



## 2017 International Symposium on Cocoa Research (ISCR), Lima, Perú, 13-17 November 2017,

### Desarrollo de nichos específicos de cacao con alta productividad y calidad sensorial: experiencia ecuatoriana

R.G. Loor<sup>1</sup>, F.M. Amores<sup>2</sup>, S.A. Vasco<sup>2</sup>, A.B. Eskes<sup>3</sup>, J.G. Quiroz<sup>1</sup>, C. Suárez<sup>2</sup>, J.C. Motamayor<sup>4</sup>, R.J. Schnell<sup>4</sup>, J. Zambrano<sup>5</sup>, D. Calderón<sup>1</sup>, J.C. Jiménez<sup>1</sup>, O. Tarqui<sup>1</sup>, E. Rosenquist<sup>6</sup>, C. Lanaud<sup>7</sup>, O. Fouet<sup>7</sup>, X. Argout<sup>8</sup>, F. Valdez<sup>9</sup>, P. Lachenaud<sup>10</sup>, P. Costet<sup>11</sup>, G.C. Quijano<sup>1</sup>, M.M. Terán<sup>1</sup>, I. Sotomayor C.<sup>1</sup>, T. Casanova<sup>1</sup>, C. Subia<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Mocache, Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador

<sup>3</sup> Consultor independiente. Brasil.

<sup>4</sup> MARS, USA.

<sup>5</sup> Endesa Botrosa, Quito, Ecuador

<sup>6</sup> Consultor independiente. USA

<sup>7</sup> CIRAD, UMR AGAP, Montpellier, Francia

<sup>8</sup> CIRAD, Corpoica C.I. Palmira, Colombia.

<sup>9</sup> IRD, Paris, Francia

<sup>10</sup> CIRAD, BIOS UPR Bioagresseurs (UPR 106), Montpellier, France

<sup>11</sup> VALRHONA, Tain-l'Hermitage, Rhône-Alpes, France

### RESUMEN

Uno de los pilares fundamentales en los que se basa hoy en día el desarrollo de la cacaocultura ecuatoriana, es el aprovechamiento de sus recursos genéticos disponibles. Con esta visión, desde el año 1995, se diseñaron nuevas estrategias de mejoramiento genético, con el objetivo de: a) obtener nuevos materiales genéticos con elevada producción y calidad organoléptica; y b) Potenciar el desarrollo de nuevos nichos de producción en áreas no tradicionales del cultivo. Para esto, un equipo multidisciplinario de trabajo ha venido combinando esfuerzos de investigación en las áreas de: mejoramiento convencional (cruzamientos), biología molecular, calidad organoléptica del grano (físico, químico y sensorial) y más recientemente también de tipo arqueológico, con el propósito de alcanzar los objetivos propuestos. El primer objetivo se empezó a cumplir desde el año 2009, con la liberación comercial de 4 clones altamente productivos: 2 para la Provincia de Manabí y 2 para la Provincia de Santa Elena, convirtiéndose esta última provincia a la época actual, en la región del país donde se evidencian los niveles más altos de producción de cacao fino por hectárea, en base al material genético liberado por INIAP. El resultado anterior, se consolidó en el año 2016, con la entrega para otra zona agroecológica de dos nuevos clones que inclusive superan en producción a nuestro referente territorial (el clon CCN-51). Al momento, se han obtenido nuevos resultados, con base en los cuales se planifica la entrega de dos nuevos clones de alta producción (2019) y que serán específicos para otra región cacaotera del Ecuador. El segundo objetivo también se está materializando con la identificación de zonas con potencial para la producción de nuevos cacaos especiales y de manera particular en la amazonia ecuatoriana, en donde se han realizado hasta el momento tres prospecciones en la región sur, con el propósito de aprovechar al máximo la diversidad natural presente en la zona. Este accionar ha permitido rescatar valiosos recursos genéticos que están siendo conservados en colecciones de campo, a partir de los cuales se están obteniendo resultados que permiten de manera preliminar avizorar en el mediano plazo, la entrega de nuevo material genético capaz de producir cacaos especiales con propiedades sensoriales diferentes al típico "Sabor Arriba" y en zonas no tradicionales del cultivo que reúnen condiciones agro-bioclimáticas y sociales con potencial para constituirse en nuevos y particulares nichos de producción.

### INTRODUCCIÓN

El cacao *Theobroma cacao* L. en Ecuador se ha cultivado desde tiempos pre-coloniales, pero su cultivo a nivel comercial se inició desde los años 1600s, a orillas del río Guayas y sus afluentes Daule y Babahoyo. Para la siembra y expansión de las primeras plantaciones comerciales, se utilizó siempre semillas de libre polinización de los árboles nativos, lo que generó plantaciones muy uniformes, debido posiblemente a la característica genética de auto compatibilidad de estos árboles. Estas plantaciones serían posteriormente reconocidas como las representantes de la denominada variedad "Nacional", de Ecuador, que se caracteriza por el particular sabor y aroma denominado "arriba" que produce su grano, el cual goza de altísima demanda en la industria internacional dedicada a la elaboración de chocolates finos. Desde sus

inicios, el cultivo de cacao se convirtió en una actividad agrícola de gran importancia económica, constituyéndose en una de las principales fuentes generadoras de divisas para el país, cultivándose a lo largo y ancho de toda la costa y desde finales del siglo XX expandiendo su frontera agrícola hasta la amazonia ecuatoriana, donde su siembra ha tomado un gran impulso.

En el campo de mejoramiento genético, el Ecuador dio sus primeros pasos con base en el material colectado por Pound, en 1937, enfocando su trabajo entre los 1940's y 1950's en tratar de contrarrestar el ataque de las enfermedades escoba de bruja y monilia, que prácticamente devastaron el sector cacaotero de aquella época; sin embargo, este programa inicial de mejoramiento genético no fue continuo en el tiempo, y careció de una visión a largo plazo que le permitiera renovarse con el pasar de los años y el avance de la tecnología. Un claro ejemplo de esta discontinuidad es la falta de materiales mejorados, "sangre nueva" que se integre o sustituya a los clones que el INIAP liberó en la década de los 70's y que hasta finales del siglo XX era el único material recomendado para su siembra comercial, los cuales se constituyen en un resultado tangible del programa de mejoramiento iniciado en los 50's, pero era evidente que para finales de los 90's este material ya había perdido competitividad frente a otros, que como en el caso del CCN-51 estaban acaparando el interés del sector productor, debido a su mayor producción y tolerancia a enfermedades.

El panorama descrito, refleja la necesidad urgente que se tenía de mejorar la producción por unidad de superficie de la denominada "pepa de oro – sabor Arriba" y detener la dramática pérdida de su calidad, esto último debido entre otros factores a la casi desaparición de los árboles característicos de la variedad Nacional original. Para enfrentar la problemática descrita, el Programa Nacional de Cacao del INIAP, con base en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, reactivó desde 1995 su programa de mejoramiento genético, emprendiendo para ese entonces un arduo trabajo de sistematización de toda la información obtenida por INIAP durante los últimos 25 años de investigación científica en el rubro, priorizando lo relacionado al comportamiento productivo, agronómico y sanitario de los materiales estudiados hasta la fecha. El objetivo de este trabajo fue identificar y seleccionar individuos que pudieran servir: a) como clones en etapas avanzadas de desarrollo, b) como parentales para el diseño de esquemas de cruzamientos dirigidos, que permitieran aumentar las probabilidades de combinar en un solo material varias características de interés comercial, tales como: productividad, tolerancia a enfermedades y sabor Arriba.

Para 1996, se identificaron varios genotipos élites que fueron seleccionados como clones o parentales en esquemas de cruza dirigidas, estas últimas diseñadas de manera específica para tratar de combinar los caracteres de interés comercial ya mencionados. Entre los clones y parentales de cacao tipo Nacional seleccionados se encuentran: EET-103, EET-233, EET-387, EET-400, EET-416, EET-426, EET-445, EET-446, EET-450, EET-451, EET-452, EET-454, EET-462, EET-534, EET-547, EET-574, EET-577, EET-578; y, por otro lado, el clon CCN-51, que fue usado como clon testigo y también como parental masculino y/o femenino, en cruces específicos con los clones EET indicados.

La iniciativa anterior, tuvo a partir del año 1998 el soporte científico, técnico, logístico y financiero de varias instancias internacionales que de manera cronológica fueron entrando en escena como aliados estratégicos del INIAP, tales como: IPGRI, USDA-MARS, CIRAD, entre otros. De estas relaciones se fueron obteniendo "paso a paso", en diferentes momentos, escenarios y temáticas, resultados científicos importantes que en varios casos ya tienen su nivel de aplicación comercial y otros que aún bajo evaluación tienen altas probabilidades de hacerlo en el futuro cercano.

Es así que, el presente documento pretende dar a conocer los esfuerzos que con apoyo internacional ha realizado el Ecuador durante las últimas dos décadas, con el objetivo de lograr un mejoramiento integral en su cadena de producción y comercialización de cacao fino.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ***A) Proyecto INIAP-IPGRI: "Cocoa Germplasm Utilization and Conservation: A Global Approach (1998-2003)"***

La participación en este proyecto de cooperación internacional representó al Ecuador una valiosa oportunidad para sostener e impulsar los esfuerzos de mejoramiento del cacao Nacional reiniciados desde el año 1995. El soporte de este proyecto se reflejó no sólo en los fondos aprobados y el flujo de los recursos financieros, sino también en el acceso al conocimiento, información y experiencia proveniente de la comunidad científica internacional que trabaja en el cultivo.

Este proyecto colaborativo se tradujo en la siembra de más de 10 hectáreas con ensayos experimentales tanto de clones como de híbridos (Cuadro 1), lo cual facilitó el desarrollo y evaluación simultánea de miles de plantas (segregantes en el caso de híbridos) en un mismo espacio de terreno.

**CUADRO 1. Detalle de pruebas de evaluación de clones e híbridos de cacao que se condujeron en la EET-Pichilingue. 1998-2003.**

Códigos	Componentes	Actividades
<b>1.1. Componente de Clones</b>		
1.1.1.	Clones internacionales de cacao	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Obtención de patrones</li> <li>2. Recepción/multiplicación de plantas (varetas porta yemas)</li> <li>3. Preparación de terreno</li> <li>4. Evaluación en campo</li> <li>5. Informe final</li> </ol>
1.1.2.	Selección de clones locales de cacao (I)	
1.1.3	Selección de clones locales de cacao (II)	
1.1.4.A.	Parcelas de observación de plantas de cacao tipo Nacional y sus clones parentales	
1.1.4.B.	Evaluación de poblaciones de cacao tipo Nacional a normal distancia y alta densidad	
1.1.5	Estudio de efecto de los patrones sobre el vigor inducido en el huésped	
<b>1.2. Componente de híbridos</b>		
1.2.1	Estudio de progenies de híbridos de cacao provenientes de clones parentales seleccionados por su resistencia a escoba de bruja <i>Moniliophthora perniciosa</i> y capacidad productiva	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pre-selección de clones</li> <li>2. Polinización</li> <li>3. Mantenimiento de mazorcas</li> <li>4. Preparación de viveros</li> <li>5. Pruebas de resistencia a enfermedades</li> <li>6. Preparación de terreno</li> <li>7. Evaluación en campo</li> <li>8. Informe final</li> </ol>
1.2.2.	Estudio de progenies de híbridos de cacao provenientes de cruces de clones promisorios de tipo Nacional y con resistencia a escoba de bruja <i>Moniliophthora perniciosa</i>	
1.2.3.	Estudio de progenies de híbridos y de autofecundaciones de cacao provenientes de clones parentales de tipo Nacional, incluido el clon CCN-51	
1.2.4.	Estudio de progenies de híbridos de cacao provenientes de clones seleccionados genéticamente resistentes a enfermedades y con características de tipo Nacional y buen potencial de rendimiento	
1.2.5.	Estudio de progenies autofecundadas de cacao provenientes de clones parentales usados en los ensayos de híbridos	
1.2.6.	Estudio de plantas de cacao inoculadas asintomáticas a escoba de bruja <i>Moniliophthora perniciosa</i> y plantas no inoculadas dentro de la misma progenie, proveniente de los ensayos de híbridos 1.2.1., 1.2.2. y 1.2.3.	

**B) Proyecto CFC/ICCO/Bioversity: “Cocoa Productivity and Quality Improvement: A Participatory Approach (2004-2010)”**

Este Proyecto fue un impulso valioso para continuar evaluando la mayoría de los clones e híbridos producidos en el proyecto anterior y además incorporó, como elemento nuevo, la participación de productores en los procesos de investigación y mejoramiento del cultivo, con el objetivo de ser más eficientes en la selección de cultivares superiores de cacao.

Bajo el paraguas de este proyecto se definieron varias actividades o componentes de investigación (Cuadro 2), entre las que estuvieron un estudio agro-socio-económico para conocer los factores que influyen en la producción cacaotera en tres regiones diferentes del país. También, se realizaron algunas colectas de germoplasma en la región costa para enriquecer nuestra base genética y por otro lado se generó información sobre la influencia de algunos factores agronómicos (compatibilidad, niveles de podas, densidad de siembra, resistencia a sequía, entre otros) y sobre las diferencias sensoriales entre los

diversos genotipos generados del proyecto anterior y los presentes en las fincas de los productores participantes.

**CUADRO 2. Detalle de actividades de investigación desarrolladas en la EET-Pichilingue. Proyecto CFC/ICCO/Bioversity. 2004-2010.**

<b>Código</b>	<b>Descripción de las actividades</b>
<b>Componente I</b>	
1.1.1.	Survey on planting material present at farms and on criteria applied by farmers for choosing new planting materials in their farms. Analyses of data.
1.1.2	Identification and collecting (as grafts or open-pollinated seedlings established in a nursey) of promising mother plants in farmer's populations according to selection criteria applied by farmers and researchers.
1.2.1.	Establishment of multi-location on farm variety trials with eight replicates each. One replicate contains rows of ten plants of each of 20 genotypes (clones or hybrids)
1.2.2.	Maintenance and observations to be carried out in on-farm variety trial plots (growth, yield, disease and pest incidence). Organisation of field days.
1.3.1.	Nursery multiplication, field planting and maintenance of interesting planting materials collected in farmers' fields in observation plots on-station.
1.3.2.	Preliminary evaluation through field observations in observation plots and by using available early resistance screening tests of materials collected in farmers' fields and control varieties.
1.3.3.	Study of genetic diversity of accessions collected in farmers' fields using SSR markers.
1.4.1.	Visits of project personnel between project sites to attend: a. National stakeholder workshops in neighbouring countries, and b. Regional coordination meetings (of national technical coordinators)
1.4.2	Organisation of 'national stakeholders' planning workshops for decisions on procedures for participatory selection of new varieties and on-farm selection trials. Identify which stakeholders will participate and how many participants are expected.
<b>Componente II</b>	
2.1.1.	a. Detailed evaluation of the International Clone Trial (ICT) established in the CFC/ICCO/IPGRI project on Cocoa Germplasm Utilization and Conservation for productivity and field resistance. b. Evaluation of the ICT for quality aspects. c. Maintenance and evaluation of Local Clone Trials (LCT), Clone Observation Plots (LCOP), Hybrid Trials and populations (for vigour, yield, resistance, quality, ..)-
2.1.2.	Validation at national level of most interesting clone and hybrid varieties on-station, selected under 2.1.1
2.1.3.	Validation of varieties in Regional Variety Trials in South America (25 clones) and in Africa (15 hybrids). Reception of seed or bud wood, nursery and field establishment.
2.3.2.	Selected germplasm received from intermediate quarantine established in nurseries and field collections in user countries: a. CFC/ICCO/IPGRI Project Collection, b. Enhanced germplasm populations c. Other selections
2.4.1.	Improvement of early disease resistance screening methods: a. Monilia b. Witches' broom
2.4.2.	Development of an early screening method for tolerance to cocoa mirids ( <i>Calonectria</i> resistance)
2.4.3.	Application of early screening tests to select more resistant varieties in project trials (see 2.1.1, 2.5.3). Identify pathogen and screening method.
2.5.1.	Verifications of genetic identify using SSR markers
2.5.2.	QTL studies carried out in existing progenies
2.5.3.	a. New segregating progenies produced and shipped to quarantine b. Progenies c. Phenotypic evaluations carried out d. QTL analyses carried out
2.6.1.	Visits and meetings of project scientists in the same region (for regional coordination and exchange of information)
2.6.2.	Operational support training of students

C) Proyecto INIAP-USDA (ARS): “Germplasm Evaluation, Breeding and Phytopathological Studies For Obtaining Improved Cocoa Varieties (2002-2013)”

Se fortaleció el trabajo en marcha y se diseñaron nuevos esquemas de cruzamientos dirigidos, consolidando así una estrategia de mejoramiento que se basó en un programa de selección recurrente. En síntesis, contempló tres poblaciones diferentes “silvestres, clones conocidos y nacionales” (Figura 1), cuyos progenitores con excepción de los silvestres fueron seleccionados en buena medida basados en la información producida de los dos proyectos citados anteriormente.

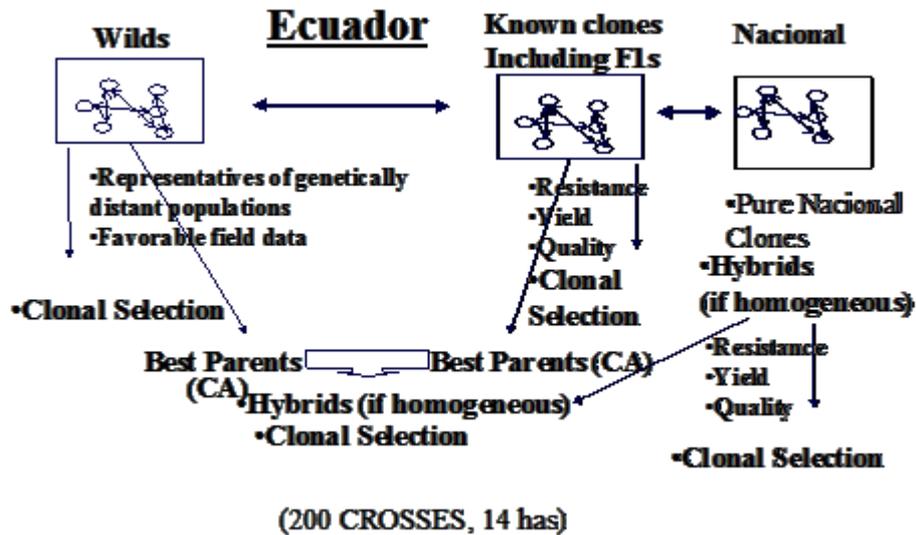


Figura 1. Aplicación de un programa de selección recurrente con tres poblaciones diferentes.

El objetivo principal en cada población fue recombinar en un mismo individuo características de interés comercial que pudieran estar separadas en los progenitores, teniendo siempre como testigo en cada población al clon CCN-51, conocido por su buena habilidad combinatoria general.

Los plantas híbridas resultantes de cada cruce eran sometidas a infección natural por Escoba de bruja, en una huerta altamente susceptible a la enfermedad, por nueve meses, y solo aquellas que no evidenciaban infección eran clonadas para continuar una etapa de evaluación por tres años consecutivos adicionales (Figura 2).

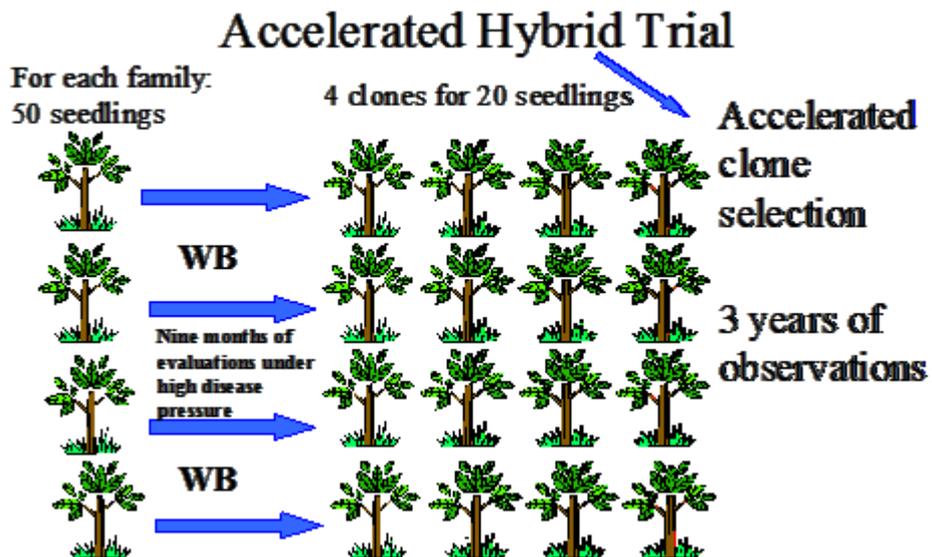


Figura 2. Diseño de prueba de plantas de cacao sometidas a infección por Escoba de bruja *Moniliophthora perniciosa*.

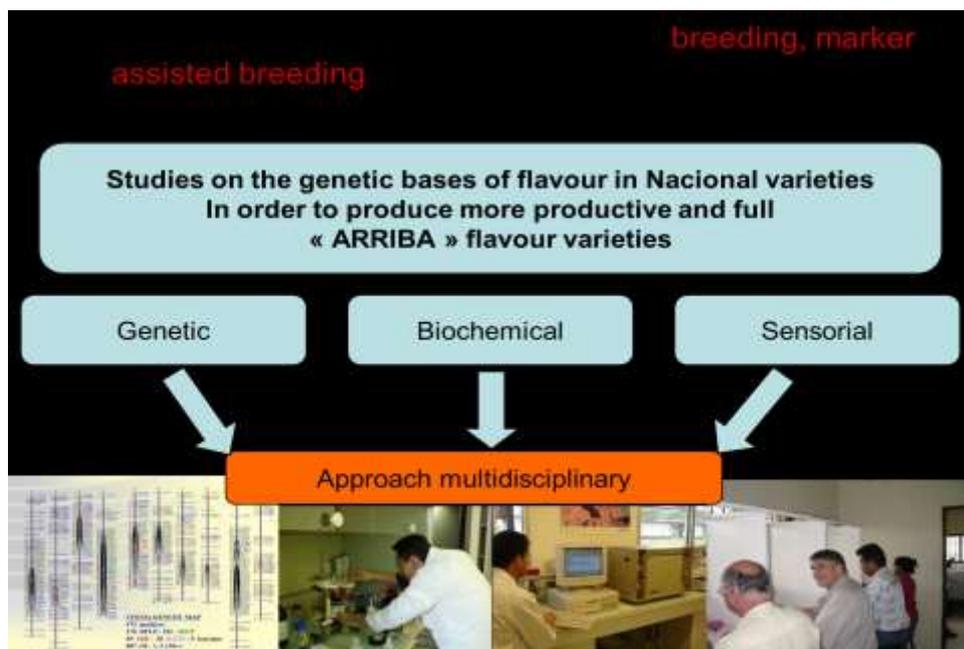
El apoyo de esta cooperación también fue dirigido hacia un proyecto interno en desarrollo por parte del INIAP denominado “Policlón Costa y Policlón Amazonía” (Cuadro 3), el cual mantenía bajo evaluación simultánea en diferentes localidades clones experimentales que hasta ese entonces habían superado varios filtros de selección y que se destacaban por su comportamiento en sitios específicos del país, por lo cual eran considerados altamente promisorios.

**CUADRO 3. Ubicación de las pruebas establecidas dentro del marco del Proyecto “Obtención de un policlón de cacao mejorado de tipo Nacional, a partir de la evaluación de clones élite. 2002-2007.**

Proyecto	Costa	Amazonía
Policlon	1. Naranjal, Guayas	1. Lago Agrio, Sucumbíos
	2. Chongón, Guayas	2. Shushufindi, Sucumbíos
	3. Calceta, Manabí	3. Archidona, Napo
	4. El Chollo, Los Ríos	4. Santiago de Méndez, Morona Santiago
	5. Borbón, Esmeraldas	5. Joya de Los Sachas, Orellana
	6. Guasaganda, Cotopaxi	

**D) Proyecto INIAP-CIRAD-USDA: “Improvement of *Theobroma cacao* L. in Equator by breeding marked assisted, integrated pest management and technology transfer (2003-2007)”**

Las actividades de investigación de este nuevo esfuerzo giraron en torno a un estudio denominado “*Studies on the Genetic Bases of Flavour in Nacional Varieties in Order to Produce More Productive and Full ARRIBA Flavour Varieties*”, el cual a su vez contemplaba tres componentes científicos “Genético, Bioquímico y Sensorial” que se aplicaron en una muestra inicial de más de 300 individuos que representaron al cacao tipo Nacional existente en Ecuador (Figura 3).



**Figura 3. Enfoque multidisciplinario de investigación en la población de cacao tipo Nacional presente en Ecuador.**

Por otra parte, con apoyo específico del CIRAD también se desarrolló un proyecto iniciativa del INIAP, el cual buscaba determinar el perfil sensorial de los tipos de cacao producidos en diferentes regiones del país, con el objetivo de poder desarrollar un mapa de sabores para el cacao ecuatoriano.

**E) Proyecto AGROPOLIS:**

**I. INIAP-CIRAD “Collect of cocoa genetic resources related to the Nacional variety in the South of Ecuadorian Amazonia (2009-2012)”**

**II. INIAP-CIRAD-IRD “Past and present cocoa domestication in South Amazonia from Ecuador: analysis of ancient DNA from an archeological site and collect of new cocoa genetic resources native of the same area (2013-2017)”**

En ambos casos, la colecta de recursos genéticos en el sur de la Amazonia ecuatoriana fue uno de los objetivos centrales, y en cada caso se limitó a zonas específicas que fueron identificadas en base a resultados científicos previos, incorporándose en el segundo proyecto el componente arqueológico como pieza clave para ayudar a explicar acontecimientos precolombinos relacionados con cacao y su domesticación en territorio ecuatoriano.

## RESULTADOS

**A) Proyecto INIAP-IPGRI: “Cocoa Germplasm Utilization and Conservation: A Global Approach (1998-2003)”**

- Ayudó a ampliar la base genética, generando más de 15000 individuos segregantes que fueron progresivamente plantados en diversas áreas dentro y fuera del INIAP. Se identificaron plantas híbridas con alto desempeño productivo y en algunos casos similar al control CCN-51 (Foto 1).



**Foto 1. Planta híbrida seleccionada como individuo élite.**

- Un total de 28 individuos híbridos fueron clasificados como “élites” y se programó su clonación para evaluar su comportamiento como clones con un mayor número de plantas y en localidades diferentes.

**B) Proyecto CFC/ICCO/Bioversity: “Cocoa Productivity and Quality Improvement: A Participatory Approach (2004-2010)”**

- Se aseguró el establecimiento de un ensayo clonal (Foto 2) que permitió evaluar y comparar el comportamiento de los híbridos clonados en una nueva etapa avanzada de selección, con base en su buen desempeño productivo y calidad organoléptica.



**Foto 2. Prueba comparativa de clones de cacao provenientes de árboles seleccionados a partir de progenies híbridas. Fecha de siembra: marzo 2008.**

- Se recolectó valioso germoplasma presente en fincas de productores de cacao fino en la costa ecuatoriana, con especial énfasis en el norte de la región (Foto 3).



**Foto 3. Colecta de germoplasma en el norte de la Costa ecuatoriana, provincia de Esmeraldas.**

- Se instaló una nueva colección de genotipos de cacao fino (Foto 4)



**Foto 4. Colección de genotipos de cacao fino (CANOE). EET-Pichilingue.**

**C) Proyecto INIAP-USDA (ARS): “Germplasm Evaluation, Breeding and Phytopathological Studies For Obtaining Improved Cocoa Varieties (2002-2013)”**

- Con base en los esquemas de cruzamientos diseñados y el número de plantas híbridas que pasaron los filtros tempranos de infección natural con escoba de bruja, se lograron instalar tres grandes ensayos clonales denominados “Las Tecas, Malvinas y Ganadería”, entre los cuales sumaron aproximadamente 14 hectáreas de pruebas experimentales de campo.
- Como resultado de este gran esfuerzo, en donde se estudiaron más de 1500 tratamientos (genotipos), se logró identificar 7 tratamientos que fueron posteriormente clonados y codificados como “selecciones en estado avanzado de desarrollo” (Foto 5).



**Foto 5. Selección clonal en estado avanzado de desarrollo. Proyecto INIAP-USDA (ARS).**

- Se apoyó el desarrollo y evaluación de los ensayos clonales multilocales instalados en diversas zonas de la costa y la amazonia (Cuadro 3).

**D) Proyecto INIAP-CIRAD-USDA: “Studies on the Genetic Bases of Flavour in Nacional Varieties in Order to Produce More Productive and Full ARRIBA Flavour Varieties” (2003-2007)”.**

- En una primera etapa, se identificaron: a) genes específicos de la variedad nativa sembrada hace más de 400 años atrás en la costa, así como también: b) algunos representantes considerados remanentes de la población original.
- Una etapa posterior de estudios, permitió identificar: a) los más probables ancestros de la variedad nativa de Nacional; así como también: b) su centro de origen más probable en la Amazonia.

**E) Proyecto AGROPOLIS (I y II):**

- Se han realizado hasta el momento 3 prospecciones (Figura 4) que han permitido rescatar valiosos recursos genéticos relacionados a la variedad de cacao Nacional y paralelamente ampliar la diversidad en lo referente a cacaos finos.



**Figura 4. Prospecciones realizadas en el sur de la Amazonía ecuatoriana.**

- Los resultados de tipo genético están siendo correlacionados con los obtenidos en el área bioquímica y sensorial, y más recientemente con descubrimientos de tipo arqueológico, que están dando nuevas señales acerca del origen y uso precolombino del cacao en territorio ecuatoriano.
- Con base en el material silvestre rescatado, se está actualmente trabajando en el desarrollo de nichos específicos de cacaos finos con altos niveles de productividad en zonas puntuales del sur de la amazonia ecuatoriana (Foto 6).



**Foto 6. Planta híbrida de cacao amazónico en colección instalada en la provincia de Morona Santiago.**

#### **F) CRONOLOGIA DE LAS TECNOLOGIAS ENTREGADAS**

2009: Febrero, el INIAP hizo la entrega de los clones de cacao tipo Nacional EET-575 y EET-576 adaptados a los valles de la zona central de Manabí (Foto 7).



**Foto 7 a y b. Clones comerciales EET-575 (7a) y EET-576 (7b), liberados para la provincia de Manabí. Febrero 2009.**

2009: Marzo, se entregaron al sector cacaotero del país los clones de cacao tipo Nacional EET-544 y EET-558, adaptados para su siembra comercial bajo riego en la Península de Santa Elena (Foto 8).



**Foto 8 a y b. Clones comerciales EET-544 (8a) y EET-558 (8b), liberados para la Península de Santa Elena. Marzo 2009.**

2011: Primer mapa organoléptico del chocolate ecuatoriano (Figura 5).



**Figura 5. Mapa organoléptico de chocolate ecuatoriano.**

2016: Octubre, el INIAP entregó los clones EETP-800 “Aroma Pichilingue y EETP-801 “Fino Pichilingue” (Foto 9), recomendados para la parte media y alta de la cuenca hidrográfica de los afluentes del río Babahoyo, nor-occidente de Pichincha y norte de Guayas.



**Foto 9 a y b. Clones comerciales INIAP-EET-800 (9a) e INIAP-EETP-801 (9b), liberados para la zona media y alta de la cuenca hidrográfica de los afluentes del río Babahoyo, nor-occidente de Pichincha y norte de Guayas. Octubre 2016.**

2017: Julio, Laboratorio de Calidad Integral de Cacao y Café - SCIENCE (Foto 10).



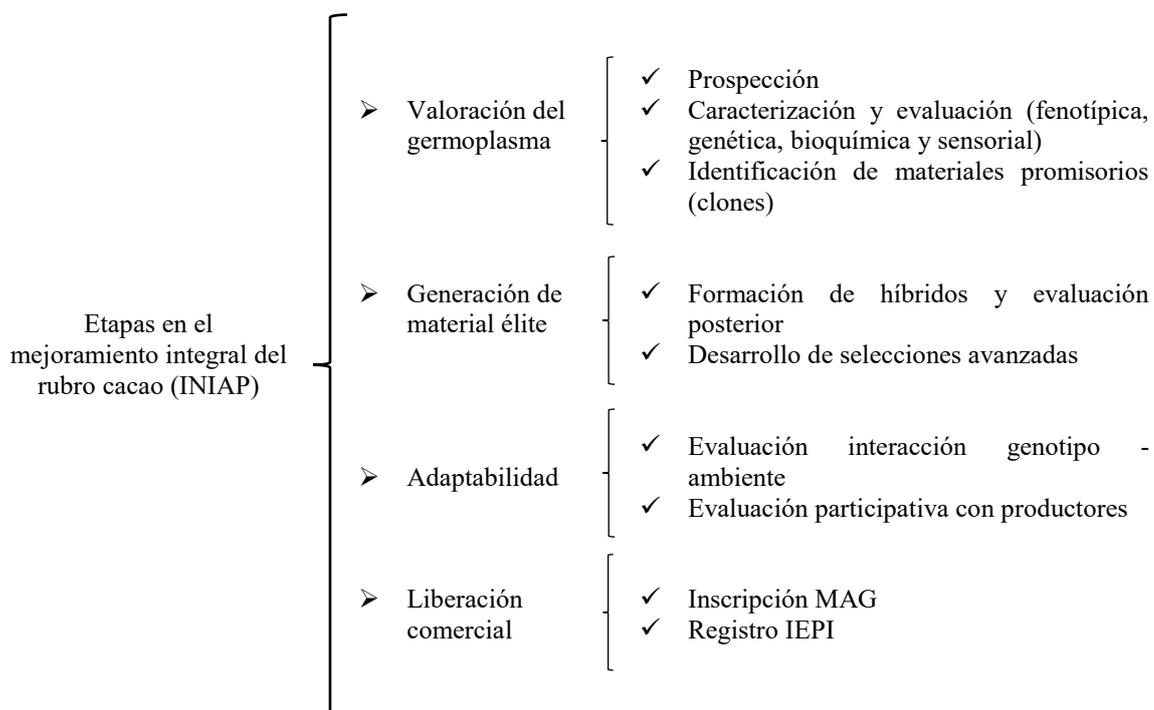
**Foto 10. Nuevas instalaciones del Laboratorio de Calidad Integral de Cacao y Café (SCIENCE). Inaugurado Julio 2017.**

## CONCLUSIÓN

Aunque los proyectos internacionales presentados en este documento no representan todas las actividades de investigación desarrolladas en las últimas dos décadas, sí representan el esfuerzo y apoyo internacional para promover la utilización, conservación y desarrollo del germoplasma de cacao disponible en Ecuador.

Son múltiples los resultados alcanzados en otras áreas de estudio, como por ejemplo, en el tema de control de calidad, abordando la problemática de mezclas entre cacaos de diferentes orígenes y calidades, pero éstos no se enfatizan aquí, pues prioridad ha sido el resaltar el desarrollo de materiales genéticos mejorados.

De las lecciones aprendidas en este caminar, es propicio indicar la evolución que ha tenido el modelo de acción científica aplicado actualmente por el programa de mejoramiento integral del cacao en INIAP, el cual se lo podría sintetizar en las siguientes etapas:



### PERSPECTIVAS

2019: Liberación comercial de dos nuevos clones de cacao fino para el norte de la costa (Foto 11)



**Foto 11. Parcela con nuevo material experimental de cacao clonal, establecida en la zona de San Miguel de Los Bancos, provincia de Pichincha.**

2020: Liberación comercial de clones de cacao fino para el sur de la Amazonía (Foto 12).



**Foto 12. Parcela con nuevo material experimental de cacao clonal, establecida en el sur de la Amazonía ecuatoriana.**

#### **AGRADECIMIENTOS:**

Es propicia la oportunidad para agradecer a todas las instituciones que de una u otra manera han ayudado en este caminar y aprender científico:

IPGRI / BIOVERSITY; USDA; MARS; CIRAD; AGROPOLIS; VALRHONA; IRD; INP; CONFEDERACIÓN SHUAR DEL ECUADOR

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Amores F., Agama J., Mite F., Jiménez J., **Loor R.**, Quiroz J. 2009. EET-544 y EET-558 “Nuevos clones de cacao Nacional para la producción bajo riego en la Península de Santa Elena. *Boletín Técnico N°134*. INIAP-EET-Pichilingue, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- Amores F., Vasco A., Eskes A., Suarez C., Quiroz J., **Loor R. G.**, Jiménez J.C., Zambrano J., Bolanos M.J., Reynel V.H., Teran M., Quijano G.. 2011. On-farm and on-station selection of new cocoa varieties in Ecuador. INIAP/CFC/ICCO/Bioersity International. *In: Final Report of the CFC/ICCO/Biodiversity International Project on "Cocoa Productivity and Quality Improvement: A Participatory Approach"* (2004-2010). A.B. Eskes, editor pp. 59-72 (ISBN 978-92-9043-884-7).
- Chalmers, WS. 1970. Cacao Germoplasm Colleting in the Oriente Region of Ecuador, In Annual Reports on Cocoa Research, 1972. Trinidad Imperial College of Tropical Agriculture/University of the West Indies, p 30 – 31.
- Desrosiers, R. y Buchwald, A. von. 1949. Report of a Trip to the Napo River. Tropical Experiment Station of Pichilingue, Ecuador. Unpublished, 15 p. typed.
- Lanaud C., **Loor RG.**, Zarrillo S. and Valdez F. 2012. Origen de la domesticación del cacao y su uso temprano en Ecuador. *Revista Nuestro Patrimonio*. Ministerio Coordinador de Patrimonio. ISSN 1390-5791. N°34. Junio 2012. Pag. 12-14.
- Loor R.G. 1998. Obtención de híbridos de cacao tipo Nacional proveniente de materiales de alta productividad y resistente a enfermedades. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Manabí, Ecuador. 67p.

- Loor R.G., Risterucci AM, Courtois B, Fouet O, Jeanneau M, Rosenquist E, Amores F, Vasco A, Medina M, Lanaud C. 2009. Tracing the native ancestors of the modern *Theobroma cacao* L. population in Ecuador. *Tree Genetics & genomes*. 5(3):421-433.
- Loor R. G., Fouet O., Lemainque A., Pavék S., Bocarra M., Argout X., Amores F., Courtois B., Risterucci AM., and Lanaud C. 2012. Insight into the wild origin, migration and domestication history of the fine flavor Nacional *Theobroma cacao* L. variety from Ecuador. *PLoS ONE* 7(11):e48438.doi:10.1371/journal.pone.0048438.
- Loor R. G., Lachenaud P., Fouet O., Argout X., Peña G., Castro J., Amores F., Valdez F., Hurtado J., Lanaud C. 2015. Rescue of cacao genetic resources related to the Nacional variety: surveys in the ecuadorian amazon (2010-2013). *Revista ESPAM CIENCIA*. Vol. 6, N°E. pp. 7-15. ISSN-1390-597X, ISSN-1390-8103 electrónico.
- Loor R. 2016. Siguiendo las huellas del cacao “Sabor Arriba” del Ecuador: el renacer: La variedad nativa nacional, su historia y esfuerzos científicos por recuperarla. Editorial Académica Española. 112 p. ISBN-13: 978-3-8417-6715-8.
- Loor, R.; Casanova, T. y Plaza, L. 2016. Mejoramiento y homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. Publicación Miscelánea No. 433, 1ª ed. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), EET-Pichilingue. Mocache, Ecuador. 103 p. ISBN: 978-9942-22-1032.
- Motamayor JC, Lachenaud P, da Silva E, Mota JW, Loor R, Kuhn DN, Brown JS, Schnell RJ. 2008. Geographic and genetic population differentiation of the amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L) *PLoS ONE* 3(10):e3311. doi:10.1371/journal.pone.03311.