



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

Tarapoto - Peru

Investigaciones del cacao en la amazonia peruana

Enrique Arévalo Gardini *PhD*

e.arevalo@ict-peru.org

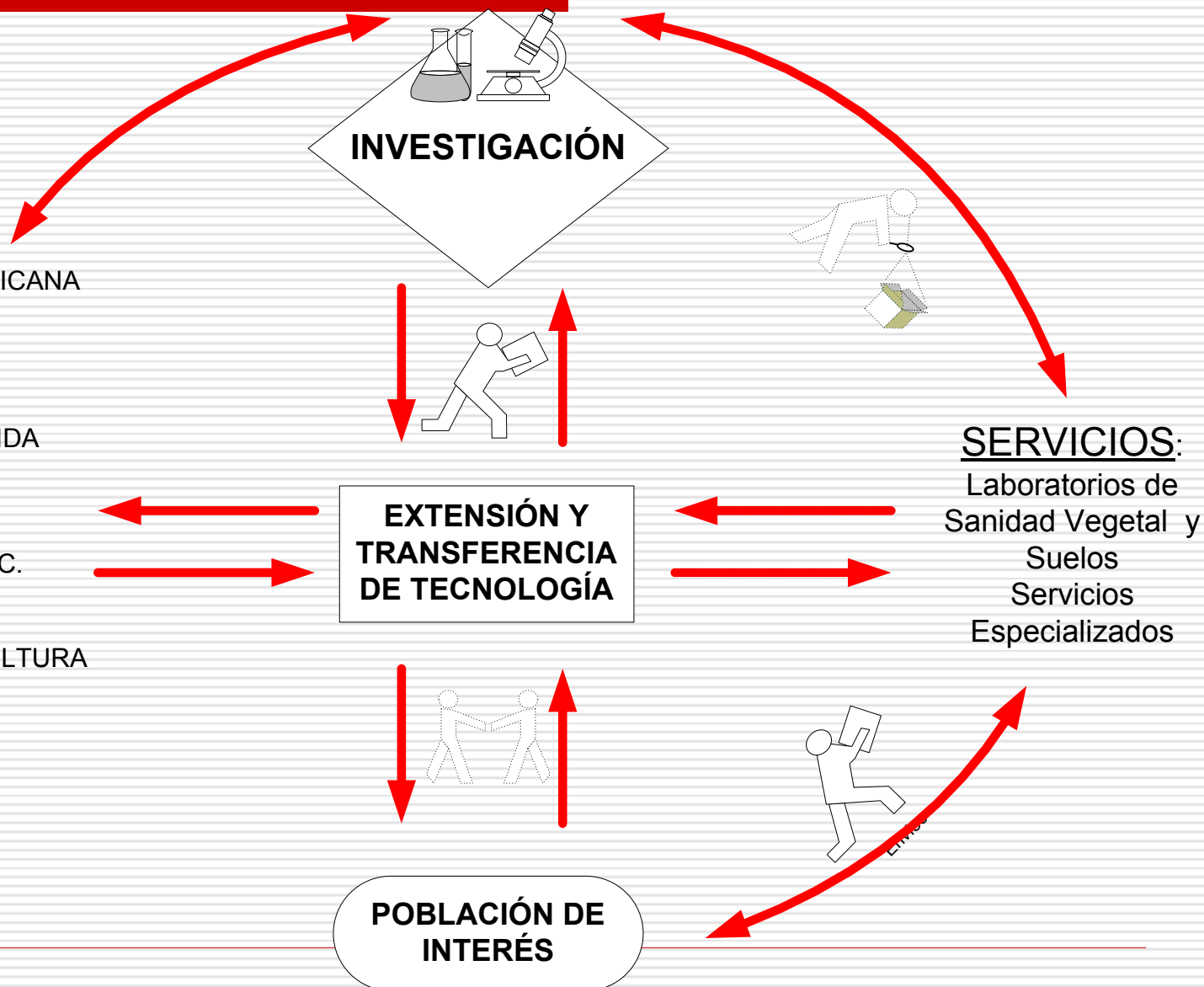
www.ict-peru.org



OBJETIVOS

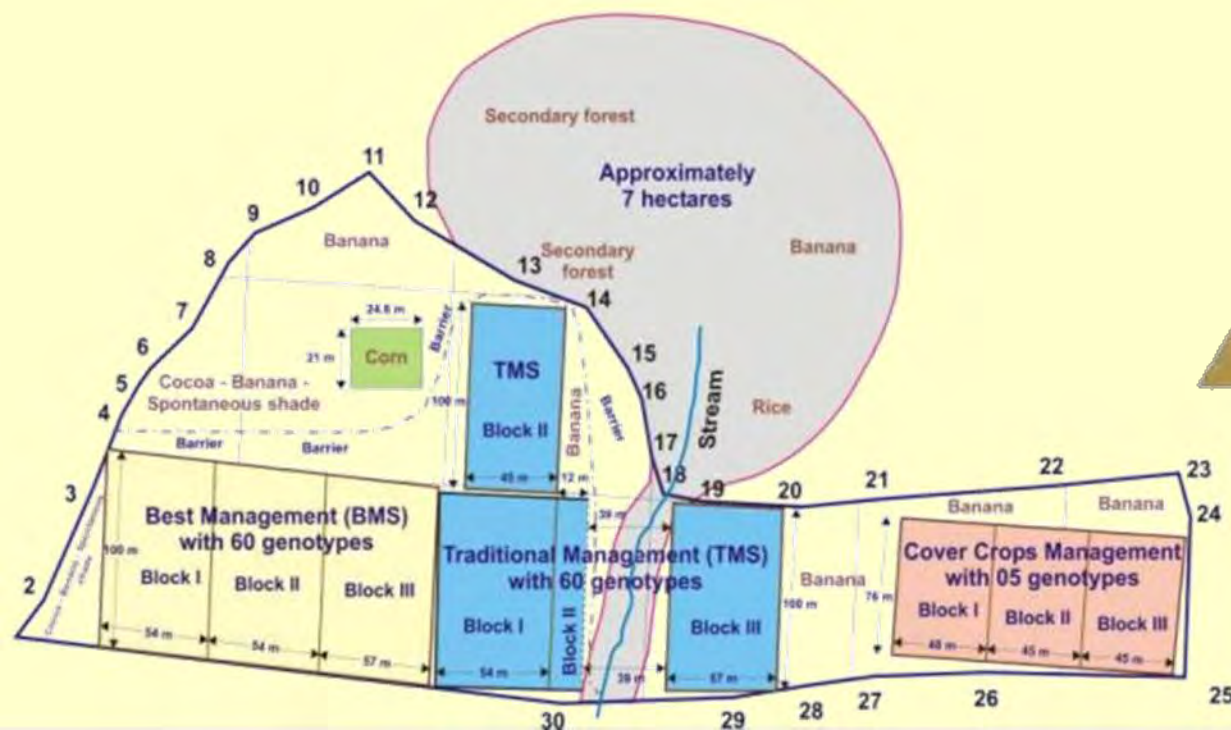
Investigación Agrícola - Extensión Agrícola - Servicios de laboratorios

- NAS – EMBAJ. AMERICANA
- USDA-ARS
- CEPLAC / CEPEC
- CICAD-OEA
- INIAP
- UNIVERSIDAD FLORIDA
- CABI-BIOSCIENCE
- INIA
- IIAP
- UNIVERSIDADES NAC.
- SENASA
- FONCODES
- MINISTERIO AGRICULTURA



ÁMBITO DE ACCIÓN DEL ICT







LABORATORIOS

FITOPATOLOGIA, BIOTECNOLOGIA,

SUELOS Y AGUAS

NAS-ICT / CICAD-OEA / USDA-ARS

**FITOPATOLOGIA-
CONTROL
BIOLOGICO**



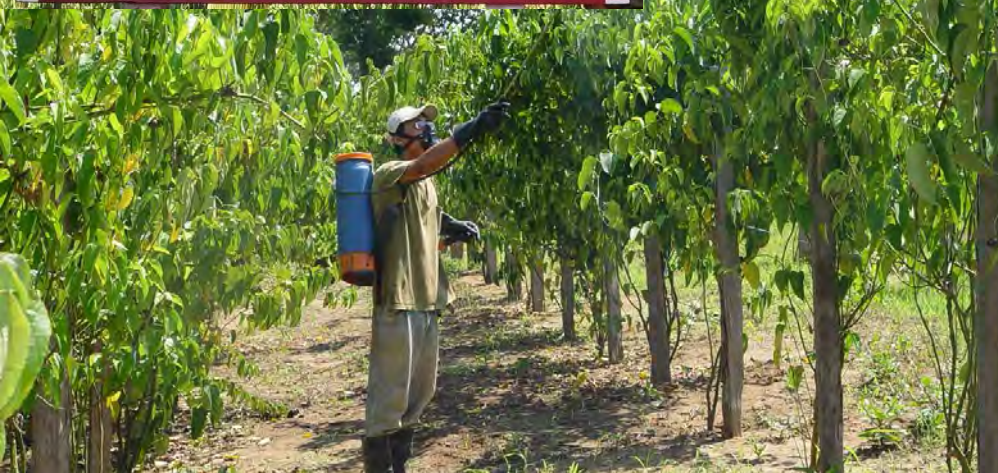
**MICROBIOLOGIA &
BIOTECNOLOGIA**



**SUELOS, AGUAS Y
TEJIDOS VEGETALES**



ESTACION EXPERIMENTAL ICT-NAS/CICAD-OEA





Cacao en el Perú 2012

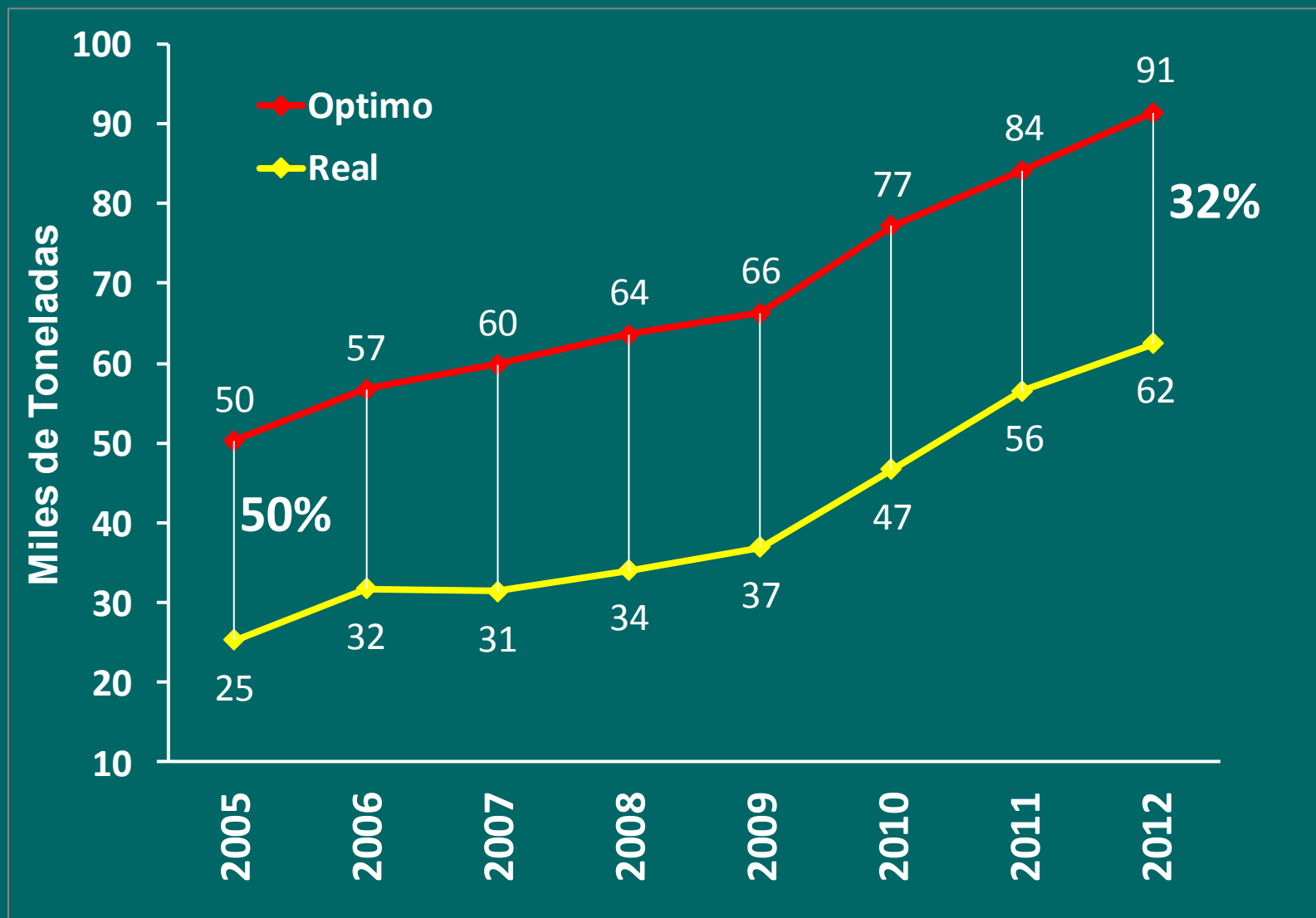
Area Total (ha)	91,497
Rendimiento (kg/ha)	683
Produccion (t)	62,492
Unidades Productivas	>60,000
Productores	>30,000
Norte: Tumbes, Piura, Amazonas, Cajamarca, La Libertad, Lambayeque	9,739 ha 11.0%
Centro: San Martín, Huánuco, Junín, Pasco, Ucayali	47,330 ha 52.0%
Sur: Ayacucho, Cusco, Madre de Dios	34,429 ha 38.0%

Fuente: MINAG: [Series Históricas de Producción Agrícola - Compendio Estadístico \(SISCA\)](#)
Elaboración propia



PRODUCCION DEL CACAO

Brecha tecnológica – Perú

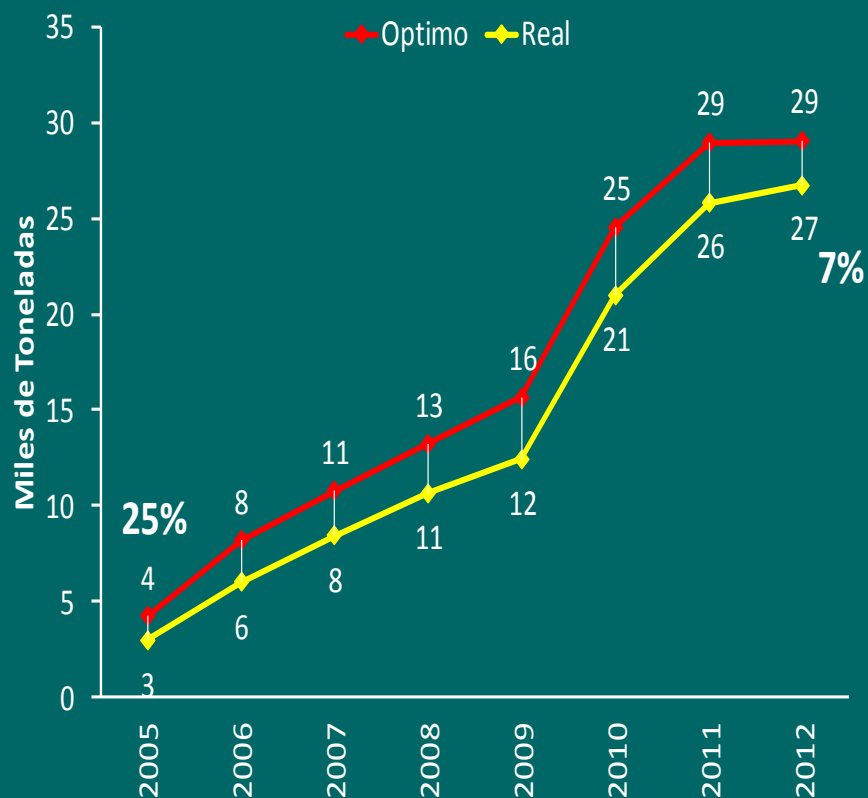




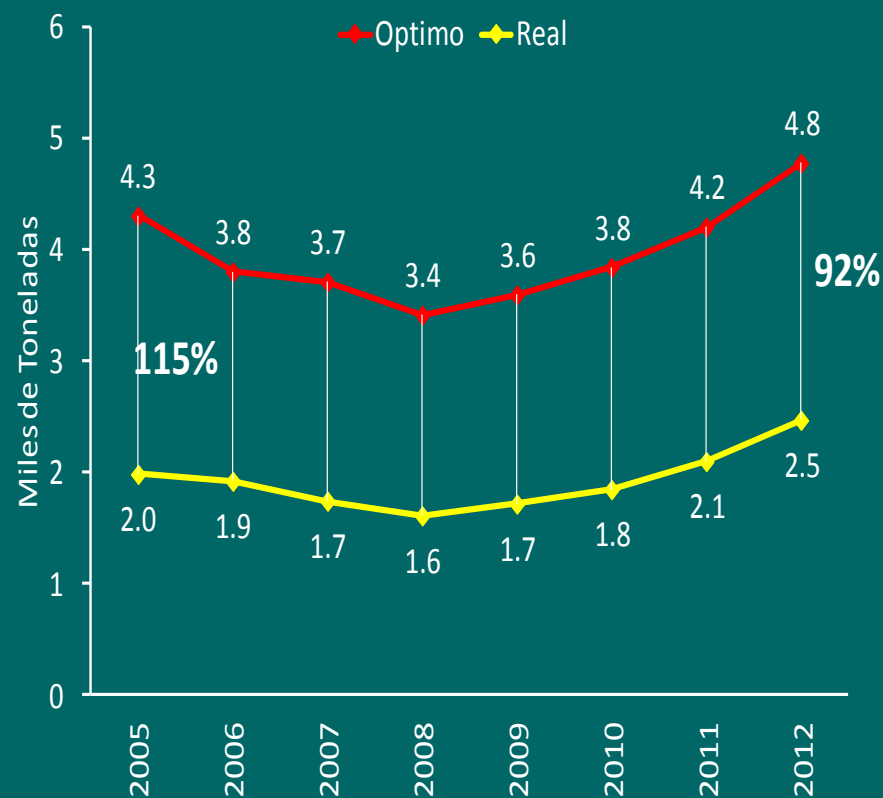
PRODUCCION DEL CACAO

Brecha tecnológica

San Martín



Huánuco



Investigación y extensión en cacao



PRODUCTIVIDAD

Selección de genotipos
Colección de genotipos
Control de enfermedades y MIP
Producción

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

SAF
Interrelaciones con el medio ambiente
Manejo Integrado

CALIDAD

Cosecha y poscosecha
Ecológico
Sabor y aroma de granos
Metales pesados

MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA Y LA SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA

TENDENCIAS ACTUALES

INVESTIGACIÓN



Medio ambiente

Para lograr el
desarrollo
sostenible

DESARROLLO E INNOVACIÓN



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.**

El éxito económico en cacao se fundamenta

- **Material Genético:** Con excelente producción de frutos por planta, buen índice de grano y mazorca
- **Ecología:** Suelos apropiados con buena distribución de lluvias.
- **Nutrición Integral:** Bien balanceada frecuente y oportuna
- **Poda de Formación:** Indispensable. Realizada antes de los dos (2) años. Promedio tres(3) ramas primarias/planta.
- **Poda de Mantenimiento:** Ajustada a la época, intensidad y forma (cono natural)
- **Manejo Integrado de Enfermedades:** Oportuno y constante

CACAO SOSTENIBLE:

Cuestiones de interes

- 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

PROGRAMAS

1. Producción

- Buenas practicas de manejo
- Cultivos de Cobertura para el mejoramiento de los rendimientos del cacao
- Manejo eficiente de los nutrientes

2. Mejoramiento genético

- Evaluación de Genotipos de Cacao Elite Cacao (Exóticos/Nativos/Silvestres)
- Banco de Germoplasma

3. Suelos

Mejoramiento de la calidad del Suelo/Productividad

4. Mejoramiento de la Biodiversidad

5. Otros: Captura de carbono, biomasa, etc.

GRUPOS DE CACAO CULTIVADOS

THEOBROMA CACAO

GRUPOS GENETICOS:

CHEESMAN (1944)

I CRIOLLO

- A) AMÉRICA CENTRAL
- B) SUR AMÉRICA

II FORASTERO

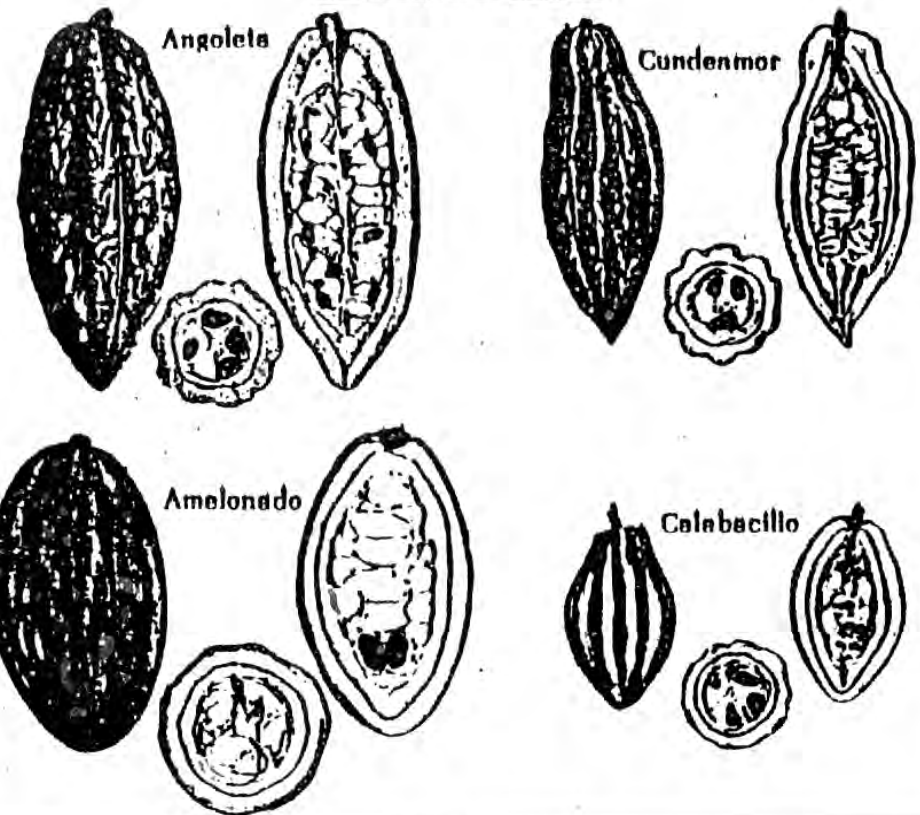
- A) FORASTERO AMAZÓNICO
- B) TRINITARIO

TIPOS DE CACAO CRIOLLOS Y FORASTEROS

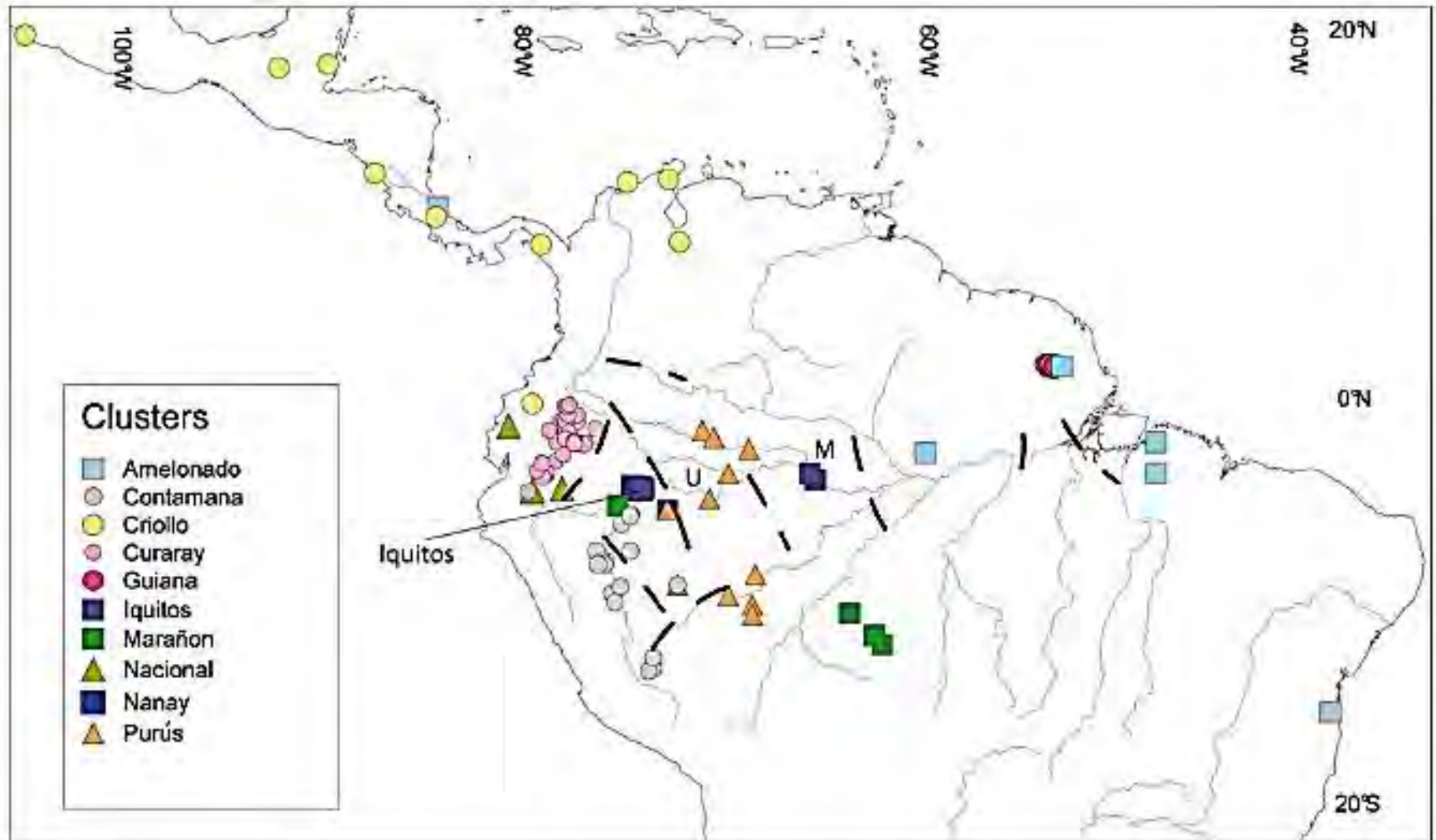
CRIOLLO



FORASTEROS



NUEVA CLASIFICACION EN BASE A MARCADORES MOLECULARES (JCM, ET AL., 2008)

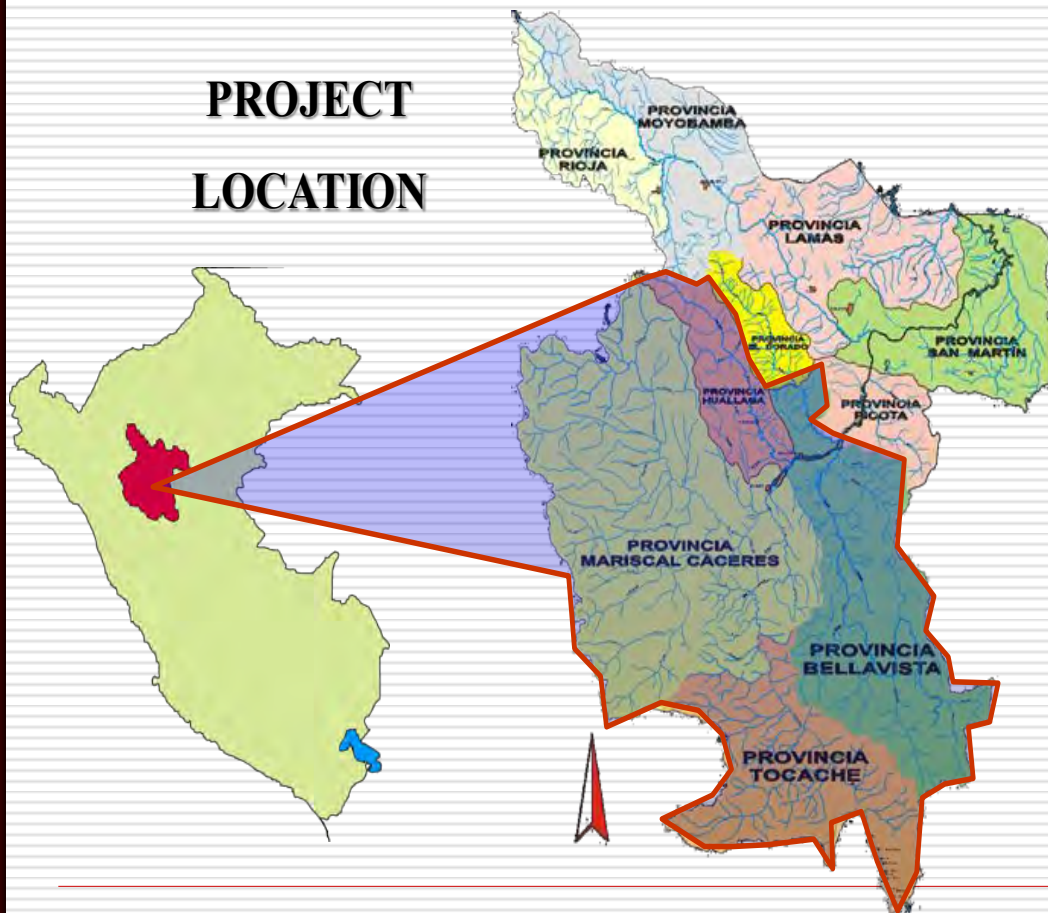


SELECCIÓN RECURRENTE DE PLANTAS MATRICES DE CACAO CON FINES DE PRODUCTIVIDAD Y RESISTENCIA A PLAGAS

Objetivo:

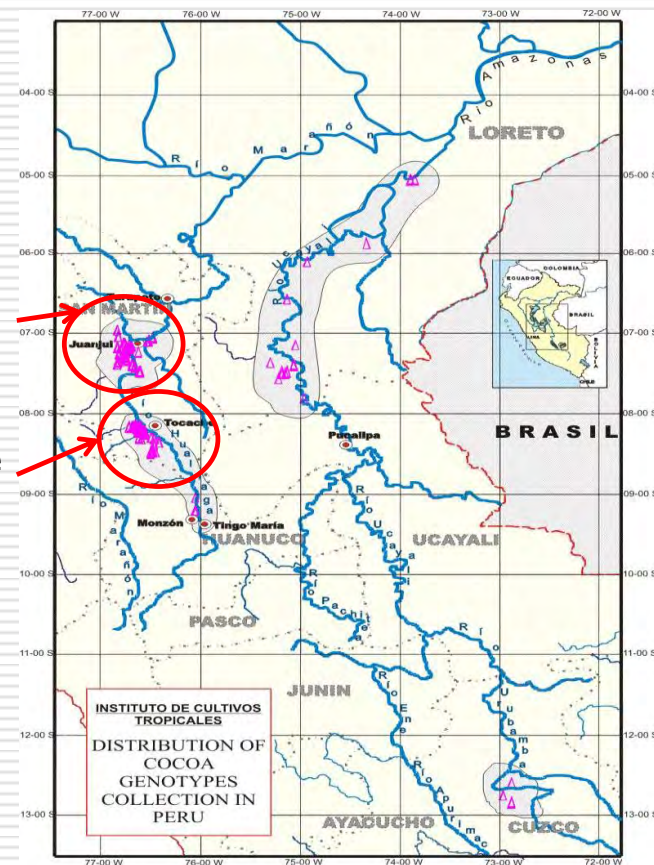
Seleccionar y caracterizar genotipos de cacao con características de productividad y resistencia a enfermedades en campo de agricultores de la Región San Martín - Perú.

PROJECT LOCATION



Juanjui

Tocache



ALGUNAS PLANTAS SELECCIONADAS



Eguavil Isminio García

Sector: Bolivar

Matriz: I



Feliciano Damián Zuñiga

Sector: Alto Almendras

Matriz: I



Javier H. De la Cruz
Gonzales

Sector: Alto Almendros

Matriz: I



NUMERO DE PLANTAS PROMISORIAS EN CAMPO DE AGRICULTORES

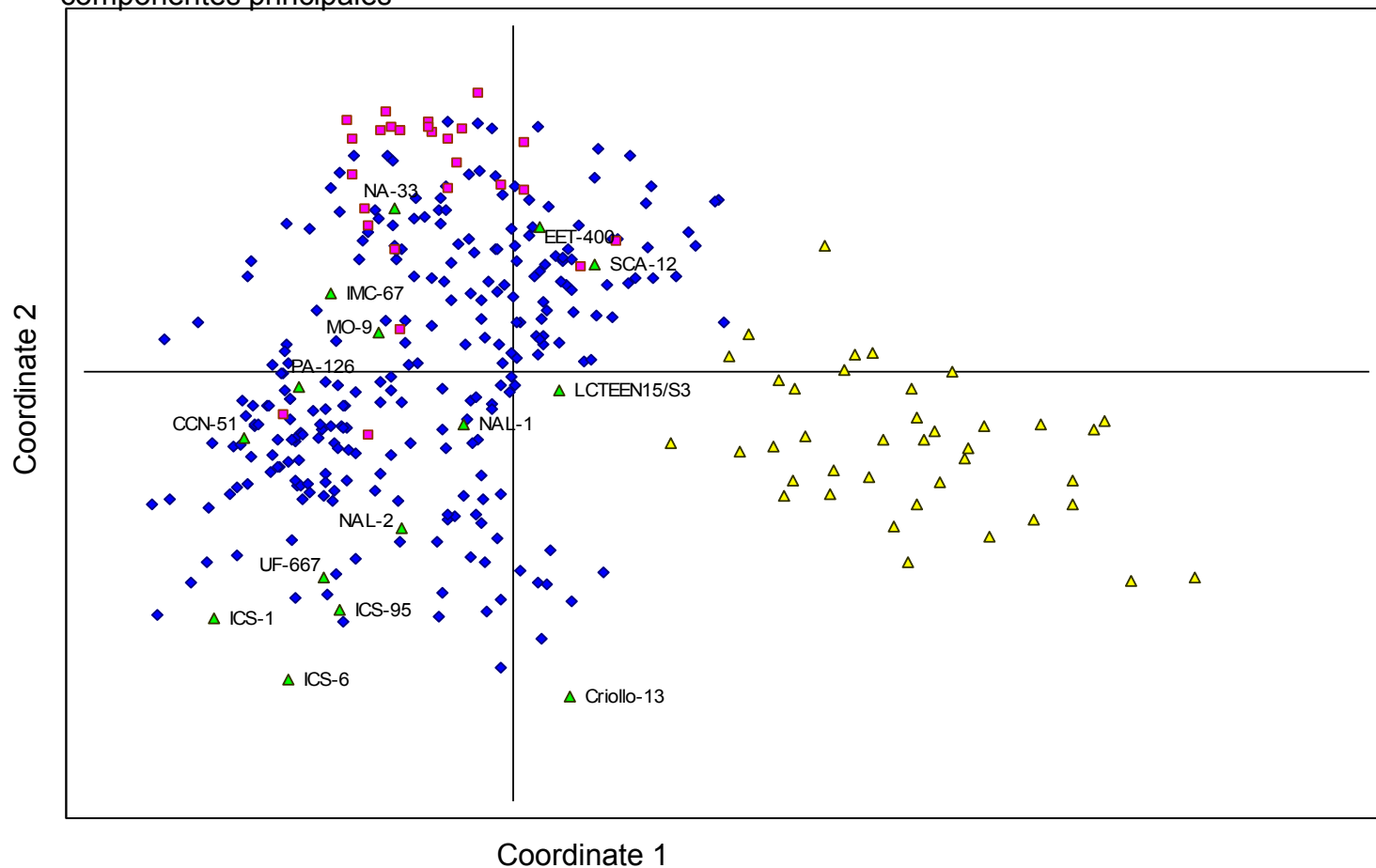
SERIES	Nº AGRICULTORES	Nº LOCALIDADES	Nº PLANTAS MATRICES
ICT I JUANJUI	48	37	244
ICT II TOCACHE	85	24	372
TOTAL	133	61	616

20% Plantas Tolerantes
80 % Plantas Productivas

**MAPA DE UBICACION
DE LAS PLANTAS
MATRICES**

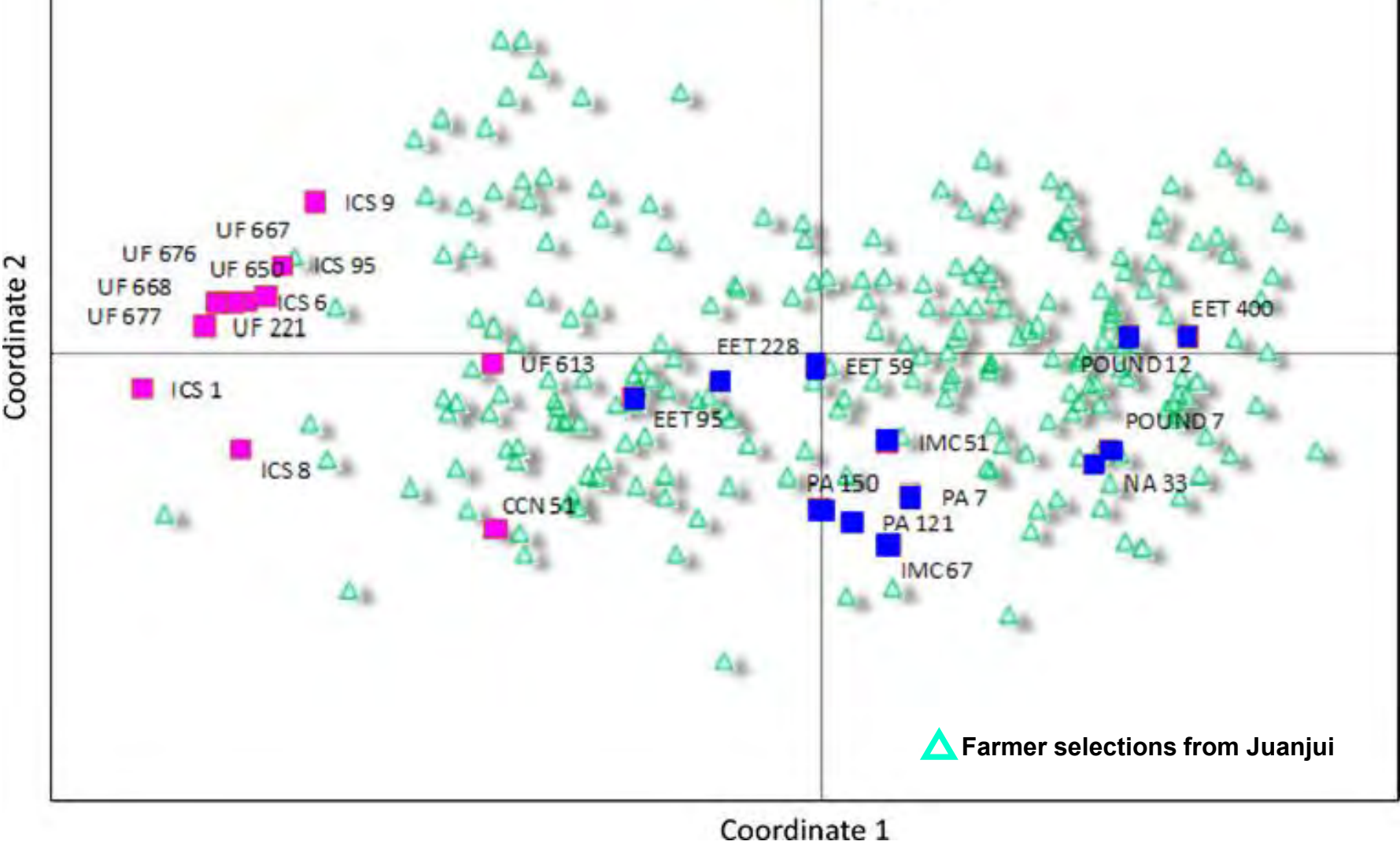


Relación entre la colección de cacaos proveniente de campo de agricultores en el Huallaga y grupos de germoplasma conocidos como referencia de accesiones relevantes , Analisis de componentes principales



- △ Ucayali clones
- Huallaga clones
- ▲ Reference clones
- ◆ Farmer selections from Huallaga valley

Componentes Principales 247 accesiones de cacao seleccionadas en campo de agricultores de Juanjui, Perú y 27 candidatos a parentales utilizados en los programas en la década de 1980. Primer eje= 35,6% del total de la información y el segundo = 18,3%





“SELECCIÓN DE GENOTIPOS SUPERIORES DE CACAO DE ALTO RENDIMIENTO Y RESISTENCIA A ENFERMEDADES”



**Proyecto
38 – FINECyT – PIBAP – 2009**

METODOLOGIA

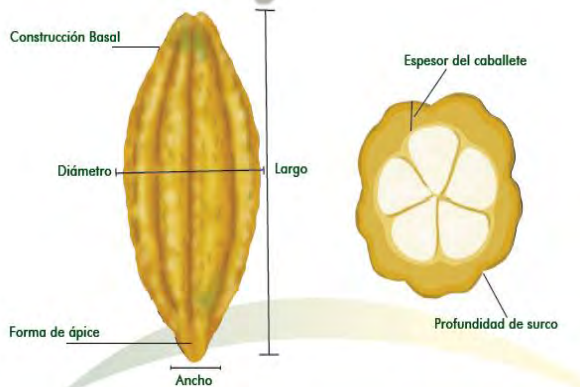
Identificación



Evaluación Floración y Fructificación



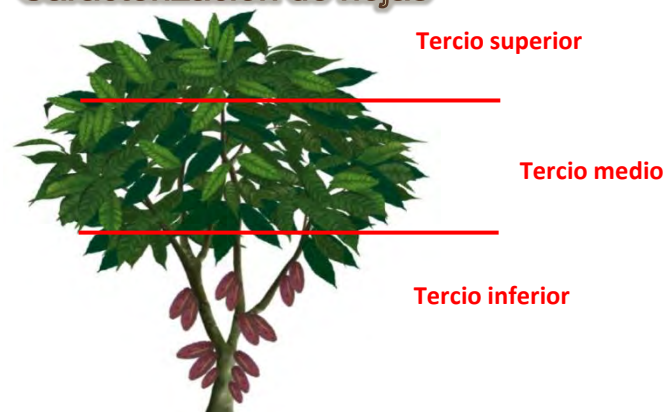
Tamaño y Forma Fruto



Tamaño y forma de semilla



Caracterización de hojas



Caracterización de flores



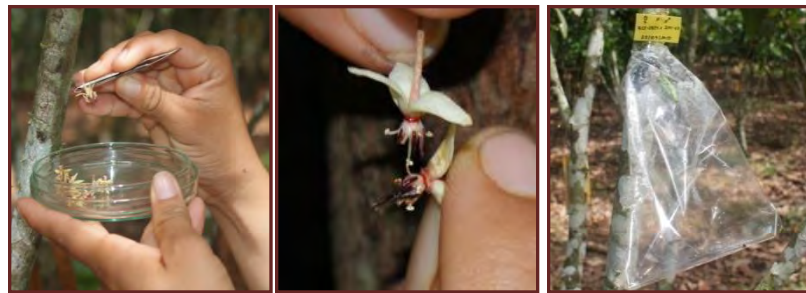
Numero de frutos, semillas y peso



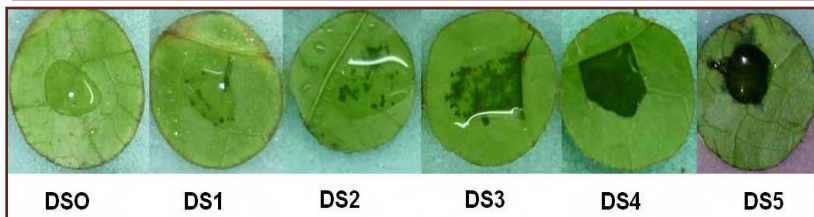
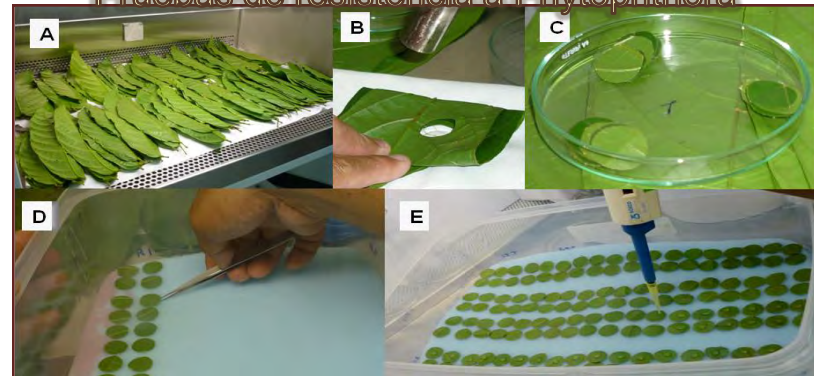
Microfermentación



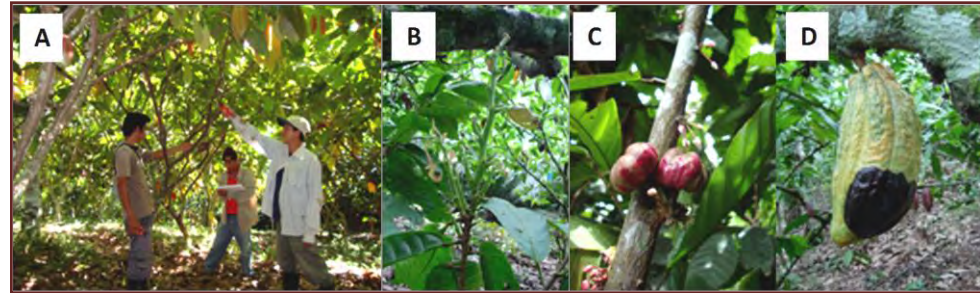
Polinización



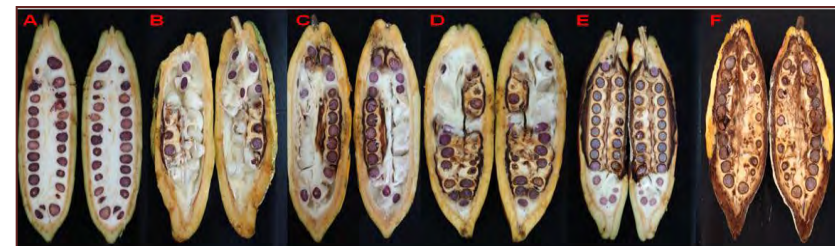
Pruebas de resistencia a Phytophthora



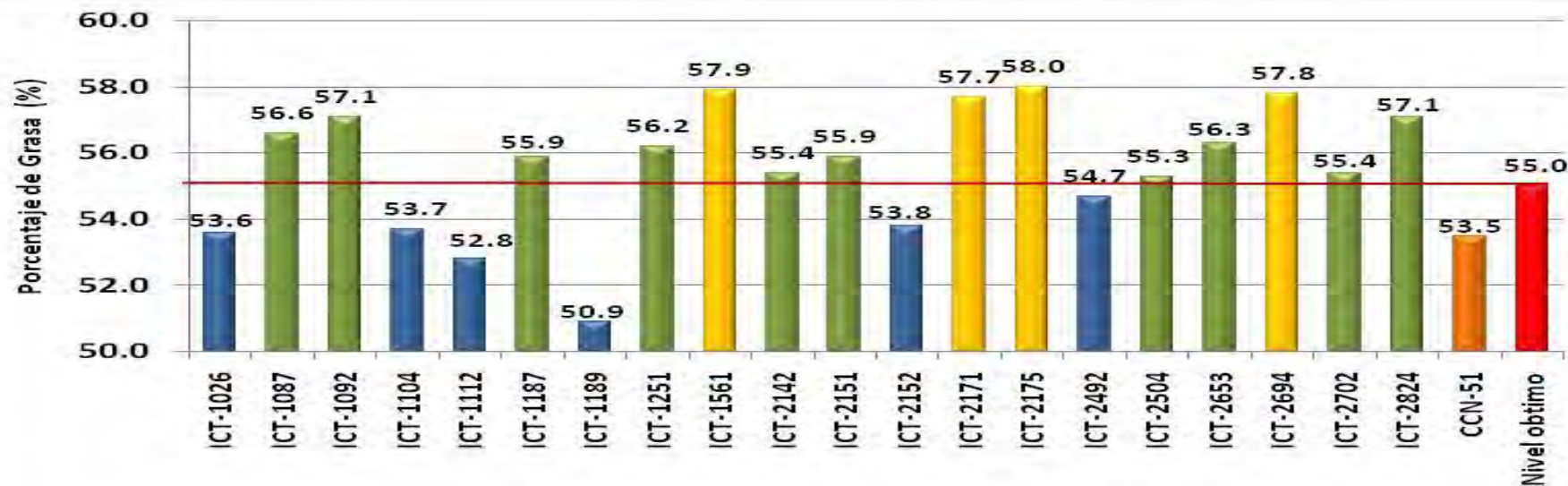
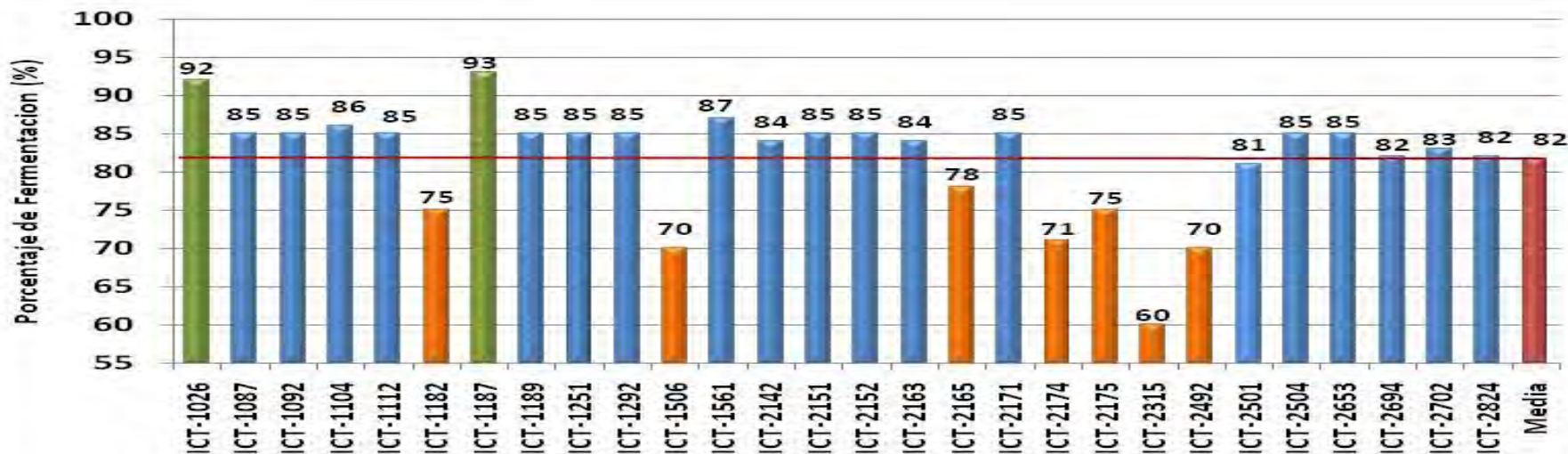
Evaluación de enfermedades



Pruebas de resistencia a moniliasis



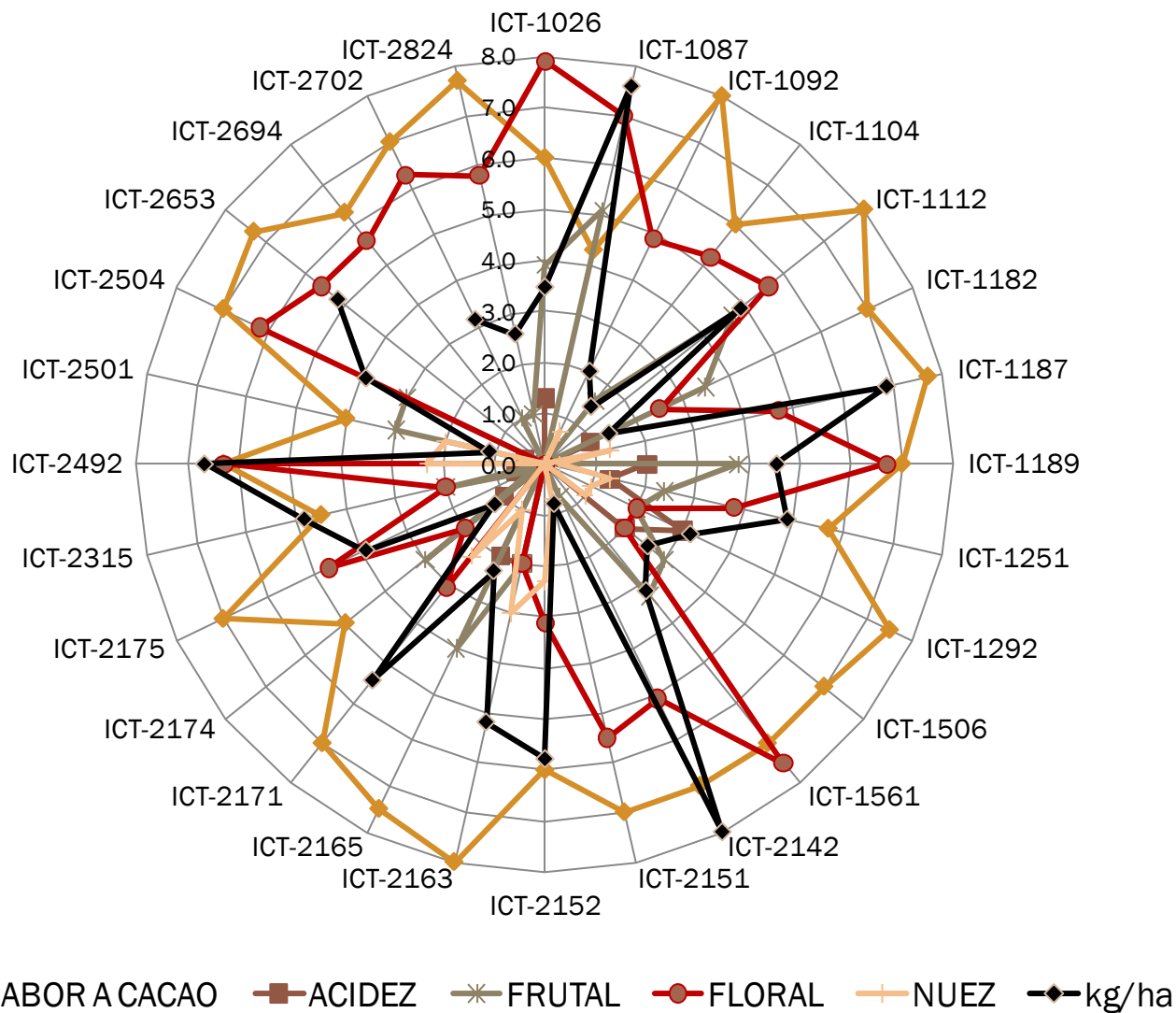
PORCENTAJE DE FERMENTACION Y GRASA DE 28 CLONES PROMISORIOS



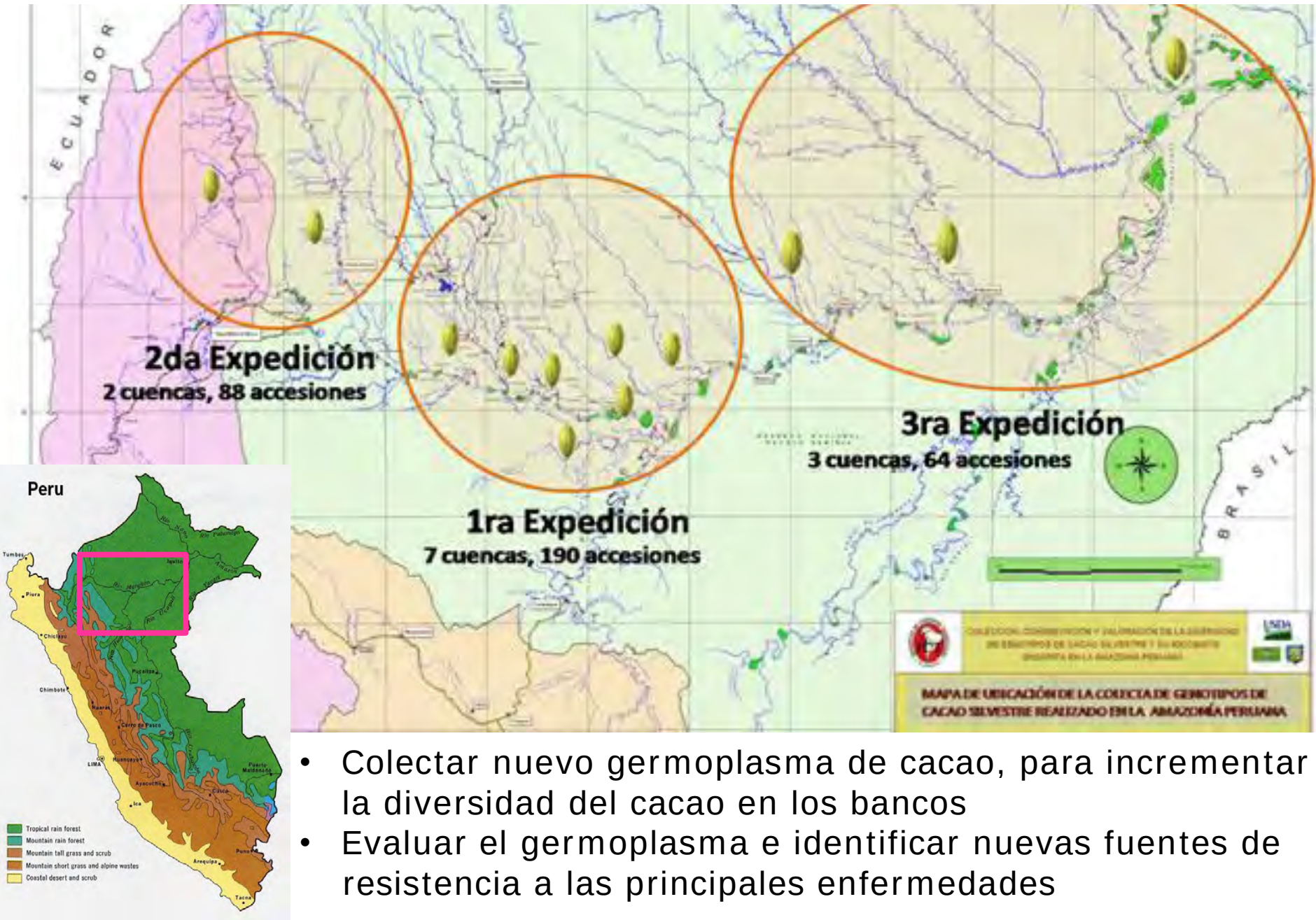
Características de los clones elite del ICT

Característica	Clon
Alto Rendimiento	ICT-2142, ICT-2161, ICT-1087
Buenas Características organolepticas	ICT-1026, ICT-1112, ICT-2504, ICT-1561
Resistencia a escoba de bruja	ICT-2172, ICT-1043, ICT-2173
Resistencia a moniliasis	ICT-1182, ICT-1187, ICT-2163, ICT-1561, ICT-1506, ICT-1087
Resistencia a Phytophthora	ICT-1087, ICT-1281, ICT-1506, ICT-1561, ICT-1594, ICT-2152, ICT-2172, ICT-2173, ICT-2702, ICT-2703, ICT-2705 ICT-2082

VALORACION SENSORIAL DE 28 CLONES PROMISORIOS



COLECCIÓN, CONSERVACIÓN Y VALORACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE GENOTIPOS DE CACAO SILVESTRE Y SU MICOTA ENDÓFITA EN LA AMAZONÍA PERUANA



- Colectar nuevo germoplasma de cacao, para incrementar la diversidad del cacao en los bancos
- Evaluar el germoplasma e identificar nuevas fuentes de resistencia a las principales enfermedades

Expediciones de Colecta en la Amazonía Peruana (2008-2012)





Colectando el cacao Silvestre en la Amazonia Peruana









MEJORANDO LA PRODUCTIVIDAD

Compatibilidad Sexual de Clones de Cacao para mejorar la Productividad en el Campo



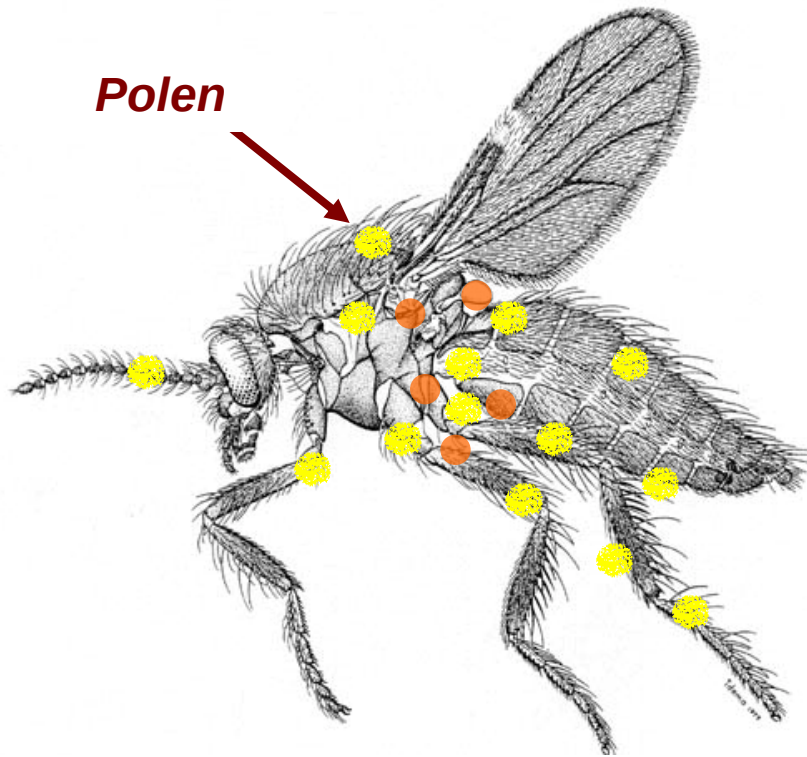
POLINIZACIÓN EN CACAO

ENTOMÓFILA

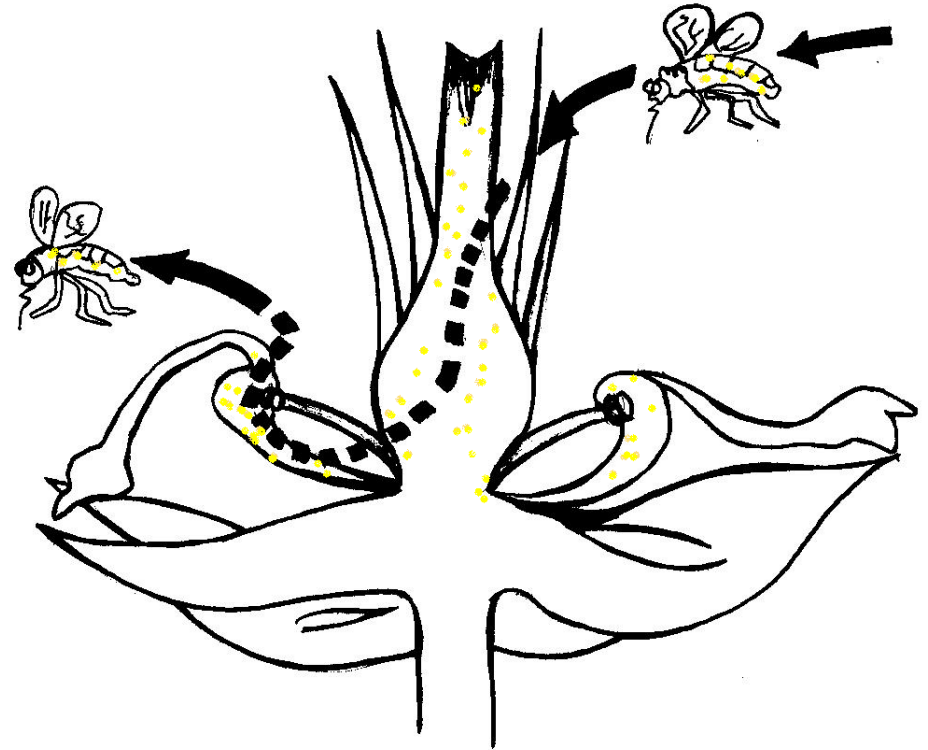
Orden: Diptera

Familia: Ceratopogonidae

Género: *Forcipomyia*



Forcipomyia sp.



Recorrido del insecto

CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE CLONES DE CACAO PARA ESTABLECER MODELOS DE SIEMBRAS

TAMAÑO DE GRANO

Grano Grande ($\geq 1,6$ g/grano)	ICS 6, 39, 60, SC 6, ICS 1, SOLEDAD
Grano Medio (1,4 – 1,6 g/grano)	CCN 51, UF 613, EET 400, UF 667, UF 676, ICT 1188. SAN HILARION, CHAMBIRA
Grano Pequeño ($\leq 1,3$ g/grano)	TSH 565, IMC 67, ICS 95,

PORTE DEL ÁRBOL

Grande	ICS 1, 6, 39, 60, 95, UF 613, EET 400
Mediano y Pequeño	TSH 565, IMC 67, CCN 51



APORTES QUE BRINDA LA VARIABILIDAD GENETICA

Materiales con diferente:

- ❖ **Tamaño de grano (I.G.): desde 0,8 a 2,5 gramos/grano**
- ❖ **Índice de mazorca (I.M.): Número de frutos por Kg de cacao seco, desde 10 a 40 frutos**
- ❖ **Número de granos por fruto 20 a 64**
- ❖ **Características físico – químicas como: % de grasa, % cascarilla, Acidez y pH**
- ❖ **Propiedades organolépticas (sabor): Chocolate, Floral, Frutal, Nuez**

PADRE

MADRE

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%)



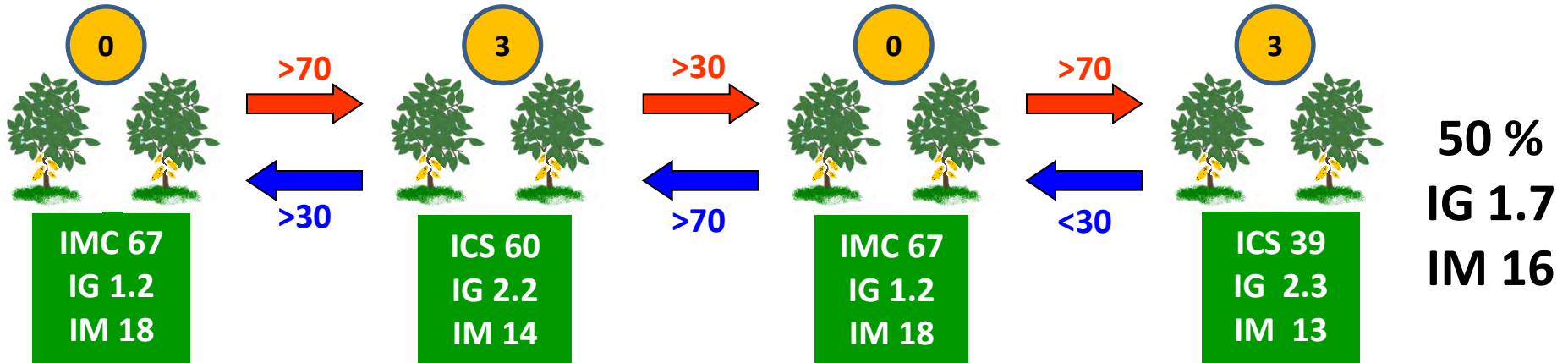
Inter- compatible (≥70%)



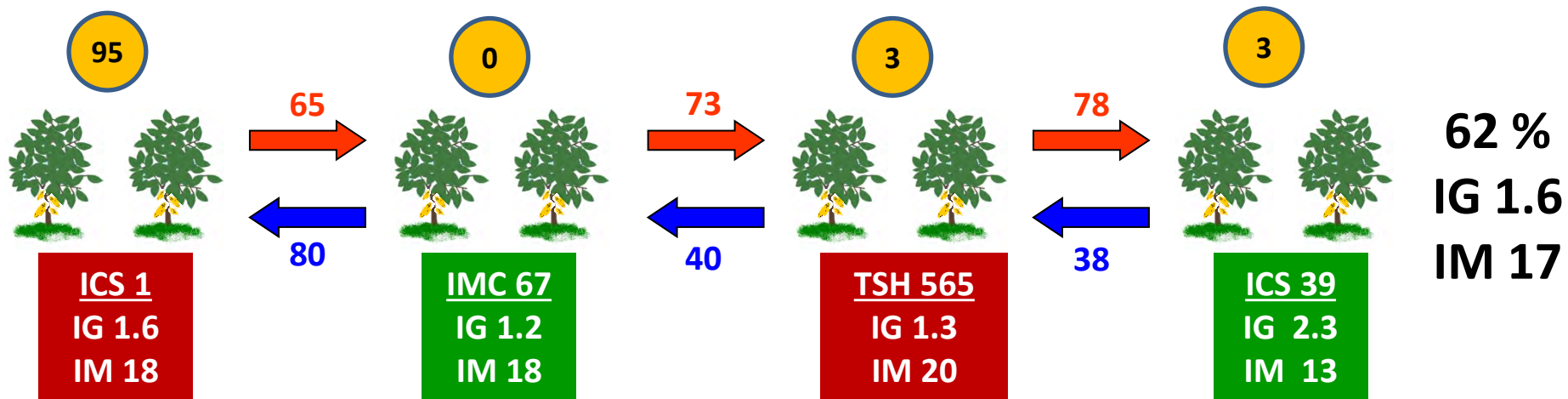
Auto-Incompatible (<30%)

MODELOS COMERCIALES

AUTOINCOMPATIBLES (VERDES)



MEZCLA DE AUTOCOMPATIBLES CON AUTOINCOMPATIBLES



CLON		MADRE				
		ICT 1251	ICT 1189	ICT 1112	ICT 1087	CCN 51
P A D R 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%

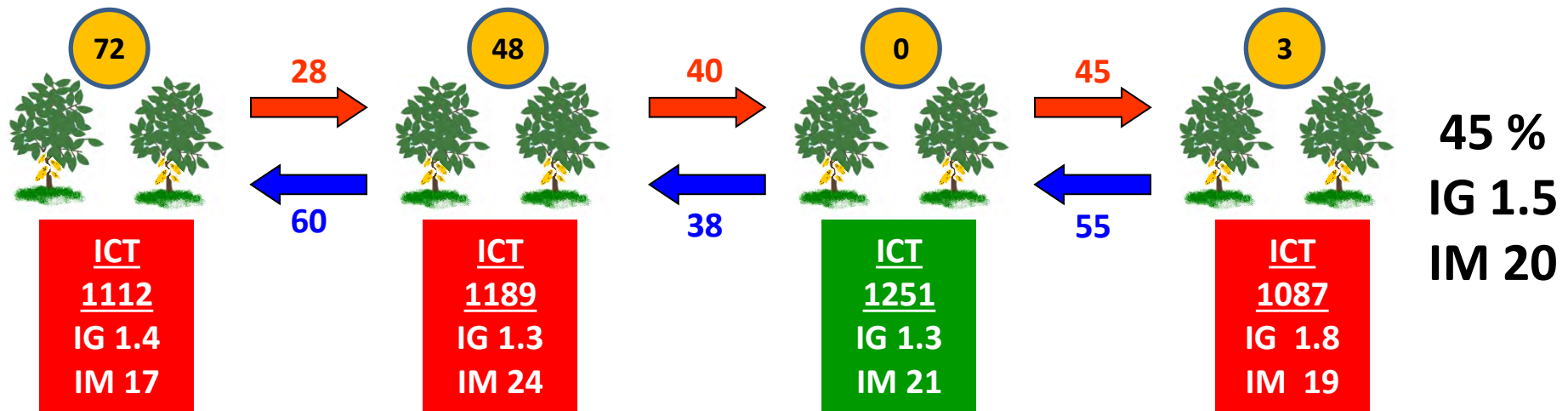


Inter-Compatible ≥30%



Inter-Compatible ≥60%

MODELOS DE SIEMBRA CON MATERIAL ICT TOLERANTE A MONILIASIS



ESPECIFICACIONES

Q		PRODUCCION (Kg)		IDEAL		FACTOR	
				2,600			
Nm:	Número de mazorcas/árbol	45		2 Kg/árbol			POTENCIAL GENETICO
Ng	Número de granos/ mazorca	40					
Pg	Peso de los granos	1.15					
E:	CLIMA	Precipitación	2500mm	1	1		ECOLOGIA
		Temperatura	25° C	1			
		Radiación Solar	2200 horas	1			
	SUELOS	Propiedades Fisicas	Buenas	1	1	1	
		Profundidad	Buenas	1			
		Disp. Nutrientes	Adecuada	1			
		Balance Nutrientes	Adecuada	1			
	BIOTA	Insectos Polinizadores	Alto	1	1		
		Plagas	No	1			
		Enfermedades	No	1			
		Malezas	No	1			
Na:	MANEJO	Número árboles/Ha	1300	1300	1300	1300	MANEJO
Ac:		Arquitectura Cauliflora	Buena	1	1	1	
LAI		Indice de Area Foliar	4	1	1	1	
%FS		Porcentaje frutos sanos	100%	100%	100%	100%	SANIDAD

APLICACIONES

	GENETICA	X	ECOLOGIA	X	MANEJO	X	SANIDAD
--	----------	---	----------	---	--------	---	---------

A. IDEAL	Nm X Ng x Pg	X	Clima x Suelos x Biota		Na x Ac x LAI		% FS
	45 x 40 x 1,15	X	1 x 1 x 1	X	1300 x 1 x 1	X	100%
	2,0 Kg		1		1300		1

$$2 \text{ kg} \times 1300 \times 100 \% = 2.600 \text{ kg}$$

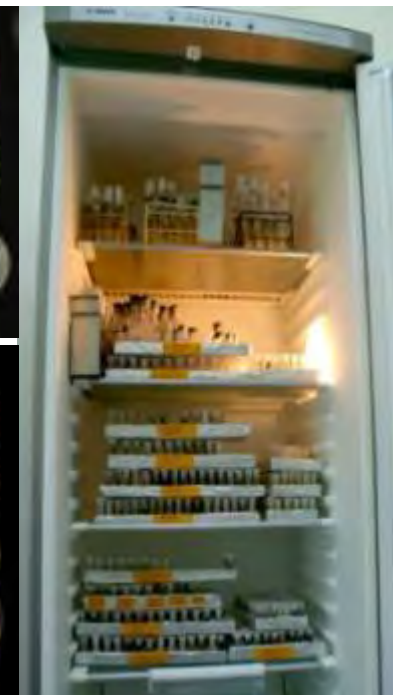
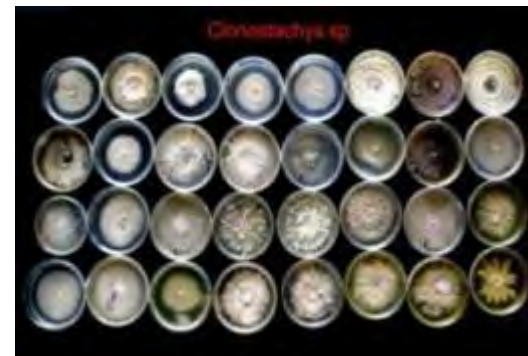
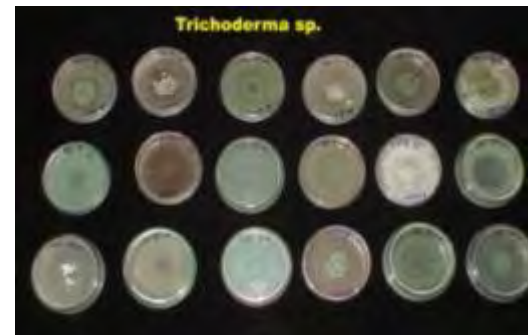
	GENETICA	X	ECOLOGIA	X	MANEJO	X	SANIDAD
--	----------	---	----------	---	--------	---	---------

B. ANORMAL	Nm X Ng x Pg	X	Clima x Suelos x Biota	X	Na x Ac x LAI	X	% FS
	30 x 35 x 1,10	X	0,8 x 0,8 x 0,7	X	1100 x 0,8 x 0,7	X	80%
	1,15 Kg	X	0.448	X	616	X	0.8

$$1,15 \text{ Kg} \times 0.448 \times 616 \times 0.80 = 253.8 \text{ kg}$$

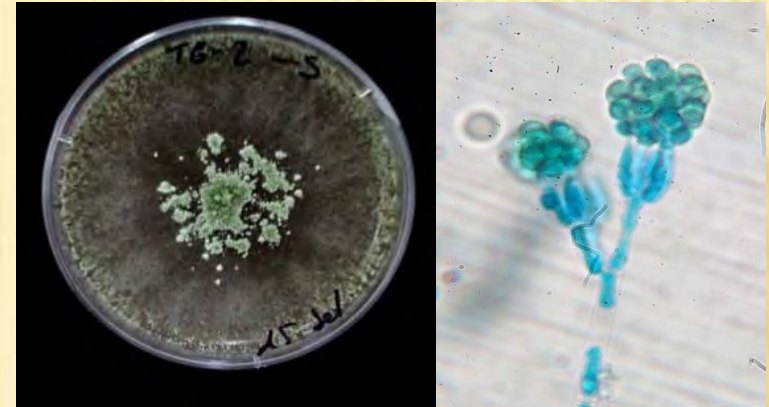


COLECCIÓN, AISLAMIENTO, IDENTIFICACION Y CONSERVACION DE HONGOS ENDOFITOS DEL CACAO



Hongos endofitos encontrados en cacao silvestre

Nº	Generos/Grupos	Nº Aislamientos
1	<i>Trichoderma</i> *	192
2	<i>Clonostachys</i> *	147
3	<i>Colletotrichum</i>	83
4	<i>Botryosphaerea</i>	205
5	<i>Fusarium</i>	195
6	<i>Pestalotiopsis</i>	357
7	<i>Xylaria</i>	116
8	<i>Nodulosporium</i>	5
9	<i>Penicillium</i>	19
10	<i>Phomopsis</i>	16
11	<i>Acremonium</i>	8
12	<i>Aspergillus</i>	6
13	<i>Metarrizium</i>	2
14	<i>Geotrichum</i>	3
15	<i>Beauveria</i>	3
16	<i>Paecilomyces</i>	5
17	<i>Beltrania</i>	2
18	Hiphomycetes	3
19	Actinomycete	3
20	Dematiaceae	8
21	Picnidium	2
22	Estériles	251
Total		1635



Trichoderma sp.



Clonostachys sp.

SELECCIÓN DE GENOTIPOS PROMISORIOS DE CACAO CON NIVELES DE RESISTENCIA A *Phytophthora palmivora* MEDIANTE INOCULACIÓN EN DISCOS DE HOJA.

Objetivo:

Seleccionar genotipos promisorios de cacao con niveles de resistencia a la pudrición causada por *Phytophthora palmivora* en discos de hojas.

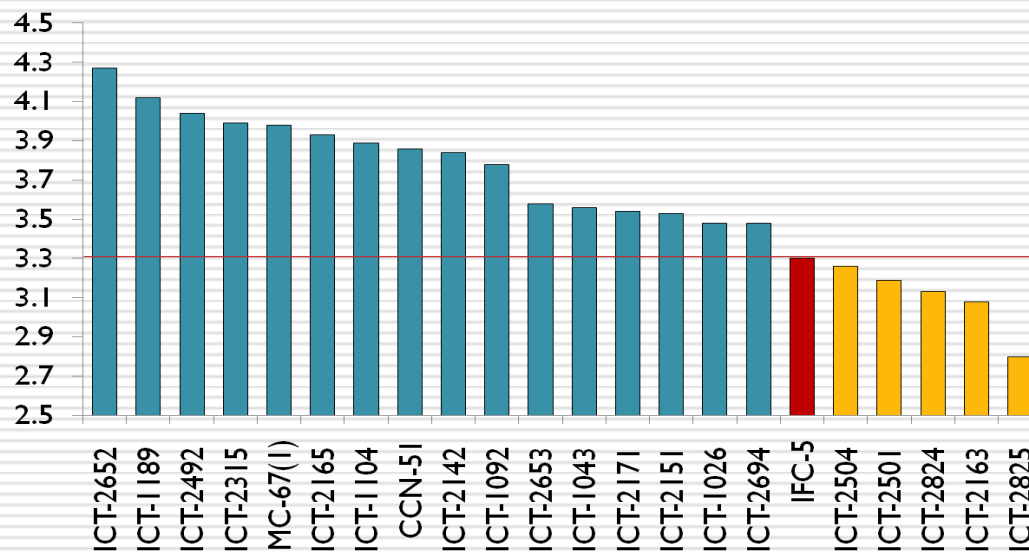
Colecta de hojas



Inoculación de zoosporas en discos de hoja



GRADO DE SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales



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

○ Inducción a la Embriogénesis Somática



Selección planta madre



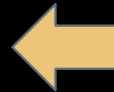
Colecta de Botones florales



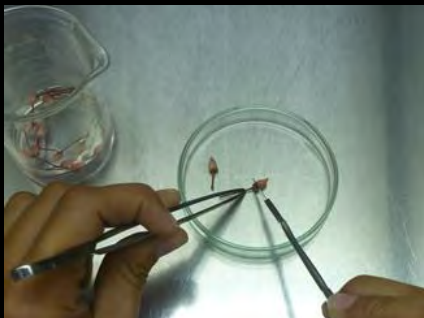
Introducción in vitro



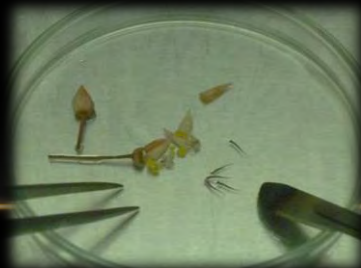
Esterilización superficial de explantes



Enjuague con Agua destilada estéril



Disección de botones florales



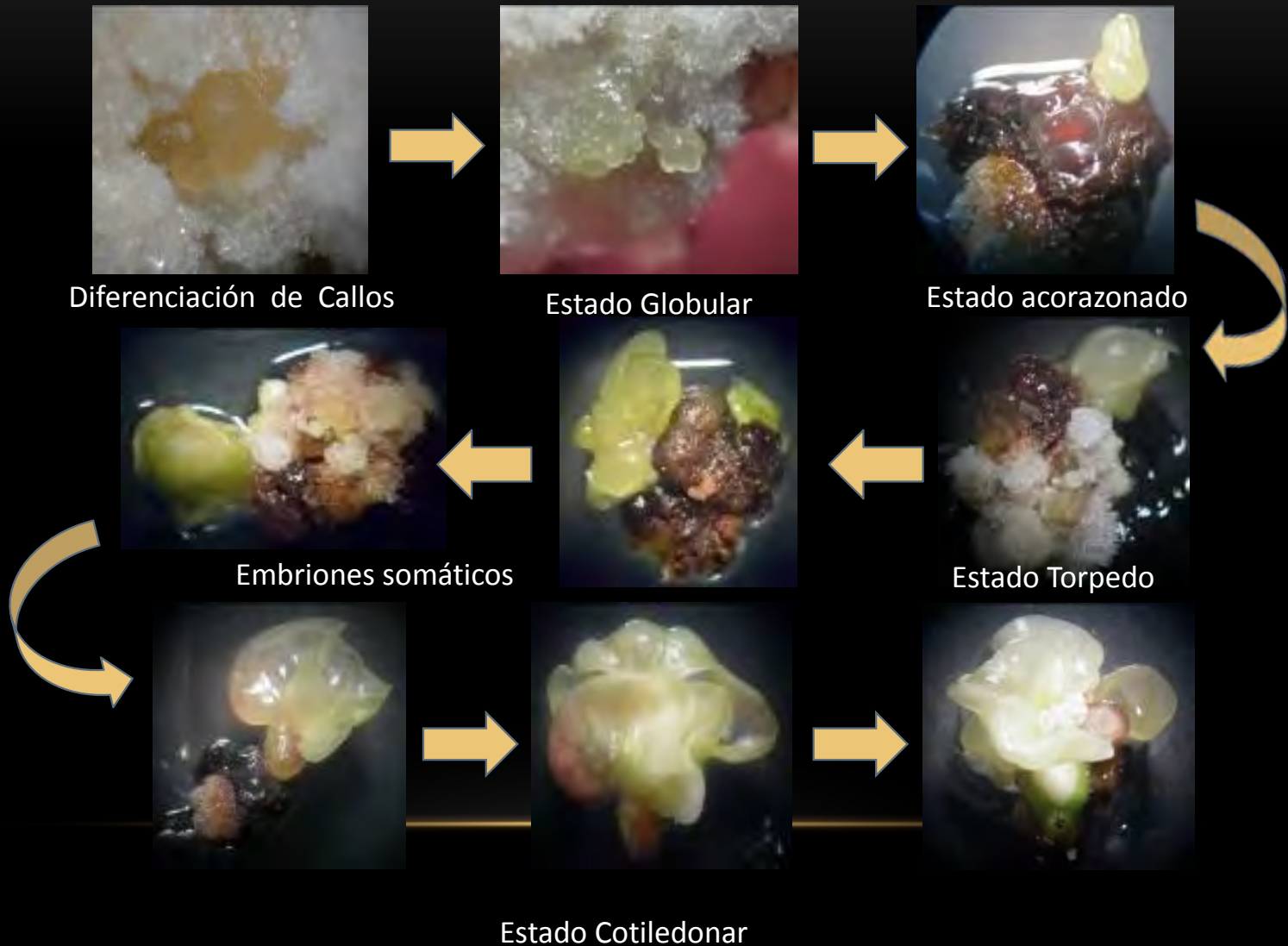
Siembra de Estaminodios



Incubación de explantes

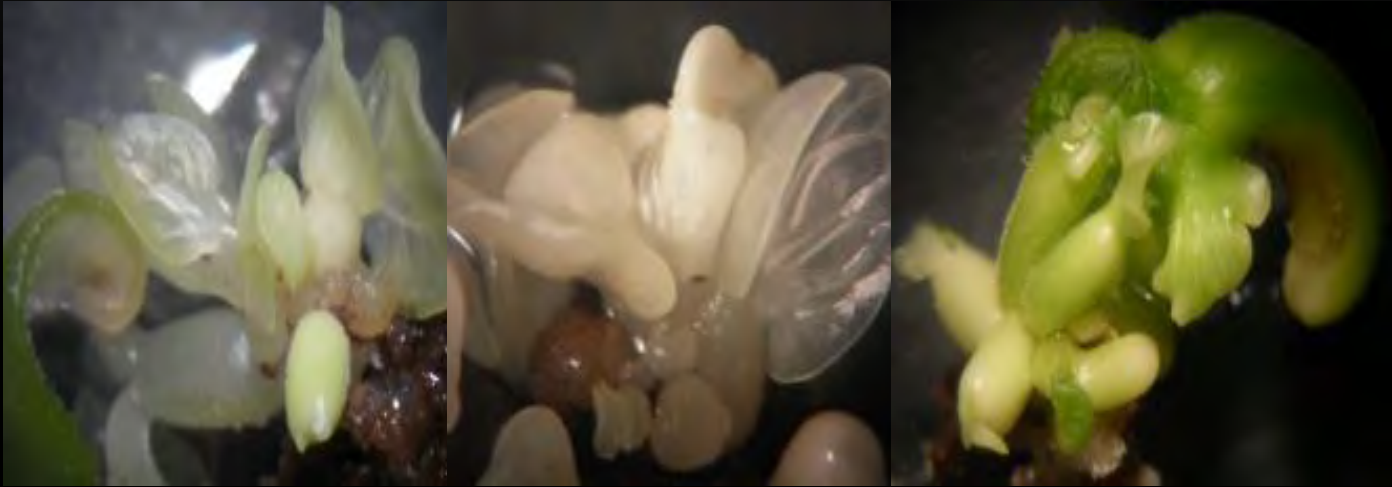


- **Expresión de embriones somáticos en el genotipo ICT-1187.**





○ **Maduración de Embriones Somáticos:**



Embriones en fase cotiledonar se transfieren a un medio de cultivo de Regeneración para su conversión a plantas. Éstos embriones forman raíz, tallo y hojas.



○ Aclimatación de plantas





ACOMPANAMIENTO





CAPACITACION PERMANENTE DEL EXTENSIONISTA



FACILITADORES



Mega Cursos



Charlas técnicas





CURSOS CORTOS





PASANTIAS INTERNADOS





Teoría y practicas de Laboratorio



Cursos Intensivos – Campamento de Extensión



Practicas y exámenes

ECA's – Capacitación a Facilitadores

Tingo Maria, Quillabamba y Tarapoto

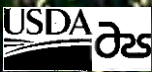


**DEMOSTRANDO LO APRENDIDO EN LA
ECA, CON LA ATENTA MIRADA DEL
FACILITADOR**





**PROFESIONALES DEL PDA,
GRADUADOS COMO PROMOTORES DE
ECAS EN T6TS**



ASISTENCIA TECNICA

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



GRACIAS...!

