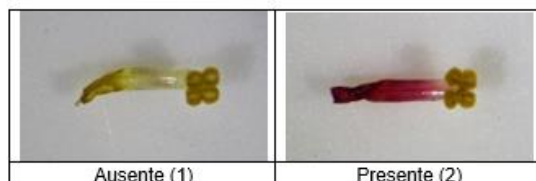
5.1. Antocianina del pedicelo

Anotar la ausencia o presencia de la antocianina de acuerdo con los descriptores propuestos, 3 flores por árbol de 5 árboles.



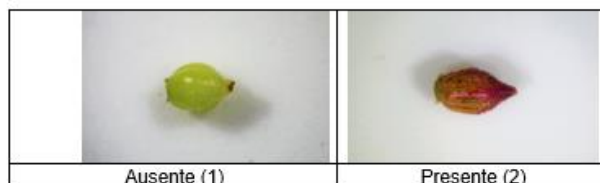
5.2. Antocianina en el filamento

Anotar la ausencia o presencia de la antocianina de acuerdo con los descriptores propuestos, 3 flores por árbol de 5 árboles.



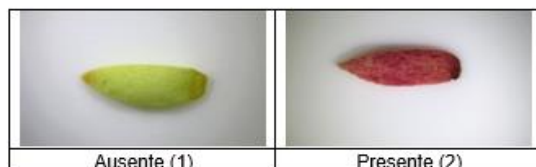
5.3. Antocianina en el ovario

Anotar la ausencia o presencia de la antocianina de acuerdo con los descriptores propuestos, 3 flores por árbol de 5 árboles.



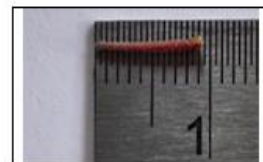
5.4. Antocianina en el sépalo

Anotar la ausencia o presencia de la antocianina de acuerdo con los descriptores propuestos, 3 flores por árbol de 5 árboles.



5.5. Longitud del pedicelo, cm

Medir la longitud en 3 flores por planta. 5 plantas



5.6. Longitud de pétalo, cm

Medir la longitud en 3 flores por planta. 5 plantas



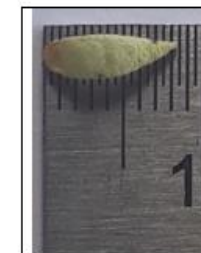
5.7. Ancho de Pétalo, cm

Medir el ancho en 3 flores por planta. 5 plantas



5.8. Longitud de Sépalo, cm

Medir la longitud en 3 flores por planta. 5 plantas



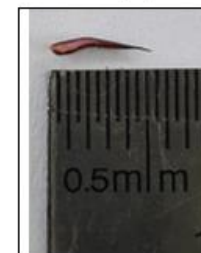
5.9. Ancho de Sépalo, cm

Medir el ancho en 3 flores por planta. 5 plantas



5.10. Longitud de Estaminodios, cm

Medir la longitud en 3 flores por planta. 5 plantas





6. DESCRIPTORES DE FRUTO

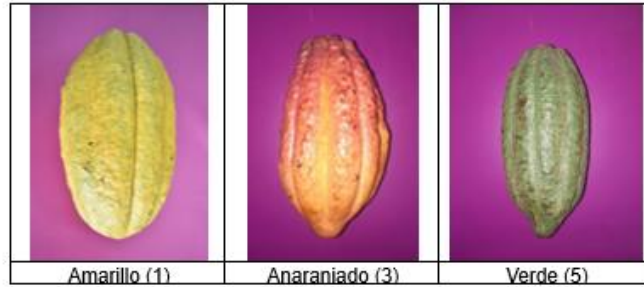
6.1. Color de fruto inmaduro

Anotar el color de acuerdo con los descriptores propuestos



6.2. Color de fruto maduro

Anotar el color de acuerdo con los descriptores propuestos



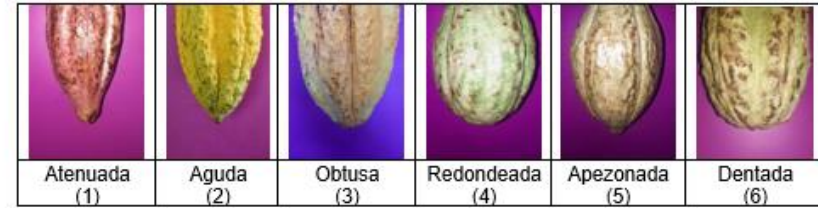
6.3. Forma del fruto

Anotar la forma de acuerdo con los descriptores propuestos



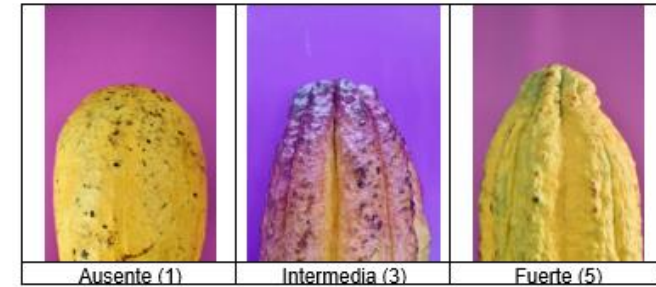
6.4. Forma del ápice del fruto

Anotar la forma de acuerdo con los descriptores propuestos



6.5. Forma de la base del fruto

Anotar la forma de acuerdo con los descriptores propuestos



6.6. Rugosidad del exocarpo

Anotar la rugosidad de acuerdo con los descriptores propuestos



## 7. DESCRIPTORES DE SEMILLA

### 7.1. Número de semillas por fruto

Contar y registrar el número de semillas integras de los frutos de la muestra en 3 frutos por planta, 5 plantas



### 7.2. Masa fresca de la semilla, g

Registrar la masa de las semillas con mucílago en una balanza, por cada fruto de la muestra en 3 frutos por planta, 5 plantas



### 7.3. Masa de 10 semillas, g

Registrar la masa de 10 semillas sin mucílago en una balanza, por cada fruto de la muestra en 3 frutos por planta, 5 plantas



### 7.4. Longitud de semillas, cm

Medir la longitud de las semillas utilizando vernier digital en 3 frutos por planta, 5 plantas



### 7.5. Diámetro de semillas, cm

Medir el diámetro de las semillas utilizando vernier digital en 3 frutos por planta, 5 plantas



### 7.6. Espesor de semillas, cm

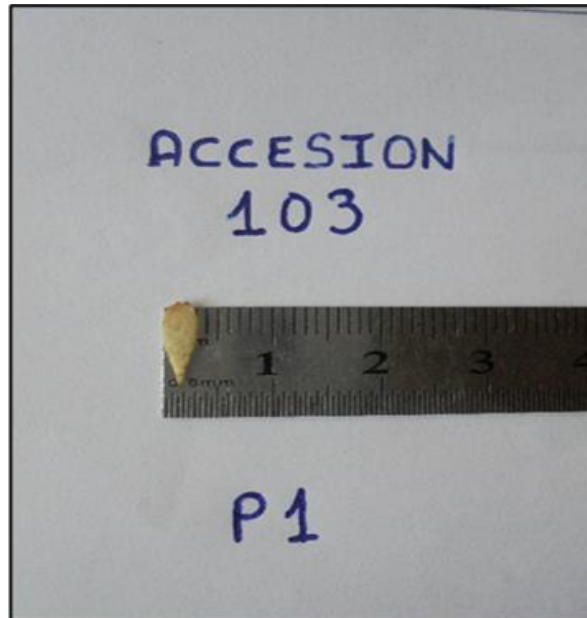
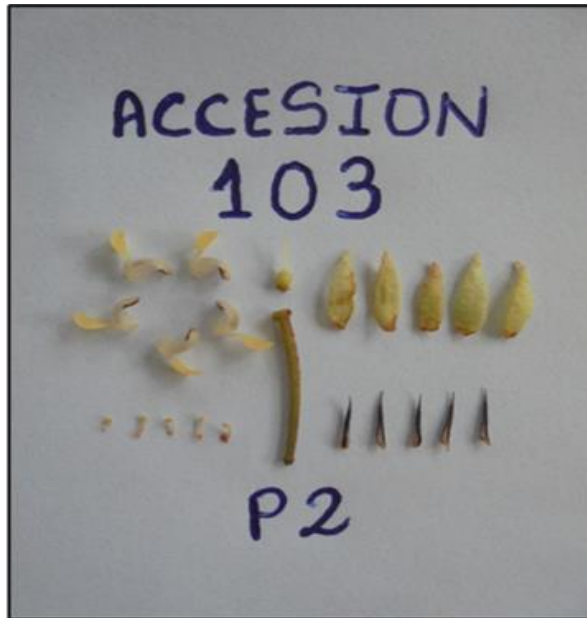
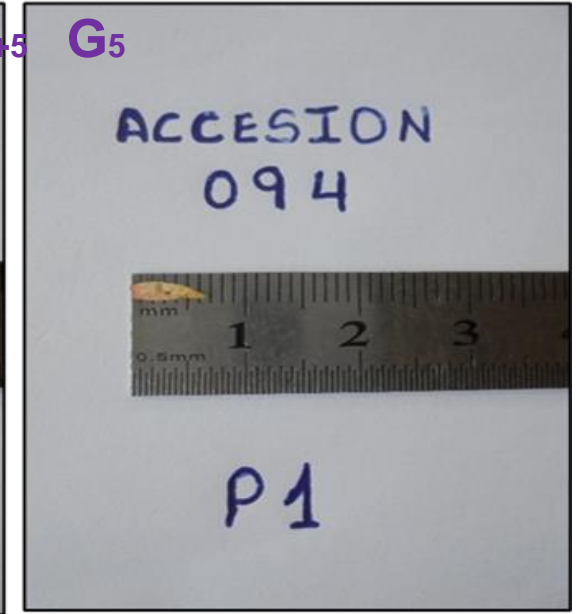
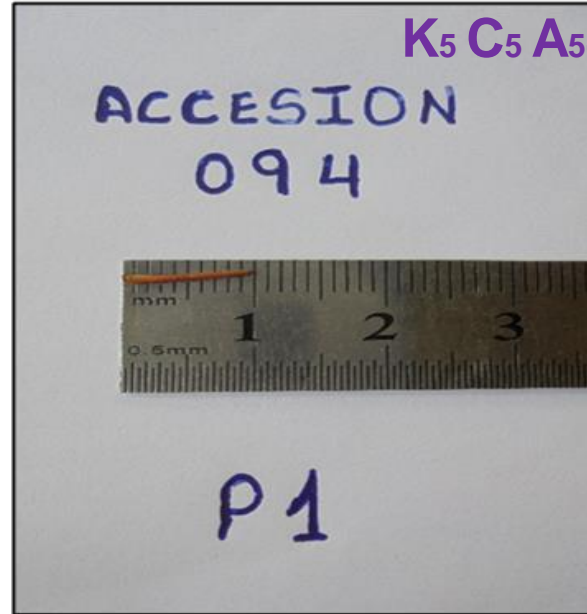
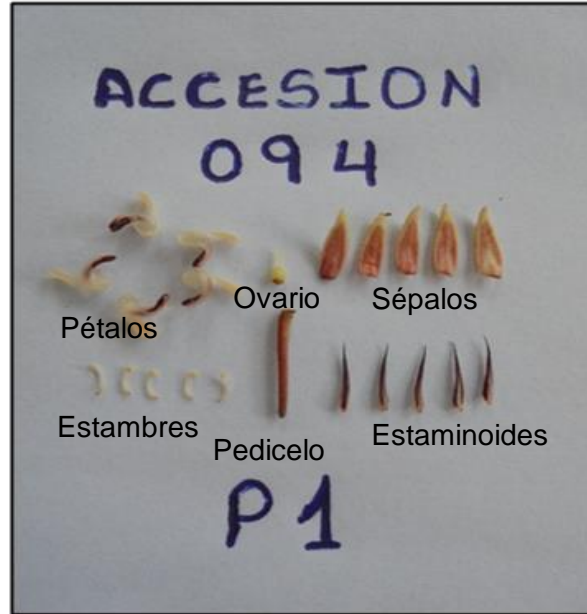
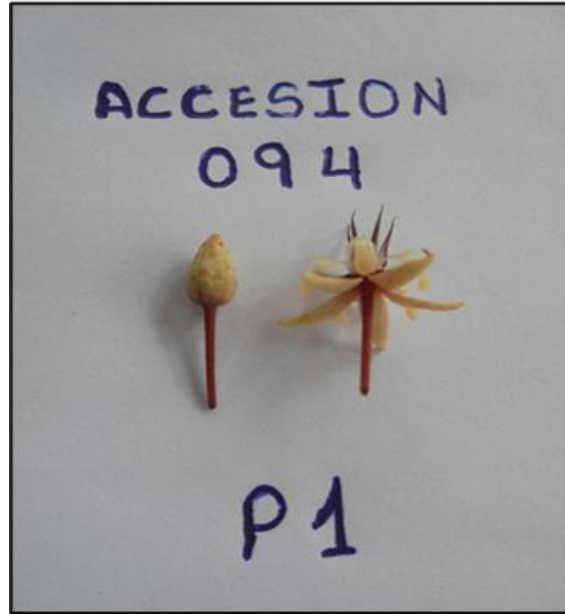
Medir espesor de las semillas utilizando vernier digital en 3 frutos por planta, 5 plantas



# CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA: HOJAS



# CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA: FLORES



# CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA: FRUTOS



Masa de fruto, g



Longitud de fruto, cm

Accesión 080  
P3



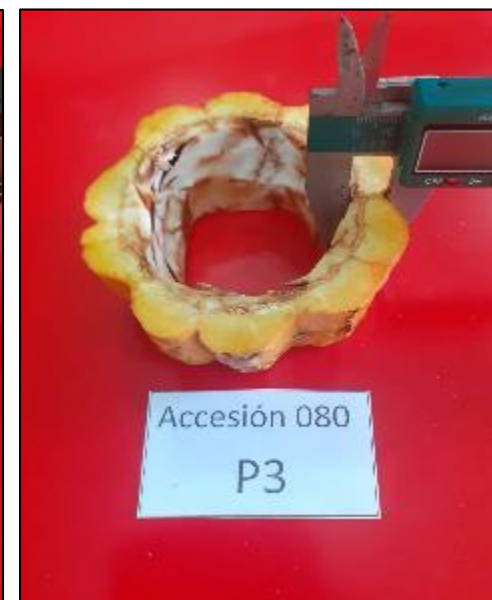
Diámetro de fruto, cm



Masa de pericarpio, g



Espesor de pericarpio, cm



Profundidad de surco, cm

# CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA: SEMILLAS

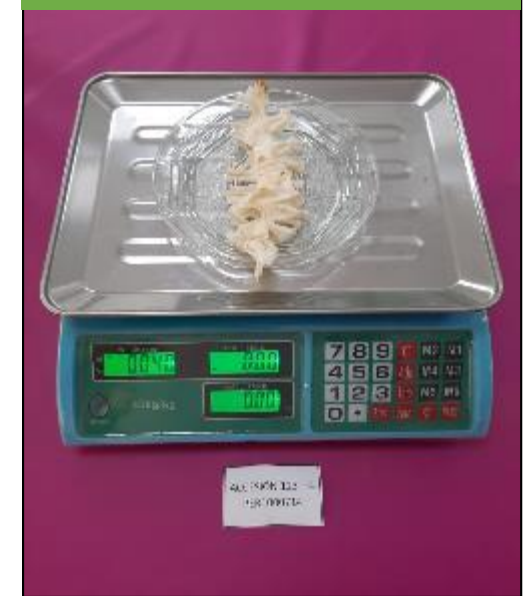
Masa semilla+mucilago+placenta+funículos, g



Masa semilla + mucilago, g



Masa placenta + funículos, g



N° semillas por lóculo



Masa de 10 semillas, g



Forma de Corte longitudinal/transversal



ACCESIÓN 123 - 4  
PER1000714

# Variabilidad fenotípica en frutos de cacao: masa, g

PER1000624



175 g

PER1000634



442 g

PER1000605



620 g

PER1000624



635 g

PER1000674



819 g

PER1000647



1170 g

PER1000668



1349 g

PER1000714

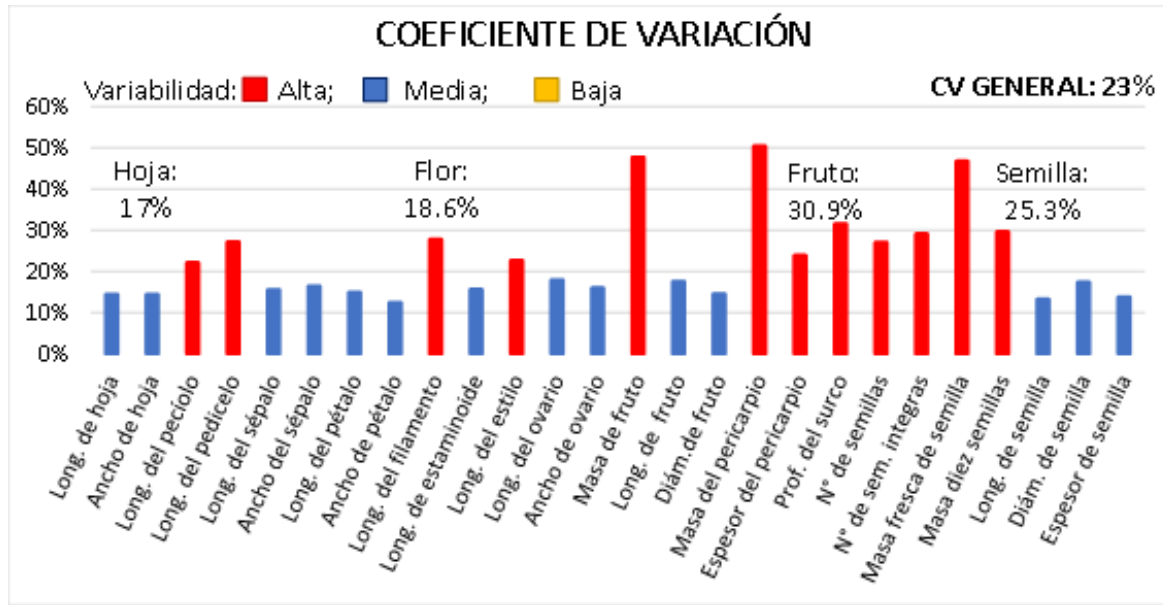


1645 g

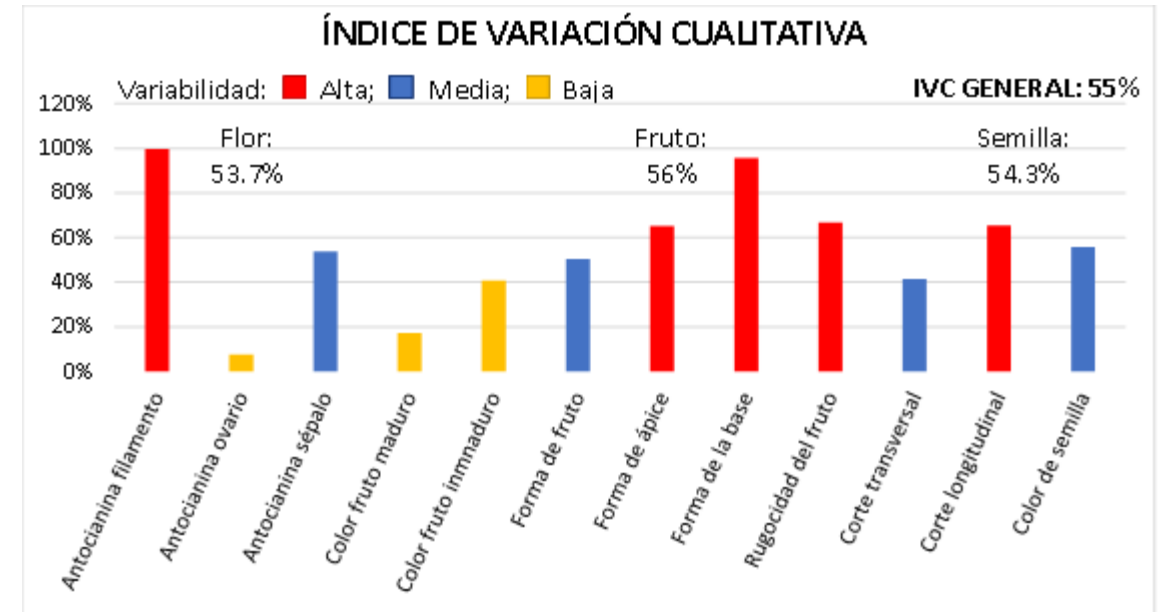
# Variabilidad fenotípica en frutos de cacao: forma, constricción basal, ápice, rugosidad, tamaño



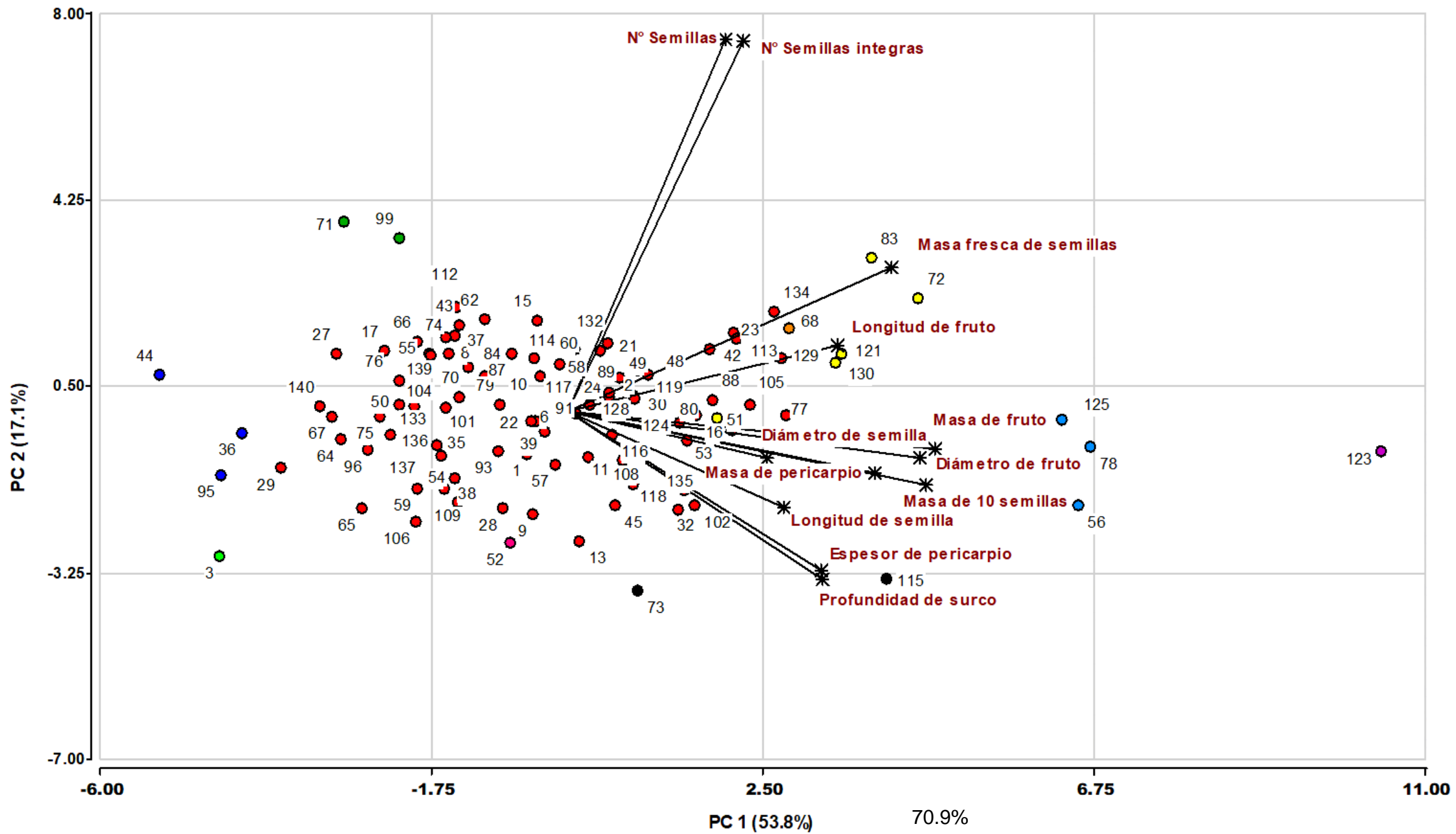




El valor del coeficiente de variabilidad (CV) general para las variables cuantitativas del germoplasma, fue de 23% lo que significa que los datos son heterogéneos y la variabilidad cuantitativa es alta.

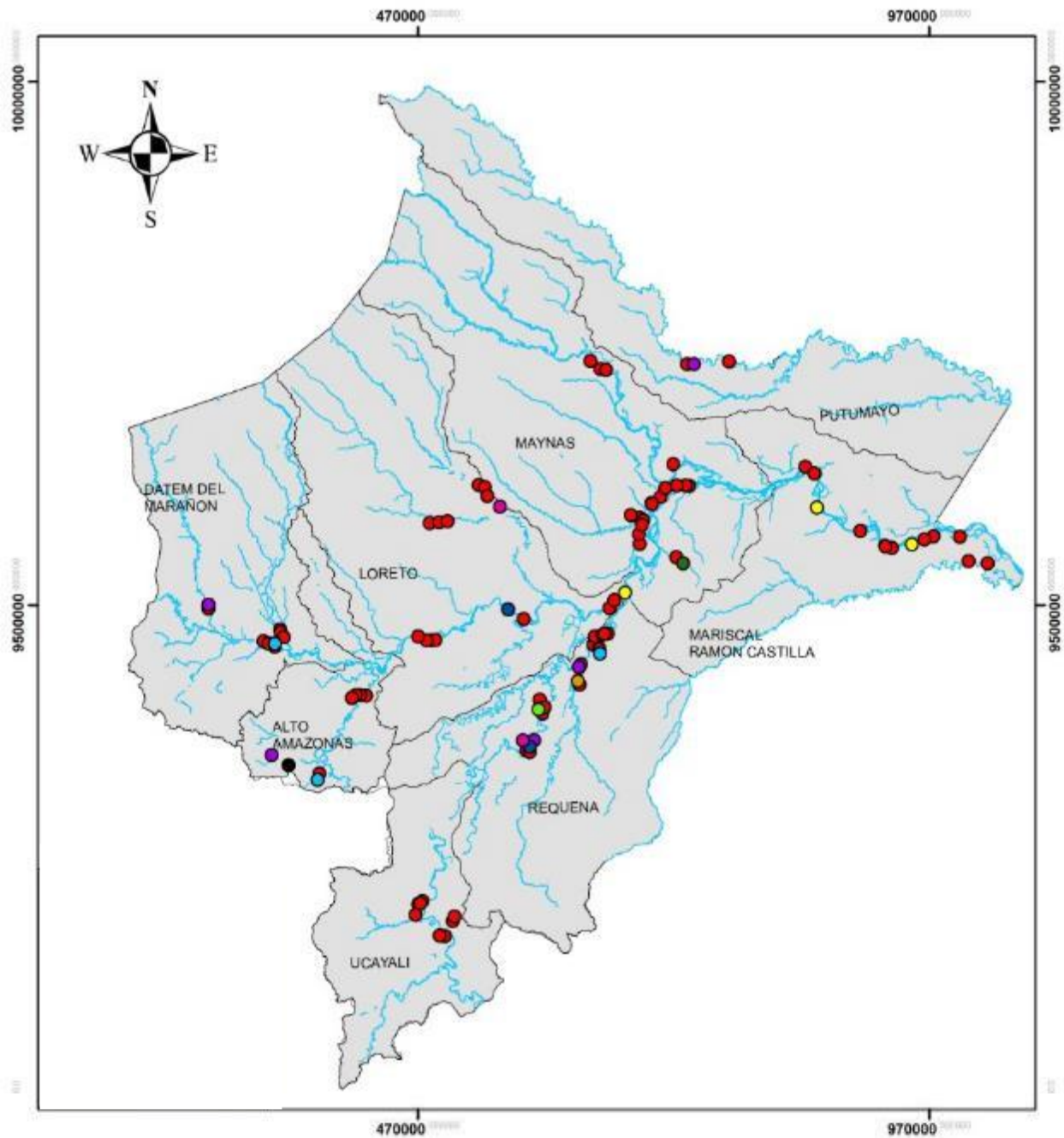


El valor del índice de variación cualitativa (IVC) general para las variables cualitativas del germoplasma, fue de 55% lo que significa que los datos son moderadamente heterogéneos y la variabilidad cualitativa es media o moderada.



# Fenograma del análisis de conglomerado jerárquico de 12 descriptores seleccionados de cacao nativo





GRUPO FENÉTICO	N° ACCESIONES	PROVINCIA
1	19	Maynas
	11	Ramón Castilla
	15	Requena
	8	Datem del Marañón
	13	Loreto
	5	Alto Amazonas
	2	Putumayo
	8	Ucayali
	<b>81</b>	
2	2	Ramón Castilla
	1	Loreto
	<b>3</b>	
3	1	Maynas
	<b>1</b>	
4	2	Requena
	1	Datem del Marañón
	1	Alto Amazonas
	1	Putumayo
	<b>5</b>	
5	1	Requena
	<b>1</b>	
6	1	Requena
	1	Datem del Marañón
	1	Alto Amazonas
	<b>3</b>	
7	1	Requena
	<b>1</b>	
8	1	Requena
	1	Loreto
	<b>2</b>	
9	1	Requena
	1	Loreto
	<b>2</b>	
10	1	Alto Amazonas
	<b>1</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	

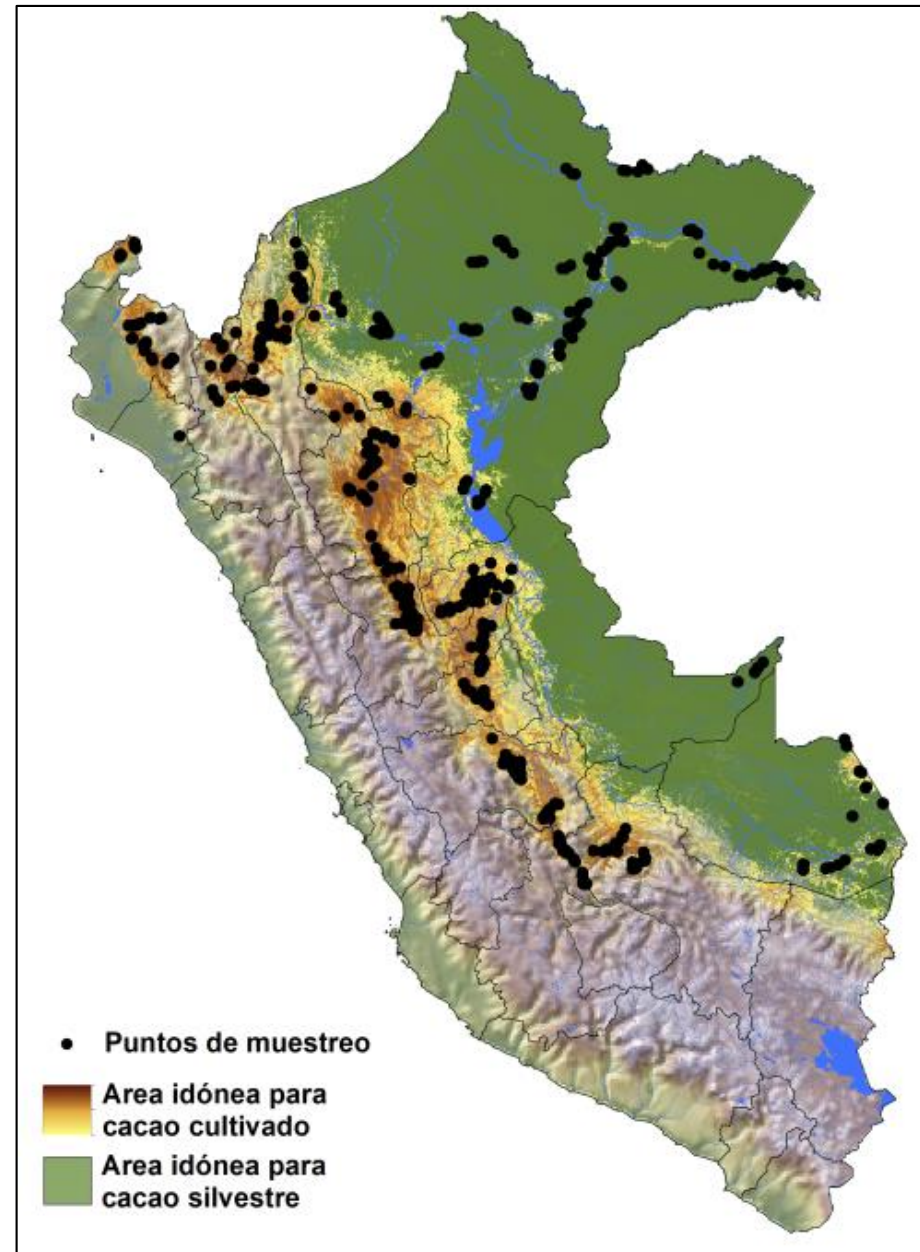
# **DIVERSIDAD O VARIABILIDAD GENÉTICA- GENOTÍPICA**

---

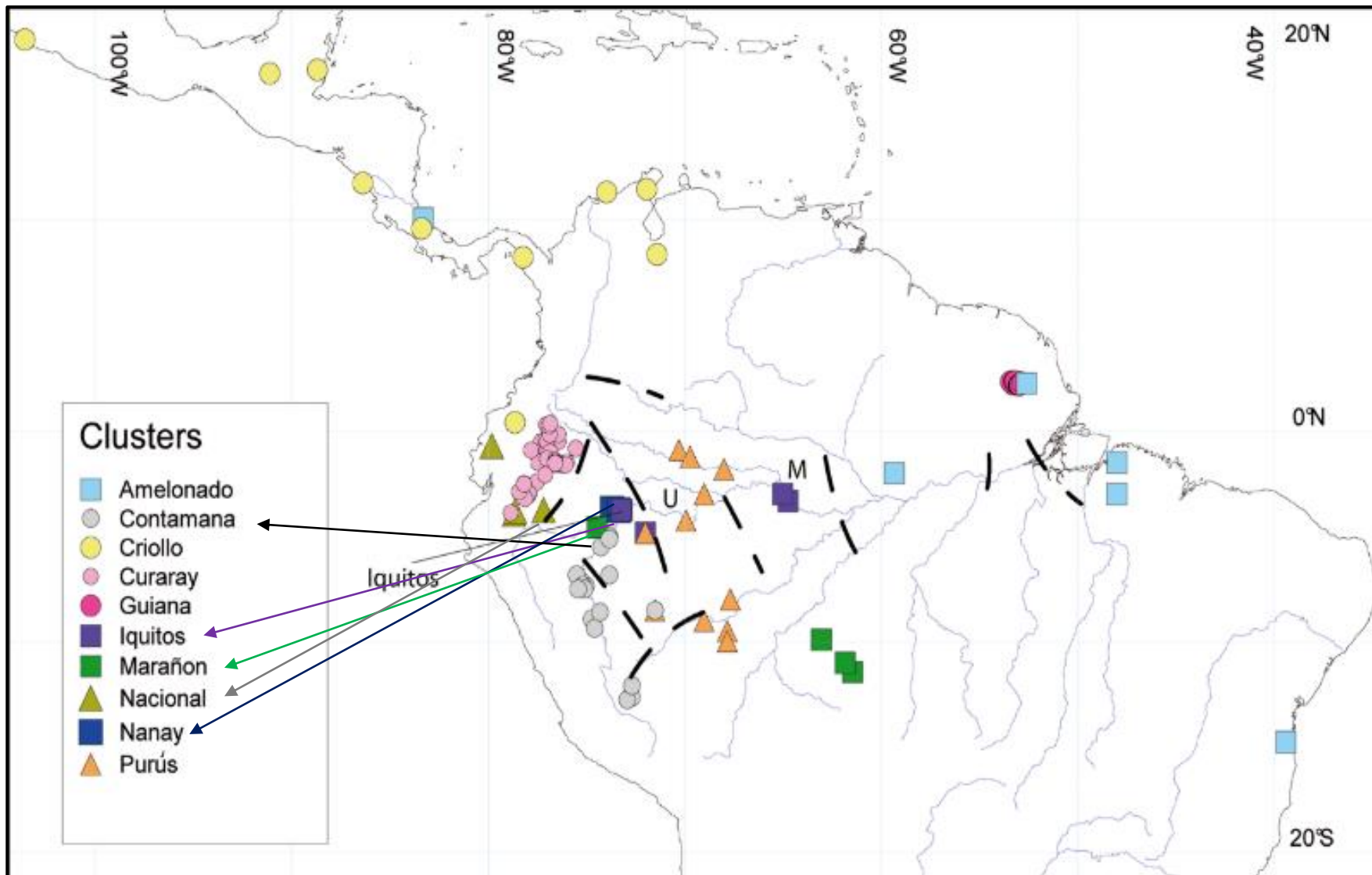
# METODOLOGÍA

## Tamaño de la muestra

- 3 413 muestras
- 323 muestras representativas de los diez grupos genéticos descritos por Motamayor et al (2008).
- 308 marcadores SNP
- Programa Structure para identificación de grupos
- Escenarios evaluados de 10 hasta más de 30 grupos







CLUSTER	SUBCLUSTER
Contamana	Scavina, Vilcanota
Iquitos	IMC, Amazonas, Pound
Marañón	Parinari
Nacional	Morona
Nanay	Nanay

El Perú tiene el 50% de la variabilidad genética de cacao en este estudio.

Motamayor, J. C., Lachenaud, P., e Mota, J. W. D. S., Loor, R., Kuhn, D. N., Brown, J. S., & Schnell, R. J. (2008). Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L). *PLoS One*, 3(10), e3311.





1. Iquitos
2. Marañón
3. Nanay
4. Contamana
5. Nacional
6. Curaray
7. Purús
8. Amelonado
9. Guiana
10. Criollo
11. Chuncho
12. Blanco de Piura
13. Madre de Dios
14. Rondonia
15. Nacional Boliviano

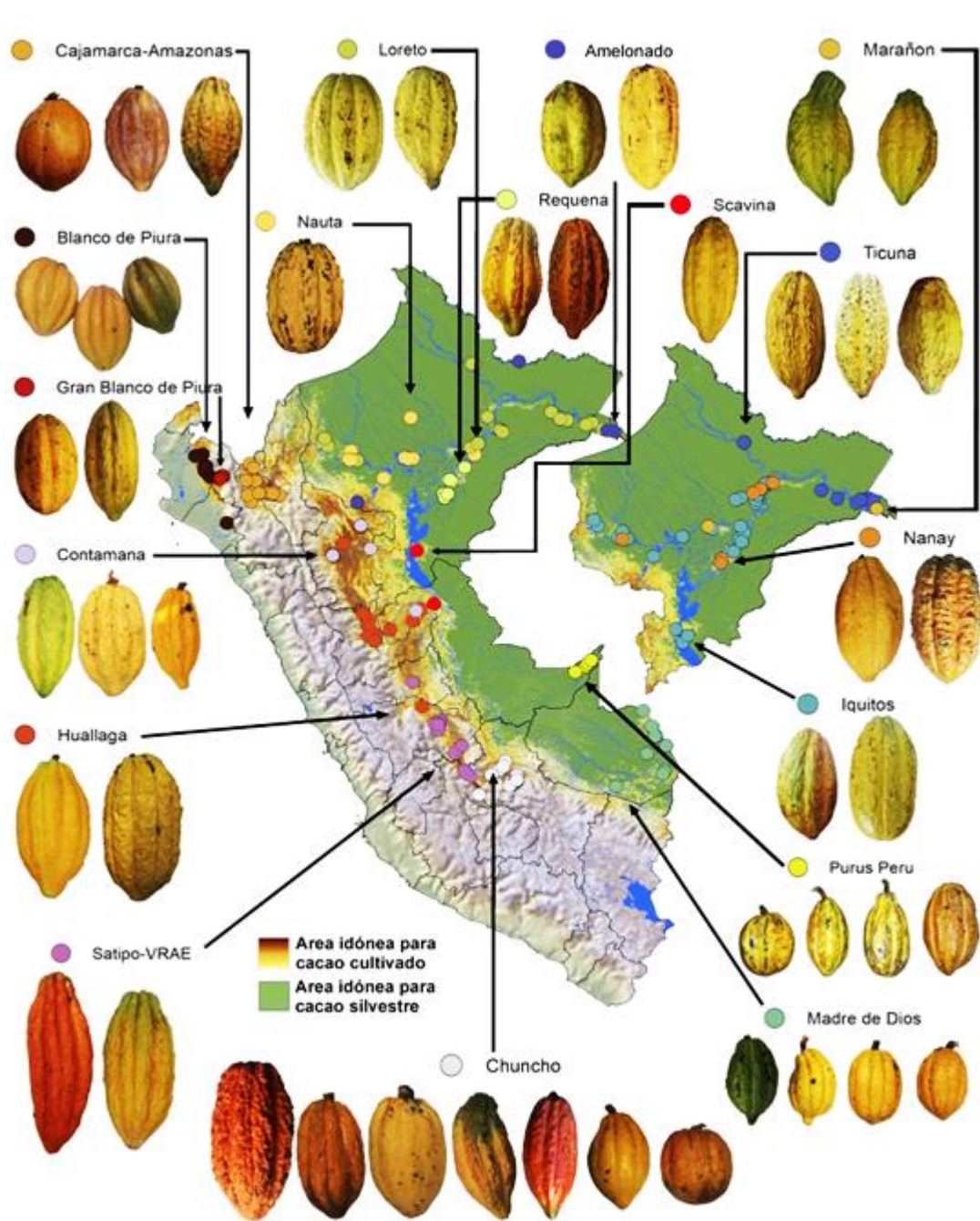
Diferentes grupos genéticos conocidos internacionalmente hasta antes del presente estudio como resultado de varios estudios científicos

# **Tres Tipos de Grupos Genéticos**

- 1. Grupos genéticos de cacaos silvestres**
- 2. Grupos genéticos de cultivares tradicionales  
(trayectoria precolombina)**
- 3. Grupos genéticos de cultivares modernos.**

# DIVERSIDAD GENÉTICA DE CACAO EN EL PERÚ

Bioversity-INIA



- Iquitos
- Loreto
- Nauta
- Ticuna
- Requena
- Nanay
- Marañón
- Amelonado
- Scavina
- Contamana
- Huallaga
- Satipo-VRAE
- Chuncho
- Madre de Dios
- Purus Peru
- Cajamarca-Amazonas
- Blanco de Piura

**15 GRUPOS GENÉTICOS DE CACAOS SILVESTRES**

66% DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE CACAOS SILVESTRES SE ENCUENTRAN EN EL DEPARTAMENTO DE LORETO

**2 GRUPOS GENÉTICOS DE CULTIVARES TRADICIONALES**

# RESUMEN DE GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO ENCONTRADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO

GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO SILVESTRE Y CULTIVARES TRADICIONALES NATIVOS DEL PERÚ	GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO SILVESTRE Y CULTIVARES TRADICIONALES NO NATIVOS CON PRESENCIA EN EL PERÚ	GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO CULTIVARES MODERNOS
1. IQUITOS	18. NACIONAL (ECUADOR)	22. GRAN BLANCO DE PIURA
2. LORETO	19. CURARAY (ECUADOR)	23. CCN-51
3. NAUTA	20. CRIOLLO (CENTROAMERICA)	24. ICS-1
4. TICUNA	21. PURÚS (BRASIL)	25. ICS-6
5. REQUENA		26. ICS-95
6. NANAY		27. IMC-67
7. AMELONADO CATONGO		28. VRAE-15
8. MARAÑÓN		29. VRAE-99
9. CONTAMANA		30. CYP-99 (CULTIVAR YOPLA PUCALLPILLO)
10. SCAVINA		
11. HUALLAGA		
12. SATIPO-VRAE		
13. CHUNCHO		
14. MADE DE DIOS		
15. PURÚS PERÚ		
16. CAJAMARCA-AMAZONAS		
17. BLANCO DE PIURA		

# Grupos genéticos de cacao silvestre y cultivares tradicionales nativos del Perú

## 1. Iquitos

El grupo genético Iquitos fue caracterizado por primera vez en la publicación de Motamayor et al (2008). Es un grupo que tiene presencia también en Ecuador, Colombia y Brasil. En el Perú, el grupo tiene distribución amplia en el departamento de Loreto.

En la clasificación de Motamayor et al (2008) IMC67 (Iquitos Mixed Calabacillo) era parte del grupo genético Iquitos, pero según nuestros datos genéticos se separa en otro grupo que consideramos el IMC67 cultivar mas adelante.



## 2. Loreto

El grupo genético Loreto tiene una distribución similar al Iquitos. Esto podría indicar que ha habido mucho movimiento de material genético de estos grupos por parte de los pueblos indígenas a lo largo de los ríos en el departamento de Loreto. Para obtener más claridad sobre el origen del grupo hace falta un muestreo más exhaustivo a lo largo del departamento de Loreto, mas que todo en la región Amazónica fronteriza con Ecuador.



Grupo Genético  
■ Loreto

## 3. Nauta

El grupo genético Nauta debe su nombre a Nauta, la capital de la provincia de Loreto, donde se encuentran los distritos de Urarinas, Trompeteros y Tigre en las cuencas de las cuales se colectaron representantes de este grupo. Parece tener una distribución geográfica relativamente confinada que podría indicar que el origen del grupo se encuentra en esta región.



Grupo Genético  
■ Nauta

## 4. Ticuna

El grupo genético Ticuna se refiere al grupo indígena asentado en los lugares donde fueron colectadas las muestras representativas del grupo. Para obtener más claridad sobre el origen del grupo hace falta un muestreo más exhaustivo a lo largo del departamento de Loreto, más que todo en la región transfronteriza con Colombia.



■ Area idónea para cacao cultivado  
■ Area idónea para cacao silvestre



Grupo Genético  
■ Ticuna

0 1 2 3 4 5  
cm

## 5. Nanay

El grupo genético Nanay fue caracterizado por primera vez en la publicación de Motamayor et al (2008). Su distribución nativa parece estar restringida al departamento de Loreto. Los árboles de cacao en Ucayali y Huánuco fueron muestreados en los jardines clonales de la Universidad Nacional de Ucayali y la Universidad Nacional Agraria de La Selva, respectivamente, allí marcados como Pound-7.



■ Area idónea para cacao cultivado  
■ Area idónea para cacao silvestre



Grupo Genético  
■ Nanay

0 1 2 3 4 5  
cm

## 6. Amelonado Catongo

El grupo genético Amelonado fue caracterizado por primera vez en la publicación de Motamayor et al. (2008). Es considerado un cultivar tradicional, mas que todo por su estatus cultivado-domesticado en el noreste de Brasil. Es probable que este grupo genético tuvo su origen en la zona fronteriza entre Perú Colombia y Brasil, desde donde material genético fue llevado hacia la embocadura del río Amazonas por los primeros habitantes humanos de la Amazonía (Thomas et al., 2012).

El Catongo es una variedad de amelonado que tiene granos blancos que podrían ser el resultado de selección de granos menos amargos por parte de las poblaciones precolombinas. En nuestro muestreo encontramos arboles representantes del grupo Amelonado en vegetación natural en diferentes partes de Loreto.



Area idónea para cacao cultivado  
Area idónea para cacao silvestre



Distribución del grupo Amelonado según Motamayor et al. (2008)



Grupo Genético  
■ Amelonado

## 7. Marañón

El Marañón es uno de los grupos genéticos descritos por Motamayor et al. (2008), refiriendo a su origen potencial en la cuenca del río Marañón, mientras que su distribución se extiende a lo largo del río Amazonas hasta su desembocadura en el Océano Atlántico. En nuestro muestreo encontramos dos representantes del grupo Marañón en el departamento de Loreto, uno sobre el río Marañón y uno sobre el río Amazonas. Sin embargo, tenían probabilidad de membresía entre 70 y 80%.

Las muestras con probabilidad de membresía >80%, las muestreamos en el banco de germoplasma de la Universidad Nacional Agraria de La Selva, marcados con códigos PA-150 y PA-726, el jardín clonal de la Agencia Agraria Pichari bajo código TSH-659 y la granja Yanayaku en Cajamarca bajo código TSA-654.



Area idónea para cacao cultivado  
Area idónea para cacao silvestre



Distribución del grupo Marañón según Motamayor et al. (2008)



Grupo Genético  
■ Marañón



## 8. Contamana

El grupo genético Contamana fue caracterizado por primera vez en la publicación de Motamayor et al. (2008), extendiéndose desde Cusco hasta Loreto a lo largo de los ríos Urubamba/Vilcanota y Ucayali.

Sin embargo, al incluir muestras nuevas en el análisis, es claro que el grupo original de Motamayor et al. (2008) agrupa mucha más diversidad que un solo grupo. En la clasificación de Motamayor et al. (2008), tanto los grupos genéticos Chuncho y Madre de Dios, descritos más adelante, eran parte del Contamana, pero con base en nuestros análisis es claro que se trata de grupos separados. Además, se diferencian tres grupos adicionales en el Contamana de Motamayor et al. (et al.): un grupo que proponemos llamar el "verdadero" Contamana (el presente grupo), un grupo Scavina y un grupo Requena.

De estos, el grupo Contamana parece estar más relacionado con el grupo Chuncho. Tiene la distribución más amplia de los subgrupos del Contamana original de Motamayor et al. (2008) y además de las cuencas de los ríos Urubamba/Vilcanota y Ucayali, también muestreamos árboles antiguos del grupo en las cuencas de los ríos Tambo y Huallaga. Sin embargo, para poder descartar la posibilidad de que en estas cuencas se trata de árboles introducidos hace varias décadas haría falta más muestreo.

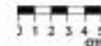


### Distribución del grupo Contamana, combinando nuestras muestras con las consideradas por Motamayor et al. (2008)

Es interesante notar que en el departamento de Ucayali muestreamos un cacao de semilla blanca en este grupo. El punto en el mapa que coincide con la ciudad de Tarapoto corresponde a la colección de germoplasma del ICT.



Grupo Genético  
■ Contamana



## 9. Scavina

El grupo genético Scavina ya fue identificado por Motamayor et al. (2008) como un subgrupo netamente peruano de Contamana. En nuestro estudio solo muestreamos dos árboles de cacao en este grupo, uno del jardín clonal de la Universidad Nacional de Ucayali, marcado como SCA-6 y uno del jardín clonal de la Agencia Agraria Pichari en Cusco, marcado como SCA-12.

Los materiales pertenecientes a Scavina han sido usados en programas de mejoramiento de cacao por sus cualidades sensoriales superiores. Un ejemplo es el TSH-565 que lleva parte del Scavina y parte de ICS-1 en su genoma.



Distribución del grupo Scavina, combinando nuestras muestras con las consideradas por Motamayor et al. (2008)



## TSH-565



## 10. Requena

El grupo genético Requena, uno de los subgrupos del grupo Contamana originalmente propuesto por Motamayor et al. (2008) tiene una distribución restringida por el río Ucayali Bajo en el tramo justo antes de su unión con el río Marañón para formar el río Amazonas.



## 11. Cajamarca-Amazonas

El grupo genético Cajamarca-Amazonas está muy asociado a los grupos Blanco y Gran Blanco de Piura, los que a su vez están relacionados al grupo Nacional definido por Motamayor et al. (2008). Sin embargo, en nuestro análisis de Structure, únicamente hasta el escenario de 10 grupos genéticos los grupos Cajamarca-Amazonas, y Blanco y Gran Blanco de Piura estaban juntos en un solo clúster. A partir de 11 clústeres o más, el Nacional siempre fue clasificado como grupo aparte.

Es probable que el grupo Cajamarca-Amazonas representa un cultivar antiguo de cacao cuya domesticación se puede haber iniciado hace más de 5,300 años antes del presente por la cultura Mayo Chinchipe Marañón. Tanto en áreas ceremoniales en Santa Ana La Florida en Ecuador (Zarillo et al., 2018) como en Montegrande en Jaén, Perú (Olivera-Núñez, 2018) se encontró evidencia de uso de cacao por la élite de aquella sociedad. Posiblemente esta cultura tuvo



Area ceremonial con representación antropomorfa en Montegrande, Jaén (foto: Quirino Olivera Nuñez).



■ Area idónea para cacao cultivado  
■ Area idónea para cacao silvestre

un interés en cacao de semilla blanca, sea por razones espirituales sea por razones sensoriales. Mientras que los cacaos del grupo Cajamarca-Amazonas tienen a menudo semillas blancas (p.ej el Fortunato-4 que es parte de este grupo), no es un rasgo predominante. Sin embargo, el cacao introducido desde la Amazonia a las costas de Perú y Ecuador vía rutas precolombinas de comercio, era originalmente 100% blanco, lo que podría indicar que el cacao blanco tenía una connotación especial para los pueblos precolombinos de la región.



Grupo Genético  
■ Cajamarca-Amazonas



0 1 2 3 4 5  
cm

## 12. Blanco de Piura

Como se menciona antes, el grupo genético Blanco de Piura está muy asociado al grupo Cajamarca-Amazonas y a su vez están relacionados al grupo Nacional definido por Motamayor et al. (2008). Representa un cultivar antiguo que podría venir desde el tiempo de los Moches, como es evidente de los múltiples artefactos y artesanías hallados en la costa Peruana. La mayoría de árboles en este grupo tienen granos blancos o una mezcla de granos blancos y morados. El cacao Mayascon de Ferreñafe, Lambayeque, pertenece a este grupo.

En Piura no hay suficiente precipitación para que el cacao sobreviva sin intervención humana, y todo cacao de Piura es irrigado, antes a escala pequeña en los jardines alrededor de las casas y actualmente con sistemas de riego tecnificado. Los árboles de cacao



Area idónea para cacao cultivado  
Area idónea para cacao silvestre

pertencientes a este grupo genético que muestreamos en Cajamarca y San Martín son muy probablemente introducciones de material de origen Piurano.



Collar Moche de frutos de cacao en oro recuperado de la huaca del señor de Sipan, Chiclayo, indicando su importancia para la élite (foto: Quirino Olivera Nuñez).



Grupo Genético  
■ Blanco de Piura



0 1 2 3 4 5  
cm



Vasija Sicán con cuatro frutos de cacao y golletes antropomorfos, excavada en el Cerro Huaranga, sector III del Parque Arqueológico de Batán Grande, Pítipo, Ferreñafe, Lambayeque. Documentado en una tumba bajo el Proyecto Arqueológico Sicán. Archivo: Museo Nacional de Sicán (cortesía Carlos G. Elera Arévalo)



Cacao de Mayascon, Pítipo, Ferreñafe, Lambayeque (foto Carlos G. Elera Arévalo)

### 13. Huallaga

El grupo Huallaga tiene una distribución amplia y no es muy claro donde podría estar su origen. Sin embargo los árboles mas antiguos (estimados en 50 años) fueron muestreados en Huánuco, y nuestra hipótesis es que este grupo fue introducido en varias partes del país desde Huánuco, lo que es respaldado por su presencia en múltiples bancos de germoplasma y jardines clonales en Cusco, Junín, San Martín y Amazonas. Los genotipos H-9, 12, 28, 46 y 55 de la colección Huallaga de la Universidad Agraria de la Selva es parte de este grupo.



■ Área idónea para cacao cultivado  
■ Área idónea para cacao silvestre



Grupo Genético  
■ Huallaga



### 14. Satipo-VRAE

El grupo genético Satipo-VRAE parece estar mas asociado al grupo Huallaga y es el grupo menos estable en comparaciones entre los múltiples escenarios que consideramos en Structure, en el sentido que a veces algunos árboles son clasificados en el grupo Huallaga, y a veces en este grupo. Sin embargo, consideramos que es justificado considerarlo como grupo genético diferenciado hasta que una mayor intensidad de muestreo genético lo vuelva redundante. Su origen esta probablemente compartido entre la region de VRAE y Satipo.



■ Área idónea para cacao cultivado  
■ Área idónea para cacao silvestre

Es interesante notar que en el departamento de Huánuco muestreamos un cacao de semilla blanca alineado a este grupo.



Grupo Genético  
■ Satipo-VRAE



## 15. Chuncho

El cacao Chuncho de Cusco es un cultivar antiguo que es único en el mundo, más que todo por su diversidad de variedades que son conocidas por los agricultores bajo nombres locales diferenciados. Dichos nombres locales no siempre se refieren a caracteres fenotípicos fáciles de observar. Por ejemplo, el Chuncho Cáscara de Huevo se caracteriza por tener un mesocarpio muy delgado aunque no se nota en el fruto entero. El Chuncho es el cacao nativo más alto del mundo, que tradicionalmente se cultiva encima de los 1.600 metros sobre el nivel del mar.

Es probable que el Chuncho fue domesticado por los Matsigenkas y sus antepasados. El Chuncho en general se caracteriza por tener pulpa dulce, frutal y floral y granos con (muy) bajo amargor. La diversidad de sabores de pulpa descritos para el conjunto de variedades de chuncho no tiene par en el mundo. Hay variedades con mazorcas y granos muy pequeños (p.ej Chuncho Emilia), hasta muy grandes (p.ej Chuncho de Montaña), y hay unas tres variedades de Chuncho con granos blancos (Común, Chuncho, Pamuco).

La distribución nativa del Chuncho está probablemente limitada al valle de la Convención y los materiales que muestreamos en la región del VRAE probablemente representan introducciones antiguas y más recientes. Las muestras en Junín corresponden al banco de germoplasma de Machu Picchu Foods.



Area idónea para cacao cultivado  
Area idónea para cacao silvestre



Grupo Genético  
Chuncho



Chuncho Emilia



Chuncho Pamuco



Chuncho Pamuco Rugoso



Cáscara de Huevo



Chuncho Señorita



Achoccha



Chuncho

Chuncho Clásico



Chuncho Lagarto



Chuncho Blanco





Común Rugoso



Común



Común Liso



Chuncho Común



Chuncho de Montaña



Variabilidad de granos de cacaos Chuncho

## 16. Madre de Dios

El Madre de Dios es un grupo genético silvestre, muy cercano tanto al cacao Chuncho como al cacao Nacional boliviano. Es un grupo diverso tanto fenotípicamente como sensorialmente, pero en general con frutos pequeños.



Area idónea para cacao cultivado  
Area idónea para cacao silvestre



Grupo Genético  
Madre De Dios



## 17. Purús Perú

El grupo Purús Perú es un grupo genético nuevo recientemente descubierto por la ciencia. Ocupa un lugar intermedio entre los grupos de Madre de Dios y el Purús descrito anteriormente por Motamayor et al. (2008) cuya distribución mayormente está en el oeste de Brasil.

Las primeras experiencias con la producción de chocolate con base en granos de cacao de este grupo sugieren que el Purús Perú es un cacao fino de aroma. Existen algunos genotipos que se destacan por tener granos blancos.



■ Área idónea para cacao cultivado  
■ Área idónea para cacao silvestre



Grupo Genético  
■ Purús Perú



## Grupos genéticos de cacao silvestre y cultivares tradicionales no nativos con presencia en el Perú

### 18. Nacional

El grupo genético Nacional, a pesar de estar relacionado a los grupos Blanco y Gran Blanco de Piura y Cajamarca-Amazonas está más que todo presente en Tumbes como híbrido. La afinidad genética más alta a este grupo que encontramos fue de 70% (ver foto abajo). La presencia del cacao Nacional en Tumbes es principalmente por la influencia ecuatoriana dado que la costa de Ecuador es la principal área de la distribución nativa del grupo Nacional.

Sin embargo, múltiples genotipos que son híbridos entre Nacional y otros grupos genéticos han sido introducidos en diferentes partes del Perú. Los más conocidos son los EET que tradicionalmente eran híbridos entre Nacional y Amelonado. Al igual que para los cultivares ICS-1, 6 y 95 los análisis en algunos escenarios de grupos genéticos



■ Área idónea para cacao cultivado  
■ Área idónea para cacao silvestre

mostraron que EET se diferenció como grupo genético independiente, pero siendo menos estable no lo consideramos como un cultivar moderno como tal.



0 1 2 3 4 5  
cm





EET-4



Grupo Genético  
Amelonado Nacional

EET-228



Grupo Genético  
Amelonado Nacional  
ICS-1 cultivar  
ICS-95 cultivar

## 19. Curaray

Encontramos en nuestro muestreo una presencia muy débil del grupo Curaray en el Perú, principalmente correspondiendo a materiales introducidos como híbridos, como es el caso del EET-400, por ejemplo.

En los departamentos de Iquitos y Amazonas no muestreamos ningún árbol de cacao con algún nivel de parentesco significativo con el Curaray. Sin embargo es probable que el grupo esté presente en la región Amazónica fronteriza con el Ecuador donde representa el principal grupo silvestre nativo.



Curaray



Curaray puro de granos blancos de la Asociación Wiñak de la comunidad Archidona, Napo, Amazonía ecuatoriana (foto: Jan Schubert)

EET400



Grupo Genético  
Curaray  
ICS-39 cultivar

## 20. Criollo

Como mencionamos arriba, la distribución nativa del grupo genético criollo cubre Centroamérica y el norte de Colombia y Venezuela. El criollo puro tiene semillas blancas y cualidades sensoriales superiores. El grupo criollo tiene presencia en el Perú a través de los múltiples genotipos de cacao Trinitario que han sido introducidos desde el banco de germoplasma CRC de Trinidad y Tobago (notablemente los ICS-1, 6, 39, 95) y Costa Rica (notablemente los UF). Los Trinitarios son típicamente híbridos entre los grupos genéticos Criollo y Amelonado como se puede apreciar en los perfiles genéticos mostrados abajo.

Cabe mencionar que muchos de los genotipos Trinitario ya están muchos años en el país, y se han recombinado genéticamente con otros cacaos de diferente composición genética resultado de propagación sexual en los campos de agricultores. Por ende, aunque la gente siga usando los códigos de los genotipos originales, en la mayoría de los casos ya representan acervos genéticos donde una buena parte del genoma de los genotipos originales se ha recombinado con genomas de diferentes orígenes, y se han diferenciado en grupos genéticos a los que nos referimos como cultivares modernos (p.ej. cultivares ICS-1, 6, 95).

Curiosamente, éste no es el caso para todos los genotipos de Trinitario. Por ejemplo, la composición genética de los árboles ICS-39 que muestreamos eran híbridos perfectos entre los grupos

criollo y amelonado en la mayoría de los casos. Posiblemente, ha habido menos propagación sexual de este genotipo por parte de los agricultores y se ha mantenido relativamente puro, tal vez porque es percibido como susceptible a Monilia. Otra explicación podría ser que los otros ICS (1, 6, 95) tengan alguna parte en su genoma que es dominante en la herencia genética mediante propagación sexual, permitiendo su asignación a diferentes grupos genéticos.



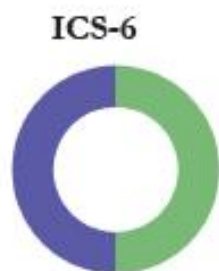
Criollo



Criollos puros de Santa Marta, Colombia (foto: Jan Schubert)



Grupo Genético  
■ Anelorado Criollo



Grupo Genético  
■ Anelorado Criollo



Grupo Genético  
■ Anelorado Criollo



Grupo Genético  
■ Anelorado Criollo

## Composición de algunos de los genotipos puros del grupo Trinitario

### 21. Purús

Solo encontramos una presencia muy débil en el Perú del grupo Purús, con individuos en Madre de Dios que tuvieron una afinidad al grupo de máximo 30%..



## Cultivares modernos

### 22. Gran Blanco de Piura

El grupo Gran Blanco de Piura es muy relacionado al Blanco de Piura y podría considerarse un cultivar moderno derivado del mismo. Es el resultado de un programa de selección realizado por la APPCACAO y la Cooperativa Agraria Norandino y se trata de genotipos de cacao altamente productivos y de casi 100% granos blancos, con un perfil sensorial distintivo..



La Cooperativa Agraria Norandino tiene un jardín clonal de genotipos superiores del Gran Blanco de Piura en la comunidad de La Quemazón del distrito San Juan de Bigote, desde donde se esta expandiendo el cultivo mediante diseño clonal.



Grupo Genético  
■ Gran Blanco de Piura



## 23. CCN-51 cultivar

El CCN51 es el cacao híbrido más popular en el Perú por su precocidad, alta productividad, y relativa resistencia contra plagas y enfermedades. Boza et al. (2014) revelaron que el genotipo originalmente creado por el ing. Homero Castro en el fundo Naranjal, Ecuador, era el resultado de un cruce entre el genotipo IMC-67 y el cacao Trinitario ICS-95.

Sin embargo, hoy en día lo que es llamado CCN-51 en el Perú muchas veces ya no corresponde al genotipo original pero más bien es un cultivar moderno por haber acumulado partes del genoma de múltiples diferentes grupos genéticos como resultado de propagación sexual por parte de los agricultores.

A pesar de ello, la huella genética del CCN-51 cultivar parece ser tan pronunciada que siempre se diferencia como grupo genético, independiente en todos los escenarios de 10 hasta 35 grupos que consideramos. Por otro lado, hay algunos árboles considerados localmente como CCN-51 que parecen ser resultado de cruces entre IMC-67 e ICS-1. El ICS-1 no fue considerado entre posibles progenitores del CCN-51 en el estudio de



Area idónea para cacao cultivado  
Area idónea para cacao silvestre

Boza et al (2014) y entonces podría ser una pista para futuras investigaciones



Grupo Genético  
■ CCN-51 cultivar



Grupo Genético  
■ IMC-67 cultivar  
■ ICS-1 cultivar



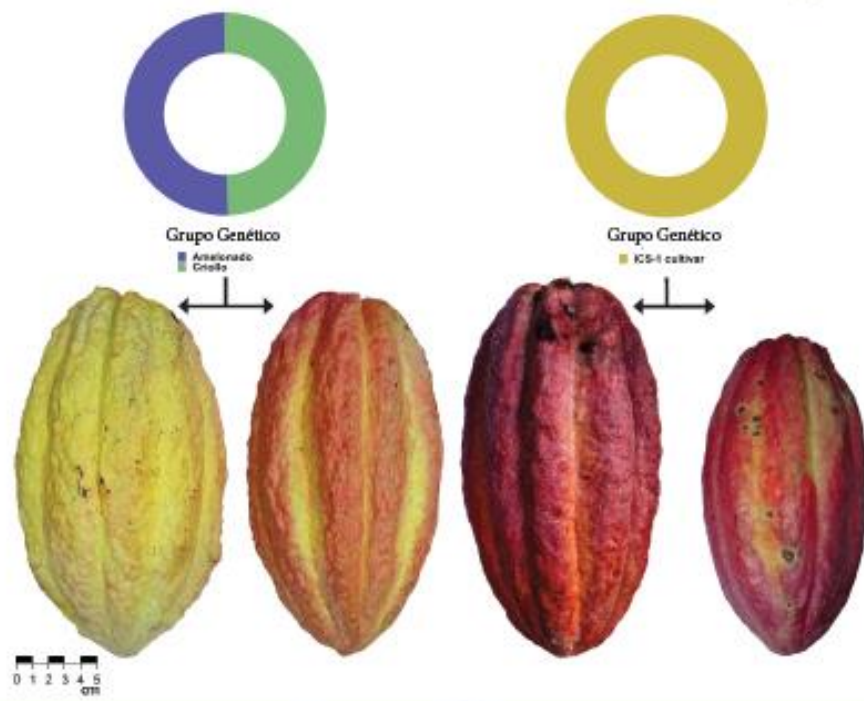
0 1 2 3 4 5  
cm



## 24. ICS-1 cultivar

El cultivar ICS-1 es el resultado de la recombinación del genotipo ICS-1 (un cruce entre los grupos Criollo y Amelonado – ver sección del grupo Criollo) originalmente introducido desde Trinidad y Tobago, con cacao de diferente composición genética por propagación sexual por parte de los agricultores.

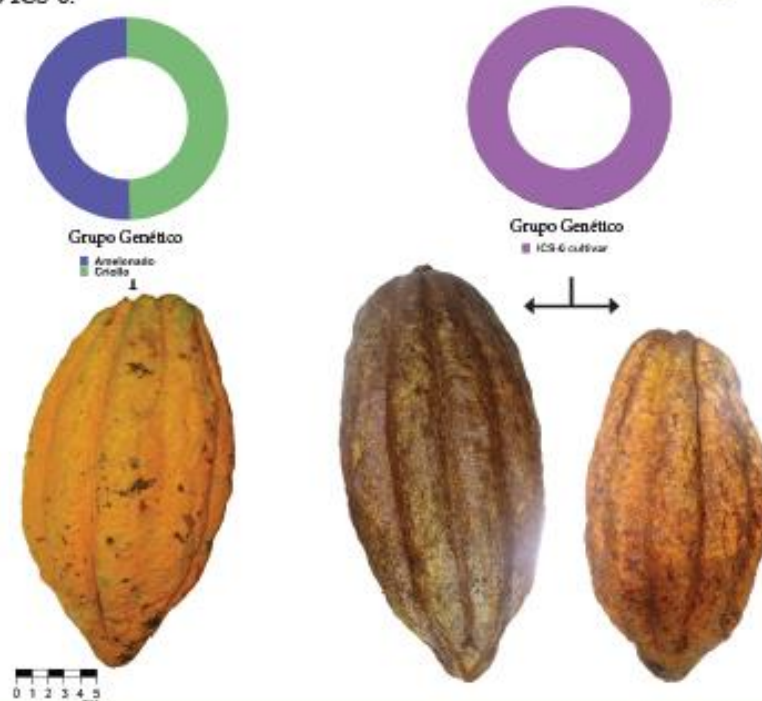
Curiosamente, los árboles de cacao que probablemente son clones puros del genotipo original ICS-1 se diferencian en su perfil genético como cruces entre los grupos Criollo y Amelonado, mientras que los del ICS-1 son agrupados en el grupo genético ICS-1.



## 25. ICS-6 cultivar

Igual como para el ICS-1, el cultivar ICS-6 es el resultado de la recombinación del genotipo ICS-6 (un cruce entre los grupos Criollo y Amelonado – ver sección de grupo Criollo) originalmente introducido desde Trinidad y Tobago, con cacao de diferente composición genética por propagación sexual por parte de los agricultores.

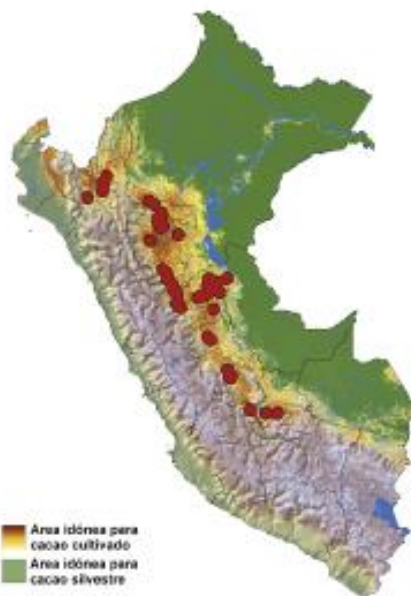
Curiosamente, los árboles de cacao que probablemente son clones puros del genotipo original ICS-6 se diferencian como cruces entre los grupos Criollo y Amelonado, mientras que los del ICS-6 cultivar son agrupados en el grupo genético ICS-6.



## 26. ICS-95 cultivar

El cultivar ICS-95, igual como los cultivares ICS-1 y 6, es el resultado de la recombinación del genotipo ICS-95 (un cruce entre los grupos cultivar Criollo y Amelonado – ver sección de grupo Criollo) originalmente introducido desde Trinidad y Tobago, con cacao de diferente composición genética, por propagación sexual por parte de los agricultores.

En nuestros análisis genéticos, contrario a los casos de ICS-1 and 6, ningún árbol marcado como ICS-95 se identificó en su perfil genético como cruce entre los grupos Criollo y Amelonado, y más bien todos se agruparon en el grupo genético ICS-95



Grupo Genético  
■ ICS-95 cultivar



## 27. IMC-67 cultivar

Consideramos como cultivar moderno al grupo genético IMC-67 por su uso muy difundido en el Perú y Latino América principalmente como patrón. Curiosamente, la muestra original de IMC-67 en los análisis de Motamayor et al (2008) no está incluida en este cultivar, pero mas bien forma parte del grupo genético Iquitos descrito arriba. Es posible que esto se debe a algún error en el etiquetado. Por otro lado no encontramos en nuestro muestreo ningún representante del grupo IMC67 en el departamento de Loreto, dificultando la identificación de su origen.

El genotipo originalmente colectado por Pound como IMC-67 es progenitor de muchos híbridos en uso actualmente, donde el mas famoso tal vez es el CCN-51.



Grupo Genético  
■ IMC-67 cultivar



## 28. VRAE-15 cultivar

El VRAE-15 recibió su nombre por haber surgido en plantación de agricultor en la región de VRAE (Valle de los rios Apurimac y Ene). Ha sido introducido en Huánuco y Ucayali también bajo el nombre CMP-15, pero este es genéticamente idéntico al VRAE-15 sugiriendo que se trata de una copia del mismo tomado posteriormente.

Nuestros análisis genéticos sugieren que el VRAE-15 es un híbrido entre los cultivares ICS-1 y IMC-67 y los grupos Scavina y Huallaga-Satipo-VRAE. Este último representa la unión entre los grupos descritos anteriormente Huallaga y Satipo-VRAE, porque no hay certeza absoluta a que grupo pertenecía el progenitor. Sin embargo, es probable que ha sido un genotipo local del VRAE perteneciente al grupo genético Satipo-VRAE.

Las buenas características productivas y sensoriales del VRAE-15 explican su éxito y expansión en plantaciones en diferentes partes del país, incluyendo Madre de Dios



Grupo Genético  
■ VRAE-15 cultivar

### Origen genético del VRAE-15



Grupo Genético  
■ IMC-67 cultivar  
■ ICS-1 cultivar  
■ Scavina  
■ Huallaga-Satipo-VRAE



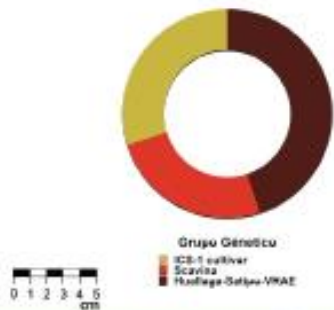
## 29. VRAE-99 cultivar

Al igual como el VRAE-15, el VRAE-99 recibió su nombre por haber surgido en plantación de agricultor en la región de VRAE (Valle de los rios Apurimac y Ene). Ha sido introducido en Huánuco y Ucayali también bajo el nombre CMP-99, pero este es genéticamente idéntico al VRAE-99, sugiriendo que se trata de una copia del mismo tomado posteriormente.

Nuestros análisis genéticos sugieren que el VRAE-99 es un híbrido entre el cultivar ICS1 y los grupos Scavina y Huallaga-Satipo-VRAE. Este último representa la unión entre los grupos descritos anteriormente Huallaga y Satipo-VRAE, porque no hay certeza absoluta a que grupo pertenecía el progenitor. Sin embargo, es probable que ha sido un genotipo local del VRAE perteneciente al grupo genético Satipo-VRAE.

Las buenas características productivas y sensoriales del VRAE-99 explican su éxito y expansión en plantaciones en diferentes partes del país.

Origen genético del VRAE-99



## 30. CYP-99 cultivar

Solo recientemente el CYP (Colección Yopla Pucapillo) está cogiendo fuerza en plantaciones en San Martín, Huánuco y Ucayali, principalmente por su precocidad, alta productividad y calidad sensorial interesante. Nuestro análisis genético lo clasifica como 84% cultivar CCN51 y 16% Nanay. Es producto de polinización abierta en campo del agricultor Yopla en Pucapillo, San Martín, pero no es muy claro aún cuales exactamente eran sus progenitores.



Origen genético del CYP-99



# 7 GRUPOS GENÉTICOS PUROS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE CACAO DE INIA EN LORETO



Grupo Genético  
■ Iquitos

Accesión 1-3  
**PER1000592**



Grupo Genético  
■ Loreto

Accesión 2-5  
**PER1000593**



Grupo Genético  
■ Requena

Accesión 54-1  
**PER1000645**



Grupo Genético  
■ Nauta

Accesión 103-2  
**PER1000694**



Grupo Genético  
■ Ticuna

Accesión 44-2  
**PER1000635**



Grupo Genético  
■ Mursi

Accesión 8-5  
**PER1000599**



Grupo Genético  
■ Amelonado

Accesión 46-1  
**PER1000637**



Grupo Genético  
■ Iquitos

Accesión 1-5  
**PER1000592**



Grupo Genético  
■ Loreto

Accesión 3-3  
**PER1000594**



Grupo Genético  
■ Requena

Accesión 69-1  
**PER1000660**



Grupo Genético  
■ Nauta

Accesión 104-1  
**PER1000695**



Grupo Genético  
■ Ticuna

Accesión 45-1  
**PER1000635**



Grupo Genético  
■ Mursi

Accesión 21-5  
**PER1000612**



Grupo Genético  
■ Amelonado

Accesión 123-3  
**PER1000714**



Grupo Genético  
■ Iquitos

Accesión 6-2  
**PER1000597**



Grupo Genético  
■ Loreto

Accesión 4-2  
**PER1000595**



Grupo Genético  
■ Requena

Accesión 70-2  
**PER1000661**



Grupo Genético  
■ Nauta

Accesión 107-2  
**PER1000698**



Grupo Genético  
■ Ticuna

Accesión 46-3  
**PER1000635**



Grupo Genético  
■ Mursi

Accesión 67-3  
**PER1000658**



Grupo Genético  
■ Amelonado

Accesión 128-2  
**PER1000719**





Grupo Génético

- Marañón (Parinari)
- Blanco de Piura



Grupo Génético

- Iquitos 1
- Criollo Piurano



Grupo Génético

- Amelonado
- ICS 1



Grupo Génético

- Amelonado
- Loretano 1
- Nativo/huallaga



Grupo Génético

- ICS/nativo
- Cajamarca - Amazonas
- Criollo Piurano



Grupo Génético

- Iquitos 2 - IMC
- Marañón (Parinari)
- Contamana 3



Grupo Génético

- ICS/nativo
- CYP
- Nativo/huallaga



Grupo Génético

- Contamana 1
- Iquitos 2 - IMC
- Nanay Pound 7
- VRAE 99



Grupo Génético

- ICS/nativo
- Iquitos 1
- Contamana 2
- Nativo/huallaga



Grupo Génético

- Awajun/hibrido
- Iquitos 2 - IMC
- Contamana 2
- Contamana 3



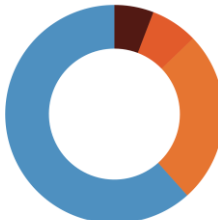
Grupo Génético

- Iquitos 1
- Loretano 1
- Cajamarca - Amazonas 2
- Loretano 2



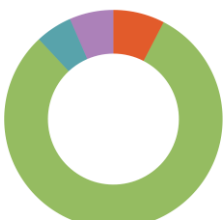
Grupo Génético

- Nativo/huallaga
- Blanco de Piura
- ICS 95
- VRAE 99



Grupo Génético

- Awajun/hibrido
- Loretano 2
- Nativo/huallaga
- Criollo Piurano



Grupo Génético

- ICS/nativo
- Iquitos 1
- Contamana 2
- Nativo/huallaga



Grupo Génético

- ICS 6
- Iquitos 1
- Loretano 1
- Nanay Pound 7
- Nativo/huallaga



Grupo Génético

- VRAE 15
- Loretano 3
- Iquitos 2 - IMC
- ICS 1
- Cajamarca - Amazonas
- Contamana 3



Grupo Génético

- CCN 51
- Contamana 1
- ICS/nativo
- CYP
- Nanay Pound 7
- Loretano 2
- Nativo/huallaga



Grupo Génético

- Chuncho
- CYP
- Loretano 1
- ICS 1
- Cajamarca - Amazonas
- Contamana 3
- Blanco de Piura
- Criollo Piurano



**Grupo Génético**  
 Awajun/hibrido  
 Loretano 1  
 Nanay Pound 7  
 Nativo/huallaga  
 VRAE 99



**Grupo Génético**  
 Cajamarca - Amazonas  
 Nanay Pound 7  
 Loretano 2  
 Criollo Piurano



**Grupo Génético**  
 Purus  
 ICS 6  
 Iquitos 1  
 Loretano 1



**Grupo Génético**  
 CCN 51  
 ICS 6  
 Iquitos 2 - IMC  
 Criollo



**Grupo Génético**  
 VRAE 15  
 Amelonado  
 Maraon (Parinari)  
 Contamana 3



**Grupo Génético**  
 Awajun/hibrido  
 Iquitos 1  
 Loretano 1  
 Nativo/huallaga



**Grupo Génético**  
 ICS/nativo  
 Loretano 2  
 Nativo/huallaga  
 Blanco de Piura



**Grupo Génético**  
 ICS/nativo  
 Loretano 2



**Grupo Génético**  
 Cajamarca - Amazonas  
 Loretano 2  
 Criollo Piurano



**Grupo Génético**  
 ICS/nativo  
 Awajun/hibrido  
 ICS 1  
 Nanay Pound 7  
 VRAE 99



**Grupo Génético**  
 Iquitos 1  
 Loretano 1



**Grupo Génético**  
 Nacional  
 Awajun/hibrido  
 Cajamarca - Amazonas  
 Loretano 2  
 Nativo/huallaga  
 Criollo Piurano



**Grupo Génético**  
 Contamana 1  
 ICS/nativo  
 VRAE 15  
 Loretano 3  
 Iquitos 1  
 Iquitos 2 - IMC  
 Nanay Pound 7  
 VRAE 99



**Grupo Génético**  
 CCN 51  
 ICS/nativo  
 ICS 6  
 Awajun/hibrido  
 Loretano 1  
 Nativo/huallaga  
 ICS 95



**Grupo Génético**  
 ICS/nativo  
 Iquitos 1  
 Contamana 2  
 Loretano 2



**Grupo Génético**  
 Amelonado  
 ICS 1



**Grupo Génético**  
 Contamana 1  
 ICS/nativo  
 Awajun/hibrido  
 Nanay Pound 7  
 Nativo/huallaga  
 Contamana 3



**Grupo Génético**  
 ICS/nativo  
 Iquitos 1  
 Nativo/huallaga



Grupo Génético

- Awajun/hibrido
- Cajamarca - Amazonas
- Loretano 2
- Nativo/huallaga



Grupo Génético

- Amelonado
- Marañon (Parinari)
- Loretano 2



Grupo Génético

- ICS/nativo
- Awajun/hibrido
- ICS 1
- Nanay Pound 7
- VRAE 99



Grupo Génético

- ICS/nativo
- Nacional
- Awajun/hibrido
- Iquitos 1
- Contamana 2
- Nanay Pound 7
- Loretano 2



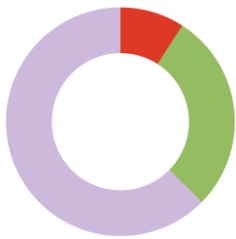
Grupo Génético

- CCN 51
- Iquitos 2 - IMC



Grupo Génético

- Contamana 1
- Awajun/hibrido
- ICS 1
- Nativo/huallaga



Grupo Génético

- Contamana 1
- Contamana 2
- Contamana 3



Grupo Génético

- Iquitos 1
- Loretano 1
- Nanay Pound 7



Grupo Génético

- Amelonado
- Loretano 1
- Nanay Pound 7



Grupo Génético

- Awajun/hibrido
- Iquitos 1
- Nativo/huallaga



Grupo Génético

- Iquitos 1
- Loretano 1
- Nativo/huallaga



Grupo Génético

- ICS/nativo
- Amelonado
- Nanay Pound 7



Grupo Génético

- Awajun/hibrido
- Marañon (Parinari)
- Contamana 3
- ICS 95



Grupo Génético

- Amelonado
- Contamana 2
- Marañon (Parinari)
- Loretano 2



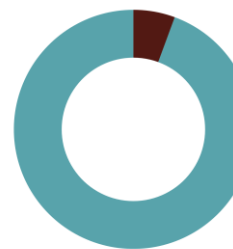
Grupo Génético

- Contamana 1
- Contamana 3
- Criollo Piurano
- Loretano 2



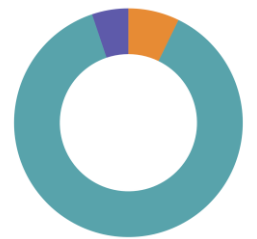
Grupo Génético

- Awajun/hibrido
- Contamana 2
- Loretano 2
- Contamana 3



Grupo Génético

- Iquitos 1
- Criollo Piurano



Grupo Génético

- Amelonado
- Iquitos 1
- Nanay Pound 7



**Grupo Génético**  
 ICS/nativo  
 CYP  
 Nanay Pound 7  
 Nativo/huallaga



**Grupo Génético**  
 Loretano 1  
 Nanay Pound 7



**Grupo Génético**  
 Amelonado  
 Iquitos  
 Iquitos  
 Neña



**Grupo Génético**  
 VRAE 15  
 Amelonado  
 Marañon (Parinari)  
 Contamana 3



**Grupo Génético**  
 Loretano 1  
 Cajamarca - Amazonas  
 Nanay Pound 7



**Grupo Génético**  
 Iquitos 1  
 Loretano 2  
 Nativo/huallaga



**Grupo Génético**  
 Awajun/hibrido  
 Contamana 2  
 Nativo/huallaga



**Grupo Génético**  
 Contamana 1  
 ICS/nativo  
 Iquitos 2 - IMC  
 Nanay Pound 7  
 VRAE 99



**Grupo Génético**  
 CCN 51  
 Amelonado  
 Nacional



**Grupo Génético**  
 Iquitos 1  
 Loretano 1  
 Nanay Pound 7



**Grupo Génético**  
 CCN 51  
 Contamana 1  
 ICS/nativo  
 CYP  
 Nanay Pound 7  
 Loretano 2  
 Nativo/huallaga



**Grupo Génético**  
 Iquitos 1  
 Loretano 1  
 Cajamarca - Amazonas  
 Neña  
 Loretano 2



**Grupo Génético**  
 Cajamarca - Amazonas  
 Neña  
 Blanco de Piura



**Grupo Génético**  
 ICS/nativo  
 Amelonado  
 Iquitos 1  
 Iquitos 2 - IMC  
 Marañon (Parinari)

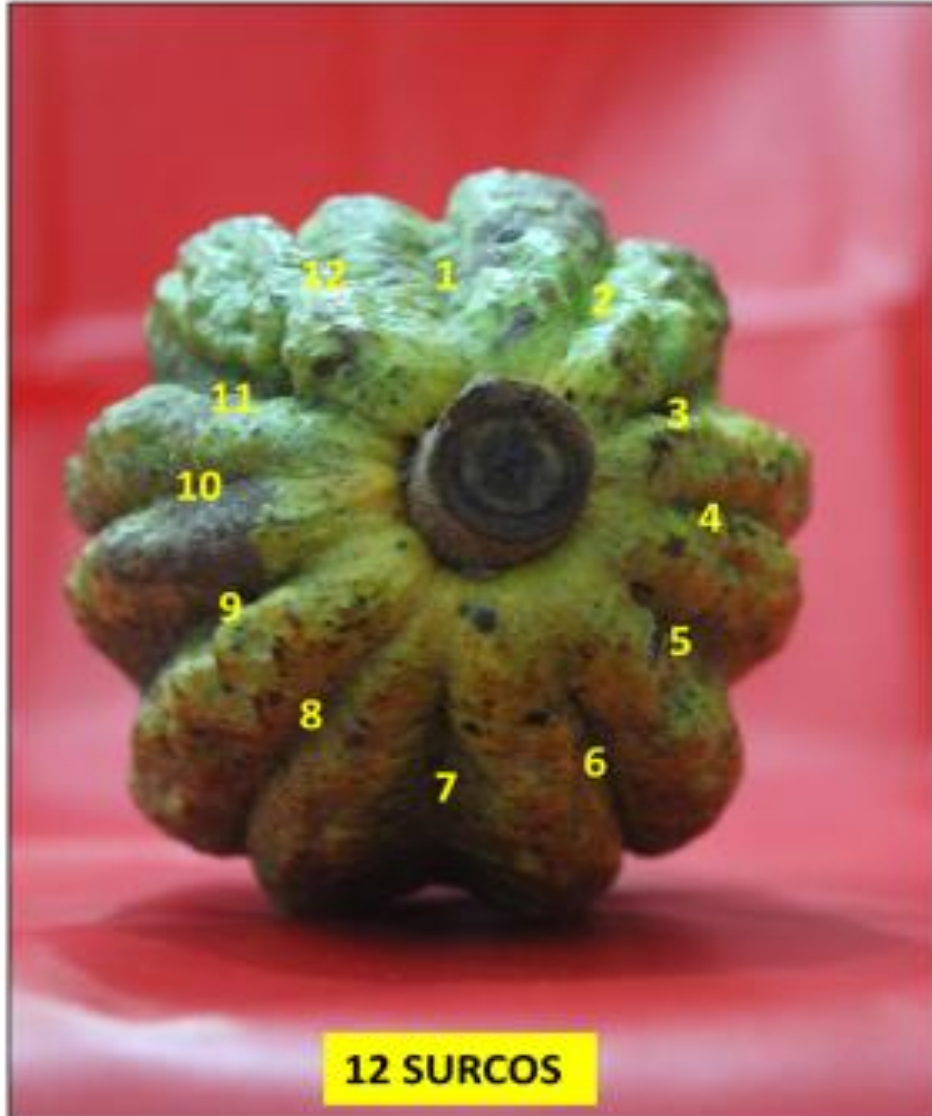


**Grupo Génético**  
 Iquitos 1  
 Nativo/huallaga  
 Criollo Piurano

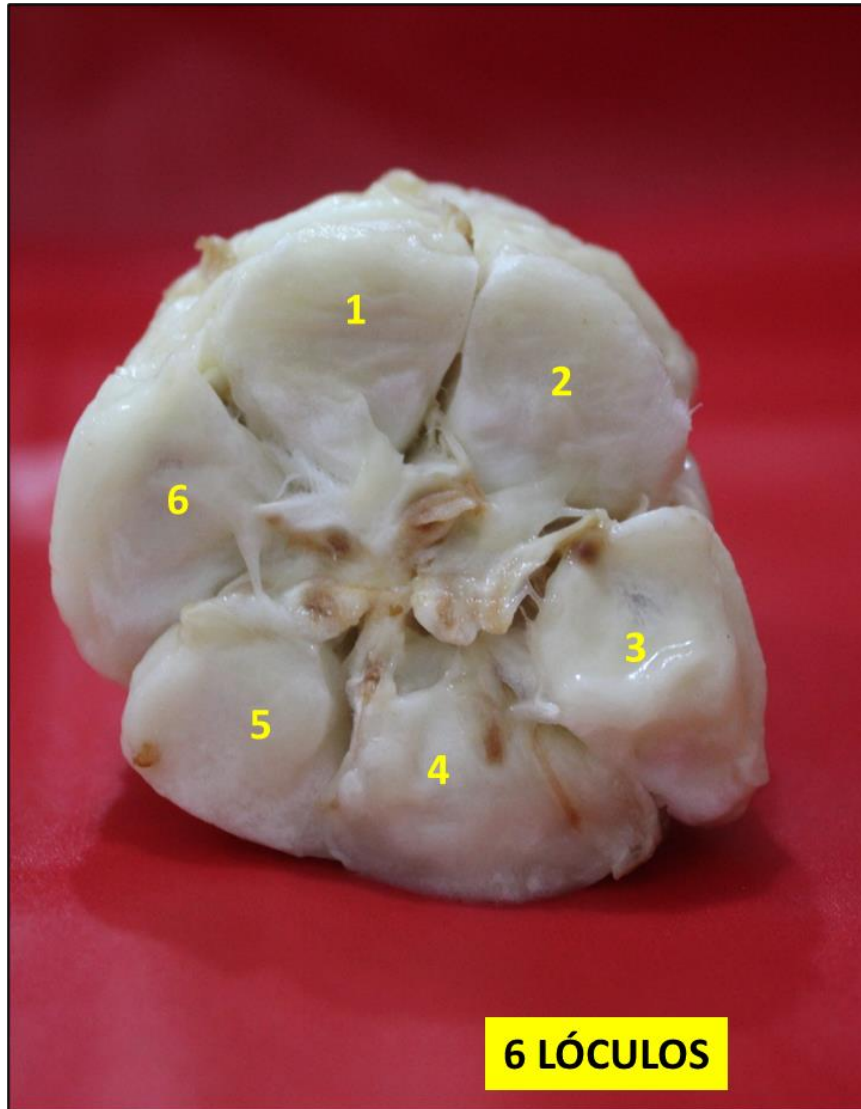
$$K_5 C_5 A_{(5+5)} \bar{G}_5$$



## NUEVO FENOTIPO DE CACAO: 12 SURCOS, 6 LÓCULOS



## NUEVO FENOTIPO DE CACAO: 12 SURCOS, 6 LÓCULOS



## NUEVO FENOTIPO DE CACAO: 14 SURCOS, 7 LÓCULOS







# PRODUCCIÓN DE ACODOS AEREOS SIN USO DE HORMONA ENRAIZANTE



# Mapa de distribución geográfica de la castaña en la región Loreto



# Colaboradores

