



# Instituto de Cultivos Tropicales (ICT)

**CITE** Cacao y otros  
cultivos tropicales

San Martín



## LA INVESTIGACION PARA CACAO ORGANICO Y ALGUNAS EXPERIENCIAS EXITOSAS



*Enrique Arévalo Gardini Ph.D.*  
*e.arevalo@ict-peru.org*  
*www.ict-peru.org*

# PANORAMA MUNDIAL DEL CACAO ORGANICO

1. Esta en vigencia la Iniciativa Europea para los cacaos sostenibles.
2. Con esta norma, se van a restringir la entrada de productos vinculados a la deforestación (soya, carne de res, aceite de palma, madera, café y cacao).
3. Los exportadores e importadores, deben demostrar que sus productos provienen de plantaciones que no han causado deforestación desde el 2020. **NO basta estar certificados.**
4. Asimismo, deben demostrar el respeto a los derechos humanos, no al trabajo infantil y la tenencia de la tierra.



# PANORAMA NACIONAL DEL CACAO ORGANICO

1. Presencia de plagas y enfermedades: Moniliasis, gusano mazorquero y otros.
2. Los agricultores empezaron a utilizar químicos en los últimos años.
3. Según los importadores de Europa y USA, se ha encontrado cacao contaminado en Perú, principalmente de las organizaciones con sello orgánico.
4. La asistencia técnica es insuficiente y las organizaciones y empresas no cuentan con recursos para ello.
5. No tenemos alternativas de productos orgánicos al uso de químicos.



# Nuestra realidad

## Armonía medio ambiente



Más de 2150 personas se intoxican cada año.

La deforestación en el departamento San Martín en 18 años alcanzó un total de 436,512 hectáreas,

Promedio 34 mil ha por año deforestado

# PERSPECTIVAS AL FUTURO

1. En Africa, se está certificando como orgánico mucho cacao, se habla más de 20,000 TM, para el próximo año.
2. El cacao africano, tiene sabor plano (sin sabor ni aroma), pero ellos no utilizan químicos (la gran parte del cacao lo recolectan y los insumos son caros).
3. Los cacaos de américa del sur, si poseen sabor y aroma. Es considerado como fino, entre ellos del Perú.
4. El próximo año, solo se contará con una sola certificadora orgánica, que en caso de encontrar químicos pueden suspenderse y no tener otra alternativa.
5. Las organizaciones de productores, no podrán tener más de 2,000 socios. Caso contrario tendrán que dividirse.
6. Si las normas son cada vez más rigurosas, entonces pocos podrán hacerlo. Por lo tanto, la demanda crecerá.
7. El Estado, debe restringir el uso de químicos, principalmente el glifosato y el clorpirifos.



# ASPECTOS GENERALES

- **Un concepto moderno de explotación agrícola se basa fundamentalmente en:**

**PRODUCTIVIDAD-RENTABILIDAD-  
COMPETITIVIDAD-CALIDAD-  
SOSTENIBILIDAD**

- **Es necesario tener empresas agrícolas con altos índices y resultados económicos, utilizando sistemas de producción que generen valores de alto rendimiento.**

# **CACAO SOSTENIBLE:**

## **Cuestiones de interés (Problemática)**

- Falta de genotipos adecuados
- Falta de Buenas Prácticas de Manejo
- Viejos árboles en suelos degradados
- Degradación del suelo / Pérdida de la fertilidad del suelo
  - La erosión, nutrientes, materia orgánica del suelo
- Estrés abiótico
  - Pobre irradiación, sequía prolongada, altas temperaturas, acidez del suelo (deficiencias o toxicidades de elementos)
- Estrés biótico (plagas y enfermedades)
  - Escoba de Bruja, Moniliasis, Pudrición parda, etc.
- Aspectos socio / económicos
  - Microcrédito, Estabilidad de precios
- Falta del Servicio de Extensión/ Transferencia de Tecnología

# INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

- DIVERSIDAD GENÉTICA Y MEJORAMIENTO
- METALES PESADOS (EJ: CADMIO) EN EL CULTIVO DE CACAO
- ESTRESSES ABIOTICOS EN CULTIVOS TROPICALES
- FERTILIZACIÓN EN CULTIVOS TROPICALES
- PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CULTIVOS TROPICALES
- PROPAGACIÓN DE PLANTAS TROPICALES
- SISTEMAS AGROFORESTALES
- POST-COSECHA EN CACAO

BIOTECNOLOGIA



SUELOS, PLANTAS  
Y AGUAS



AGROFORESTERÍA

# GRUPOS DE CACAO CULTIVADOS

## *THEOBROMA CACAO*

GRUPOS GENETICOS:

CHEESMAN (1944)

### I CRIOLLO

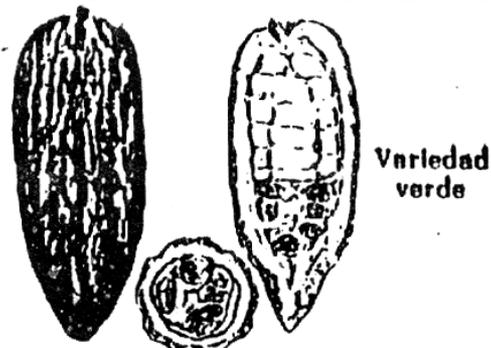
- A) AMÉRICA CENTRAL
- B) SUR AMÉRICA

### II FORASTERO

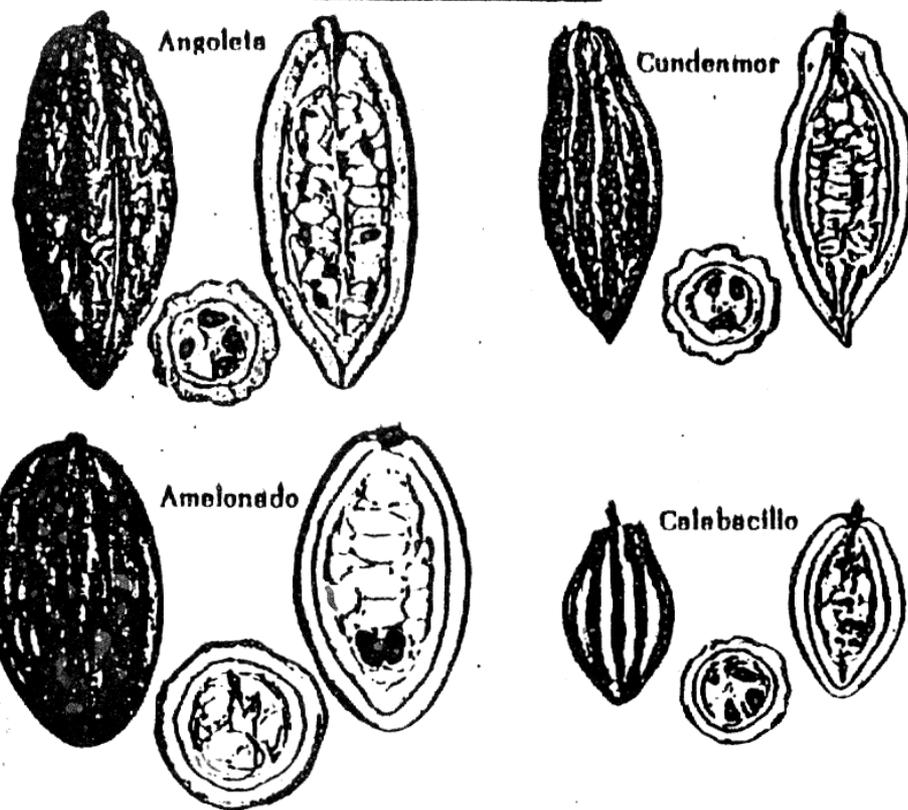
- A) FORASTERO AMAZÓNICO
- B) TRINITARIO

## TIPOS DE CACAO CRIOLLOS Y FORASTEROS

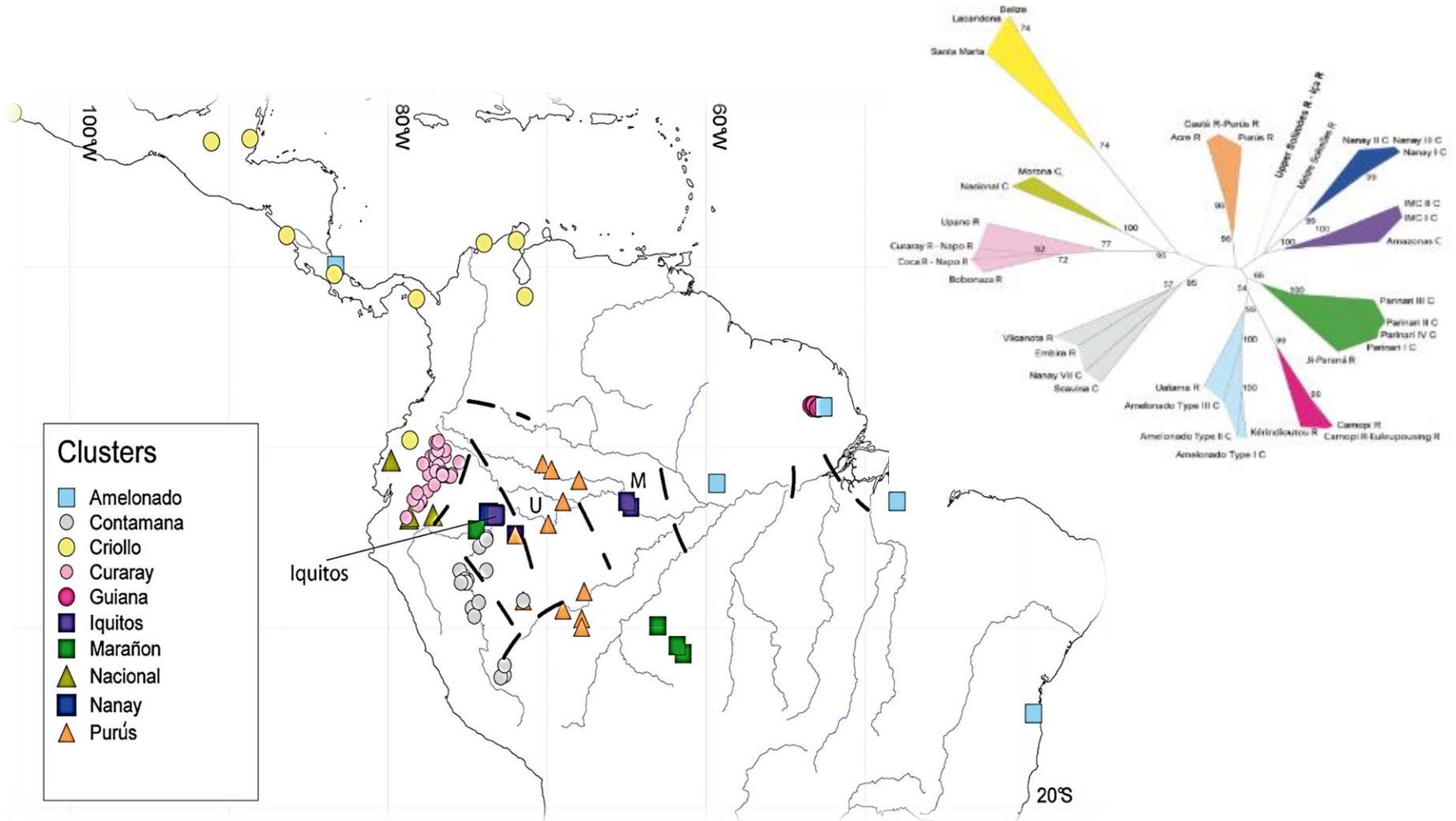
CRIOLLO



FORASTEROS

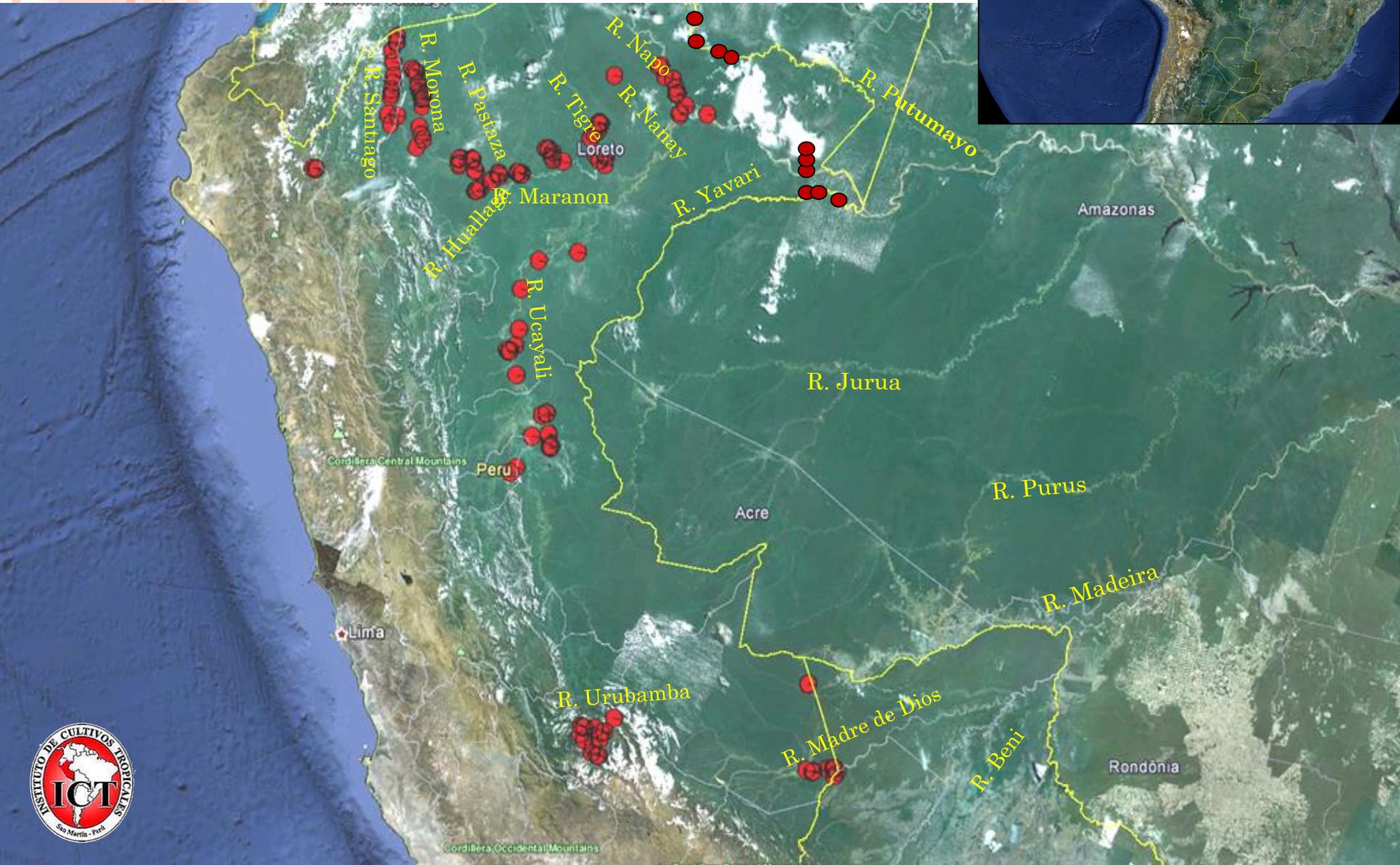


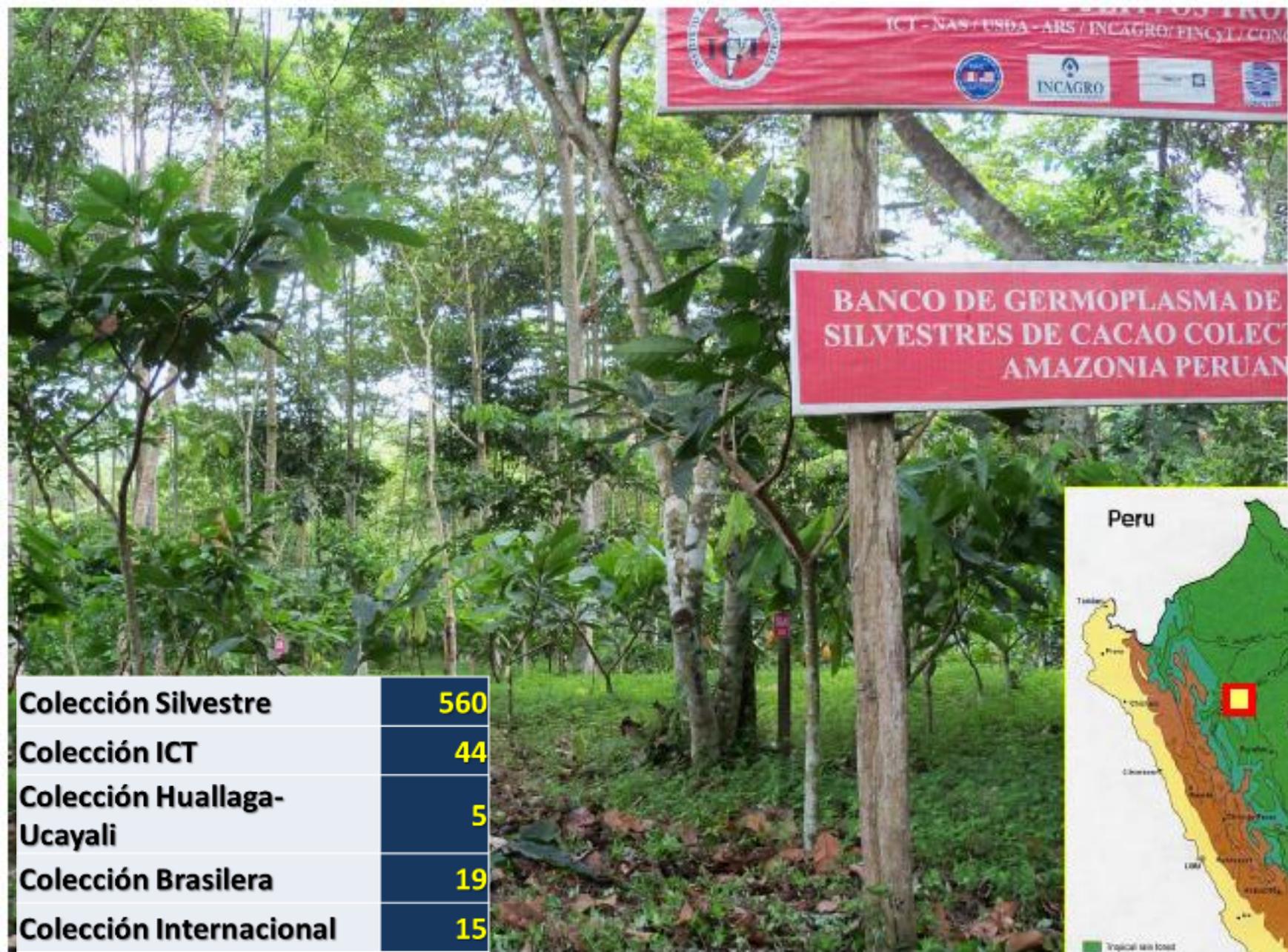
# Diferenciación geográfica y de población genética del cacao en la Amazonía



Motamayor JC, et al. (2008) Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L). PLoS ONE 3(10): e3311. doi:10.1371/journal.pone.0003311

# Colecciones de cacao silvestre en el Perú (Desde 2008.....)

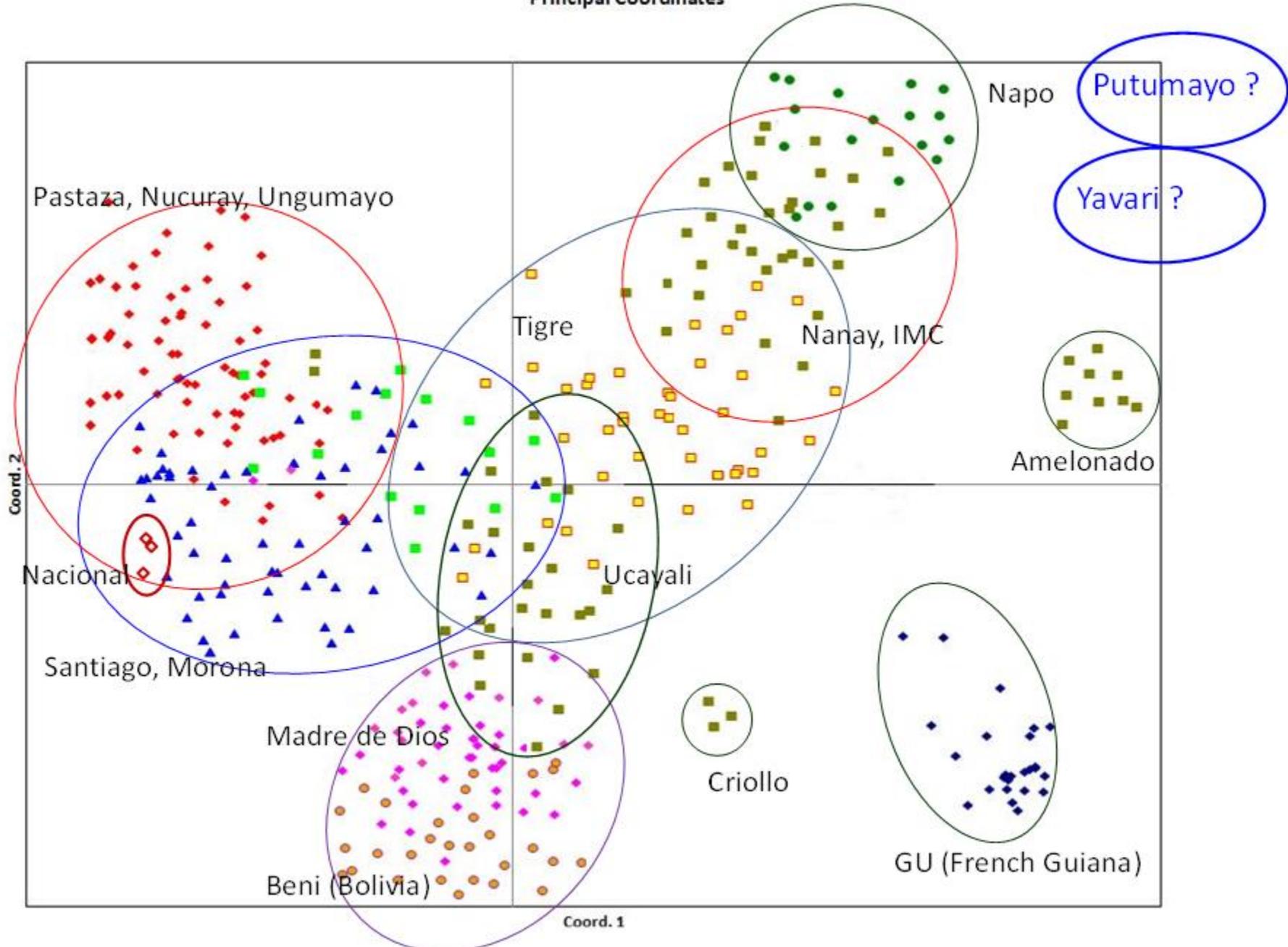




|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b>Colección Silvestre</b>        | <b>560</b> |
| <b>Colección ICT</b>              | <b>44</b>  |
| <b>Colección Huallaga-Ucayali</b> | <b>5</b>   |
| <b>Colección Brasileira</b>       | <b>19</b>  |
| <b>Colección Internacional</b>    | <b>15</b>  |
| <b>Colección CFC</b>              | <b>44</b>  |
| <b>Colección INIA</b>             | <b>27</b>  |



Principal Coordinates

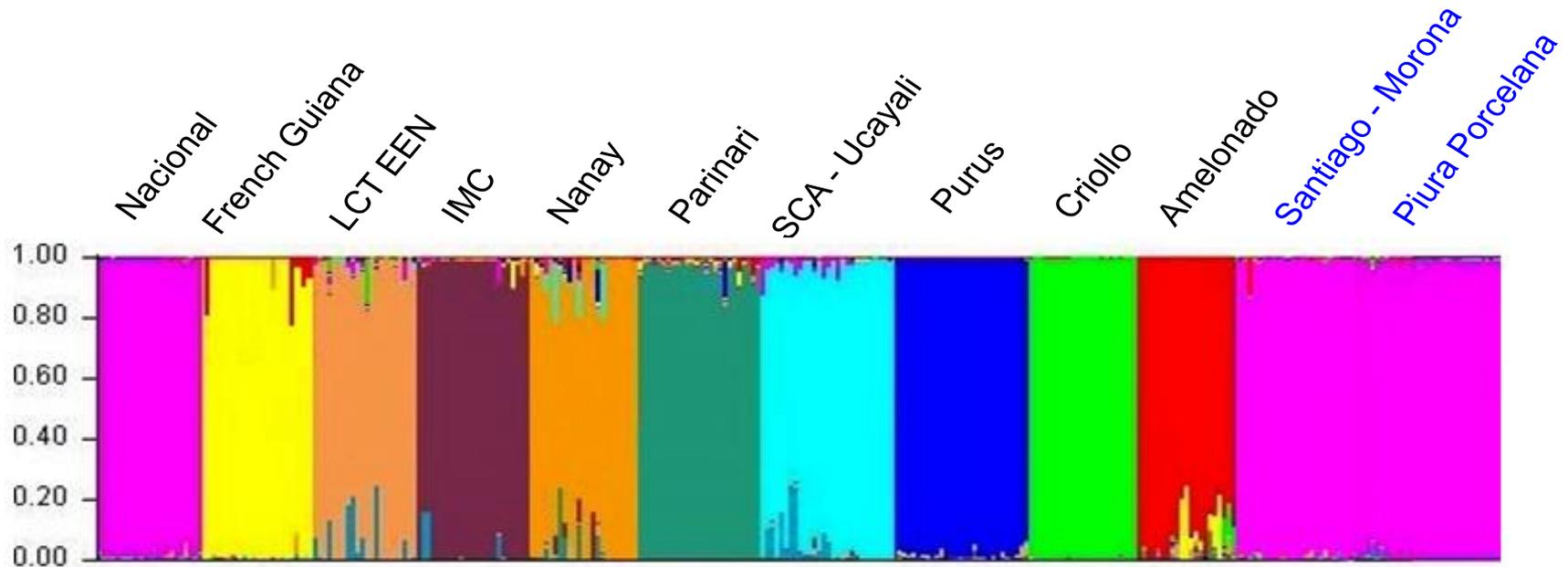


# Resultados basados en Análisis SNP

- También se revisó la definición de Población **“Nacional”**:
  - ❖ “Nacional” es solo una variedad dentro de la Población **“Santiago & Morona”**;
  
- En la Población de **“Santiago & Morona”**, se incluye a una variedad hermana del “Nacional”, que es el **“Piura Porcelana o Blanco Piurano”**. Esta variedad es nativa del Norte Peruano.



# Resultados basados en Análisis SNP



Tree Genetics & Genomes (2019) 15:11  
<https://doi.org/10.1007/s11295-019-1316-y>

ORIGINAL ARTICLE



## Genetic identity and origin of “Piura Porcelana”—a fine-flavored traditional variety of cacao (*Theobroma cacao*) from the Peruvian Amazon

Enrique Arevalo-Gardini<sup>1</sup> · Lyndel W. Meinhardt<sup>2</sup> · Luis C. Zuñiga<sup>1</sup> · Juan Arévalo-Gardni<sup>1</sup> · Lambert Motilal<sup>3</sup> · Dapeng Zhang<sup>2</sup>

Received: 3 May 2018 / Revised: 24 October 2018 / Accepted: 2 January 2019

© This is a U.S. government work and not under copyright protection in the U.S.; foreign copyright protection may apply 2019

# Resultados basados en Análisis SNP

DOS nuevas poblaciones o grupos genéticos han sido definidos

1. Población de **“Madre de Dios”**, que incluye 3 sub-poblaciones
  - Beni, Bolivia
  - Urubamba
  - Madre de Dios

Esta población incluye al “Cacao Chuncho”, que es nativo del sur peruano.

2. Población de **“Yavari & Jurua”**, que esta posicionada entre las poblaciones de Iquitos y Purús

# Caracterización de cacao

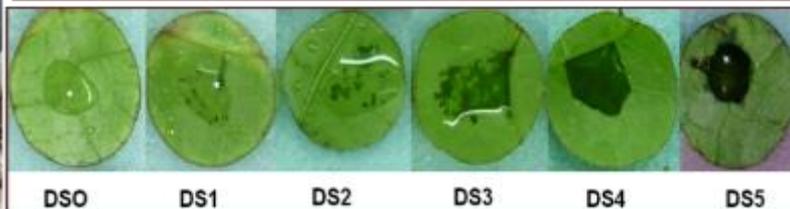
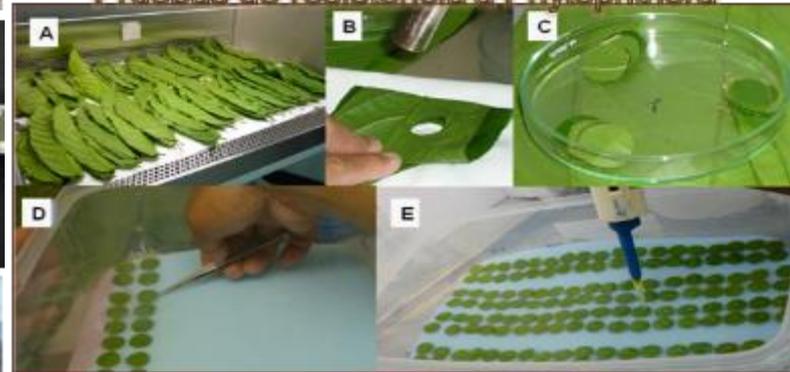
## Microfermentación



## Polinización



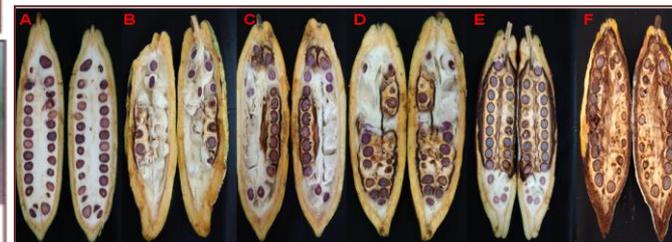
## Pruebas de resistencia a Phytophthora



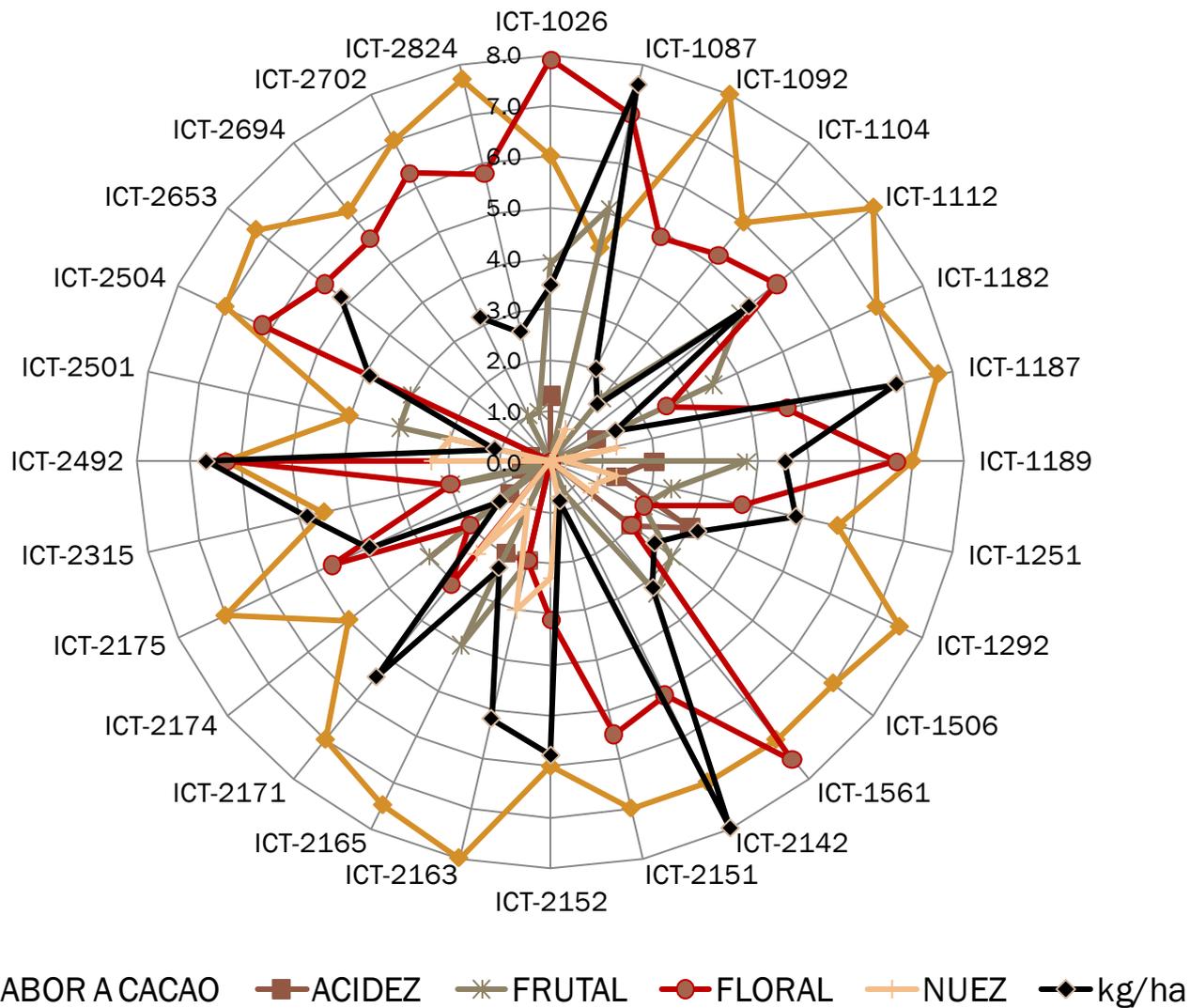
## Evaluación de enfermedades



## Pruebas de resistencia a moniliasis

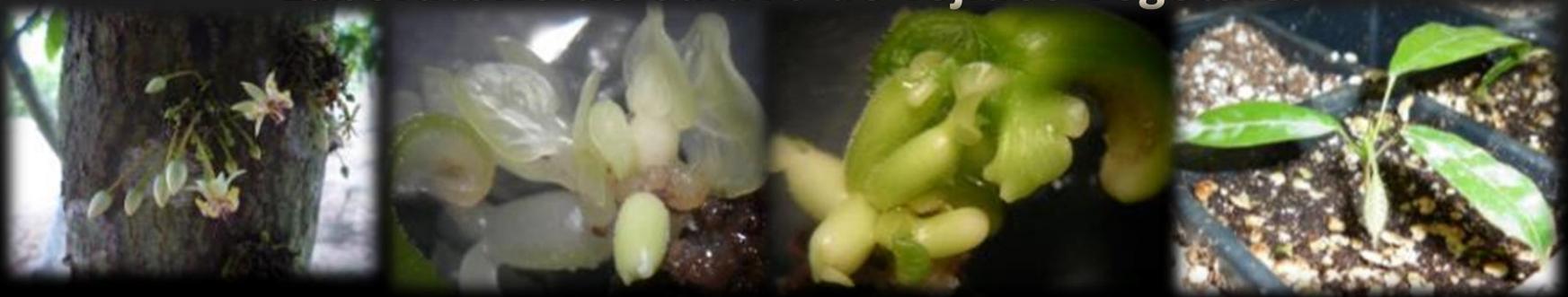


# VALORACION SENSORIAL DE 28 CLONES PROMISORIOS



# BIOTECNOLOGIA

## Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales



### Embriogénesis Somática en Genotipos Promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.)

(2013)



Esta tecnología fue desarrollada por el ICT en el 2013, mediante el CONTRATO N° 195-FINCYT-IA-2013, En este trabajo se determinó el protocolo para producir embriones somáticos de genotipos nativos y comerciales de cacao, en forma tradicional y por inmersión temporal

# Evaluación de la resistencia de clones de cacao a la moniliasis usando la savia de tallos (2004)

Objetivo: Determinar la relación entre la germinación de esporas de *Moniliophthora roreri* en la savia del tallo de cacao y su resistencia a la moniliasis.



Proceso de extracción de savia del tallo de cacao.

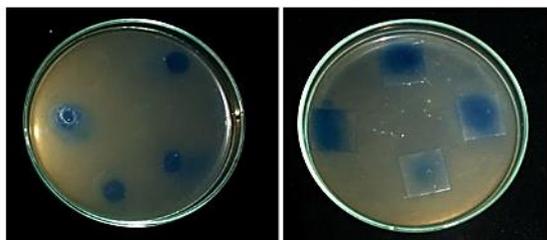


Figura 2. Placas con medio YEA usado para germinar esporas de *M. roreri* con savia del tallo de cacao.

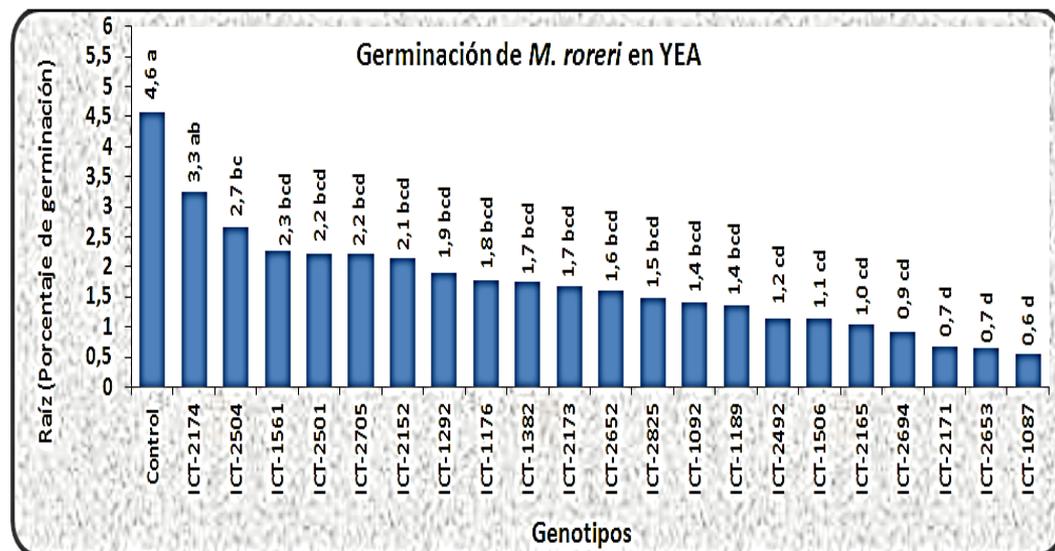


Figura 3. Porcentaje de germinación de esporas de *Moniliophthora roreri* en la savia de tallos de *Theobroma cacao* en YEA.

# SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE CACAO COLECCIÓN ICT CON NIVELES DE RESISTENCIA A LA MONILIASIS (*Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.) Evans *et al.*) EN LA AMAZONIA DEL PERÚ. (2011)

## OBJETIVO:

Seleccionar los genotipos de cacao colección ICT con niveles superiores de resistencia a la moniliasis mediante infección artificial.



OBTENCION DEL FRUTO



INOCULACION DE *M. roreri*

Agrupación de los genotipos de ICT por su respuesta a infección a Mr según su índice de severidad interna propuesta por Phillips et al, (2005).

| Genotipo | ISI  | Clasificación | Genotipo | ISI  | Clasificación |
|----------|------|---------------|----------|------|---------------|
| ICT-1292 | 0,08 | R             | ICT-2142 | 0,16 | R             |
| ICT-1112 | 0,18 | R             | ICT-2703 | 2,36 | MR            |
| ICT-1281 | 2,91 | S             | ICT-2705 | 3,5  | MS            |
| ICT-1414 | 1,8  | MR            | ICT-2174 | 3,21 | MS            |
| ICT-1104 | 1,63 | MR            | ICT-2823 | 0,19 | R             |
| CT-1182  | 0,08 | R             | ICT-2315 | 1,34 | MR            |
| ICT-1087 | 0,02 | R             | ICT-2175 | 2,05 | MR            |
| ICT-1506 | 0,07 | R             | ICT-2824 | 0,13 | R             |
| ICT-1189 | 1,72 | MR            | ICT-2492 | 1,68 | MR            |
| ICT-1092 | 0,12 | R             | ICT-2173 | 3,53 | MS            |
| ICT-1382 | 3,66 | S             | ICT-2825 | 2,23 | MR            |
| ICT-1176 | 0,15 | R             | ICT-2501 | 2    | MR            |
| ICT-1561 | 0,01 | R             | ICT-2163 | 0,2  | R             |
| ICT-1043 | 0,01 | R             | ICT-2504 | 3,77 | S             |
| ICT-1251 | 0,04 | R             | ICT-2165 | 2,16 | MR            |
| ICT-2821 | 0,01 | R             | ICT-2171 | 1,26 | R             |
| ICT-2152 | 2,49 | MS            | ICT-1026 | 3,58 | MS            |
| ICT-2172 | 0,18 | R             | ICT-1187 | 0,05 | R             |
| ICT-2653 | 0,14 | R             | EET-400  | 0,11 | R             |
| ICT-2161 | 4,16 | S             | ICS-95   | 0,01 | R             |
| ICT-2702 | 3    | MS            |          |      |               |

R = Resistente; MR = Moderadamente resistente; MS = Moderadamente susceptible; S = Susceptible.





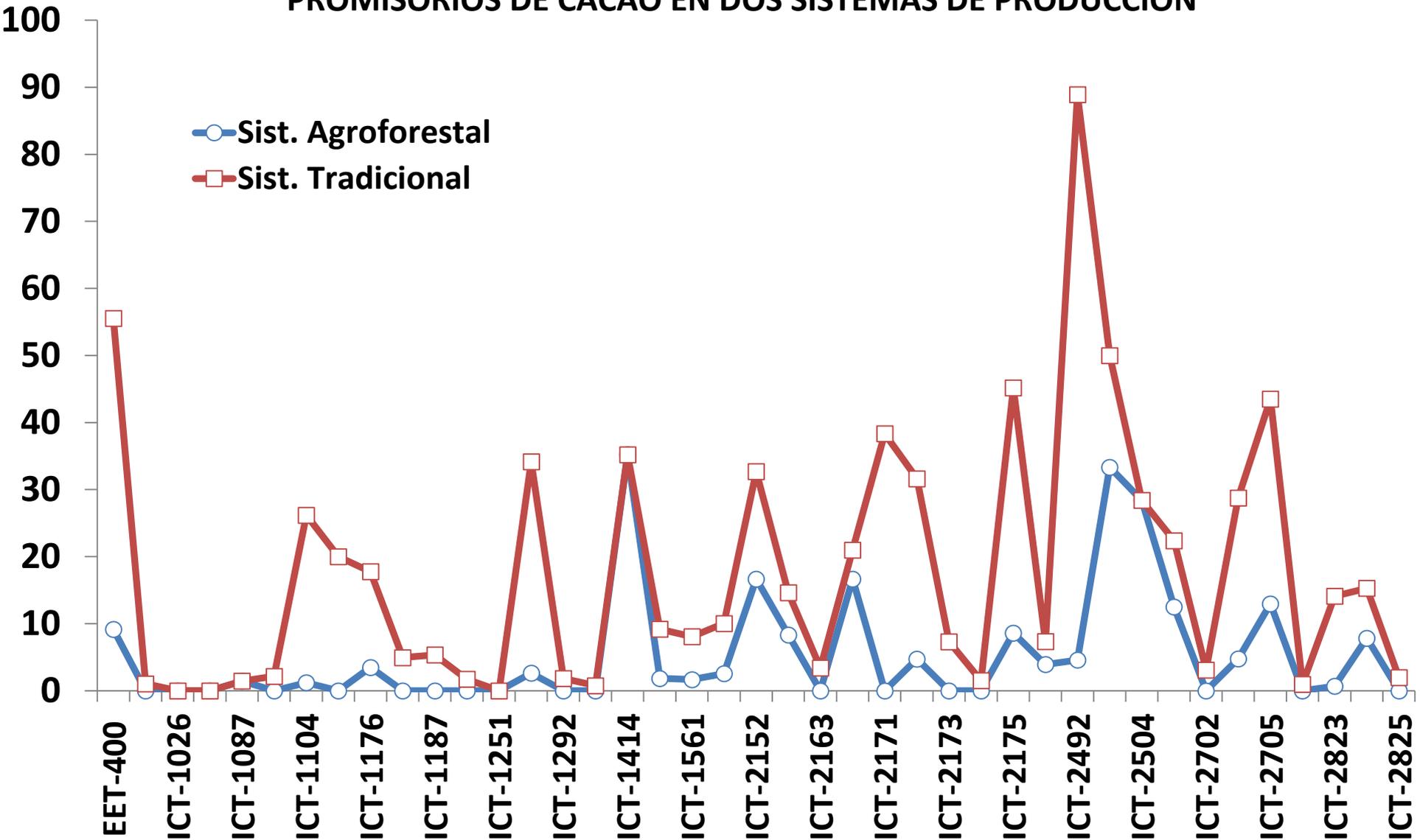
Diferentes grados de reacción de la mazorca de cacao a la infección artificial de *M. royeri*.

A= Resistencia alta (ICT-1182, ICT-2163, ICT-1561 y ICT-1187);

B= Susceptible (ICT-1281, ICT-2174, ICT-1414 y ICT-2171).



# RESPUESTA A LA INFECCION DE LA MONILIASIS DEL CACAO EN GENOTIPOS PROMISORIOS DE CACAO EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCION

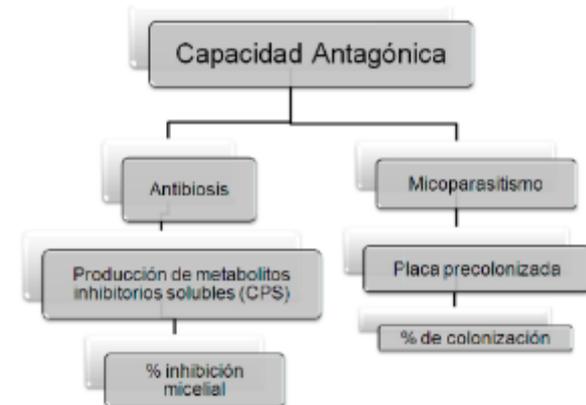


# COLECCIÓN, AISLAMIENTO, IDENTIFICACION Y CONSERVACION DE HONGOS ENDOFITOS DEL CACAO (2008)



# BIOCONTROL POTENCIAL DE *Moniliophthora roreri* Y *Moniliophthora perniciosa* CON AISLAMIENTOS DE *TRICHODERMA* ENDÓFITO DE CACAO *in vitro* (2009)

Objetivo: Seleccionar aislamientos de *Trichoderma* endófitos (TE) con capacidad de biocontrol mediante pruebas de micoparasitismo y antibiosis.



Selección de 31 Grupos de *Trichodermas* endofitos (Medio de cultivo EMA) para la Prueba de control biológico *in vitro*.

# Biofungicida natural

## Beneficios

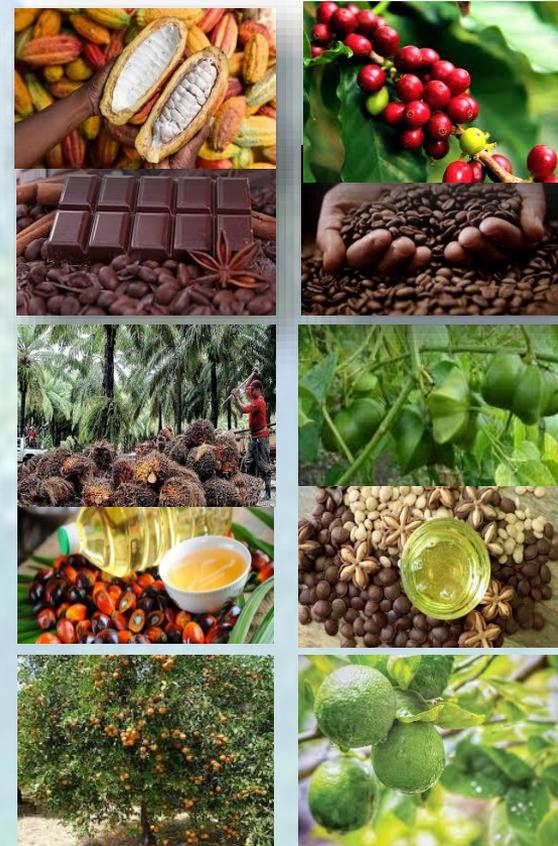
- |    |   |
|----|---|
| 01 | Estimulador de crecimiento de la planta (vacuna protectora).  |
| 02 | Previene y controla enfermedades causado por hongos.  |
| 03 | Protege las raíces, incrementa la formación de pelos absorbentes permitiendo una eficiente absorción de nutrientes. |
| 04 | Mejora la profundización de raíz.   |
| 05 | Funciona con la misma eficacia en diferentes cultivos.  |



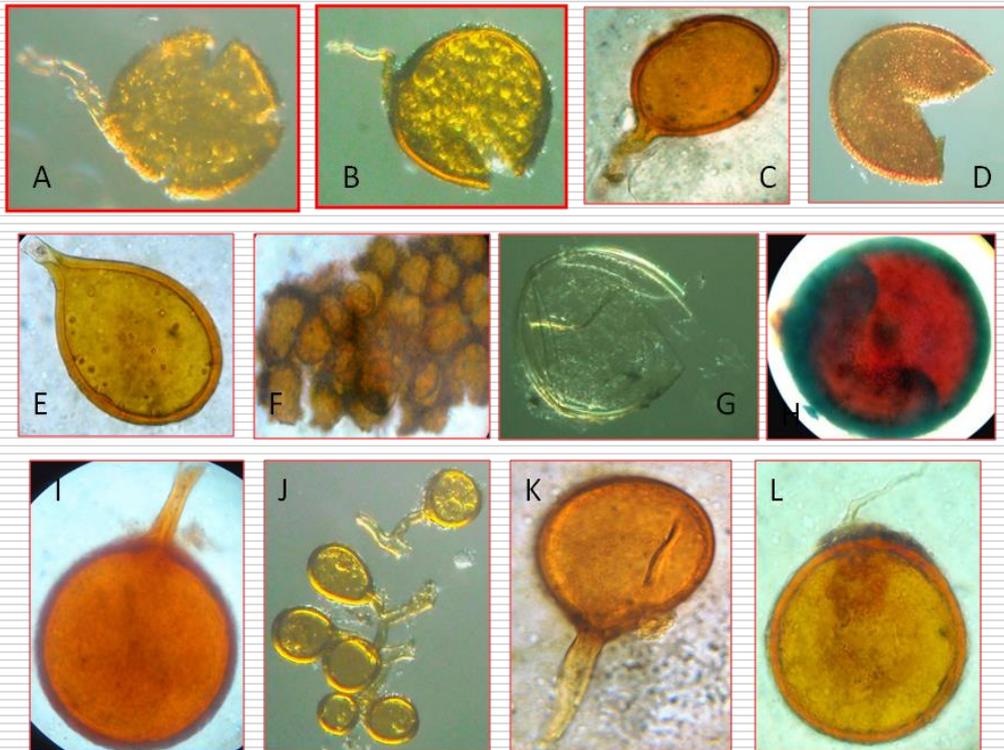
Con 12 kilogramos /  
año  
(4 kg/ha por 3 veces  
al año)



*Garantizar la productividad de los  
productos de agroexportación*



# MICORRIZAS ARBUSCULARES EN LA RIZOSFERA DE ONCE GENOTIPOS PROMISORIOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCION/ EE ICT- "EL CHOCLINO". 2010



Morfotipos HMA presentes en SAF y ST.

| Sistema | Género                 | Nº Morfotipos                      |
|---------|------------------------|------------------------------------|
| SAF     | <i>Glomus</i> sp.      | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 |
|         | <i>Acaulospora</i> sp. | 1 y 2                              |
| ST      | <i>Glomus</i> sp.      | 10, 12, 13, 14, 15 y 16            |
|         | <i>Acaulospora</i> sp. | 3 y 4                              |

# ARREGLOS CLONALES PARA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD

---



MADRE

PADRE

| CLON |     | ICS |    |    |    |    | TSH | CCN | IMC | UF  |
|------|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
|      |     | 1   | 6  | 39 | 60 | 95 | 565 | 51  | 67  | 613 |
| ICS  | 1   | 95  |    |    |    |    |     |     |     |     |
|      | 6   |     | 50 |    |    |    |     |     |     |     |
|      | 39  |     |    | 3  |    |    |     |     |     |     |
|      | 60  |     |    |    |    |    |     |     |     |     |
|      | 95  |     |    |    |    | 85 |     |     |     |     |
| TSH  | 565 |     | ★  | ★  | ★  | ★  | 3   |     |     |     |
| CCN  | 51  |     | ★  | ★  | ★  | ★  |     | 63  |     |     |
| IMC  | 67  | ★   |    | ★  | ★  | ★  | ★   |     | 0   | ★   |
| UF   | 613 |     |    |    |    |    |     |     |     | 0   |



Inter- compatible (≥30%)



Auto- compatible (≥30%)



Inter-Incompatible (<30%)

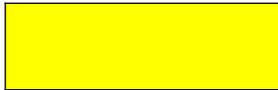


Inter- compatible (≥70%)



Auto-Incompatible (<30%)

| CLON                  |          | MADRE    |          |          |          |        |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
|                       |          | ICT 1251 | ICT 1189 | ICT 1112 | ICT 1087 | CCN 51 |
| P<br>A<br>D<br>R<br>E | ICT 1251 | 0        |          |          |          |        |
|                       | ICT 1189 |          | 48       | ★        |          |        |
|                       | ICT 1112 |          |          | 72       |          |        |
|                       | ICT 1087 |          |          |          | 0        |        |
|                       | CCN 51   |          |          | ★        | ★        | 63     |



Auto-Incompatible ≤30%



Auto-Compatible ≥30%



Inter- Incompatible ≤30%



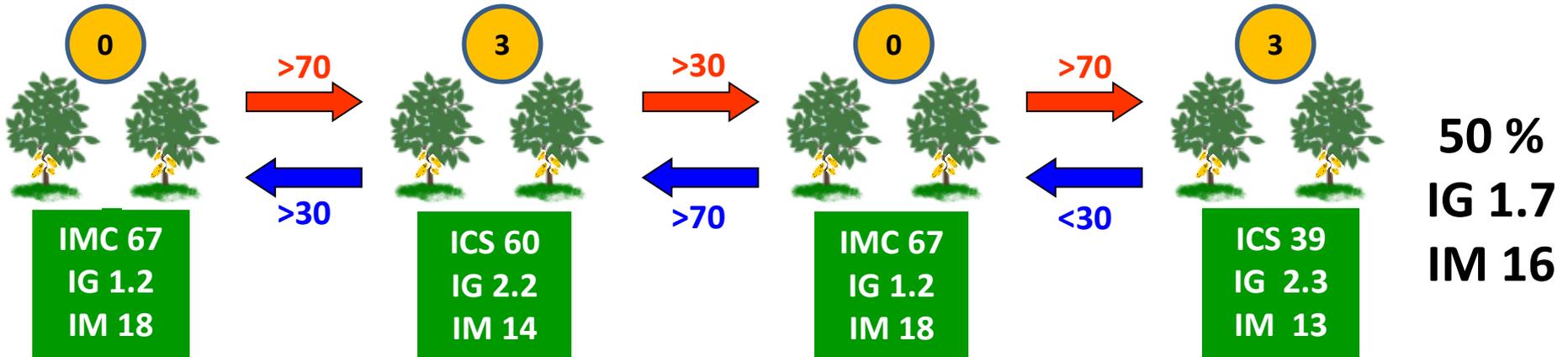
Inter-Compatible ≥30%



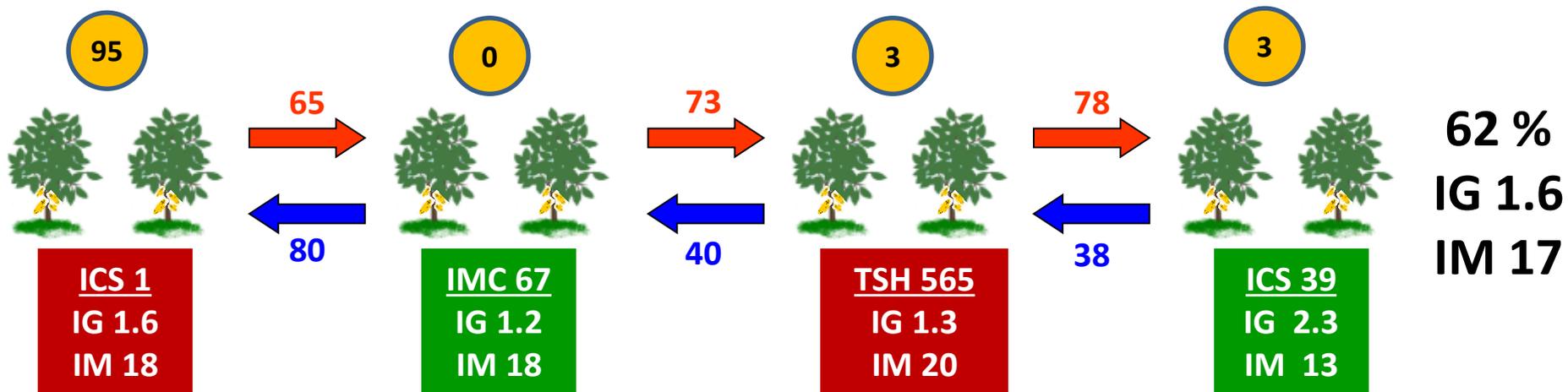
Inter-Compatible ≥60%

# MODELOS COMERCIALES

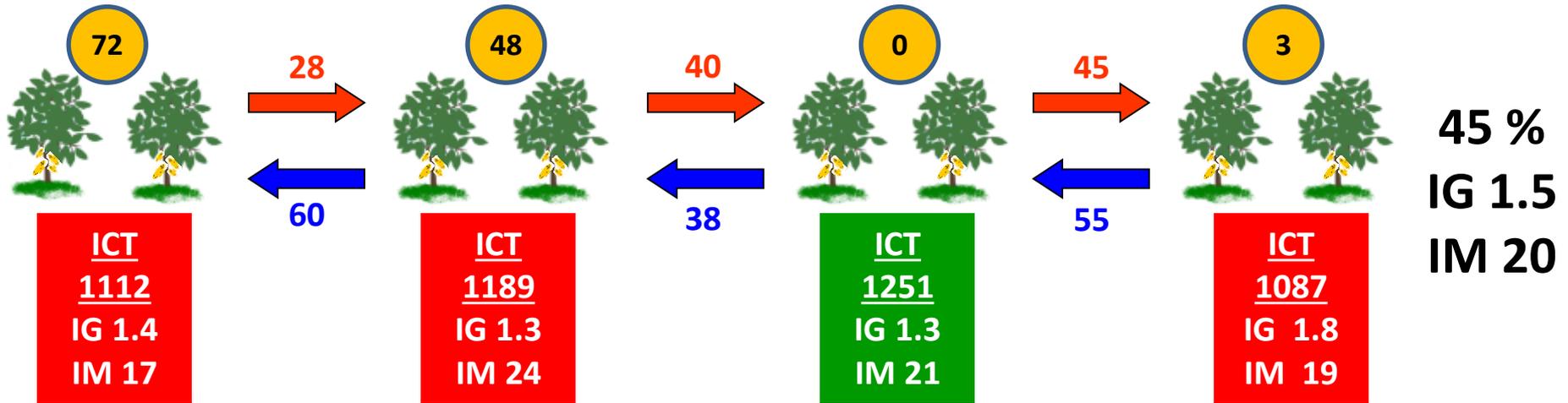
## AUTOINCOMPATIBLES (VERDES)



## MEZCLA DE AUTOCOMPATIBLES CON AUTOINCOMPATIBLES



# MODELOS DE SIEMBRA CON MATERIAL ICT TOLERANTE A MONILIASIS



CCN-51

IMC-61

ICS-39







# INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

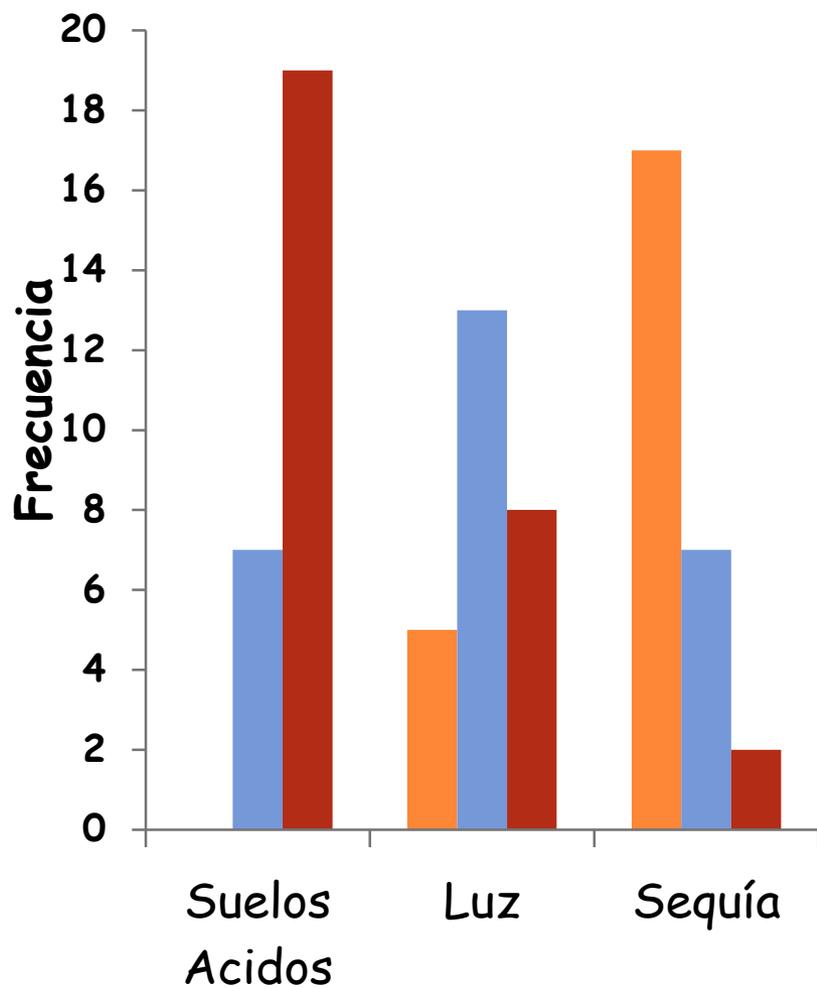


## Proyecto: 428-PNICP-PIAP-14

### SELECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ACCESIONES DE CACAO PERUANO (SILVESTRES Y DOMESTICADOS) E INTERNACIONALES, TOLERANTES AL ESTRÉS ABIÓTICO (SEQUÍA, ACIDEZ DEL SUELO Y CALIDAD DE LUZ) (desde el 2013)



# GENOTIPOS DE CACAO CON CAPACIDADES SUPERIORES TOLERANTES AL ESTRES ABIÓTICO (SEQUÍA, ACIDEZ DEL SUELO Y CALIDAD DE LUZ)



- ICT-1112
- ICT-1292
- ICT-2171
- ICT-1092
- ICT-2172
- ICT-2653
- ICT-2161
- ICT-2142
- ICT-1506
- ICT-1026
- ICT-2173
- ICT-1087
- ICT-1281
- ICT-1251
- ICT-1189
- H-10
- CCN-51
- SCA-6
- ICS-95
- ICS-39
- ICS-6
- TSH-565
- UF-613
- TSH-1188
- ICS-1
- IMC-67



INSTALACIÓN DE RAMILLAS DE CACAO



EVALUACIÓN BIOMÉTRICA.

- Sensible
- Moderadamente tolerante
- Tolerante



# Metales pesados (Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Se, Zn) en plantaciones de cacao en las regiones productoras del Perú (desde el 2008)

Determinar el contenido de metales pesados en suelos y plantas de cacao en las principales regiones cacaoteras del Perú

## Metales Pesados

Cadmio (Cd)

Cobre (Cu)

Hierro (Fe)

Manganeso (Mn)

Níquel (Ni)

Selenio (Se)

Zinc (Zn)



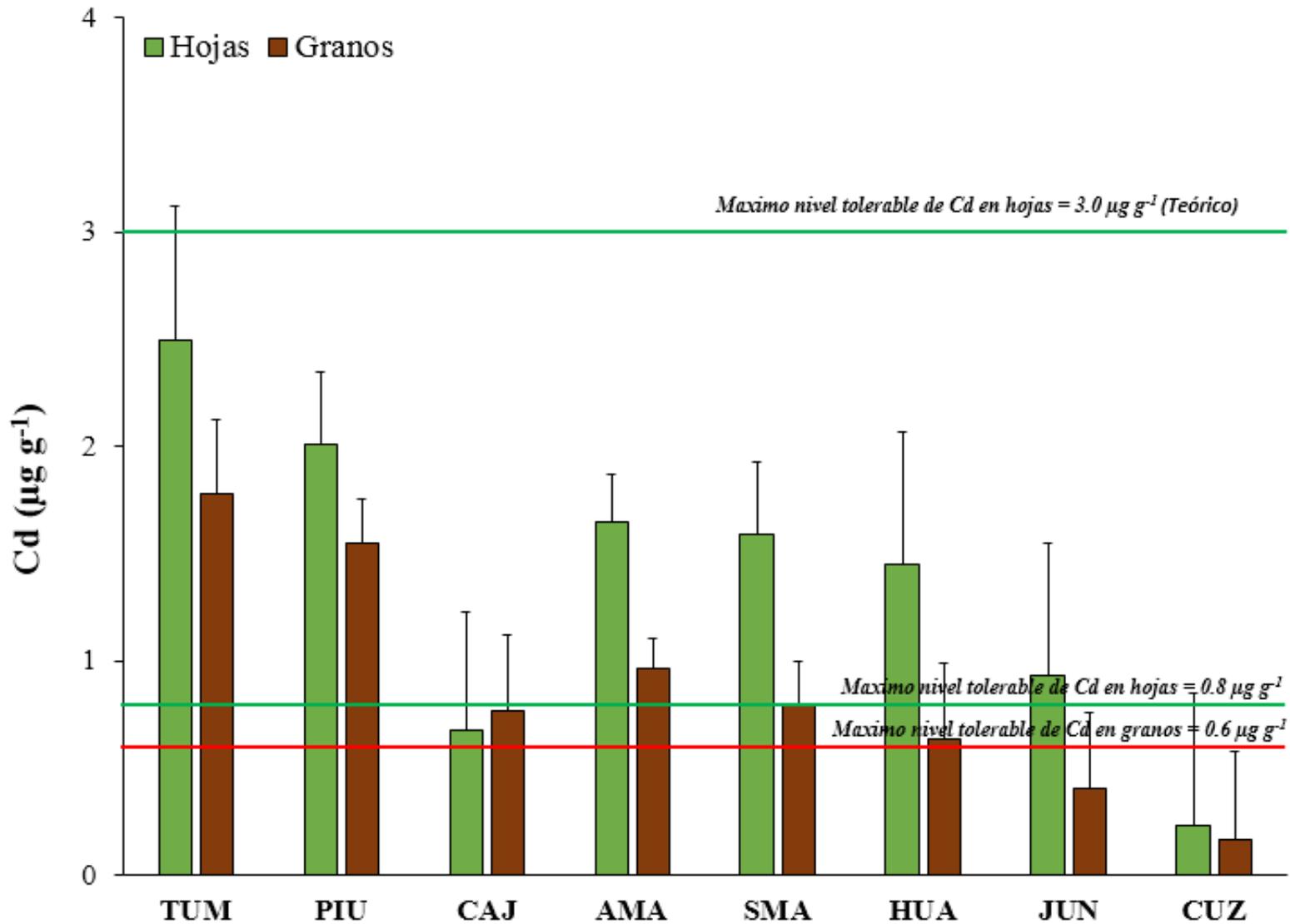


# Área de muestreo

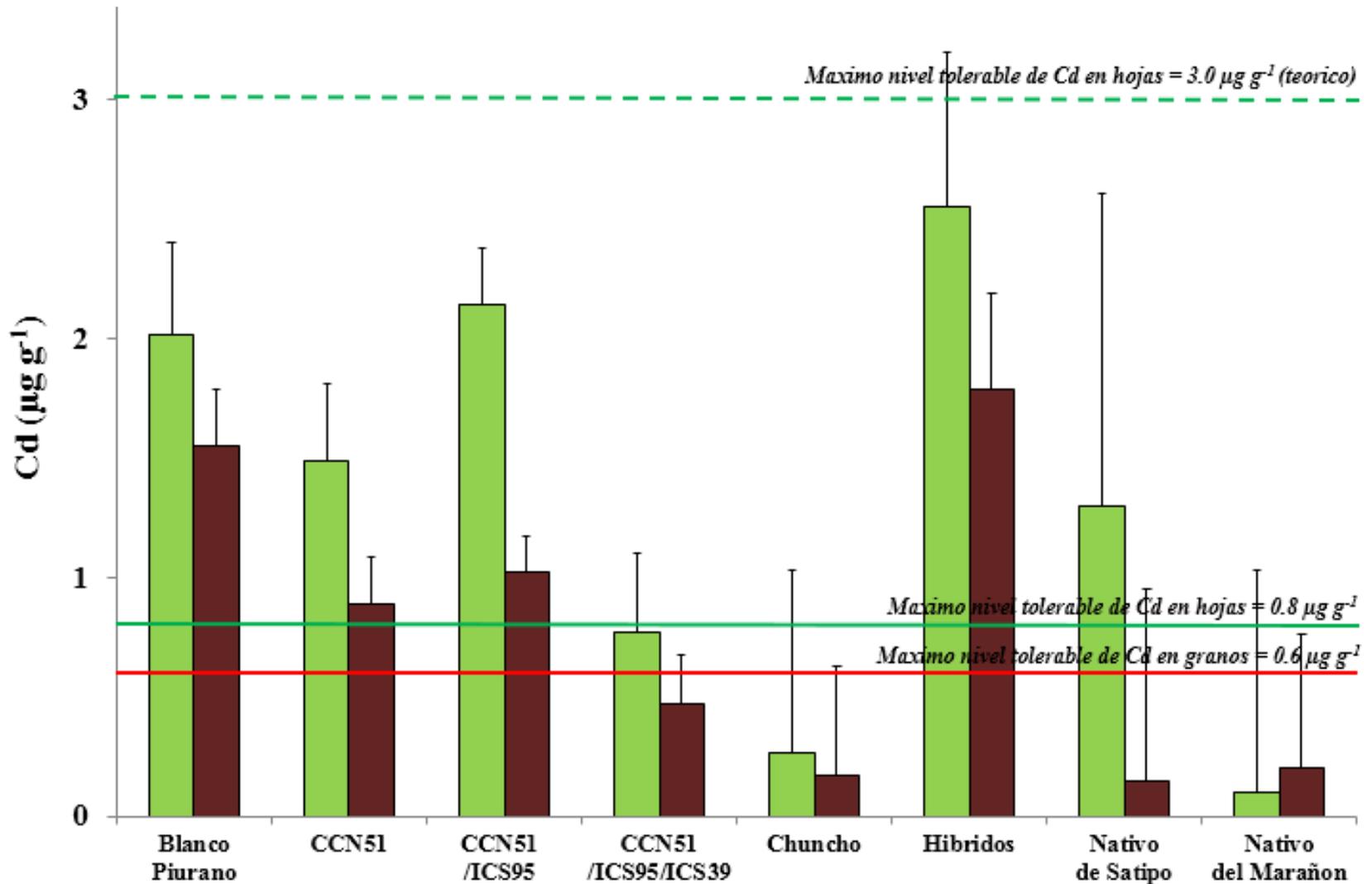


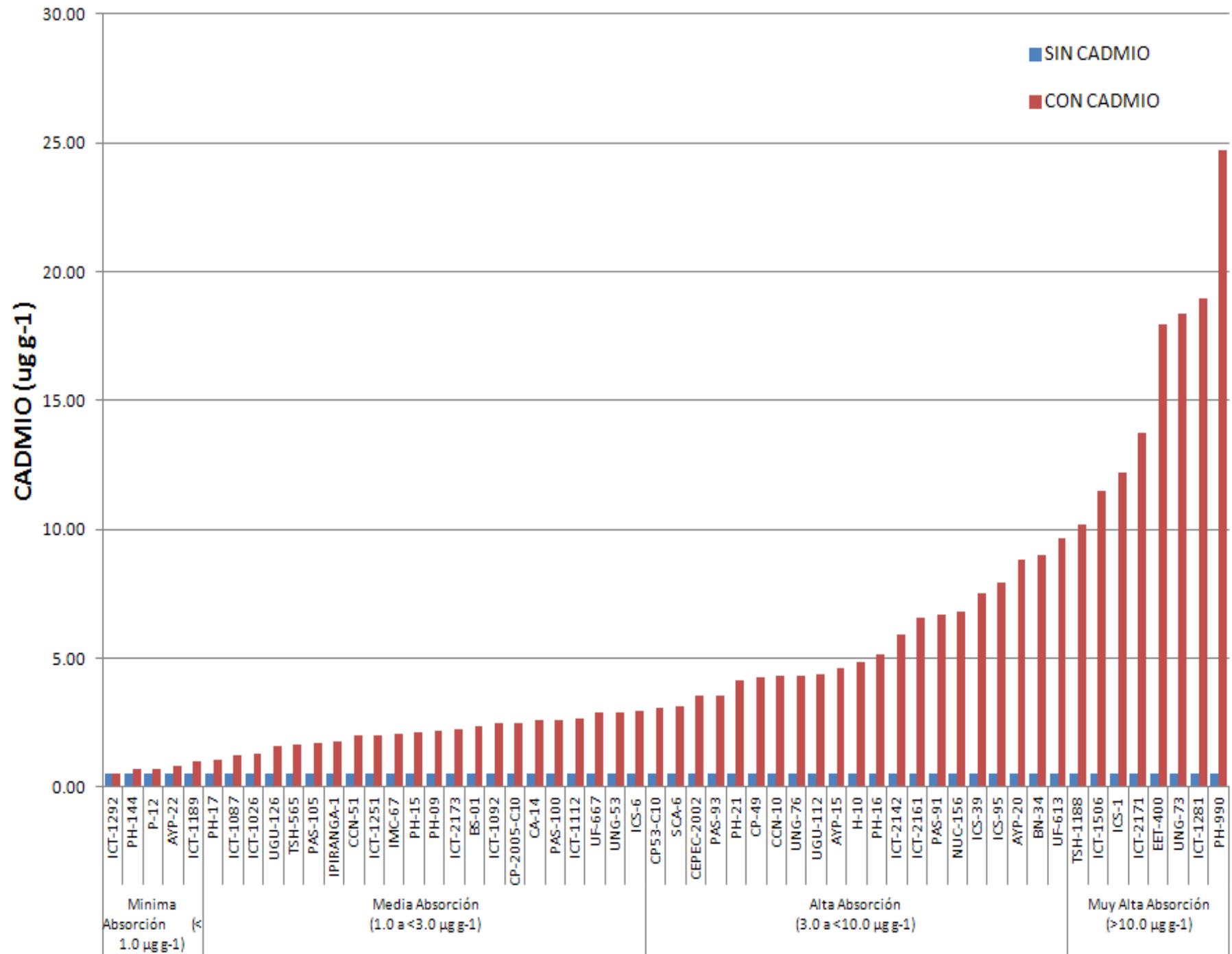
| Zonas productoras | Fincas    |
|-------------------|-----------|
| Tumbes            | 4         |
| Piura             | 13        |
| Cajamarca         | 6         |
| Amazonas          | 20        |
| Cuzco             | 5         |
| Huánuco           | 4         |
| Junín             | 4         |
| San Martín        | 14        |
| <b>TOTAL</b>      | <b>70</b> |

# Cadmio en hojas y granos de cacao - Perú



# Cadmio en hojas y granos de cacao por genotipos sembrados- Perú





# NUEVAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PRODUCCIÓN

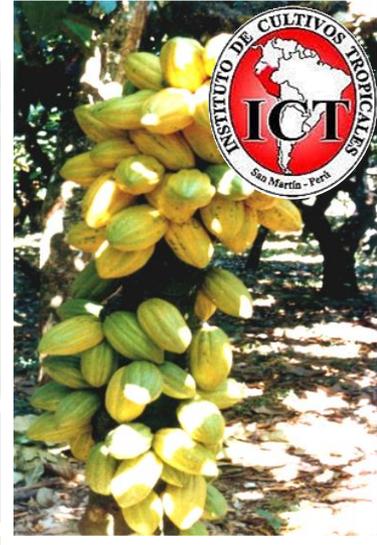
*Sistemas Agroforestales*



**REHABILITACION – RENOVACION  
PLANTACIONES DE CACAO EN EL VALLE DEL  
HUALLAGA**

# PLANTACION DE CACAO RENOVADA TOCACHE





GRACIAS!!!



CONTACTOS:  
[enriquearevaloga@gmail.com](mailto:enriquearevaloga@gmail.com)  
[cesar.arevaloh@gmail.com](mailto:cesar.arevaloh@gmail.com)  
[jgardini13@gmail.com](mailto:jgardini13@gmail.com)