Gobierno Constitucional de la República del Ecuador

Estación Experimental Central de la Amazonía
Programa de Cacao y Café

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA

INFORME ANUAL 2017

PROGRAMA DE CACAO Y CAFÉ

JOYAS DE LOS SACHAS – DICIEMBRE, 2017

ORELLANA-ECUADOR

INFORME 2017

1) **Programa de Cacao y Café**

2) **Director de la Estación Experimental Central de la Amazonía:**
   M.A.N. Carlos Caicedo V.

3) **Coordinador Nacional I+D+i:** Dr. Rey Loor

4) **Responsable del Programa en la EECA:** M.C. Cristian Subía G.

5) **Equipo técnico multidisciplinario I+D (Personal del programa):**
   Ing. Agr. Darío Calderón P.
   Agr. Diego Ramírez
   Agr. Byron Yaguana
   Agr. Freddy Angamarca
   Agr. Ángel Verdezoto
   Agr. Jairo Valarezo
   Agr. Stalin Arguello
   Agr. Edison Guerrero

6) **Proyectos:** Fortalecimiento Institucional

7) **Socios estratégicos para investigación:**

   - ✓ El presente año se trabajó en alianzas directa principalmente con Colegios Técnicos locales en el sur de la Amazonía, así: Unidad Educativa Ecuador Amazónico en El Pangui, Unidad Educativa Jaime Roldós Aguilera en Santiago y Unida Educativa Real Audiencia de Quito en San José, cantón Tiwintza provincia de Morona Santiago.

8) **Publicaciones:**

   - ✓ Coautores del artículo "Revealing the genetic diversity of introduced Coffea canephora germplasm in Ecuador: towards a national strategy to improve robusta", publicado el 30 de octubre en revista The Scientific World Journal. Volume 2017, Article ID 1248954 (Anexo 1).
   - ✓ Autores de los artículos: "Establecimiento de un ensayo en sistemas agroforestales de cacao con diferentes niveles de manejo en la Amazonía ecuatoriana" (Anexo 2) e "Identificación de árboles de cacao (Theobroma cacao) con potencial para el mejoramiento de los sistemas de producción en el sur de la Amazonía ecuatoriana" (Anexo 3), presentados y aprobados como documentos completos para las memorias del 2017 International Symposium on Cocoa Research (ISCR) realizado en Lima, Perú.

9) **Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:**

   - ✓ Presentación de "Sistemas Agroforestales de Cacao y Café" en el IV Foro Agroforestal realizado en la Estación Experimental Central de la Amazonía de INIAP el 07 de noviembre 2017.

10) **Actividades por proyecto establecidas en el POA:**

El Programa de Cacao y Café de la Estación Central de la Amazonía (EECA) para el cumplimiento de su primer objetivo que es el de obtener variedades con alto potencial productivo, con buenos atributos agronómicos y sanitarios, adaptados a la región y a las demanda del productor, en el año 2017 desarrolló sus actividades bajo cuatro proyectos relacionados con el mejoramiento de cacao de tipo Nacional, de café robusta y de café arábigo, así, en cacao, actualmente trabaja con poblaciones de híbridos provenientes de cruzas dirigidas y obtenidos de fincas de productores por hibridación natural, así como con clones en diferentes etapas del proceso de mejoramiento, en café robusta se trabaja con híbridos naturales que han sido clonados y se encuentran también en etapas avanzadas del proceso de mejoramiento, en tanto que para café arábigo, específicamente se trabaja con variedades obtenidas del Programa Nacional y de importación realizada años atrás por el Ministerio de Agricultura que se evalúan en diferentes ambientes de las provincias de la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) para a mediano plazo recomendar clones y variedades adaptados a las condiciones locales. El segundo objetivo se refiere a investigar tecnologías complementarias para mejorar el desempeño productivo de las huertas tradicionales, lo que permita desarrollar el potencial económico de los cultivares superiores que genera la investigación y así elevar la calidad del producto final para agregar valor a la producción, estimulando el aprovechamiento del potencial ecológico y económico de los sistemas agroforestales de cacao y café para lo que se trabaja con tres proyectos, dos que se refieren a la evaluación de clones mejorados de cacao y café robusta bajo cinco arreglos agroforestales con cuatro niveles de manejo y un proyecto de fertirrigación del cultivo de cacao sobre los que actualmente ya se encuentran en las evaluaciones iniciales.

A nivel regional y con la colaboración directa de los técnicos del Núcleo de Transferencia de Tecnología en territorio, así como el apoyo del personal técnico de las granjas experimentales de Palora y Domono, se trabaja con ensayos de los tres rubros principalmente en las provincias de Sucumbíos, Napo, Pastaza, Morona Santiago y un ensayo que se dispone en la provincia de Tungurahua.

Las evaluaciones de los ensayos de líneas avanzadas de cacao en el presente ciclo se orientaron básicamente a la calidad de la producción para seleccionar materiales con buenas características que se propagarán para disponer de un nuevo grupo de clones promisorios, también se identificaron materiales en fincas de productores de la Amazonía sur como fuente de variabilidad para incrementar la base de selección con la genética disponible así como con la realización de cruzas dirigida entre los materiales con características potenciales.

En café robusta se aprovecha de la variabilidad natural y se evalúan en diferentes ambientes los materiales promisorios propagados vegetativamente, mientras que en café arábigo se continúa con las evaluaciones agronómicas, sanitarias y productivas de las variedades en estudio.

De manera general el seguimiento periódico de los ensayos se refiere al mantenimiento de los mismos, realizando las evaluaciones planteadas en los protocolos que maneja el Programa de acuerdo a las variables en estudio, lo que ha sido posible gracias al apoyo de la Dirección de estación y sobre todo al compromiso de los técnicos del Programa y de los técnicos colaboradores. Las bases de datos anuales fueron tabuladas para la elaboración del presente informe y para disponer de las bases acumuladas de varios años de los ensayos terminados, que serán analizadas estadísticamente para la elaboración de artículos científicos.

*****

INVESTIGACIÓN EN CACAO

Las actividades en el rubro CACAO para el año 2017 se enfocaron en tres grandes áreas:

1. Evaluación de híbridos de cacao de tipo Nacional
2. Evaluación de clones de cacao de tipo Nacional
3. Desarrollo de tecnologías para la producción de cacao.

1. EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE CACAO

Para el estudio de los híbridos de cacao se trabaja con dos grandes grupos de poblaciones, diferenciados por el origen de la hibridación, sobre los que se identificaron indicadores de resultado que se presentan como registros realizados, ensayos establecidos y evaluados (Tabla 1).

Tabla 1. Matriz de actividades con híbridos de cacao, 2017.

Actividad	Indicador de resultado
Evaluación de híbridos de cruzas dirigidas de cacao de tipo Nacional	✓ Identificadas las características de frutos de los árboles potenciales de selección de poblaciones de híbridos de cruzas dirigidas ✓ Evaluado por primer año la producción de híbridos de cruzas dirigidas en finca de productor (Sacha 4)
Evaluación de híbridos de cruzas naturales cacao de tipo Nacional	✓ Evaluados por sexto año 252 árboles híbridos provenientes de colectas de la Amazonía Sur ✓ Identificados árboles de cacao en fincas de productores del cantón el Pangui en Morona Santiago y establecidos en ensayo. ✓ Identificados árboles de cacao en fincas de productores de la parroquia San José del cantón Tiwintza en Morona Santiago y establecidos en ensayo. ✓ Identificados árboles de cacao en fincas de productores de la parroquia Santiago del cantón Tiwintza en Morona Santiago y establecidos en ensayo. ✓ Evaluadas las características físicas de fruto de árboles élite seleccionados en fincas de productores de Napo

Se culminó con la evaluación de las características de fruto de los ensayos de poblaciones provenientes de la EETP y de los árboles élite evaluados los dos ciclos anteriores en fincas de productores. Los híbridos de cacao bajo estudio están distribuidos en seis ensayos así: (1.1.1) evaluación de cruzas dirigidas provenientes de la EETP, (1.1.2) en la finca de un productor de Sacha 4 se evalúan híbridos obtenidos de cruzas dirigidas con materiales seleccionados dentro de la finca,

Respecto de la evaluación de híbridos de cruzas naturales(1.2.1) en la GED se realizó la evaluación del sexto año de la colección con 252 árboles híbridos originarios de la Amazonía sur, (1.2.3) en la Unidad Educativa Ecuador Amazónico se estableció un ensayo de híbridos provenientes de la zona del Pangui, (1.2.4) en la Unidad Educativa Real Audiencia de Quito se estableció un ensayo de híbridos provenientes de la zona de San José y (1.2.5) en la Unidad Educativa Jaime Roldós se estableció un ensayo de híbridos provenientes de la zona de Santiago.

Los objetivos son: caracterizar y seleccionar híbridos de cacao tipo Nacional con potencial productivo y sanitario parta lo que se dispone de poblaciones de híbridos de cacao provenientes de cruzas naturales obtenidos en fincas de productores y establecidos bajo sus mismas condiciones.

1.1. Híbridos de cacao por cruzas dirigidas

1.1.1. Híbridos de cruzas dirigidas provenientes de la EETP (EECA)

De la evaluación acumulada (Ciclos 2012 - 2016) de las variables sanitarias registradas en poblaciones de híbridos provenientes de cruzas dirigidas, se identificaron los 10 mejores materiales de acuerdo al rendimiento obtenido (Tabla 2) donde se observa que el número de frutos sanos promedio es de más de 132 mazorcas por planta y considerando el número de frutos enfermos más los frutos con monilia se registra una pérdida promedio de alrededor del 50% de mazorcas con materiales que pierden desde el 34 hasta el 77% de frutos, lo que se podría disminuir aplicando técnicas de manejo integrado.

Tabla 2. Valores acumulados de las variables sanitarias de híbridos de cacao provenientes de cruzas dirigidas. EECA, 2012 – 2016

Familia	Códigos	TOTFS	TOTFE	TOTFM	TOTFCH	EBV3a	EBC3a	%FD
CCN51xA2076	G7T16P9	190	43	55	33	70	87	34.03
CCN51xSNA0405	G5T5P1	210	95	88	44	11	17	46.56
CCAT 4669 x CCN	G5T3P1	171	60	97	49	42	28	47.87
CCN51xEET446	G7T23P2	137	57	49	45	22	19	43.62
CCN 51 x CCAT	G5T2P6	110	86	60	36	24	15	57.03
CCN51xEET416	G6T26P7	91	32	59	182	12	25	50.00
SNA0512xCCN51	G5T4P1	122	78	111	60	21	24	60.77
CCN51xB60	G6T31P10	120	64	101	135	36	43	57.89
CCN51xEET450	G7T22P7	87	16	55	21	49	20	44.94
SNA0512xCCN51	G5T4P9	103	141	207	141	24	31	77.16
SNA0708xB60	*G6T34P3*	*118*	*42*	*103*	*42*	25	48	55.13
Promedio		***132.64***	***64.91***	***89.55***	***71.64***	***30.55***	***32.45***	***52.27***

NOTA: *TOTFS (Total de Frutos Sanos), TOTFE (Total de Frutos Enfermos), TOTFM (Total de Frutos Monilia), TOTFCH (Total de Frutos Cherelles), EBV (Escoba de bruja Vegetativa), EBC (Escoba de bruja Cojinete), %FD (Porcentaje de frutos dañados)*

De los rendimientos obtenidos por año para cada uno de los materiales con mayor potencial (Tabla 3) se observa un comportamiento variable de los materiales, el testigo de huerta dos años sólo presentó mazorcas enfermas y el material proveniente de la cruza SNA0708xB60 fue el único sin progenitor CCN51 ubicado entre los primeros 20 materiales. Los rendimientos en seco, estimados y proyectados por hectárea de los mejores genotipos superan los 20 qq/ha/año es decir considerablemente mejor que los rendimientos promedio registrados en la RAE, se observa los cinco primeros materiales presentan rendimientos promedio anuales superiores a los 7000 g/planta en peso fresco lo que proyectado a rendimiento en grano seco por hectárea es superior a los 60 quintales, es decir se identifican como materiales con potencial productivo.

Tabla 3. Rendimientos en peso fresco (g/planta) de los mejores genotipos híbridos de cacao provenientes de cruzas dirigidas. EECA, 2012 – 2016

Familia	Códigos	PF2012	PF2013	PF2014	PF2015	PF2016
CCN51 x A2076	G7T16P9	8400	1450	6150	6800	5550
CCN51 x SNA0405	G5T5P1	4150	2000	4600	4300	7250
CCAT 4669 x CCN 51	G5T3P1	8450	3600	2100	450	6950
CCN51 x EET446	G7T23P2	7800	2850	3000	950	3350
CCN 51 x CCAT 4998	G5T2P6	4250	700	2600	650	8200
CCN51 x EET416	G6T26P7	4700	3500	1300	1650	4250
SNA0512 x CCN51	G5T4P1	5750	1750	3750	2650	1300
CCN51 x B60	G6T31P10	2500	7300	450	150	3850
CCN51 x EET450	G7T22P7	3550	2200	2350	2400	3600
SNA0512 x CCN51	G5T4P9	3650	1650	3850	1450	2500
Suma		53200	27000	30150	21450	46800
Promedio (g/planta/año)		5320	2700	3015	2145	4680
Promedio (g seco/planta/año)		2128	1080	1206	858	1872
kg seco/ha		2364.21	1199.88	1339.87	953.24	2079.79
qq/ha/año		52.54	26.66	29.77	21.18	46.22
SNA0708 x B60	G6T34P3	3700	2100	1200	350	3050
Testigo Huerta		150	300	0	0	350

Al observar los rendimientos por año de evaluación (Figura 1) considerando el promedio de los mejores genotipos se determina cierto comportamiento bianual, el que del 2012 al 2013 decrece, se incrementa ligeramente en el 2014 para volver a descender el año siguiente y termina en crecimiento para el último año. El promedio de los 10 mejores genotipos es significativamente superior respecto de los materiales considerados como testigo. El mayor rendimiento se registra el primer año de evaluación (52 qq/ha) y el menor es de 21.18 qq/ha el cuarto año, que se incrementa considerablemente para todos los genotipos en el último año de evaluación.

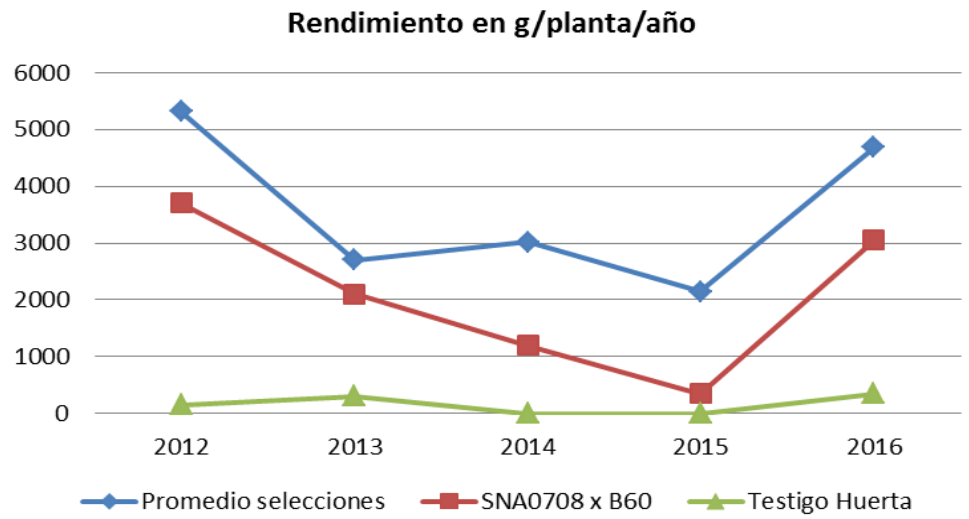

Figura 1. Producción anual en gramos por planta de híbridos de cacao seleccionados. EECA 2012 – 2016.

Se realizó el registro fotográfico, principalmente de los frutos de los individuos con potencial para planes de mejoramiento (Figura 2), donde se observa que existen mazorcas de color amarillo, predominando las moradas y de forma variada de acuerdo a la caracterización morfológica de las mazorcas el mismo que se presenta a continuación:

Familia	Códigos	Fruto	Familia	Códigos	Fruto
CCN 51 x A 2076	G7T16P9		CCN 51 x CCAT 4998	G5T2P6	
CCN 51 x SNA 0405	G5T5P1		SNA 0512 x CCN51	G5T4P1	
CCAT 4669 x CCN 51	G5T3P1		SNA 0512 x CCN51	G5T4P9	
CCN 51 x EET 446	G7T23P2				

Figura 2. Mazorcas de genotipos híbridos de cacao provenientes de cruzas dirigidas. EECA, 2017

Para finalizar las evaluaciones se deberá realizar la evaluación organoléptica y en lo posible determinar si tienen la calidad de los cacao de tipo nacional, para que se inicie la fase de propagación y establecimiento en ensayos regionales de validación como parte de un nuevo grupo de clones promisorios.

1.1.2. Híbridos de cruzas dirigidas en finca de productor (SACHA 4)

En la finca de un productor ubicada en Sacha 4, cantón Joya de los Sachas en la provincia de Orellana se evalúan 100 árboles híbridos provenientes de cruzas realizadas por los técnicos del Programa de Cacao y Café, donde se usaron como parentales árboles seleccionados dentro de la misma finca, identificados como árboles élite de cacao de tipo Nacional. Del total de individuos evaluados entre febrero y octubre del presente año, 10 no presentaron producción y de los materiales restantes se presentan las estadísticas descriptivas en la Tabla 4 donde se observa amplia variabilidad de las características sanitarias y productivas evaluadas, registrándose plantas de un solo fruto hasta 58 mazorcas sanas, el promedio de mazorcas enfermas es superior al de frutos sanos y el rendimiento en peso fresco varía entre 50 y 5450 gramos por planta.

Tabla 4. Estadísticas descriptivas de 90 híbridos de finca productor. Sacha 4, 2017

Variable	Media	D.E.	Mín	Máx
Frutos Sanos	9.82	9.8	1	58
Frutos Enfermos	13.79	8.4	0	38
Frutos Cherelles	5.59	8.02	0	39
Rendimiento (g/plta)	1318.33	1158.95	50	5450

Analizando la distribución de frecuencias para rendimientos en peso fresco (Figura 3) registrados en el periodo estudiado, se observa que el mayor número de individuos se ubica entre 200 y 1500 gramos por planta, cabe resaltar que se han identificado árboles con rendimiento superiores a los 3000 g/planta que se proyecta a 30 qq en seco por hectárea.

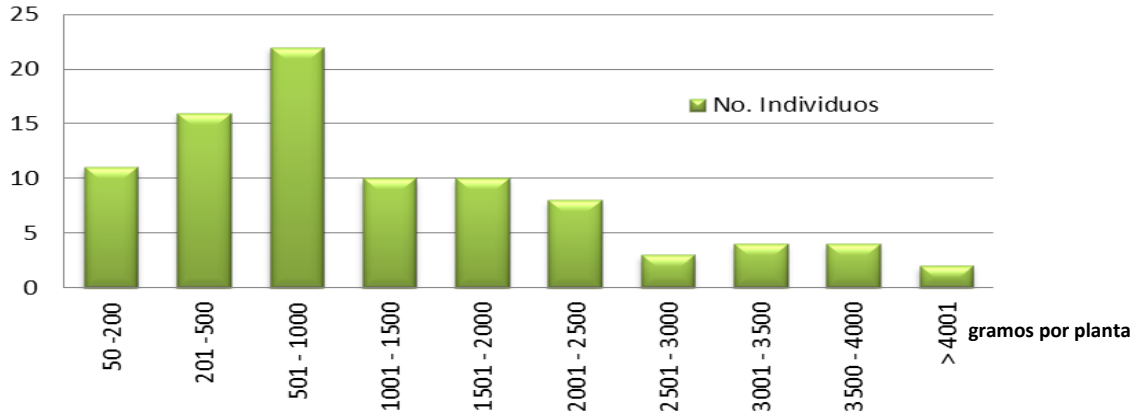

Figura 3. Distribución de frecuencias del rendimiento de 90 árboles híbridos de cacao. Sacha 4, 2017

Los rendimientos observados en las poblaciones estudiadas se presentan como promisorios y se deberá continuar con las evaluaciones de variables sanitarias y productivas por al menos dos años más.

1.2. Híbridos de cacao de cruzas naturales

1.2.1. Híbridos de la colección de cacao de la Amazonía Sur (GED)

En el estudio de poblaciones de híbridos que se encuentra en la GED se evaluaron 248 árboles de manera individual, de los que se registraron número de mazorcas sanas, enfermas, y peso fresco, perdiéndose 6 individuos respecto del año anterior, por ataque de plagas y enfermedades. De los árboles vivos que se encuentran en el ensayo, 105 de ellos son improductivos, es decir no formaron frutos; 51 individuos presentaron entre 1 y 15 mazorcas, pero todas enfermas y de los 92 árboles restantes se registraron rendimientos de entre 50 y 2150 g/planta

Se identificaron 15 individuos con rendimientos en peso fresco mayor a los 500 g/árbol/año que equivalen a un potencial sobre los 5 qq/ha (Factor de Conversión = 0.4 x 1111 plantas/ha), de los que se observa que únicamente 6 presentaron más de 10 frutos sanos, donde se presentan las familias ZAMO 2, NANK 2 y NANK 3 con al menos dos individuos de mejor comportamiento en las condiciones de la Granja Domono, lo que difiere de los resultados del año anterior (Tabla 5).

Tabla 5. Principales características productivas de árboles híbridos con potencial agronómico de la colección de la Amazonía Sur, EECA/GED – 2017.

Genotipos	Planta	Frutos Sanos	Frutos Enfermos	Peso fresco
ZAMO 11	11	22	32	2150
ZAMO 2	19	26	20	2150
NANK 3	1	16	15	1600
ZAMO 16	8	10	12	1150
NANK 3	4	10	15	1100
PANG 23	8	14	4	950
ZAMO 2	4	7	9	850
NANK 2	5	6	8	750
ZAMO 15	1	5	10	700
BEVI 1	15	3	0	600
ZAMO 3	2	6	5	550
NANK 2	6	5	0	550
ZAMO 4	9	6	7	500
YACU 12	4	2	1	500
ZAMO 14	2	5	4	500

Con los resultados de rendimiento y comportamiento sanitario obtenidos durante los ciclos evaluados desde que el ensayo fue establecido, junto con los resultados de calidad reportados por el CIRAD se propuso y se inició un plan de cruzas o hibridación, sin embargo que éste año se observó una baja considerable de la producción debido a la poca floración pero se continúan con las cruzas como se indica en el siguiente esquema (Figura 4).

	ZAMO 3-A19	ZAMO 5- A9	ZAMO 3-A1	ZAMO 3-A8	ZAMO 11-A4	ZAMO 3-A2	ZAMO 15-A1
ZAMO 3-A19							
ZAMO 5- A9	X						
ZAMO 3-A1	X	X					
ZAMO 3-A8	X	X	X				
ZAMO 11-A4	X	X	X	X			
ZAMO 3-A2	X	X	X	X	X		
ZAMO 15-A1	X	X	X	X	X	X	

Figura 4. Esquema del plan de cruzas con plantas híbridas de cacao. GED, 2017

Los materiales potenciales con los datos acumulados de los dos años de evaluación serán seleccionados para propagarlos y sumarlos a la colección de trabajo, además se realizarán pruebas de calidad de fruto y se continuará con la evaluación en el año entrante.

1.2.2. Híbridos de la colección de cacao de la Amazonía Sur (EL PANGUI)

1.2.3. Híbridos de la colección de cacao de la Amazonía Sur (SAN JOSÉ)

1.2.4. Híbridos de la colección de cacao de la Amazonía Sur (SANTIAGO)

1.2.5. Híbridos de la colección de cacao de la Amazonía Sur (GED)

Considerando la necesidad de incrementar la base genética para los planes de mejoramiento de cacao, con la colaboración de los técnicos de Transferencia de la EECA y con la intervención directa del Coordinador Nacional del Programa de Cacao y Café, así como de científicos del CIRAD – Francia se realizó la visita e identificación de árboles con características deseables en fincas de productores de comunidades de la Amazonía Sur ubicadas en los cantones El Pangui y Tiwintza.

Actividades de sondeo se realizaron a finales del 2016 cuando se establecieron los acercamientos con las autoridades de las unidades educativas del Pangui, Santiago y San José, éstos dos últimos en Tiwintza, quienes apoyaron para que a inicios de éste año se realizaran los "Talleres de socialización de la metodología para la identificación de árboles de cacao con características deseables para los planes de mejoramiento genético" (Figura 5) y con los resultados de los talleres se identificaron informantes claves en cada una de las zonas para el desarrollo de las visitas a fincas de acuerdo al plan que es parte del Informe que consta en el Anexo 4.

Figura 5. Talleres de socialización de metodología para la identificación de árboles. Morona Santiago, 2017

En el mes de marzo junto con el Dr. Rey Loor, el Dr. Olivier Fonnuet y los técnicos de la EECA se recorrieron 34 fincas en las diferentes localidades del Pangui y Tiwintza (Figura 6) donde se tomaron muestras vegetativas de los árboles de cacao que cumplieran con las características determinadas para el objetivo del estudio y se trabajaron con los formatos de Datos Pasaporte facilitados por el DENAREF.

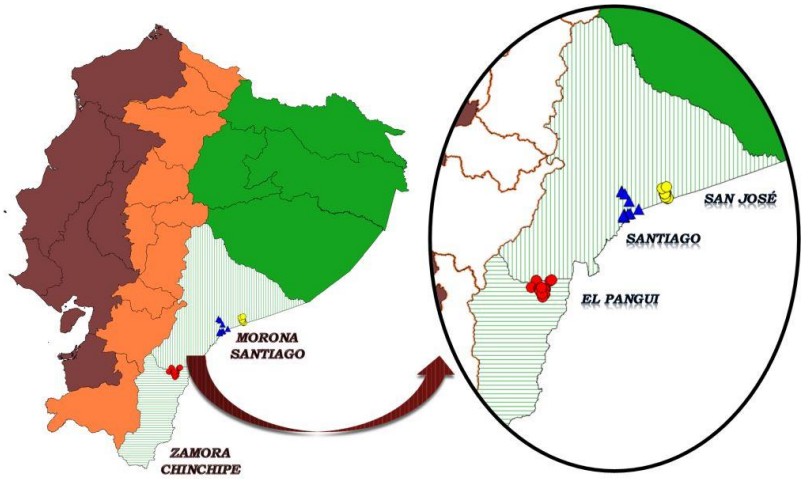

Figura 6. Ubicación de las fincas con árboles de cacao identificados en las comunidades del Pangui, Santiago y San José. Morona Santiago, 2017

En cada una de las fincas se visitaron los árboles que recomendaba el productor (Tabla 6) , siendo que se obtuvieron entre 1 y 4 árboles por productor, totalizando 76 árboles que se sumaron a los registros del Programa. De los árboles que se encontraban en producción se tomaron mazorcas, las que dependiendo del número de frutos obtenidos fueron enviadas a la EECA para ser evaluadas y su semilla sembrada obteniéndose más de tres mil plantas; otro grupo de mazorcas (43), principalmente donde hubo muchos frutos, se enviaron hacia los laboratorios de la Estación Experimental Tropical Pichilingue para los respectivos análisis de calidad. Se obtuvieron varetas que fueron trasladadas a la GEP para la propagación vegetativa de los árboles identificados, realizándose entre 11 y 48 injertos por individuo.

Tabla 6. Resultados generales de visitas a fincas de productores del Pangui, Santiago y San José. Morona Santiago, 2017

Actividad	*EL PANGUI*	*SAN JOSÉ*	*SANTIAGO*	*TOTAL*	*OBSERVACIÓN*
Número de árboles	34	20	22	76	Entre 1 y 4 por productor
Número de mazorcas	51	32	23	106	Árboles en producción
Número de semillas	1394	1043	589	3026	Mazorcas evaluadas
Número de injertos	581	454	522	1557	Entre 11 y 48 por árbol
Número de mazorcas (microfermentación)	-----	43	-----	43	Enviadas hacia la EETP

Con las plantas obtenidas por multiplicación sexual, se formaron las familias de híbridos que fueron reintroducidos a cada una de las comunidades y se establecieron en el mes de julio como ensayos de progenies en los lotes asignados por los colegios técnicos en cada una de las localidades, parcelas que también serán empleadas como escenarios para actividades de capacitación.

En el Pangui, específicamente en los predios del Colegio Ecuador Amazónico, en el mes de julio se sembró el ensayo de progenies de cacao estableciéndose un total de 528 individuos con borde alrededor de todo el ensayo para controlar el factor de competencia como se indica en la Figura 7. Ya se ha realizado una primera resiembra pero en esa misma visita se identificaron plantas muertas que en caso de haber disponibilidad serán resembradas con plantas hermanas.

INIAP
ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA
PROGRAMA DE CACAO Y CAFÉ
COLEGIO TÉCNICO AGROPECUARIO ECUADOR AMAZONICO - CANTON EL PANGUI
CROQUIS DE CAMPO "ENSAYO DE HÍBRIDOS DE CACAO NACIONAL COLECTADOS EN EL SUR DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA

ENTRADA

ENSAYO CAFÉ

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	2
1	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	14	14	14	14	14	14	14	14	2
1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	16	2
1	1	1	1	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	2
1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	2
3	30	30	30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
3	19	19	19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
3	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	2
3	7	7	7	7	7	7	7	7	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	2
3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	34	2
3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	34	34	34	34	34	34	34	34	34	2
3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	2
3	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	11	11	11	11	11	11	11	2
3	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	2
3	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	28	28	28	2
3	13	13	13	13	13	32	32	32	32	32	32	32	32	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	2
3	25	25	25	25	25	25	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	2
3	25	25	25	25	25	25	25	25	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	2
3	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	2	2	2	2	2	2	2	31	31	31	31	31	2
3	22	22	22	22	22	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	12	2
3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	2
3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	24	24	24	24	24	24	24	24	24	2
3	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

TRATAMIENTOS

001 (15 plts)
002 (7 plts)
003 (38 plts)
007 (29 plts)
008 (10 plts)
009 (21 plts)
010 (23 plts)
011 (42 plts)
012 (14 plts)
013 (15 plts)
014 (30 plts)
015 (24 plts)
016 (20 plts)
017 (25 plts)
019 (15 plts)
022 (16 plts)
024 (30 plts)
025 (14 plts)
028 (40 plts)
029 (14 plts)
030 (35 plts)
031 (18 plts)
032 (8 plts)
033 (16 plts)
034 (9 plts)

BORDES

1 - P 010-1 (28 plts)
2 - 15.1 (41 plts)
3 - 11.1 (27 plts)

Siembra 18/07/2017 **COORDENADAS:** 17 M 0363209
UTM 7857178

Figura 7. Croquis del ensayo de híbridos de cacao obtenidos de fincas de productores. El Pangui, 2017

En la Unidad Educativa Real Audiencia de Quito, ubicada en San José, en julio se sembró el ensayo de progenies de cacao estableciéndose un total de 360 individuos como se indica en la Figura 8.

INIAP
ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA
PROGRAMA DE CACAO Y CAFÉ
COLEGIO TÉCNICO AGROPECUARIO REAL AUDIENCIA DE QUITO - SAN JOSÉ DE MORONA
CROQUIS DE CAMPO "ENSAYO DE HÍBRIDOS DE CACAO NACIONAL COLECTADOS EN EL SUR DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA

CULTIVO DE PLATANO

COLEGIO REAL AUDIENCIA DE QUITO

3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	2
3	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	42	42	42	42	42	42	42	2
3	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	2
3	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	2
3	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	50	50	50	50	50	50	2
3	38	38	38	38	38	38	38	38	38	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	2
3	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	2
3	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	40	40	40	40	40	1
3	49	49	35	35	35	35	35	35	35	35	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	1
3	54	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	1
3	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	1
3	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	1
3	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	1
3	47	47	47	47	47	47	47	53	53	53	53	53	53	53	53	53	39	39	39	39	39	39	1
3	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	52	52	52	52	52	52	52	52	52	37	37	1
3	48	48	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	37	37	37	37	37	1
3	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	46	46	46	46	1
3	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ENTRADA

TRATAMIENTOS

035 (7 plts)	043 (28 plts)	050 (16 plts)
037 (5 plts)	044 (14 plts)	051 (26 plts)
038 (21 plts)	045 (15 plts)	052 (8 plts)
039 (34 plts)	046 (29 plts)	053 (8 plts)
040 (12 plts)	047 (18 plts)	054 (32 plts)
041 (30 plts)	048 (19 plts)	
042 (26 plts)	049 (18 plts)	

BORDES

1 - 4.1 (33 plts)
2 - 3.1 (28 plts)
3 - 23.1 (19 plts)

Siembra 20/07/2017

Coordenadas:
X = 02º 52` 38.7"
Y = 77º 39` 52.9"

Figura 8. Croquis del ensayo de híbridos de cacao obtenidos de fincas de productores. San José, 2017

En Santiago, en el Colegio Jaime Roldós Aguilera, se sembró el ensayo de progenies de cacao estableciéndose un total de 390 individuos como se indica en la Figura 9.

INIAP
ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA
PROGRAMA DE CACAO Y CAFÉ
COLEGIO TÉCNICO AGROPECUARIO JAIME ROLDOS AGUILERA CANTÓN SANTIAGO
CROQUIS DE CAMPO "ENSAYO DE HÍBRIDOS DE CACAO NACIONAL COLECTADOS EN EL SUR DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA

CANCHA DE FUTBOL

COLEGIO JAIME ROLDOS AGUILERA

ENTRADA

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	58	65	70	64	64	57	57	59	59	62	62	56	56	47.1	47.1	22.1	22.1	12.1	12.1	18.1	18.1	7.1	7.1	20.1	20.1	60.1	60.1	31.1	31.1	38.1	2
4	58	65	70	64	64	57	57	59	59	62	62	56	56	47.1	47.1	22.1	22.1	12.1	12.1	18.1	18.1	7.1	7.1	20.1	20.1	60.1	60.1	31.1	31.1	38.1	2
4	58	65	70	64	64	57	57	59	59	62	62	56	56	47.1	47.1	22.1	22.1	12.1	12.1	18.1	18.1	7.1	7.1	20.1	20.1	60.1	60.1	31.1	31.1	38.1	2
4	58	65	70	64	64	57	57	59	59	62	62	62	56	47.1	47.1	22.1	22.1	12.1	12.1	18.1	18.1	7.1	7.1	20.1	20.1	60.1	60.1	31.1	34.1	38.1	2
4	58	65	70	64	64	57	57	59	59	62	62	62	56	47.1	47.1	22.1	22.1	12.1	18.1	18.1	18.1	7.1	7.1	20.1	20.1	60.1	60.1	31.1	34.1	38.1	2
4	58	65	70	64	64	57	57	59	59	62	62	62	56	47.1	36.1	22.1	22.1	12.1	18.1	18.1	18.1	7.1	20.1	20.1	20.1	60.1	60.1	31.1	34.1	38.1	3
4	65	65	70	64	64	57	57	59	59	62	62	62	66	47.1	36.1	22.1	63.1	12.1	18.1	18.1	18.1	7.1	20.1	20.1	20.1	60.1	60.1	31.1	34.1	38.1	3
4	65	65	70	64	68	57	61	59	59	62	62	62	66	66	36.1	22.1	63.1	12.1	18.1	18.1	18.1	7.1	20.1	20.1	48.1	48.1	49.1	49.1	34.1	38.1	3
4	65	65	64	64	68	57	61	59	59	67	62	62	66	66	36.1	22.1	63.1	12.1	18.1	18.1	18.1	7.1	20.1	20.1	48.1	48.1	49.1	49.1	34.1	38.1	3
4	65	65	64	64	68	68	61	59	59	67	62	62	66	66	36.1	22.1	63.1	12.1	18.1	18.1	50.1	7.1	20.1	20.1	48.1	48.1	49.1	49.1	34.1	38.1	3
4	65	65	64	64	68	68	61	59	59	67	62	62	66	66	36.1	22.1	12.1	12.1	18.1	18.1	50.1	7.1	20.1	20.1	48.1	48.1	49.1	49.1	34.1	34.1	3
4	65	65	64	64	68	68	61	59	67	67	62	62	66	66	36.1	22.1	12.1	12.1	18.1	18.1	50.1	50.1	20.1	20.1	48.1	48.1	49.1	49.1	34.1	34.1	3
4	65	65	64	64	68	68	59	59	67	67	62	62	66	66	36.1	36.1	12.1	12.1	18.1	18.1	50.1	50.1	20.1	20.1	48.1	48.1	49.1	49.1	34.1	34.1	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

TRATAMIENTOS			
7.1 (16 plts)	38.1 (10 plts)	057 (16 plts)	067 (7 plts)
12.1 (20 plts)	47.1 (12 plts)	058 (6 plts)	068 (10 plts)
18.1 (31 plts)	48.1 (12 plts)	059 (25 plts)	070 (8 plts)
20.1 (28 plts)	49.1 (12 plts)	061 (5 plts)	
22.1 (18 plts)	50.1 (6 plts)	062 (31 plts)	
31.1 (10 plts)	60.1 (14 plts)	064 (25 plts)	
34.1 (13 plts)	63.1 (4 plts)	065 (20 plts)	
36.1 (9 plts)	056 (9 plts)	066 (13 plts)	

BORDES	
1 - 8.1 (22 plts)	Siembra 20/07/2017
2 - 9.1 (15 plts)	
3 - 5.1 (30 plts)	Coordenadas:
4 - 6.1 (22 plts)	X = 03º 03` 12.9"
5 - 21.1 (1 plts)	Y = 77º 59` 57.5"

Figura 9. Croquis del ensayo de híbridos de cacao obtenidos de fincas de productores. Santiago, 2017

Como resultado de los talleres y visitas a las fincas en el Pangui, se obtuvo un elevado número de plantas provenientes de semilla, es decir son materiales híbridos originarios de zonas altas de la Amazonía Sur, los que se establecieron en un ensayo ubicado en la GEP sobre los 800 msnm, sembrándose un total de 393 individuos más plantas de borde como se muestra en la Figura 10.

INIAP
ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA
PROGRAMA DE CACAO Y CAFÉ
GRANJA EXPERIMENTAL PALORA - CANTON PALORA
CROQUIS DE CAMPO "ENSAYO DE HÍBRIDOS DE CACAO NACIONAL COLECTADOS EN EL SUR DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA (EL PANGUI)

18	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2									
17	1	28	28	33	33	22	22	17	17	7	7	29	29	16	16	1	1	24	24	15	2									
16	1	28	28	33	33	22	22	17	17	7	7	29	29	16	16	1	1	24	24	15	15	3								
15	1	28	28	33	33	22	22	17	17	7	9	29	29	16	16	1	1	24	24	15	15	11	3	3						
14	1	28	28	33	10	22	22	17	17	7	9	29	29	16	2	1	1	24	24	15	15	11	11	31	3					
13	1	28	28	33	10	10	22	17	17	7	9	29	29	16	2	1	30	24	24	15	3	11	11	31	31	3	3			
12	1	28	28	33	10	10	22	17	17	7	9	29	34	16	2	1	30	24	24	15	3	11	11	11	31	19	19	3		
11	1	28	28	33	10	10	22	13	17	7	9	29	34	16	2	1	30	24	24	15	3	11	11	11	31	19	19	3		
10	1	28	28	33	10	10	22	13	17	7	9	29	34	16	2	1	30	24	24	12	3	11	11	11	31	19	19	3		
9	1	28	28	33	10	10	22	13	17	7	9	29	34	16	14	1	30	30	24	12	3	3	11	11	31	19	32	3		
8	1	28	8	33	10	10	22	13	25	7	9	29	34	16	14	14	30	30	24	12	3	3	11	11	31	19	32	3		
7	1	28	8	33	10	10	22	13	25	25	9	9	34	16	14	14	30	30	24	12	3	3	11	11	31	19	32	3		
6	1	28	8	33	10	10	22	13	25	25	9	9	34	16	14	14	30	30	24	12	3	3	11	11	31	19	32	3		
5	1	28	8	33	10	10	22	13	25	25	9	9	34	16	14	14	30	30	24	12	3	3	11	11	31	19	32	3		
4	1	28	8	8	10	10	22	13	25	25	9	9	34	16	14	14	30	30	24	12	3	3	11	11	31	19	32	3		
3	1	28	8	8	10	10	22	13	25	25	9	9	16	16	14	14	30	30	24	12	3	3	11	11	31	31	32	3		
2	1	28	8	8	10	10	22	13	25	25	9	9	16	16	14	14	30	30	12	12	3	3	11	11	31	31	32	4		
1	1	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		

ENTRADA

BORDES
1 - 2.1 (20 plts)
2 - 10.1 (19 plts)
3 - 44.1 (16 plts)
4 - 42.1 (11 plts)
5 - 3.1 (10 plts)
6 - 9.1 (7 plts)

Tratamientos
028 (25 plts))
008 (10 plts)
033 (16 plts)
010 (25 plts)
022 (20 plts)
013 (10 plts)
017 (15 plts)
025 (13 plts)
007 (11 plts)
009 (20 plts)
029 (15 plts)
034 (10 plts)
016 (20 plts)
002 (5 plts)
014 (15 plts)
001 (13 plts)
030 (20 plts)
024 (23 plts)
012 (10 plts)
015 (10 plts)
003 (20 plts)
011 (30 plts)
031 (16 plts)
019 (12 plts)
032 (8 plts)

Figura 10. Croquis del ensayo de híbridos de cacao obtenidos de fincas de productores. GEP, 2017.

Los materiales propagados por clonación así como los sobrantes de las familias de híbridos, serán sembrados en dos ensayos ubicados en la EECA, donde serán evaluados en sus características agronómicas, sanitarias y productivas.

1.3. Árboles élite de cacao en fincas de productores

En la época de mayor producción de cacao en las diferentes zonas de Napo, donde se identificaron y evaluaron árboles élite por los últimos dos ciclos, se tomaron muestras de mazorcas de cada uno de los árboles y se evaluaron sus características de calidad física (Figura 11), Se evaluaron largo de mazorca, diámetro de mazorca, espesor de lomo, espesor de surco, número de almendras, peso en baba de las almendras, peso de cinco almendras con testa, peso de las mismas almendras sin testa, color tanto de la mazorca como el color interno de las almendras.

Figura 11. Imágenes de la evaluación de características físicas de mazorcas de cacao. Napo, 2017

De aquellos individuos que reportaron alta producción se presentan en la Tabla 7 los promedios de las variables evaluadas en 10 mazorcas de cada árbol donde se observa que únicamente el NL02 presenta mazorca de color rojo y anaranjada al momento de la cosecha, el largo de la mazorca ésta relacionado con el ancho, identificándose cuatro individuos con mazorcas grandes y se destaca el fruto de MM10. El número de semillas varía entre 26 y 47 por mazorca, con pesos entre 92 y 157 gramos, destacándose NL4 como las mazorcas con mayor número y peso de almendras; se registra poca variabilidad para las variables de espesor de mazorca y tamaño de almendra, en tanto que únicamente la NL12 presentó un 20% de mazorcas con almendra de color blanca.

Tabla 7. Características físicas de las mazorcas de árboles élite en fincas de productores. Napo, 2017

Código	Color Mazorca	Tamaño Mazorca		Espesor de mazorca		No. semillas	Peso (g/5 semillas)		Tamaño de Almendra		Peso almendras (g)	Color Almendra
		Largo	Ancho	Lomo	Surco		Con Testa	Sin testa	Largo	Ancho		
NL02	Rojo	19.70	9.34	2.01	1.45	31.70	17.58	9.27	2.32	1.35	106.05	Morado
NL04	Amarillo	21.48	9.32	2.02	1.50	46.30	16.33	8.38	2.32	1.26	156.47	Morado
NL07	Amarillo	18.39	7.76	1.62	1.03	35.40	14.17	7.47	2.28	1.18	99.38	Morado
NL08	Amarillo	16.99	8.65	1.68	1.22	33.50	16.69	16.00	3.29	1.28	110.37	Morado
NL12	Amarillo	18.18	9.70	2.06	2.01	34.40	19.52	10.07	2.58	1.40	121.71	Mor / Blco
NL15	Amarillo	17.42	7.62	1.31	0.78	31.50	16.28	8.14	2.32	1.31	102.17	Morado
MM5	Amarillo	14.67	8.44	1.78	0.88	26.33	16.43	7.91	2.10	1.40	92.24	Morado
MM10	Amarillo	22.04	9.45	1.96	1.25	32.36	18.66	9.04	2.62	1.22	117.74	Morado
MM11	Amarillo	19.30	8.17	1.58	1.03	32.00	18.82	9.60	2.44	1.31	127.59	Morado
Media		**18.69**	**8.72**	**1.78**	**1.24**	**33.72**	**17.17**	**9.54**	**2.47**	**1.30**	**114.86**	

En la visita a las fincas de los productores de Arosemena Tola en la provincia de Napo, se llegó a cada uno de los árboles monitoreados los ciclos pasados, se verificó el estado de las plantas, tanto en sus condiciones sanitarias como productivas y se realizó un registro fotográfico (Figura 12), con el fin de evidenciar el potencial productivo de los individuos.

Código	Producción	Fruto	Código	Producción	Fruto
NL02			NL15		
NL04			MM05		
NL07			MM10		
NL08			MM11		
NL12					

Figura 12. Árboles y mazorcas de genotipos híbridos de cacao de fincas de productores. Napo, 2017

Es necesario realizar la evaluación de la calidad organoléptica de los frutos, por lo que la información que al momento se dispone, será socializada con los dueños de los árboles, con quienes se formalizará un acuerdo para el acceso a los mejores materiales identificados, los que serán propagados como potenciales en base a sus características genéticas, productivas y de calidad para continuar con la investigación para la obtención de materiales promisorios.

2. EVALUACIÓN DE CLONES DE CACAO

Se agruparon en tres grandes actividades con sus indicadores de resultado correspondientes a diferentes ensayos respecto de la evaluación de clones de cacao, como se presentan a continuación:

Tabla 8. Matriz de actividades con clones de cacao, 2017.

Actividad	Indicador de resultado
Evaluación de clones de cacao de tipo Nacional seleccionados en la EETP	✓ Registro fotográfico de 19 clones productivos de cacao con resistencia a escoba de bruja ✓ Registro fotográfico de 20 clones productivos de cacao seleccionados en la EETP ✓ Registro fotográfico de 22 clones productivos de cacao seleccionados en la EETP
Evaluación de clones de cacao colectados en la Amazonía sur	✓ Evaluados por sexto año 60 clones de cacao colectados en la Amazonía sur – GED ✓ Evaluados en la estación por segundo año 54 clones de cacao colectados en la Amazonía sur ✓ Establecido en la GEP el ensayo de clones de cacao provenientes del Pangui ✓ Establecido en la EECA el ensayo de clones de cacao provenientes de Tiwintza
Evaluación de clones superiores de cacao en ensayos regionales - REA	✓ Evaluados por quinto año 10 clones superiores de cacao con enfoque agroforestal en la EECA ✓ Evaluado por primer año el ensayo de clones superiores de cacao en la GEP ✓ Mantenido el ensayo de clones superiores de cacao en Santa Clara – Pastaza ✓ Mantenido el ensayo de clones superiores de cacao en Pacayacu – Sucumbíos ✓ Mantenido el ensayo de clones superiores de cacao en Río Negro – Tungurahua ✓ Identificado el lugar para el establecimiento del ensayo de clones superiores de cacao en Morona Santiago

Los clones de cacao que se evalúan están distribuidos en ensayos de diferentes etapas de desarrollo: en la EECA se realiza la evaluación final de la calidad física de clones (2.1.1 - 2.1.3) con 19, 20 y 22 materiales promisorios, (2.2.1) un ensayo de 60 clones provenientes de la Amazonía Sur que se mantienen por quinto año en la GED, (2.2.2) segundo año de evaluación de un ensayo de 54 clones provenientes de la Amazonía sur que está en la EECA, (2.3.1.) un ensayo con 10 clones superiores bajo Sistema Agroforestal que se evalúa su quinto año en la EECA y (2.3.2 – 2.3.6) cinco ensayos regionales con los clones promisorios en las principales zona de producción de la Amazonía.

El objetivo general es seleccionar clones de cacao tipo Nacional con potencial productivo y sanitario bajo diferentes condiciones ambientales y los objetivos específicos fueron: evaluar a nivel de estación y granja experimental clones promisorios de cacao; evaluar a nivel regional clones promisorios de cacao.

Los clones avanzados de cacao están distribuidos en dos y cuatro repeticiones en la estación, los mismos que el presente año no fueron evaluados en su producción pero

si en la calidad y tipos de mazorcas, mientras que los clones evaluados en la GED sólo permite el registro de su producción que es baja debido a la altitud de la Granja y su copia en la EECA se encuentra en desarrollo.
Para el caso particular de clones superiores evaluados en la EECA se disponen de dos repeticiones con parcelas de 80 plantas por material que han servido para la obtención de varetas de los clones liberados en la costa que presentan buena adaptación en la Amazonía; mientras que los ensayos regionales se encuentran con 10 plantas por parcela en tres repeticiones de cada uno de los clones superiores. En los ensayos de manera general se registraron variables productivas y de enfermedades en frutos; para el análisis se trabajó con los análisis de varianza empleando modelos lineales generales y mixtos, de los que sus resultados del presente año se detallan a continuación:

2.1. Evaluación de clones de cacao de tipo Nacional seleccionados en la EETP

2.1.1. Evaluación de 19 clones productivos de cacao con resistencia a escoba de bruja

Considerando los totales de todas las plantas evaluadas cada año para las variables indicadoras de rendimiento (Figura 13), al existir alta correlación entre el número de frutos sanos y el rendimiento, se observa comportamiento bianual el mismo que desciende entre el 2012 y 2013, para ligeramente incrementarse el 2014, baja nuevamente el año siguiente y se eleva el 2016. Se corrobora la relación existente entre el número de mazorcas enfermas y el porcentaje de mazorcas perdidas respecto del total de frutos producidos, el mismo que se incrementa con el pasar de los años de un 25% en el 2011 hasta alrededor del 90% en los últimos años de evaluación, lo que denota el establecimiento de la enfermedad en el lote estudiado.

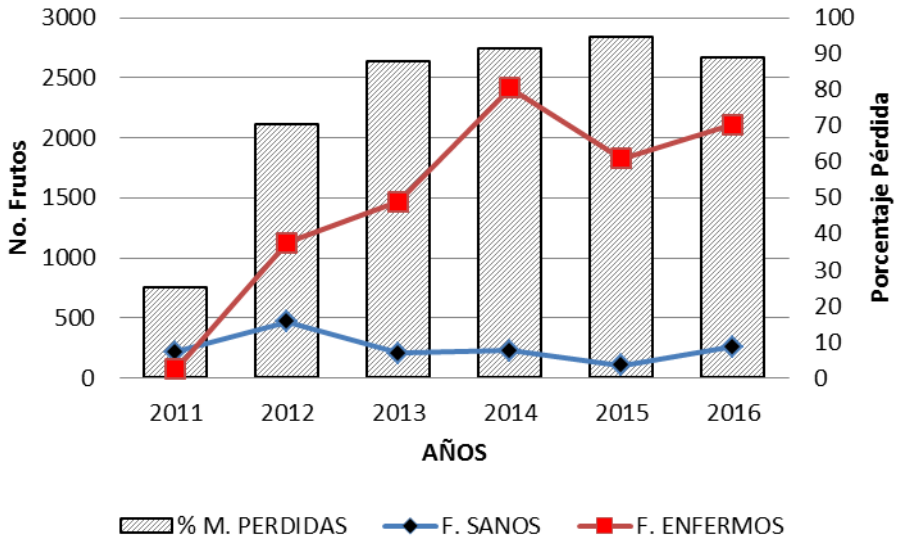

Figura 13. Número de frutos sanos, enfermos y porcentaje de pérdidas anuales en 19 clones de cacao. EECA, 2011 – 2016.

De la evaluación acumulada (Ciclos 2011 - 2016) de las características sanitarias y productivas registradas en los 19 clones de cacao, el análisis de varianza determinó diferencias estadísticas para en todas las variables (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis de varianza de las variables sanitarias y productivas de 19 clones de cacao provenientes de cruzas dirigidas. EECA, 2011 – 2016

Fuente Variación	G.L.	Rendimiento Acumulado	Frutos Sanos	Frutos Enfermos	% Frutos Perdidos
REP	3	1.36 ns	1.56 ns	7.58 **	2.53 ns
CLONES	18	23.70 **	20.60 **	30.21 **	5.94 **

En la Tabla 9 se presentan las medias y pruebas de significación (DGC) para cada una de las variables acumuladas de todos los años de evaluación, donde se observa que para rendimiento acumulado el clon INIAPT 484 estadísticamente no se diferencia del CCN 51, seguido del clon INIAPT 678 y todos ellos superan estadísticamente al clon EET 103 considerado como testigo de cacao tipo Nacional en la región. El clon de mayor rendimiento también es el material que presentó mayor número de frutos enfermos con pérdidas alrededor de la media general 88.58%. Lo clones INIAPT 374 e INIAPT 678 tienen aparentemente mayor tolerancia a enfermedades con porcentajes de pérdida menor al 80%, a más que se encuentran sobre el clon testigo en todas las variables. Prácticamente todos los genotipos que en la tabla se ubican bajo el EET 103 no se adaptaron a las condiciones de la Amazonía ya que a más de presentar rendimientos menores a los 3000 g/planta en todo el periodo evaluado, forman pocos frutos un alto porcentaje de ellos se pierden por efecto de las enfermedades.

Tabla 9. Valores acumulados de las variables sanitarias y productivas de clones de cacao provenientes de cruzas dirigidas. EECA, 2011 – 2016

CLON	Rendimiento Acumulado	DGC	Frutos Sanos	DGC	Frutos Enfermos	DGC	% Frutos Perdidos	DGC
INIAPT 484	7172.43	a	54.18	a	317.18	a	85.82	b
CCN 51	6722.68	a	44.46	b	187.75	b	81.36	c
INIAPT 678	5320.89	b	61.18	a	223.82	b	79.2	c
INIAPT 374	3820.62	c	35.27	c	106.13	c	76.81	c
INIAPT 632	3385.75	c	31.2	c	202.93	b	87.26	b
EET 103	3126.25	c	26.18	c	190.75	b	89.17	b
INIAPT 533	2560.33	c	19.5	c	123.32	c	86.8	b
INIAPT 302	2299.58	c	22.81	c	82.76	d	79.11	c
INIAPT 561	1616.07	d	13.79	d	139.96	c	91.31	b
INIAPT 641	1234.23	d	12.71	d	106.33	c	89.46	b
INIAPT 656	1091.68	d	8.83	d	56.93	d	86.48	b
EET 95	792.86	d	6.5	d	82.61	d	93.03	b
INIAPT 178	667.32	d	5.13	d	57.6	d	93	b
INIAPT 398	619.05	d	4.65	d	75.17	d	95.37	b
NAVES 6	611.05	d	5.18	d	51.94	d	91.7	b
INIAPT 185	586.9	d	5.01	d	47.17	d	91	b
EET 576	491.79	d	4.76	d	76.45	d	92.5	b
INIAPT 648	310.46	d	2.91	d	64.57	d	94.73	b
INIAPT 481	83.93	d	0.66	D	61.01	d	99	a
Promedio	**2237.57 g**		**19.21 frutos**		**118.65 frutos**		**88.58 %**	

Los clones INIAPT 484, INIAPT 678, INIAPT 374 e INIAPT 632, presentan mazorcas características de diferentes orígenes debido a la cruza de donde provienen, así son de tipo amazónico, forastero donde predominan las mazorcas de color verde en estado inmaduro llegando hacerse amarillas al momento de la cosecha (Figura 14).

Clon	Fruto		Clon	Fruto	
INIAPT 484			INIAPT 632		
INIAPT 678			EET 103 (TESTIGO)		
INIAPT 374			CCN 51 (TESTIGO)		

Figura 14. Mazorcas de los mejores clones de cacao provenientes de selecciones de la EETP. EECA, 2017

El mes de diciembre se realiza la evaluación de las principales características físicas de las mazorcas de todos los clones en estudio y se investigará sobre evaluaciones de calidad organoléptica de los materiales seleccionados o se solicitará su análisis, ya que varios de ellos sin embargo de no presentar resistencia a enfermedades tienen alto potencial productivo lo que puede mejorarse incorporando estrategias de manejo integrado.

2.1.2. Evaluación de 20 clones productivos de cacao seleccionados en la EETP

En la Figura 15 se observa los rendimientos totales registrados por año del ensayo de clones productivos seleccionados de cruzas realizadas en la EETP donde se mantiene el comportamiento bianual siendo el 2012 cuando se alcanza la mayor producción y desciende drásticamente en el 2015, además se puede observar que los rendimientos se relacionan de manera inversa con los porcentajes de pérdida respecto del número de mazorcas que se producen el que en etapas iniciales representa el 16% de la producción y en los últimos alcanza alrededor del 70% de mazorcas perdidas por presencia principalmente de enfermedades. Hay otros factores que requieren mayor análisis y son componentes de ésta respuesta, como la fertilidad del suelo y el clima predominante en cada ciclo de producción.

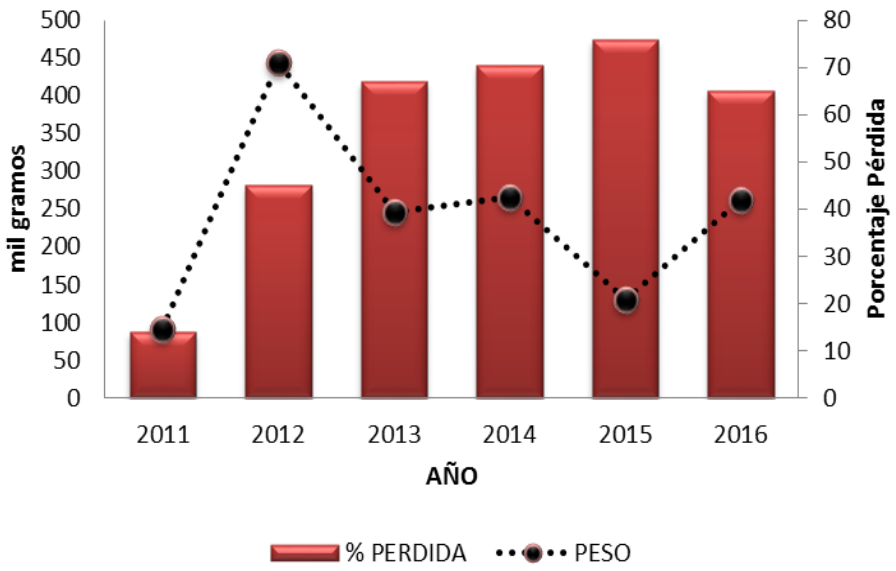

Figura 15. Producción anual de 20 clones de cacao y porcentaje de pérdida por presencia de enfermedades. EECA, 2011 – 2016.

Se realizó el análisis de varianza de la evaluación acumulada (Ciclos 2011 - 2016) de las características sanitarias y productivas registradas en los 20 clones de cacao, el mismo que determinó diferencias estadísticas altamente significativas para clones en todas las variables (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis de varianza de las variables sanitarias y productivas de 20 clones de cacao provenientes de cruzas dirigidas. EECA, 2011 – 2016

Fuente Variación	G.L.	Rendimiento Acumulado	Frutos Sanos	Frutos Enfermos	% Frutos Perdidos
REP	1	1.91 ns	3.30 ns	0.93 **	1.64 ns
CLONES	18	3.31 **	5.06 **	3.39 **	4.76 **

Al establecerse que existen diferencias estadísticas, se realizó la prueba de significación para las medias dentro de cada variable (Tabla 11) siete clones con mejor comportamiento que el testigo comercial CCN 51 y superan notablemente al EET 103 que es considerado como testigo de tipo Nacional dentro de éste ensayo, destacándose el T6 que estadísticamente difiere del resto de materiales en las variables de rendimiento acumulado y número de frutos sanos. Para el número de frutos enfermos, sin embargo que se aprecien diferencias numéricas considerables, la prueba de significación únicamente estableció dos rangos y ubica al clon proveniente de la cruza EET 454 x CCAT 2119 como el que menos mazorcas enfermas registra y está directamente relacionado con su capacidad productiva ya que es un material que presenta pérdidas cerca del 70% al igual que la mayoría de clones evaluados. Considerando únicamente el porcentaje de mazorcas perdidas, estadísticamente se separa un grupo con los tratamientos 6, 15, 9, 14, 11 y 4 que registraron pérdidas entre el 40 y 60% que se encuentra bajo el promedio del ensayo (63.8%) que además es el mismo grupo de clones con mejor capacidad productiva respecto de los testigos considerados.

Tabla 11. Valores acumulados de las variables sanitarias y productivas de 20 clones de cacao provenientes de cruzas dirigidas. EECA, 2011 – 2016.

TRAT	ORIGEN	Rendimiento Acumulado	DGC	Frutos Sanos	DGC	Frutos Enfermos	DGC	% Frutos Perdidos	DGC
6	EET 446 x EET 400	18485.0	a	190.9	a	179	a	48.3	B
15	CCN 51 x EET 233	14937.5	b	116.87	b	121.73	a	54.4	B
9	EET 416 x EET 400	13258.5	b	128.7	b	89.2	a	42.01	B
14	CCN 51 x EET 233	12075.0	B	91.9	b	103.7	a	55.22	B
11	EET 446 x CCN 51	11152.0	B	93.1	b	132.2	a	57.93	B
4	EET 451 x EET 387	10913.0	B	148.4	b	82.9	a	40.31	B
5	EET 446 x EET 400	9219.5	B	90.23	b	132.83	a	60.37	A
20	CCN 51	8720.0	B	52.6	b	161.6	a	75.08	A
10	EET 462 x EET 233	8445.0	B	82.67	b	76.65	a	49.06	B
2	EET 574 x EET 578	6828.8	B	63.58	b	124.25	a	67.32	A
13	EET 552 x EET 513	6212.5	B	80.83	b	112.85	a	61.89	A
18	CCN 51 x EET 233	5871.3	B	53.95	b	152.03	a	74.31	A
3	EET 445 x EET 400	5410.6	B	59.2	b	91.83	a	63.35	A
1	CCAT 2119 x EET 574	4045.0	B	41.2	b	101.92	a	71.43	A
19	EET 103	3948.8	B	30.85	b	192.25	a	86.09	A
17	EET 462 x EET 534	3393.8	B	40.13	b	113.28	a	74.36	A
16	EET 416 x EET 387	3343.8	B	27.55	b	85.97	a	76.03	A
12	EET 574 x EET 547	1627.1	B	11.83	b	112.17	a	89.74	A
8	EET 454 x CCAT 2119	1368.8	B	13.13	b	27.38	b	65.74	A
	PROMEDIO	**7855.6 g**		**74.6 frutos**		**115.5 frutos**		**63.8 %**	

Se realizó el registro fotográfico de los clones en estudio y en la Figura 16 se presentan las mazorcas de los materiales que presentaron menor pérdida por mazorcas enfermas, corroborado con los mayores rendimientos del grupo en estudio. Se observa que tienen características diversas tanto de los grupos forastero como amazónico que sin duda deberá ser el origen de alguno de sus progenitores.

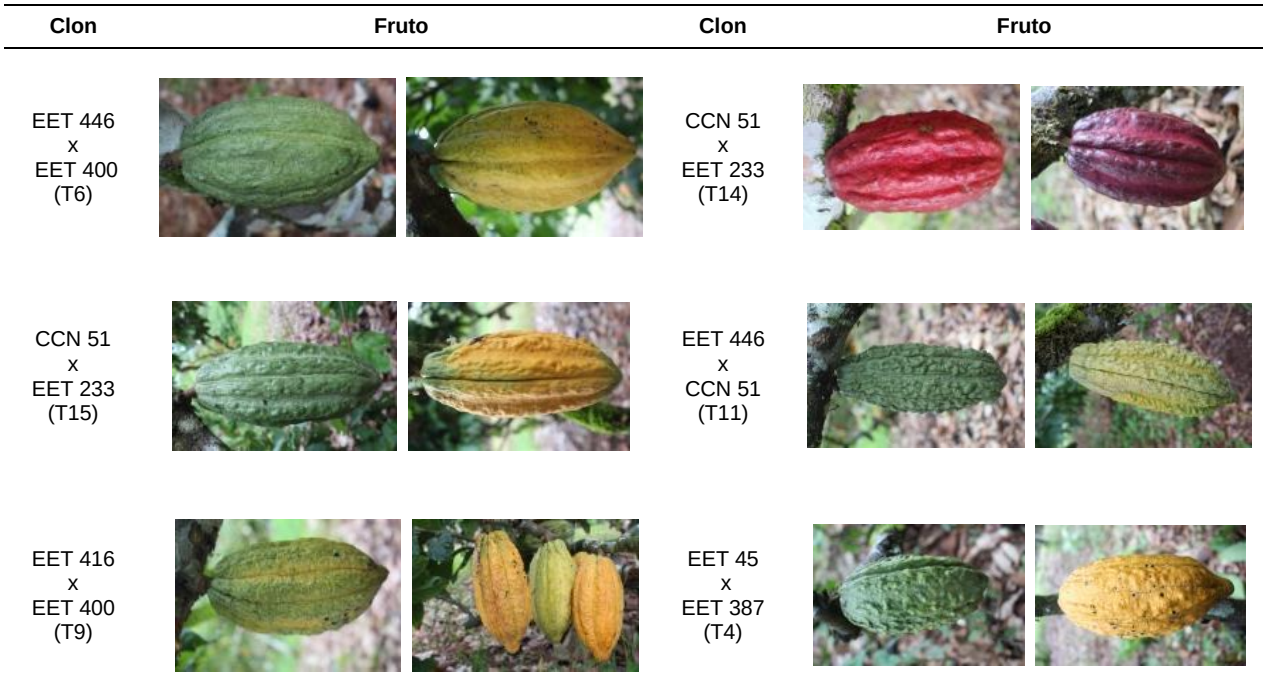

Figura 16. Mazorcas de los mejores clones de cacao provenientes de selecciones de la EETP. EECA, 2017

El mes de diciembre se realiza la evaluación de las principales características físicas de las mazorcas de todos los clones en estudio y se investigará sobre evaluaciones de calidad organoléptica de los materiales seleccionados o se solicitará su análisis, ya que varios de ellos a más de presentar cierta resistencia con pérdidas menores a la media, tienen alto potencial productivo lo que puede mejorarse incorporando estrategias de manejo integrado.

2.1.3. Evaluación de 22 clones productivos de cacao seleccionados en la EETP

De la evaluación anual de la producción de mazorcas y peso fresco de 22 clones de cacao provenientes de cruzas realizadas en la EETP (Figura 17), se observa que al igual que en los grupos de clones anteriormente analizados, la curva de la producción está altamente correlacionada con el número de frutos sanos y la mayor producción se registra en el año 2012 que está asociada también con el bajo número de mazorcas enfermas. Está claro que al pasar el tiempo hasta el cuarto año la producción de mazorcas se incrementa pero el rendimiento se ve afectado por la presencia principalmente de enfermedades por lo tanto es un indicador que las labores de manejo deben aplicarse con las recomendaciones de manejo de plagas y enfermedades de manera oportuna para disminuir el número de mazorcas enfermas lo que evidentemente mejorará la producción y debe estar asociado directamente con planes de fertilización ya que el suelo ha sido empobrecido por extracción del cultivo.

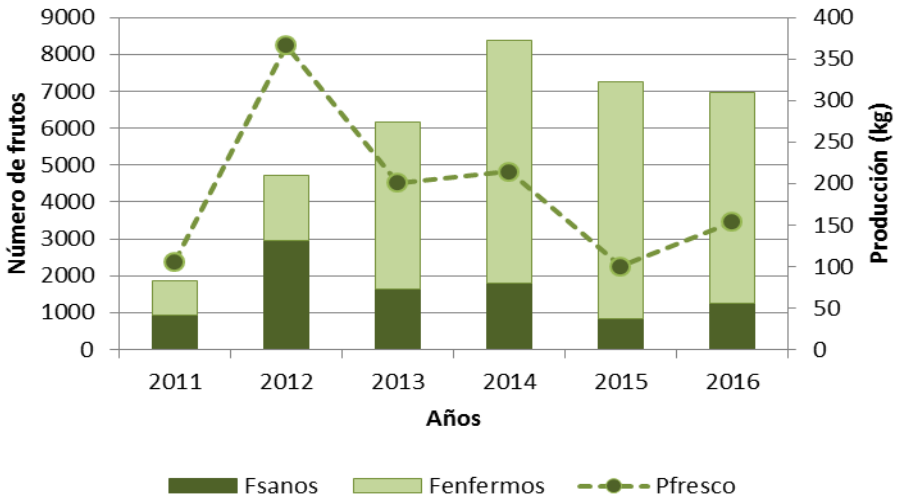

Figura 17. Número de mazorcas sanas y enfermas, producción anual de 22 clones de cacao. EECA, 2011 – 2016.

Los valores de F y la significación de los análisis de varianza de las variables referentes a rendimiento (Tabla 12) de los 22 clones de cacao determinan que existen diferencias estadísticas altamente significativas para los clones e inclusive se registraron diferencias para repeticiones.

Tabla 12. Análisis de varianza de las variables sanitarias y productivas de 22 clones de cacao provenientes de cruzas dirigidas. EECA, 2011 – 2016

Fuente Variación	G.L.	Rendimiento Acumulado	Frutos Sanos	Frutos Enfermos	% Frutos Perdidos
REP	1	4.45 *	4.62 *	0.96 **	6.67 **
CLONES	18	9.43 **	9.23 **	6.30 **	7.98 **

La prueba de significación DGC que se aplicó a los promedios de los clones en estudio de las variables acumuladas durante el ciclo 2011 – 2016 indica que existen cuatro materiales con rendimientos acumulados superiores a los 9000 g y son estadísticamente similares al alcanzado por el CCN 51 usado como testigo comercial y se diferencian claramente del resto de clones analizados. Éste comportamiento es similar para las variables de número de frutos sanos y frutos enfermos, pero difiere levemente al considerar la variable referente a porcentaje de pérdidas que en promedio para todo el ensayo fue de 75.66%, donde se observa que los clones originarios de las cruzas: CCN 51 x EET 233, EET 426 x EET 387, CCN 51 x EET 233 y EET 454 x EET 400 presentaron menor pérdida relativa de frutos con registros de entre 55 y 65% de frutos perdidos por enfermedad, mientras que el CCN 51 supero el 76% de pérdidas y el EET 103 considerado el testigo de tipo Nacional que aún es de los recomendados en la Amazonía presentó alrededor del 84% de pérdidas. Es importante mencionar que se da el caso de hermanos T12 y T14 que presentan comportamientos prácticamente opuestos en relación a las variables analizadas.

Tabla 13. Valores acumulados de las variables sanitarias y productivas de 22 clones de cacao provenientes de cruzas dirigidas. EECA, 2011 – 2016.

TRAT	ORIGEN	Rendimiento Acumulado	DGC	Frutos Sanos	DGC	Frutos Enfermos	DGC	% Frutos Perdidos	DGC
19	CCN 51 x EET 233	13040.00	a	115.00	a	171.40	b	65.23	c
17	EET 426 x EET 387	12856.25	a	99.97	a	130.18	b	59.82	c
20	CCN 51 x EET 233	12196.00	a	92.50	a	146.00	b	62.09	c
12	EET 454 x EET 400	11537.17	a	96.00	a	100.67	b	55.40	c
22	CCN 51	9043.75	a	56.20	b	176.63	b	76.62	b
16	EET 426 x CCN 51	7115.00	b	64.10	b	143.40	b	70.49	b
5	EET 451 x EET 387	6355.00	b	55.42	b	144.85	b	70.17	b
6	EET 451 x EET 387	6034.38	b	67.38	b	157.75	b	70.32	b
13	EET 454 x EET 400	5706.25	b	51.50	b	140.25	b	74.28	b
3	EET 451 x EET 387	5587.50	b	43.85	b	112.15	b	73.59	b
9	EET 446 x EET 400	4895.00	b	44.40	b	300.33	a	87.88	b
10	EET 446 x EET 400	4648.13	b	40.85	b	157.70	b	80.34	b
11	EET 445 x CCAT 2119	4617.50	b	33.40	b	125.60	b	82.68	b
4	EET 451 x EET 387	4570.63	b	34.55	b	58.35	c	62.21	c
21	EET 103	4335.68	b	31.57	b	179.82	b	84.02	b
1	CCAT 2119 x EET 578	4028.13	b	42.13	b	109.00	b	75.34	b
7	EET 454 x EET 578	3645.00	b	31.77	b	106.30	b	78.97	b
15	EET 577 x EET 578	3092.50	b	24.10	b	97.10	b	81.64	b
14	EET 454 x EET 400	2589.15	b	15.97	b	102.75	b	88.30	b
8	EET 446 x EET 400	1240.00	b	9.82	b	139.00	b	93.64	a
2	EET 445 x EET 400	580.00	b	5.30	b	129.33	b	95.84	a
	PROMEDIO	**6081.57 g**		**50.28 frutos**		**139.46 frutos**		**75.66%**	

Como en los ensayos anteriores, se realizó el registro fotográfico del tipo de mazorcas que presentan los clones con las mejores características dentro de éste grupo de materiales (Figura 18) donde se observa que aparentemente predomina la herencia genética de CCN 51 o de materiales de origen trinitario excepto para la cruza EET 454 x EET 400 que de forma amelonado y color amarillento es decir más de tipo Forastero.

Clon	Fruto		Clon	Fruto	
CCN 51 x EET 233 (T19)			CCN 51 x EET 233 (T20)		
EET 426 x EET 387 (T17)			EET 454 x EET 400 (T12)		

Figura 18. Mazorcas de los mejores clones de cacao provenientes de selecciones de la EETP. EECA, 2017

En conjunto con los mejores materiales analizados de los otros grupos de clones se realizará el análisis combinado para hacer un grupo más pequeño de clones promisorios que se evaluarán en parcelas más grandes y también se proyectarían para ensayos de tipo regional. Es necesario que se realicen las pruebas de calidad organoléptica que será apoyada con las variables de las características físicas de las mazorcas que se evaluarán en el último mes del año.

2.2. Evaluación de clones de cacao colectados en la Amazonía sur

2.2.1. Evaluación de 60 clones de cacao colectados en la Amazonía sur - GED

En la Granja Experimental Domono se mantienen en una repetición 62 clones originarios de la Amazonía Sur, de los que se realizó la evaluación productiva mensual entre enero y julio donde se detuvo la producción. En total son 200 árboles evaluados, que corresponde a que de cada genotipo en campo se dispone de entre una y cinco plantas clonales que en el año produjeron entre 1 y 34 frutos a excepción de dos plantas que fueron improductivas. Considerando el número de plantas existentes para cada clon, y con el objeto de estandarizar las comparaciones, se calcularon los promedios por planta para las variables: frutos sanos, frutos enfermos y peso fresco, las que se describen en la Tabla 14, donde se observa que la producción fue baja con un máximo de 7 mazorcas sanas por clon y hasta 8 mazorcas enfermas de tal manera que tres clones a más de que produjeron pocas mazorcas, todas se enfermaron es decir el 100% de pérdida. La producción promedio de cacao en fresco para el grupo de clones fue de 308 g/planta con un máximo de 1000 g con pérdidas de entre 0 y 100%, es decir también existieron clones que no perdieron mazorcas por enfermedad.

Las pérdidas por mazorcas enfermas debe ser un dato de mayor análisis debido a que no es útil para el productor tener mazorcas sanas cuando son muy pocas, pero es muy válido para planes de mejoramiento como potenciales padres donantes de genes y

también hay que considerar que el promedio de pérdidas (47%) del grupo de clones es bajo en relación a las condiciones de la EECA donde se pierde sobre el 80% de mazorcas, lo que se debe probablemente a que las condiciones geográficas y ambientales como altitud y bajas temperaturas de Domono no permiten mayor incidencia de las enfermedades que atacan al cultivo de cacao.

Tabla 14. Estadísticas descriptivas de las principales variables del grupo de clones de la Amazonía Sur. GED, 2017.

Parámetro	N	Frutos Sanos	Frutos Enfermos	g/planta	% mazorcas perdidas
Mínimo	1	0	0	0	0
Máximo	5	7.2	8.4	1000	100
Promedio		2.67	2.42	308.78	47.12
Suma	200				

En la Tabla 15 se enlistan los materiales con producción promedio por planta superior a los 500 g donde sobresale el CCN 51 como el mejor clon aunque presenta alrededor del 50% de pérdida, seguido por el EET 103 con rendimiento similar a los otros clones seleccionados. Es importante remarcar que los rendimientos promedio del 2017 de los mejores materiales es aproximadamente la quinta parte de lo que se obtuvo el año anterior, además que fuera de los testigos, los otros materiales no coinciden con los que presentaron mejor comportamiento el ciclo anterior, lo que denota de alguna manera la interacción genotipo - ambiente, por lo que con los datos de clima y los registros anuales debería trabajarse en un análisis de estabilidad. Así también se corrobora la estabilidad adaptativa de los materiales testigos que se cultivan en la región.

Tabla 15. Características productivas de clones de cacao de la Amazonía Sur con potencial productivo. GED, 2017.

Parámetro	N	Frutos Sanos	Frutos Enfermos	g/planta	% Mazorcas Perdidas
CCN 51	5	7.2	7.6	1000.0	51.4
EET 103	4	6.5	4.0	687.5	38.1
YACU 19	3	5.6	0.6	683.3	10.6
YACU 9	3	5.6	7.6	653.3	57.5
ZAMO 13	1	5.0	6.0	650.0	54.5
YACU 7	3	5.0	0	633.3	0.0
PANG 10	3	4.3	5.0	616.7	53.6
ZAMO 4	4	5.7	4.0	612.5	41.0
YACU 3	5	5.6	8.4	600.0	60.0
NANK 3	3	4.0	6.6	600.0	62.5
PANG 9	2	3.5	2.0	550.0	36.4
ZAMO 16	4	3.5	1.5	537.5	30.0
YACU 2	4	3.7	1.7	525.0	31.8
ZAMO 7	2	5.5	2.0	525.0	26.7
PANG 2	1	6.0	0	500.0	0.0
ZAMO 6	1	3.0	4.0	500.0	57.1
Promedio		**5.0**	**3.8**	**617.1**	**38.2**

El número de frutos sanos por planta evidentemente está correlacionado con los rendimientos que en promedio del grupo seleccionado es el doble del obtenido por todo el grupo de clones evaluados, las pérdidas por mazorcas enfermas es de 38%.

Los materiales potenciales con los datos acumulados de los tres años de evaluación son parte de una selección preliminar para la identificación de padres donantes de genes en los planes de hibridación que deberán propagarse para ser parte de la colección de trabajo del programa.

2.2.2. Evaluación de 54 clones de cacao provenientes de la Amazonía sur - EECA

En la EECA se realizaron labores de mantenimiento del ensayo de 54 clones de cacao que corresponde a una copia de los clones colectados en la Amazonía Sur en el año 2010, los que se mantienen en evaluación en la GED dentro del marco del proyecto del Programa Nacional con el CIRAD de Francia. Se realizaron labores de poda, eliminación de chupones, incorporación de materia orgánica (flemingia) y controles de malezas alternando entre el control mecánico y el control químico.

El ensayo se encuentra en buenas condiciones y a inicios del próximo ciclo se registrará la primera evaluación de las variables agronómicas en base del protocolo establecido.

2.2.3. Evaluación de clones de cacao colectados en la Amazonía sur - EECA

Al realizar la identificación de los árboles de cacao en fincas de productores de los cantones de San José, Santiago de Tiwintza y el Pangui se tomaron muestras vegetativas o varetas que fueron trasladadas a la Granja Experimental Palora y se injertaron para la obtención de plantas clonales (Figura 19) que debido a las condiciones de altitud de la zona de origen, bajo los 300 msnm, se establecerán en un ensayo en los predios de la EECA.

Figura 19. Ínjertación de cacao proveniente de la Amazonía sur. GEP, 2017.

Previo al establecimiento del ensayo en el lote seleccionado en la Estación Experimental se realizaron labores de limpieza que consistieron básicamente en tumbar plantas de realce, repique, chapia y control de malezas, es decir preparación del lote y luego se realizó el trazado y balizado (Figura 20) disponiendo al momento del lote listo para la siembra del ensayo.

Figura 20. Preparación y balizado de lote para siembra de ensayo de clones de cacao. EECA, 2017.

2.3. Evaluación de clones superiores de cacao en ensayos regionales - REA

2.3.1. Evaluación de 10 clones superiores de cacao con enfoque agroforestal en la EECA

Se cumplió el tercer año de la evaluación de la producción del ensayo de 10 clones superiores de cacao que se mantienen en la EECA y los análisis de varianza de las variables indicadoras de rendimiento presentaron diferencias estadísticas altamente significativas para genotipos en todas las variables excepto para frutos cherelles (Tabla 16).

Tabla 16. Valor de F y significancia del análisis de varianza de las variables evaluadas en 10 clones superiores de cacao tipo nacional. EECA, 2017.

F.V.	G.L.	Frutos Sanos	Frutos Enfermos	Frutos Cherelles	Peso Fresco
Repetición	1	7.41 ^{ns}	0.39 **	9.26 *	8.83 *
Genotipo	9	19.31 **	8.95 **	0.94 ^{ns}	19.71 **

Para la comparación de medias de los clones evaluados se aplicó la prueba DGC y se presentan los valores promedios y el agrupamiento establecido en la Tabla 17, donde se observa que el T8(CCN51XEET233) se diferencia estadísticamente de los otros materiales para peso fresco y frutos sanos; específicamente para el peso fresco, se identifica un segundo grupo donde se encuentran junto al CCN 51 los tratamientos T1, T2, T8 y T10, mientras que los tres clones recomendados para la región amazónica junto con el T7 se encuentran en el grupo de los materiales con la menor producción en el ciclo estudiado.

Frutos cherelles no registró diferencias estadísticas con un promedio de 3.46 frutos y considerando los valores promedio del número de frutos enfermos, respecto del total de frutos formados, las pérdidas se proyectan sobre el 80% que se debe principalmente a enfermedades que atacan las mazorcas.

Tabla 17. Promedios y significancia de la prueba DGC de las variables evaluadas en 10 clones superiores de cacao tipo nacional. EECA, 2016.

TRAT	COD	FS	DGC	FE	DGC	FCH	FTOT	DGC	PF	*qq/ha seco*	DGC
3	T8(CCN51XEET233)	13.43	a	31.1	b	8.31	52.8	b	2245	*21.9*	a
10	SÚPER ÁRBOL 2	10.03	b	6.26	c	0.8	17.1	c	1041	*10.1*	b
2	T24(CCN51XEET534)	6.14	c	40.8	b	3.86	50.8	b	872	*8.5*	b
1	T1(CCN51XEET233)	6.48	c	68.9	a	10.4	85.9	a	840	*8.2*	b
8	ICS 95	4.22	d	30.9	b	1.6	36.7	b	577	*5.6*	b
9	CCN 51	3.51	d	37.2	b	3.99	44.7	b	574	*5.6*	b
5	EET 95	1.81	d	41.4	b	2.37	45.6	b	242	*2.3*	c
4	T23(CCN51XEET534)	1.52	d	54.2	a	0.34	56	b	186	*1.8*	c
7	EET 576	1.57	d	34.3	b	0.95	36.8	b	171	*1.6*	c
6	EET 103	0.88	d	39.5	b	1.93	42.3	b	109	*1.0*	c
	PROMEDIO	**4.95**		**38.5**		**3.46**	**46.9**		**686**	***6.7***	

El rendimiento proyectado a quintales en grano seco por hectárea indica que el promedio es de 6.7 y claramente el T3 duplica la producción del Súper Árbol que es el clon que le sigue en rendimiento. Los rendimientos alcanzados por los clones de cacao de tipo Nacional recomendados para la región, indican que fue un año de baja producción con rendimientos inferiores a los 2.5 qq/ha y cabe resaltar que los ensayos se manejan en las condiciones mínimas necesarias que permite expresar el comportamiento de los materiales en condiciones similares a las del productor.

Se realizó una evaluación sanitaria para determinar la presencia de la enfermedad “escoba de bruja” tanto vegetativa como de cojinete y sin que existan diferencias estadísticas entre los clones, se observó una marcada diferencia entre los mejores materias (T3 vs T10) respecto del número de estructuras vegetales y de cojinetes florales afectados por el hongo, presentando el Súper Árbol cierta resistencia a la enfermedad (Tabla 18).

Tabla 18. Promedios de variables escoba de bruja de 10 clones de cacao tipo nacional. EECA, 2016.

TRAT	CLON	Escoba de Bruja Vegetativa	Escoba de Bruja de cojinete
3	T8(CCN51XEET233)	17.86	9.52
10	SÚPER ÁRBOL 2	0.67	0
2	T24(CCN51XEET534)	10.73	6.14
1	T1(CCN51XEET233)	10.26	3.82
8	ICS 95	11.11	4.1
9	CCN 51	8.41	4.14
5	EET 95	9	5.26
4	T23(CCN51XEET534)	10.99	5.82
7	EET 576	12.57	6.99
6	EET 103	19.84	12.64
	PROMEDIO	**11.14**	**5.84**

Se continúa con la propagación vegetativa de los mejores materiales en coordinación con el Departamento de Producción para disponer de suficiente material que se desea sea liberado en el transcurso del nuevo año en un evento de relanzamiento del clon. Se continuará con el registro de datos productivos y sanitarios del ensayo a más de al menos una evaluación agronómica y de calidad del fruto.

El mantenimiento y la evaluación de los ensayos regionales de cacao se coordinan con el Núcleo de Transferencia de la EECA y en las granjas se cuenta con el apoyo técnico local.

2.3.2. Evaluación de clones superiores de cacao en la Granja Experimental Palora – Morona Santiago

De acuerdo a los protocolos del Programa Nacional de Cacao y Café en el ciclo que termina se realizaron dos evaluaciones de las características agronómicas de los clones de cacao que se mantienen en la GEP, una en el mes de junio y la otra en diciembre de sus análisis de varianza (Tabla 19) se observan diferencias estadísticas altamente significativas para clones y para repeticiones en todas las variables.

Tabla 19. Valor de F y significancia del análisis de varianza de las variables evaluadas en 11 clones superiores de cacao tipo nacional. GEP, 2017.

F.V.	G.L.	ALTURA DE PLANTA (AP)		DIÁMETRO DEL TALLO (DT)		DIÁMETRO DE LA COPA (DC)	
		1	2	1	2	1	2
Repetición	2	23.93 **	24.97 **	5.66 *	16.86 **	12.32 **	15.93 **
Clones	10	15.23 **	8.08 **	7.08 **	6.00 **	9.21 **	5.32 **

Las pruebas de significación de las características agronómicas (Tabla 20) establecen grupos de plantas altas por sobre los dos metros, plantas medianas entre 150 - 200 cm y plantas pequeñas correspondiente a Súper Árbol 2 con altura promedio de 131 cm, se registra también un crecimiento promedio de 30 cm en el periodo evaluado. Para diámetro del tallo, el incremento promedio fue de 10 milímetros, mientras que para diámetro de copa el incremento fue de aproximadamente 30 centímetros, notándose aparente correlación entre todas las variables indicadas.

Tabla 20. Promedios y significancia de la prueba DGC de las variables evaluadas en 10 clones superiores de cacao tipo nacional. EECA, 2016.

CLON	AP1	DGC	AP2	DGC	DT1	DGC	DT2	DGC	DC1	DGC	DC2	DGC
T 1 (CCN 51 x EET 233)	207.80	a	235.51	a	23.99	a	34.44	a	165.98	a	190.22	a
EET-111	198.57	a	229.37	a	23.44	a	35.85	a	180.57	a	205.33	a
T23 (CCN 51 x EET 534)	187.65	a	213.30	a	24.87	a	35.18	a	133.23	b	173.56	a
T24 (CCN 51 x EET 534)	187.29	a	220.83	a	21.37	b	30.45	a	138.67	b	176.13	a
EET-95	184.60	a	220.82	a	23.44	a	33.32	a	152.29	a	206.83	a
EET-103	166.17	b	206.10	a	20.61	b	30.50	a	139.90	b	181.57	a
EET-576	162.45	b	203.78	a	18.41	b	29.86	a	132.20	b	176.50	a
T 8 (CCN 51 x EET 233)	162.44	b	188.10	b	20.18	b	29.74	a	126.36	b	147.23	b
T 6 (EET-446 x EET-400)	147.00	b	157.78	b	17.23	b	21.19	b	115.16	b	133.96	b
INIAP – 484	141.85	b	163.69	b	18.42	b	28.24	a	112.65	b	148.41	b
SA-2	100.06	c	131.37	c	12.89	c	15.76	b	66.24	c	110.83	b
PROMEDIO	**167.81 cm**		**197.33 cm**		**20.44 mm**		**29.50 mm**		**133.02 cm**		**168.23 cm**	

En abril del presente año se inició la producción del ensayo y con los totales cosechados en cada mes se determinó la curva de producción (Figura 21) preliminar ya que es una primera evaluación y se determina el mes de junio como pico de producción, decayendo significativamente para volver a subir en los últimos meses del año. El número de frutos está relacionado con la producción, sin embargo la diferencia entre frutos sanos y frutos enfermos se observa que cambia a partir de mediados de año cuando se registran mayor cantidad de mazorcas enfermas ya que aparentemente el inóculo ya se ha establecido y se propaga dentro del cultivo.

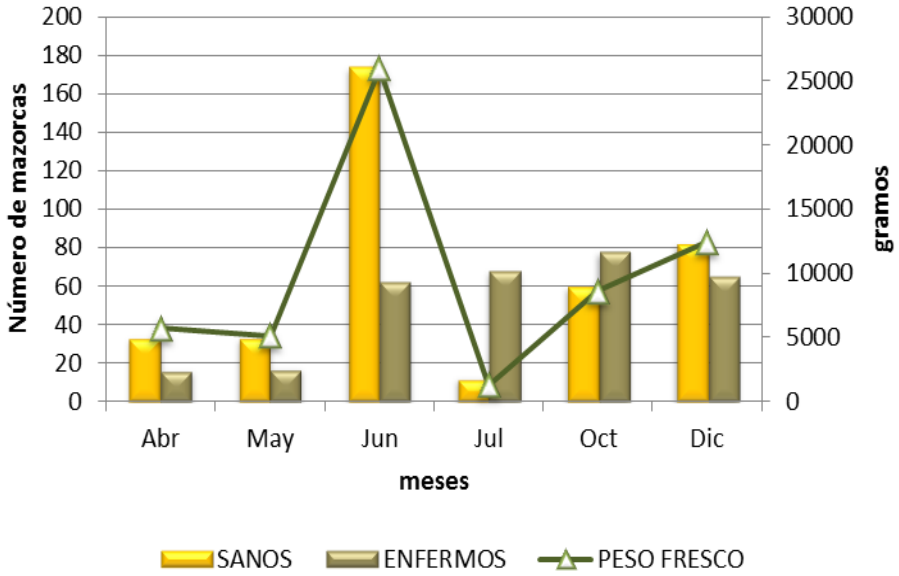

Figura 21. Número de mazorcas sanas y enfermas, producción anual de 22 clones de cacao. EECA, 2011 – 2016.

Al encontrarse la producción en etapas inciales se obervó que no todos los clones han fructificado y lo mismo sucede incluso entre las plantas del mismo material, por lo que se realizó la sumatoria de las variables indicadoras de rendimiento como referencia de precocidad (Tabla 21). El material más afectado al transplante es el T6 (EET-446 x EET-400) con únicamente 17 plantas desarroladas por lo que para éste clon y todos los que presentaron fallas se realizaron las respectivas resiembras.

Sin embargo de estar iniciando la producción ya se registran altos porcentajes de pérdidas por mazorcas enfermas respecto del total de frutos producidos, el que varía entre 25 y 95%, particularmente para el clon INIAP – 484. El clon con mayor producción en el ciclo 2017 corresponde al T1 (CCN 51 x EET 233) que es uno de los últimos clones liberados por el Programa Nacional en la EETP, lo que indica la precocidad y la adaptación del material, mientras que el Súper Árbol por problemas en el establecimiento aún no registra producción más que frutos cherelles, lo que se presenta como un problema de todos los clones estudiados.

Con el apoyo del personal técnico de la Granja, se continuará la evaluación de la producción en el nuevo ciclo, donde se espera que todas las plantas del ensayo dispongan de mazorcas maduras. No está planificado ningún tipo de manejo orientado al control de plagas y enfermedades, a menos que la incidencia de los patógenos ponga en riesgo la sobrevivencia de las plantas suficientes para la obtención de resultados.

Tabla 21. Promedios y significancia de la prueba DGC de las variables evaluadas en 10 clones superiores de cacao tipo nacional. EECA, 2016.

CLON	N	FRUTOS SANOS	FRUTOS ENFERMOS	FRUTOS CHERELLES	% FRUTOS PERDIDOS	PESO FRESCO
EET-103	30	11	10	34	47.62	1550
EET-111	30	9	3	32	25.00	1100
EET-576	29	6	24	11	80.00	940
EET-95	27	19	68	87	78.16	2390
INIAP - 484	26	2	38	48	95.00	300
SA-2	23	0	0	7		0
T 1 (CCN 51 x EET 233)	27	197	1186	5413	85.76	29370
T 6 (EET-446 x EET-400)	17	2	1	58	33.33	200
T 8 (CCN 51 x EET 233)	28	50	135	250	72.97	6260
T23 (CCN 51 x EET 534)	24	17	44	1524	72.13	2161
T24 (CCN 51 x EET 534)	28	64	432	1146	87.10	9122

2.3.3. Evaluación de clones superiores de cacao en Santa Clara – Pastaza

El ensayo que se mantiene en Santa Clara, provincia de Pastaza es manejado directamente por el técnico local del Núcleo de Transferencia que en el presente año ha sido mantenido en coordinación con el propietario del terreno y se ha observado que floreció por lo que en corto plazo se estima que se obtendrá la producción de los diferentes materiales establecidos. Dentro del ensayo se ha aprovechado las calles para siembra de maíz (Figura 22) como un cultivo de ciclo corto que ha permitido aprovechar el terreno y el manejo mientras se desarrollan las plantas de cacao.

Figura 22. Cultivo de maíz en ensayo de clones superiores de cacao. Sta. Clara, 2017.

2.3.4. Evaluación de clones superiores de cacao en Pacayacu – Sucumbíos

El ensayo ubicado en Pacayacu cumplió un año de haber sido establecido y se encuentra en desarrollo que junto con el manejo del productor y el seguimiento del Núcleo de Transferencia como del Programa de Cacao y Café presenta buen crecimiento.

En el primer semestre del próximo año se realizará el registro de las variables agronómicas de acuerdo al protocolo que maneja el Programa.

2.3.5. Evaluación de clones superiores de cacao en Río Negro - Tungurahua

El ensayo es supervisado de manera constante por el personal técnico del núcleo de Transferencia de Pastaza y con el objetivo de aprovechar el espacio de calles en el ensayo de cacao sembrado en Río Negro – Tungurahua se realizó la siembra de plantas de naranjilla (Figura 23) de tal manera que se aprovechan las labores de manejo de los dos cultivos dentro de las actividades realizadas en el presente ciclo. El desarrollo del cultivo de cacao se aprecia lento, lo que se debe principalmente a las condiciones geográficas de la zona donde nos encontramos en el límite altitudinal para la producción de ésta especie.

Figura 23. Cultivo de naranjilla en ensayo de clones superiores de cacao. Río Negro, 2017.

El año entrante se continuará con las labores de mantenimiento y se procederá con el registro de las variables agronómicas de acuerdo al protocolo de evaluación.

2.3.6. Evaluación de clones superiores de cacao en La Unión – Morona Santiago

Los ensayos de clones superiores de cacao sembrados ya un par de veces en diferentes comunidades de Morona no han logrado establecerse por diferentes problemas ambientales, así como el compromiso de los productores locales, por lo que una vez que se iniciaron trabajos con los padres de familia del Colegio de San José de Tiwintza, se logró también el acercamiento con los representantes de la Asociación de Productores de las Orquídeas con sede en La Unión, quienes demostraron mucho interés por el mejoramiento del cacao considerando que su zona presenta muchas condiciones favorables para el desarrollo del cultivo.

Por gestión del presidente de la organización se realizó una reunión con los productores asociados (Figura 24) donde se dieron a conocer las condiciones requeridas para el establecimiento de un ensayo con clones promisorios de cacao y se realizó el compromiso de tener el terreno preparado previo al día de la siembra que será confirmado una vez que se revisen la disponibilidad de plantas en vivero pero se estima que sería dentro del primer cuatrimestre del año siguiente.

Figura 24. Reunión con productores de la Asociación Las Orquideas. Tiwintza, 2017.

2. DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CACAO BAJO SISTEMAS AGROFORESTALES

Paralelo a las actividades de mejoramiento de cacao, el Programa de Cacao y Café, trabaja junto con los Programas y Departamentos de la EECA en varios ensayos para el desarrollo de tecnologías en el cultivo de cacao que se adapten a las condiciones de la RAE, como se indica en el siguiente Tabla:

Tabla 22. Matriz de actividades para el desarrollo de tecnologías en cacao, 2017.

Actividad	Indicador de resultado
Desarrollo de tecnologías para la producción de cacao bajo sistemas agroforestales	✓ Evaluada por cuarto año la producción de brotes en plantas somáticas de cacao de primera generación bajo umbráculo – EECA ✓ Evaluados por primer año los clones promisorios de cacao bajo diferentes arreglos agroforestales y manejos – EECA ✓ Evaluado primer año el ensayo de fertirrigación en el cultivo de cacao – EECA

Se evalúan tecnologías en el marco de los sistemas agroforestales y orientadas a mejorar la producción a través de la adecuada nutrición del cultivo, para lo que se mantienen y evalúan los siguientes ensayos: (3.1) el cuarto año de evaluación de plantas somáticas, (3.2) evaluación del primer año de las variables agronómicas del ensayo de clones promisorios de cacao bajo diferentes manejos agronómicos con arreglos agroforestales y (3.3) evaluación de clones de cacao con fertirrigación.

El objetivo general es el de evaluar tecnologías en el cultivo de cacao que permitan: determinar el potencial de la propagación masiva de plantas aplicando cultivo de tejidos; identificar el mejor arreglo de diferentes especies y el manejo adecuado para la producción de materiales promisorios de cacao bajo sistema agroforestal; evaluar la producción de cacao bajo sistema de fertirrigación en las condiciones de la Amazonía.

La metodología y más detalles de cada uno de estos ensayos se disponen en los respectivos proyectos o protocolos que reposan en el archivo del Programa. Los resultados del presente año se detallan a continuación:

3.1. Evaluación de plantas somáticas de cacao de primera generación bajo umbráculo - EECA

Hasta éste año se mantuvieron a libre exposición 1304 plantas somáticas de primera generación, distribuidas para los tres clones recomendados de INIAP, así 361 plantas EET-95, 312 plantas EET-103 y 631 plantas de EET-576 provenientes del laboratorio de Biotecnología de la EETP. Se realizó una última evaluación de número de brotes registrándose al menos un brote por planta y las frecuencias se presentan en la Tabla 23 donde se observa que alrededor del 40% de plantas produjeron entre 1 y 5 brotes, el 50% desarrollaron entre 6 y 10 brotes, mientras que el 10% de plantas restantes produjeron más de 11 brotes, siendo el máximo de 15, 19 y 23 para los clones EET-95, EET-103 y EET-576, respectivamente.

Tabla 23. Tabla de frecuencias de número de brotes total por planta/año de tres clones de cacao. EECA, 2017.

Rango	EET – 95		EET – 103		EET – 576	
	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
< 5	150	0.41	180	0.57	249	0.40
de 6 a 10	188	0.52	119	0.4	331	0.53
de 11 a 15	23	0.06	12	0.04	43	0.07
de 16 a 20			1	0	7	0.01
> 20					1	0.00
TOTAL	**361**		**312**		**631**	

Evaluación del primer semestre del 2017

Debido a que no se obtuvo respuesta del Dpto. de Biotecnología de la EETP, una vez que se cuenta con la evaluación de tres años del número de brotes por planta se procedió al raleo de las plantas, dejando las plantas distribuidas en doble línea de un metro de distancia con 2 metros entre las hileras por 3 metros entre plantas, las que probablemente en su momento serán evaluadas en producción.

3.2. Evaluación de clones de cacao bajo diferentes arreglos agroforestales y manejos - EECA

Dentro del ensayo de sistemas agroforestales de cacao que se estableció en la EECA a finales del 2015, específicamente en las franjas con el manejo bajo orgánico (BO) y medio convencional (MC), para los cinco arreglos agroforestales, se encuentran 7 clones promisorios de cacao más los dos testigos de tipo Nacional, distribuidos con 8 plantas en microparcelas a los bordes de cada unidad experimental, resultando en un total de 90 tratamientos.

Se realizó una evaluación en el año de las variables agronómicas como altura de planta, diámetro de tallo y diámetro de copa y se realizó el análisis de varianza bajo un modelo de bloques completos en arreglo factorial.

Los valores de F y la significación estadísticas de los factores en estudio para cada una de las variables se presentan en la Tabla 24, donde se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para los genotipos en todas las variables; arreglo no presenta diferencias estadísticas para la variable diámetro de tallo y lo contrario ocurre para manejo donde sólo el diámetro del tallo presenta diferencias estadísticas al 95%. Al revisar las interacciones de los factores en estudio, se observa que únicamente existe significación estadística para el diámetro de tallo que presentó dependencia del manejo y del arreglo. Los coeficientes de variación se encuentran entre 21 y 28% que es muy aceptable para éste tipo de estudios.

Tabla 24. Análisis de varianza de las variables agronómicas del ensayo de sistemas agroforestales de cacao. EECA, 2017.

Fuente de Variación	G.L.	Altura de Planta	Diámetro del tallo	Diámetro de la copa
REP	2	46.61 **	1954.8 **	155.07 **
GENOTIPO	8	6.32 **	4.86 **	13.77 **
ARREGLO	4	3.67 **	2.31 ns	4.97 **
MANEJO	1	1.38 ns	11.28 **	0.89 ns
GENOTIPO* ARREGLO	32	0.9 ns	0.43 ns	0.29 ns
GENOTIPO*MANEJO	8	1.11 ns	0.32 ns	0.74 ns
ARREGLO*MANEJO	4	1.37 ns	6.46 **	1.54 ns
GENOTIPO* ARREGLO*MANEJO	32	0.59 ns	0.27 ns	0.39 ns
Error	168			
Total	259			
CV		25.44	27.46	21.72

En la Tabla 25 se presentan las medias y la prueba de significación para los diferentes niveles de los factores en estudio, donde se observa que en altura de planta se forman dos grupos donde el límites es de 150 cm aproximadamente pero no existe correlación con las variables diámetro del tallo y diámetro de copa y únicamente los clones recomendados EET-95 y EET-103 ocupan el primer grupo determinado por la prueba en todas sus variables. Los promedio de las plantas en el ensayo son de 146.83 centímetros de altura con tallos de 9.90 mm y 110.06 de diámetro de la copa.

Tabla 25. Medias y prueba de significación (DGC) de las variables agronómicas del ensayo de sistemas agroforestales de cacao. EECA, 2017.

GENOTIPO	Altura de Planta	DGC	Diámetro del tallo	DGC	Diámetro de la copa	DGC
EET-95	171.63	a	11.92	a	141.32	a
T24	165.45	a	9.5	b	103.73	c
EET-103	160.99	a	11.43	a	130.4	a
EET 800	155.68	a	9.63	b	114.93	b
ICS-95	143.52	b	9.26	b	112.3	b
EET 801	137.29	b	8.95	b	97.28	c
CCN-51	134.83	b	8.63	b	96.37	c
T23	129.49	b	10.81	a	101.15	c
EET 484	122.62	b	8.95	b	93.07	c
PROMEDIO	146.83 cm		9.90 mm		110.06 cm	

Se observa que las plantas expuestas a pleno sol son de menor tamaño y desarrollan menos el diámetro de su copa (Tabla 26), es decir que la sombra de cualquier tipo aparentemente tiene efecto sobre el desarrollo del cultivo, específicamente sobre la arquitectura que van adoptando las plantas de cacao. Mientras que para manejo se registró una ligera diferencia en el diámetro del tallo siendo el manejo sin uso de agroquímicos el que tiene tallos más gruesos contrario a lo que ocurre para altura de planta y diámetro del tallo, sin que estadísticamente sean diferentes.

Tabla 26. Medias y prueba de significación (DGC) de las variables agronómicas del ensayo de sistemas agroforestales de cacao. EECA, 2017.

	Altura de Planta	DGC	**Diámetro del tallo**	DGC	**Diámetro de la copa**	DGC
ARREGLO						
Frutal	159.87	a	9.68	a	110.62	a
Forestal+Servicio	148.75	a	9.38	a	110.77	a
Servicio	147.78	a	9.32	a	119.6	a
Forestal	145.65	a	10.43	a	110.51	a
Pleno Sol	132.54	b	10.69	a	99.06	b
Promedio	141.69 cm		9.89 cm		106.86 cm	
MANEJO						
MC	149.36	a	9.25	b	111.67	a
BO	144.4	a	10.55	a	108.56	a
Promedio	146.26 cm		9.90 cm		109.71 cm	

Se continuará con las evaluaciones semestrales de las variables agronómicas, así como se registrarán las variables sanitarias y productivas, una vez que el cultivo inicie la formación de frutos y se disponga de mazorcas amaduras.

3.3. Evaluación de fertirrigación en el cultivo de cacao - EECA

Se aplica los tratamientos de acuerdo al protocolo y a mediados de año se presentó un ataque severo de mal de machete que mató algunas plantas (Figura 25) pero fue controlada su dispersión con la eliminación de las plantas enfermas y la aplicación preventiva de productos químicos en todo el ensayo.

Figura 25. Plantas de cacao atacadas por mal de machete. EECA, 2017

El ensayo tiene la supervisión continua del Dr. Levin quien está al tanto de los trabajos realizados y emite sus directrices respecto del manejo de la fertilización y a inicios de noviembre visitó la estación donde participó en el foro del EECA y se realizó el seguimiento al ensayo (Figura 26).

Figura 26. Visita de técnico internacional de fertirrigación. EECA, 2017

La evaluación de las variables son responsabilidad de cada uno de los departamentos que intervienen en el ensayo y para el caso del Programa de Cacao y Café le competen las variables agronómicas de las que el análisis de varianza sólo registró diferencias estadísticas para tamaño de hojas. Las medias de las variables evaluadas se presentan en la Tabla 27, donde se observa que sin que estadísticamente sean diferentes se puede apreciar que las plantas sin fertilización tienen menos número de mazorcas formadas que las que corresponden a los otros tratamientos, sobresaliendo casi con el doble de mazorcas al aplicar alta dosis de fertilización (F 40 ppm), el largo de hoja del tratamiento MIPE es diferente a los otros y el ancho de hoja del tratamiento cal con riego. Las medias sin de 70.96 mazorcas/planta, 245.11 cm de altura de planta y 274.38 cm de diámetro de panoja, lo que expresa el buen desarrollo del ensayo.

Tabla 27. Medias y prueba de significación (DGC) de las variables agronómicas del ensayo de fertirrigación de cacao. EECA, 2017.

No	TRAT	No. Mazorcas	Altura Planta	Diámetro Tallo	Longitud hoja	Ancho hoja	Diámetro copa	Alto de copa
1	Control 0	57.5	245.0	53.5	29.8 b	10.9 a	276.3	179.7
2	Riego + Cal	76.7	251.1	54.4	28.2 b	10.1 b	270.4	178.5
3	F 20 ppm	77.8	249.4	67.1	29.8 b	11.1 a	260.0	169.6
4	F 10 ppm	71.3	243.4	47.6	30.9 b	11.2 a	272.3	173.3
5	F 40 ppm	90.6	237.2	59.1	31.3 b	11.5 a	269.5	161.3
6	SLOW + CAL	70.2	233.8	49.4	30.6 b	11.3 a	278.5	176.3
7	SOLO CAL	63.6	248.9	47.5	30.6 b	11.1 a	273.8	173.8
8	MIPE	60.0	252.1	52.3	37.2 a	11.3 a	294.2	189.4
	Promedio	70.96	245.11 cm	53.86 mm	31.05 cm	11.06 cm	274.38 cm	175.24 cm

El ensayo inició la producción de mazorcas a mediados de año, lo que denotó precocidad respecto de los mismos materiales en condiciones normales y debido a la carga de las plantas (Figura 27) las cosechas se realizan cada 15 días. Se debe indicar que la fertilización, así como el acceso al agua en los momentos requeridos por el cultivo, tienen el efecto de cambiar el comportamiento de las plantas, como por ejemplo que se encuentran produciendo en época que no es común tener cosecha en la región.

Figura 27. Producción de mazorcas de plantas con fertirrigación. EECA, 2017

*****

INVESTIGACIÓN EN CAFÉ

Las actividades en el rubro CAFÉ para el año 2017 cubren tres grandes áreas como son:

3. Evaluación de híbridos y clones de café robusta
4. Evaluación de variedades de café arábigo
5. Desarrollo de tecnologías para el cultivo de café bajo sistemas agroforestales.

4. EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS Y CLONES DE CAFÉ ROBUSTA

Entre las actividades de mejoramiento genético de café robusta se realizan trabajos con híbridos y clones, los que fueron evaluados en ensayos como se presenta en el siguiente Tabla.

Tabla 28. Matriz de actividades con híbridos y clones de café robusta, 2017.

Actividad	Indicador de resultado
Evaluación de materiales de café robusta	✓ De la colección de árboles híbridos de café robusta identificados 5 materiales potenciales ✓ Identificados en fincas de productores árboles élite con potencial productivo ✓ Identificados al menos dos clones de café robusta tipo Kovilou con potencial productivo ✓ Evaluados por tercer año 16 clones de café robusta provenientes de fincas de productores ✓ Evaluados 20 clones promisorios de café robusta por tercer año en la GED ✓ Evaluado el primer año el ensayo de 16 clones promisorios de café robusta en Loreto ✓ Evaluado el primer año del ensayo de 38 clones promisorios de café robusta

Los híbridos de café robusta que se evalúan tanto en estación experimental como en fincas de productores, están distribuidos en dos ensayos, así: (4.1) en la EECA se analizan los datos históricos de la colección de árboles híbridos provenientes de una finca de Sucumbíos; (4.2) se identifican en fincas de productores en base a los dos años evaluados los individuos con potencial identificados como árboles élite. Los clones de café robusta que se evalúan están distribuidos en cinco ensayos en diferentes etapas de desarrollo: (4.3.1) en la EECA se analizan los datos históricos de 24 clones de café robusta tipo Kovilou; (4.3.2) tercer año de evaluación de la producción de 16 clones de cacao provenientes de fincas de productores y en regionales (4.4.1) se evalúan 20 clones promisorios por tercer año en la GED, (4.4.2) primer año de 16 clones promisorios en Loreto y (4.4.3) se evalúa el primer año de producción de 38 clones promisorios de café robusta provenientes de la EETP y de la colección de híbridos de la EECA.

El objetivo general es el de seleccionar genotipos de café robusta con potencial productivo y sanitario, mientras que los objetivos específicos son: evaluar poblaciones de híbridos de cacao provenientes de fincas de productores; evaluar a nivel de estación clones promisorios de café y evaluar la adaptación a nivel regional de los mejores clones de café robusta.

La evaluación de los híbridos de café es de manera individual y para los clones se evalúan parcelas de diferente número de plantas de los que se realiza mensualmente el registro de variables productivas y sanitarias. Para el análisis se trabajó con herramientas de estadística descriptiva y los resultados del presente año se detallan a continuación:

4.1. Evaluación de árboles híbridos de café robusta de la colección Piñas - EECA

El análisis de cinco años de 236 árboles híbridos de café robusta que se mantienen como parte de la colección de la EECA indica que el año de mayor producción fue el 2015, decayendo para el último año de evaluación (Figura 28) lo que se puede considerar un indicativo para recepar el ensayo.

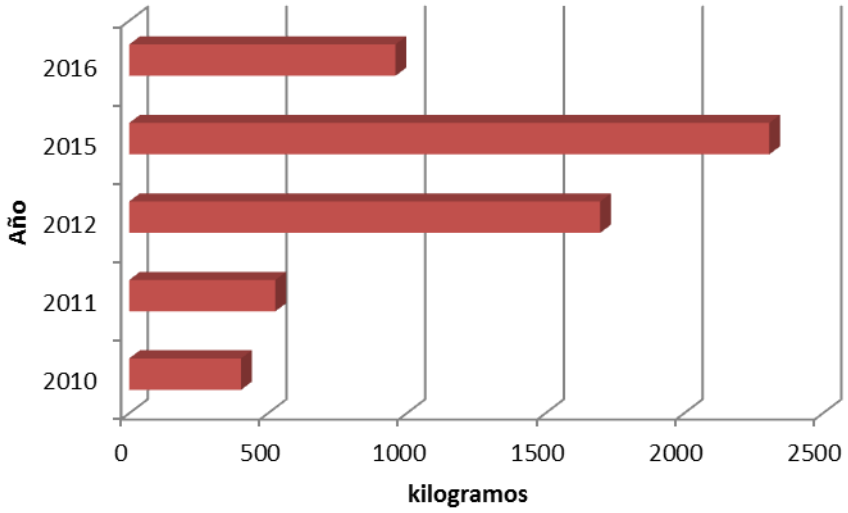

Figura 28. Producción anual de híbridos de café. EECA, 2017

En la Tabla 29 se presentan los árboles que obtuvieron la mayor producción en el periodo de evaluación y se identifican como los materiales con potencial de ser seleccionados, siendo la media de la colección de 25 kg/árbol con mínimo de 0.9 y máximo de 90 lo que indica la amplia variabilidad en ésta variable.

Tabla 29. Rendimiento de 20 árboles con potencial productivo de la población de híbridos de café robusta y estadísticas descriptivas de rendimiento. EECA, 2017.

Árbol	Total kg	Árbol	Total kg
J10	90900	K8	67500
I5	89850	Q16	66150
F9	84400	G16	65500
E11	83300	I21	63850
L8	80200	B23	61250
F7	79100	D8	60200
S3	78100	N8	59450
B10	77250	I9	59325
E7	69300	P4	58500
G9	68700	H13	58250
Mínimo			900
Máximo			90900
Promedio			25273.41

Se realizará una evaluación de las variables componentes de rendimiento así como de calidad física de la producción para posteriormente propagar los materiales seleccionados y entregar la colección al DENAREF.

4.2. Evaluación de árboles élite de café robusta en fincas de productores - RAE

De la evaluación productiva y sanitaria de dos años para árboles híbridos de café robusta, identificados como árboles élite, se observa los valores acumulados para la presencia de plagas y enfermedades expresado en número de ramas, hojas y/o frutos afectadas, así como el rendimiento en gramos por árbol (Tabla 30) se observa gran potencial de al menos tres individuos que superon los 30 kg con baja incidencia de mancha de hierro y para GB07, LG09 niveles aceptables de mal de hilacha por debajo del promedio general. Se observa que el árbol GB01 aparentemente presenta resistencia a mancha de hierro y mal de hilacha lo que merece mayor atención como potencial padre donante de genes. Respecto a las plagas como taladrador y broca todos los materiales están alrededor de la media y el promedio del grupo de materiales en producción acumulada para los dos años de seguimiento fue de 17 kg/planta.

Tabla 30. Rendimiento de árboles élite de café robusta en fincas de productores de Orellana y Sucumbíos, 2017.

CÓDIGO	TALADRO	BROCA	MANCHA DE HIERRO	MAL DE HILACHA	Rdto Acumulado
LG01	36	62	5	70	37150
GB07	56	23	7	36	32350
LG09	45	48	12	13	32150
LG03	49	65	3	73	27350
GB09	47	40	17	16	21100
GB04	48	62	14	42	18750
GB03	48	57	11	74	18700
GB10	35	62	45	16	18550
LG07	42	58	22	29	17500
LG06	69	69	14	79	16850
LG02	43	85	4	83	16800
LG05	39	63	16	7	16700
GB01	27	59	0	2	16003
LG04	70	82	14	72	15100
GB02	39	64	18	50	14100
LG08	82	53	30	51	10250
GB06	68	100	15	74	8950
GB05	36	67	10	96	8750
GB08	26	44	13	76	7200
GB11	38	57	14	22	3300
Mínimo	26	23	0	2	3300
Máximo	82	100	45	96	37150
promedio	47.15	61	14.2	49.05	17880.15 g

Se realizará el acercamiento con los productores dueños de los árboles para formalizar el acceso al material genético de los cinco mejores árboles en rendimiento y uno con relativa resistencia a enfermedades para ser clonados y ubicados en la colección de trabajo del Programa. Previo también se realizará la evaluación física de la producción así como de calidad de fruto en el proceso postcosecha.

4.3. Evaluación de clones de café robusta

4.3.1. Evaluación de 24 clones de café robusta tipo Kovilou - EECA

La evaluación de cinco años de la producción y tres años de variables sanitarias de 24 clones de café robusta tipo Kovilou (Figura 29) indica que la producción se incrementa hasta el 2014 donde alcanza el pico más alto en gramos de café cereza por planta por año para disminuir considerablemente en los dos últimos años de evaluación y se observa que los mayores problemas representan la presencia de plagas como broca y taladrador, no así para enfermedades como la mancha de hierro y el mal de hilachas que también se registraron pero en bajos niveles.

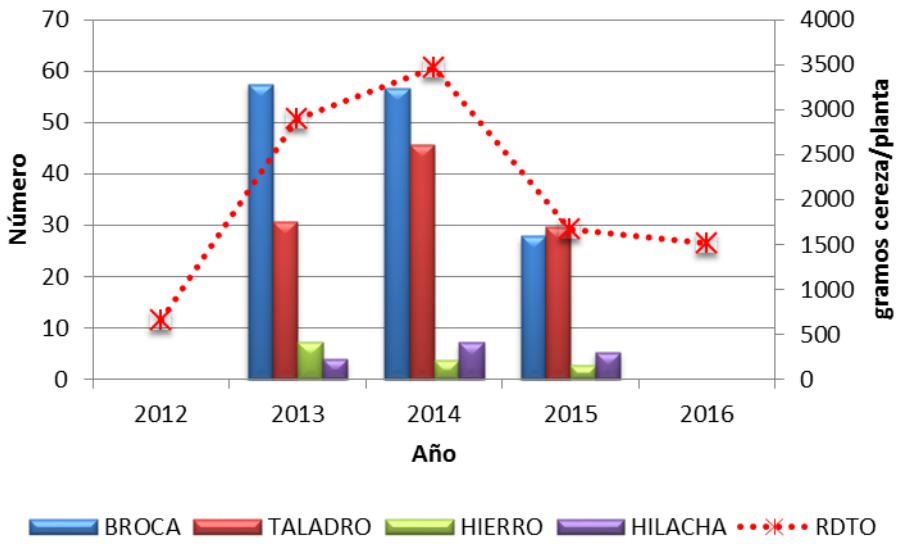

Figura 29. Producción anual de híbridos de café. EECA, 2017

Los análisis de varianza presentaron diferencias estadísticas altamente significativas para rendimiento, broca, taladrador y mancha de hierro. Las medias se presentan en la Tabla 31 donde sobresalen los materiales P21L2, P1L1 y P23L3 con alto rendimiento que supera o está alrededor de la producción de los materiales NP considerados como testigos. En la respuesta a plagas se encuentran todos alrededor de la media que es de 47 brocas y 35 taladradores aunque la prueba estadística determinó dos rangos que ocupan indistintamente del rendimiento de los materiales. Roya es una enfermedad que rara vez se presenta en genotipos de café robusta, sin embargo en los materiales evaluados se identificó al P20L2 como susceptible a la presencia de ésta enfermedad. Las medias generales fueron de 2 kg de café cereza por planta con 47 frutos brocados por planta y 35 ramas taladradas durante un año de seguimiento. Las características de resistencia a enfermedades, registradas para el grupo de materiales indica que se encuentra por debajo de 10 hojas afectadas por planta.

En el primer semestre del año entrante se realizará una última evaluación de calidad de frutos y de variables indicadoras de la producción con el objetivo de caracterizar morfológicamente la producción para realizar el informe final y la selección definitiva de los materiales promisorios. Se tomará material vegetativas de los árboles seleccionados para propagarlos y se continuará con las labores de mantenimiento del lote para realizar la recepa de todo el ensayo.

Tabla 31. Promedios y significancia de la prueba DGC de variables de interés en 24 clones de café robusta tipo Kovilou. EECA, 2017.

CODIGO	PRODUCCIÓN	DGC	BROCA	DGC	TALADRO	DGC	MANCHA DE HIERRO	DGC	MAL DE HILACHA	ROYA
P21 L2	4427.87	a	63.20	a	38.51	b	10.16	b	2.93	0.04
NP 3056	3519.00	b	33.07	b	24.49	b	21.22	a	3.76	0.22
P1 L1	3237.67	b	41.84	b	22.13	b	7.84	b	7.55	0.11
NP 4024	2966.47	b	59.44	a	61.98	a	1.78	c	10.29	0.98
P23 L3	2755.00	b	59.93	a	35.20	b	1.67	c	9.31	0.16
NP 2044	2718.93	b	49.51	a	32.91	b	2.73	c	1.73	0.51
P11 L2	2404.33	c	69.60	a	24.49	b	2.96	c	5.36	0.29
P20 L2	2357.00	c	53.22	a	51.44	a	14.80	b	3.78	16.96
NP 3013	2247.00	c	54.51	a	50.71	a	0.98	c	0.87	0.49
P4 L1	2144.67	c	37.36	b	24.89	b	11.29	b	1.24	0.09
P5 L2	2069.00	c	62.85	a	21.16	b	2.89	c	9.87	0.44
P9 L2	2047.80	c	55.22	a	35.49	b	2.20	c	0.91	3.58
NP 3018	1900.67	c	44.58	b	48.31	a	1.56	c	2.16	0.76
P7 L2	1817.33	c	42.78	b	28.04	b	3.18	c	3.71	3.24
P6 L2	1797.60	c	53.64	a	43.98	a	2.33	c	15.18	0.16
NP 3072	1522.40	c	38.00	b	36.64	b	1.69	c	1.71	0.02
P15 L2	1451.67	c	42.67	b	33.36	b	2.04	c	4.78	0.00
NP 2024	1343.60	c	50.18	a	43.09	a	1.51	c	8.51	0.22
P10 L2	1313.67	c	40.42	b	26.02	b	2.98	c	5.53	0.09
P18 L2	1111.00	c	36.93	b	31.93	b	3.27	c	10.71	0.09
P3 L2	965.33	c	49.78	a	32.93	b	3.36	c	2.44	7.20
P8 L2	951.40	c	28.24	b	17.91	b	1.11	c	10.82	0.31
P19 L2	951.00	c	34.73	b	39.07	b	3.16	c	3.38	0.38
P17 L2	843.40	c	35.60	b	44.44	a	2.91	c	4.07	0.00
PROMEDIO	2035.99		47.39		35.38		4.57		5.44	1.51

4.3.2. Evaluación de 16 clones de café robusta provenientes de fincas de productores - EECA

En el ciclo que termina se registraron datos de producción de 15 clones de café robusta provenientes de fincas de productores y se observa un material con producción de café cereza sobre los 8 kg/año, superando hasta en 10 veces al clon que menos produce (Tabla 32), lamedia general fue de 3.11 kg/año/planta.

Tabla 32. Promedios de la producción en café cereza de 15 clones provenientes de fincas de productores. EECA, 2017.

TRAT	Medias	TRAT	Medias
T15	8827.08	T13	2366.25
T16	6367.50	T7	2345.00
T1	5808.75	T4	2320.00
T9	3570.00	T3	1493.00
T5	2968.75	T12	872.50
T8	2791.25	T11	870.00
T10	2715.00	T6	808.33
T2	2608.33		
Promedio		3115.44 g/planta	

El siguiente año se continuará con la evaluación productiva y se realizarán evaluaciones sanitarias así como de calidad física del grano como parte de la investigación de un estudiante de pregrado.

4.4. Evaluación regional de clones promisorios de café robusta - RAE

4.4.1. Evaluación 20 clones promisorios de café robusta en la GED – Morona Santiago

Con el objetivo de identificar el comportamiento fenológico de los clones de café robusta bajo las condiciones de Domono, mensualmente se registraron los datos de enfermedades y la producción de acuerdo a la presencia de frutos maduros.

En la Figura 30 se observa que mancha de hierro es la enfermedad que tiene alta incidencia en la localidad, superando el 40% a inicios de año que desciende en el segundo trimestre pero registra ligeros picos de incremento en los meses de mayo y noviembre. Es importante la infestación de minadores aunque se registra por debajo de los umbrales que la conviertan como plaga que se debe controlar. La producción como se puede observar en la curva tiene un ligero incremento en el mes de febrero pero su punto más alto de producción se registró en el mes de agosto.

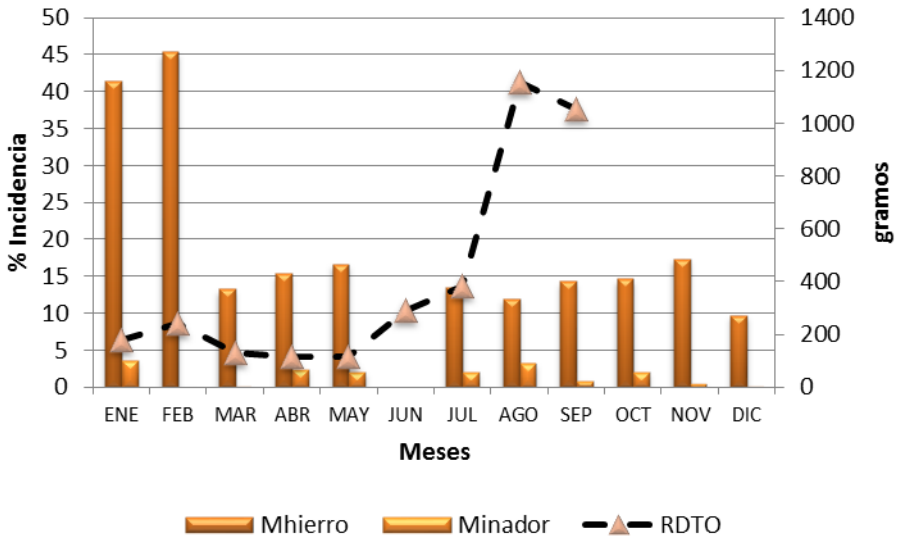

Figura 30. Fenología de clones de café robusta. GED, 2017.

Se realizó la evaluación semestral de las variables agronómicas como altura de planta, diámetro de tallo, total de ramas, total de ramas productivas, longitud de rama y número de entrenudos en las 10 plantas de cada clon de café robusta dentro de las tres repeticiones del ensayo.

Los análisis de varianza para las variables agronómicas en el segundo semestre del año, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas para los clones en estudio, en todas las características evaluadas, corroborando la variabilidad existente en el grupo de materiales del ensayo. Las medias y rangos establecidos por la prueba de significación DGC se presentan en la Tabla 33, donde se observa que para altura de planta se establecen tres rangos, siendo las más altas las que superan los 220 cm y las más pequeñas están por alrededor de los 150 cm; en diámetro de tallo únicamente se establecieron dos grupos siendo 45 mm el límite que los diferencia, existe relación entre el número de ramas y el número de ramas productivas siendo los clones COF 005 A-16, NP 2024 A-10 los que menos potencial productivo presentan considerando estas variables. Se aprecia relación también entre altura de planta,

número de ramas, longitud de ramas y número de nudos, lo que indica el espacio para la producción y sobresalen los clones LQA3, LBA11, L1A13 y LTA2 con los valores más altos para las variables indicadas.

Tabla 33. Promedios de variables agronómicas e indicadoras de rendimiento de la primera evaluación de 20 clones de café robusta. GED, 2017.

CLON	ALTURA DE PLANTA		DIÁMETRO DEL TALLO		TOTAL RAMAS		RAMAS PRODUCTIVAS		LONGITUD DE RAMA		NÚMERO DE NUDOS	
LQ A3	225.53	a	47.87	a	53.70	A	33.70	a	111.55	a	12.45	a
LB A11	222.03	a	47.10	a	58.00	A	39.80	a	111.47	a	9.15	b
L1 A13	220.37	a	52.20	a	60.60	A	41.13	a	114.85	a	10.10	b
LT A2	220.31	a	47.39	a	57.14	A	40.16	a	95.72	b	9.65	b
NP 3018 A-19	200.83	b	48.00	a	55.67	A	33.80	a	104.50	a	11.42	a
LB A10	197.67	b	50.83	a	55.53	A	39.90	a	106.88	a	11.15	a
COF 003 A-15	196.81	b	45.38	a	55.72	A	34.84	a	108.39	a	12.61	a
NP 2024	195.27	b	42.93	b	56.07	A	34.73	a	123.15	a	11.32	a
LE A1	187.57	b	52.52	a	51.61	A	34.81	a	113.32	a	11.20	a
NP 3013	185.29	b	45.52	a	53.62	A	34.83	a	104.34	a	9.42	b
004 A-7	184.57	b	40.04	b	53.45	A	30.45	a	120.48	a	9.69	b
COF 001 A-2	180.63	b	39.93	b	51.83	A	27.93	b	102.95	a	9.60	b
COF 005 A-16	179.28	b	37.74	b	44.50	B	24.93	b	104.68	a	9.76	b
COF 004 A-15	177.77	b	47.03	a	54.87	A	35.13	a	105.50	a	10.22	b
COF 003 A-2	173.70	b	35.06	b	51.94	A	30.96	a	113.49	a	11.31	a
NP 2024 A-10	169.54	b	35.38	b	43.75	B	27.50	b	89.85	b	8.85	b
NP 2024 A-4	168.12	b	41.73	b	52.90	A	33.62	a	106.93	a	11.26	a
LF A7	161.46	b	44.17	b	58.62	A	40.16	a	90.82	b	12.37	a
LE A7	152.83	c	43.09	b	58.01	A	38.81	a	89.61	b	11.89	a
COF 003 A-7	150.26	c	41.79	b	50.84	A	31.06	a	103.29	a	11.37	a
Promedio	187.49 cm		44.29 mm		53.92 ramas		34.41 ramas		106.09 cm		10.74 nudos	

Se realizó la evaluación de las variables sanitarias y de la producción de los clones de café robusta en la GED y el análisis de varianza presentó diferencias estadísticas al 99% para los clones en las variables rendimiento acumulado por planta por año, incidencia de minador e incidencia de mancha de hierro; las otras enfermedades no alcanzaron niveles significativos o no se presentaron en el ensayo durante el ciclo analizado.

En la Tabla 34 se presentan las medias de rendimiento donde la prueba de significación estableció dos rangos y el primer grupo prácticamente duplica en rendimiento al máximo rendimiento con que inicia el segundo grupo, por lo que la diferencia de los clones LBA10, LTA2, LEA7, LFA7 con los restantes es necesario considerarla dentro del primer año de producción. Mancha de hierro es la enfermedad que alcanza una incidencia promedio de 18%, siendo el clon NP 2024 A-4 el más susceptible con 28% de incidencia y el testigo NP 3013 el que menor incidencia presentó con un 13%. Minador registró diferencias significativas sin embargo la incidencia está por debajo del 3% por lo que no amerita mayor atención en el ciclo analizado.

Tabla 34. Promedios de la producción en café cereza y de variables sanitarias de 20 clones promisorios de café robusta. GED, 2017.

CLON	PRODUCCIÓN (año)		MINADOR		MANCHA DE HIERRO	
LB A10	6778.17	a	0.72	B	20.27	b
LT A2	6195.21	a	1.33	B	18.61	b
LE A7	6130.46	a	1.18	B	14.67	c
LF A7	5992.13	a	2.60	B	14.68	c
LB A11	3771.67	b	0.94	B	14.64	c
LE A1	3748.76	b	1.54	B	19.51	b
COF 004 A-15	3666.00	b	1.43	B	18.03	b
LQ A3	3643.17	b	0.85	B	21.59	b
NP 2024	3587.50	b	2.44	B	15.78	c
COF 003 A-15	3573.52	b	2.40	B	14.35	c
NP 2024 A-4	3477.58	b	3.65	A	28.74	a
NP 3018 A-19	3153.33	b	2.23	B	12.28	c
L1 A13	3115.00	b	1.19	B	19.95	b
NP 3013	3111.75	b	1.27	B	13.05	c
COF 003 A-7	2973.70	b	1.91	B	23.33	b
COF 001 A-2	2418.33	b	1.37	B	19.05	b
004 A-7	2320.67	b	0.78	B	23.18	b
COF 003 A-2	1956.57	b	2.17	B	19.67	b
COF 005 A-16	1506.30	b	1.62	B	18.18	b
NP 2024 A-10	1260.42	b	2.57	B	16.72	c
Promedio	3619.01 g/planta		1.71 %		18.31 %	

Las plantas se encuentran en plena producción (Figura 31) sin que al momento se logre identificar el comportamiento productivo bajo las condiciones de altitud y clima de Domono, por lo que se realiza la evaluación mensual para identificar si existieran épocas de producción o serán de cosecha constante.

Figura 31. Producción de clones de café robusta. GED, 2017.

Se continuará con la evaluación sanitaria y productiva mensual por segundo año para corroborar el comportamiento fenológico de los clones de café en las condiciones de la GED, se desea enviar muestras para evaluación de calidad física así como organoléptica de los clones de café y las labores de mantenimiento son de responsabilidad de la administración de la Granja en coordinación con los técnicos de la EECA.

4.4.2. Evaluación 16 clones promisorios de café robusta en Loreto – Orellana

El análisis de varianza de la primera evaluación de las variables agronómicas de los clones de café robusta en Loreto no presentó diferencias estadísticas para clones en diámetro de tallo, número de ramas, longitud de rama, número de nudos y en las variables sanitarias excepto en mancha de hierro y el ensayo ha iniciado su producción. Las medias para la incidencia de mancha de hierro y altura de planta se presentan en la Tabla 35, donde se observa que las pruebas de significación establecen únicamente dos grupos con un máximo de 25% de incidencia de mancha de hierro y las plantas más altas, alcanzan de alrededor de dos metros. Al ser las etapas iniciales de la evaluación del cultivo, es decir aún no se observa claramente la variabilidad del grupo de materiales en estudio.

Tabla 35. Promedios y prueba de significación de mancha de hierro y altura de planta de 16 clones promisorios de café robusta. Loreto, 2017.

CLON	MHiierro	DGC	Alt Planta	DGC
COF 003-A2	23.51	a	120.16	b
COF 004-A7	18.12	a	192.30	a
LF A7	16.22	a	106.82	b
LB A10	16.17	a	118.60	b
LI A13	13.77	b	104.41	b
COF 004-A15	13.25	b	104.53	b
LB A11	11.41	b	143.10	b
NESTLE 1	10.82	b	109.81	b
LE A7	10.35	b	112.90	b
COF 005-A16	9.50	b	135.06	b
NP 3013	8.90	b	145.11	b
NESTLE 2	8.79	b	163.87	b
LT A2	8.07	b	117.96	b
NP 2024-A10	7.86	b	119.03	b
COF 001-A2	7.58	b	156.40	b
NP 2024	6.46	b	136.27	b

Para el siguiente año se continuará con las evaluaciones semestrales de las variables agronómicas, mensuales para variables sanitarias y productivas del ensayo.

4.4.3. Evaluación de 38 clones promisorios de café robusta - EECA

El análisis de varianza de la primera evaluación de las variables agronómicas de 38 clones de café robusta no presentó diferencias estadísticas para clones en diámetro del tallo.

Las medias y pruebas de significación de las otras variables agronómicas se presentan en la Tabla 36 donde se observa que existe variabilidad en el grupo de materiales evaluados, aunque las pruebas de significación (DGC) determinan únicamente entre dos o tres categorías en cada una de las variables, la altura promedio de las plantas es de 172 cm, con ramas de 80 cm y no más de 6 nudos considerando que son etapas iniciales de producción, sin embargo el número de ramas productivas es considerable, aproximadamente el 50% respecto del total de ramas de la planta.

Tabla 36. Promedios y prueba de significación de las variables agronómicas de 38 clones de café robusta. EECA, 2017.

CLON	ALTURA DE PLANTA		RAMAS TOTALES		RAMAS PRODUCTIVAS		LONGITUD DE RAMA		NÚMERO DE NUDOS	
NP 3013	228.76	a	55.72	a	31.63	a	88.09	a	5.07	a
NP 3018 - A8	211.10	b	54.34	a	29.10	a	87.99	a	4.11	a
LQ - A3	203.50	b	56.56	a	30.44	a	84.08	a	2.78	a
LT - A2	196.06	b	51.50	a	32.50	a	79.92	a	4.39	a
COFENAC 003 - A2	194.02	b	49.51	a	25.60	a	77.72	a	3.31	a
LB - A11	193.00	b	54.30	a	31.75	a	88.20	a	4.15	a
LI - A13	190.86	b	50.45	a	30.05	a	94.79	a	3.34	a
NP 2024 - A7	190.50	b	47.45	a	25.85	a	88.70	a	3.25	a
NP 2024 - A10	186.89	b	46.78	a	28.19	a	91.75	a	3.41	a
COFENAC 003 - A7	180.19	b	41.80	b	23.75	a	79.28	a	3.82	a
NP 2044 - A17	177.28	b	44.58	a	23.21	a	77.62	a	3.80	a
LE - A1	177.18	b	53.23	a	30.72	a	83.63	a	4.60	a
NP 2024 - A17	175.88	b	49.31	a	30.69	a	89.63	a	4.19	a
COFENAC 003 - A5	175.64	b	44.17	a	27.18	a	78.88	a	3.86	a
COFENAC 003 - A18	174.40	b	46.00	a	24.50	a	80.45	a	3.75	a
COFENAC 003 - A19	172.31	b	45.47	a	27.20	a	79.98	a	4.07	a
COFENAC 001 - A10	171.88	b	38.99	b	19.94	a	80.63	a	3.32	a
LF - A7	170.55	b	51.30	a	38.00	a	85.17	a	5.35	a
COFENAC 004 - A7	170.15	b	47.69	a	26.29	a	82.59	a	3.11	a
NP 4024 - A4	168.95	b	51.50	a	27.60	a	74.47	a	3.77	a
COFENAC 005 - A17	168.41	b	47.49	a	26.29	a	92.35	a	4.52	a
COFENAC 005 - A15	167.79	b	47.38	a	25.24	a	87.54	a	3.02	a
NP 2044 - A16	164.94	b	40.72	b	23.22	a	76.19	a	4.03	a
NP 2024	163.80	b	37.90	b	20.25	a	79.88	a	3.95	a
COFENAC 004 - A9	162.01	b	39.03	b	20.52	a	73.47	a	3.52	a
LC - A8	161.20	b	52.65	a	33.20	a	76.05	a	4.78	a
NP 2044 - A6	159.75	b	42.65	b	24.24	a	79.66	a	3.57	a
LR - A24	158.67	b	45.61	a	24.89	a	71.58	a	3.61	a
NP 3018 - A19	156.83	b	54.17	a	32.17	a	73.13	a	3.96	a
LB - A10	156.56	b	38.50	b	19.83	a	69.25	a	3.33	a
COFENAC 003 - A8	155.73	b	40.44	b	21.70	a	76.56	a	4.05	a
COFENAC 001 - A2	138.25	c	38.50	b	19.85	a	70.9	a	2.25	b
LE - A7	134.63	c	47.05	a	31.07	a	70.96	a	5.18	a
COFENAC 003 - A15	123.50	c	33.75	b	10.63	b	56.88	b	1.72	b
PROMEDIO	172.98 cm		46.66 ramas		26.39 ramas		80.23 cm		3.79 nudos	

De las variables sanitarias, únicamente mancha de hierro presentó diferencias estadísticas con incidencia promedio de alrededor de 17%, identificándose materiales con hasta 32% de incidencia y otros de tan sólo 8% (Tabla 37). Para rendimiento se establecieron dos rangos, diferenciándose únicamente el clon NP 3013, considerado como testigo, como el de mayor producción con 3320.18 g/planta.

Las medias generales para rendimiento y mancha de hierro son de 1364 g/planta y 17% de incidencia de mancha de hierro. El rango de producción es de entre 400 y 3300 gramos, mientras que para la incidencia de mancha de hierro el rango es de entre 8 hasta 32%.

Tabla 37. Promedios y prueba de significación de mancha de hierro y rendimiento de 38 clones de café robusta. EECA, 2017.

CLON	RENDIMIENTO		MANCHA DE HIERRO	
NP 3013	3320.18	a	28.05	b
LE - A7	2204.37	b	18.18	c
NP 3018 - A19	2197.92	b	32.32	a
LB - A11	2158.75	b	15.08	c
LF - A7	1936.25	b	10.28	c
LE - A1	1891.25	b	16.01	c
NP 4024 - A4	1868.75	b	16.68	c
LT - A2	1784.72	b	14.13	c
COFENAC 003 - A2	1755.36	b	16.35	c
LB - A10	175.000	b	22.43	b
LC - A8	1731.25	b	18.16	c
NP 2024 - A10	1719.84	b	17.60	c
LR - A24	1697.22	b	11.22	c
LQ - A3	1451.39	b	14.15	c
NP 2024 - A17	1318.75	b	12.76	c
COFENAC 003 - A19	1282.92	b	18.44	c
NP 2044 - A6	1262.93	b	15.49	c
COFENAC 005 - A15	1239.29	b	11.92	c
NP 3018 - A8	1238.97	b	14.07	c
NP 2044 - A17	1138.89	b	13.09	c
NP 2044 - A16	1133.33	b	15.37	c
COFENAC 003 - A5	1106.39	b	16.08	c
COFENAC 004 - A7	1092.19	b	14.24	c
COFENAC 005 - A17	989.82	b	11.22	c
NP 2024 - A7	967.00	b	10.74	c
LI - A13	953.44	b	8.87	c
COFENAC 001 - A2	812.50	b	15.01	c
NP 2024	796.25	b	26.15	b
COFENAC 003 - A8	685.36	b	24.97	b
COFENAC 003 - A7	669.06	b	20.94	b
COFENAC 004 - A9	668.06	b	27.17	b
COFENAC 001 - A10	588.75	b	21.50	b
COFENAC 003 - A18	578.75	b	17.16	c
COFENAC 003 - A15	410.94	b	15.97	c
Promedio	1364.73 g/planta		17.11 %	

5. EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE CAFÉ ARÁBIGO

Se dispone de cinco ensayos regionales de café arábigo ubicados al pie de cordillera desde Sucumbíos hasta Zamora (Tabla 38). Los ensayos se mantienen en estrecha coordinación con el equipo técnico de Transferencia, de las Granjas Experimentales y en ciertos casos con el apoyo directo del productor dueño de la finca.

Tabla 38. Matriz de actividades con variedades de café arábigo, 2016.

Actividad	Indicador de resultado
Evaluación de variedades de café arábigo	✓ Evaluadas 45 variedades de café arábigo en la GEP ✓ Evaluadas 20 variedades de café arábigo en la GED ✓ Evaluadas 20 variedades de café arábigo en Archidona ✓ Evaluadas 15 variedades de café arábigo en El Pangui ✓ Evaluadas 20 variedades de café arábigo en El Chaco

El presente año se continuaron con las evaluaciones agronómicas semestrales y con el registro de variables sanitarias y productivas mensuales. Las variables agronómicas corresponden a altura de planta, diámetro del tallo, longitud de ramas, número de entrenudos; mientras que en las variables sanitarias se registra la incidencia de plagas y enfermedades como: roya, mancha de hierro, ojo de gallo, mal de hilacha, minador, taladrador, entre otras que pueden presentarse eventualmente.

5.1. Evaluación de 45 variedades de café arábigo en la GEP – Morona Santiago

Se realizó el registro de variables agronómicas en los dos semestres del año y en la Tabla 39 se presenta el análisis de varianza de las variables altura de planta, total de ramas y número de nudos que registraron diferencias estadísticas altamente significativas para variedades. Diámetro de tallo y total de ramas productivas no presentaron diferencias estadísticas. La variabilidad de altura de planta se observa cuando existen variedades de 158 cm hasta variedades de 330 cm, de igual manera pasa en las otras variables donde el valor máximo es prácticamente el doble de los mínimos observados.

Los coeficientes de variación de las variables son de entre 7 y 15%, que se los considera aceptables para éste tipo de variables.

Tabla 39. Análisis de varianza de variables agronómicas de 45 variedades de café arábigo. GEP, 2017.

FUENTE DE VARIACIÓN	ALTURA DE PLANTA	TOTAL DE RAMAS	LONGITUD DE RAMA	NÚMERO DE NUDOS
REP	0.25 ns	2.03 ns	12.95 **	1.78 ns
VARIEDADES	4.59 **	2.41 **	4.67 **	1.69 *
CV	8.88	10.11	7.66	15.23
Promedio	224.71	73.76	86.35	22.63
Mínimo	158.96	59.56	67.34	16.87
Máximo	333.15	87.98	114.06	28.99

El registro mensual de las variables sanitarias, permitió obtener la Figura 32 donde se observa que las dos enfermedades causadas por hongos como son la mancha de hierro y la roya, incrementan su incidencia entre los meses de mayo y agosto, identificándose el pico de la incidencia de las enfermedades en el mes de julio. Hay menor presencia de minador con incidencia bajo el 5% pero está presente en todo el año.

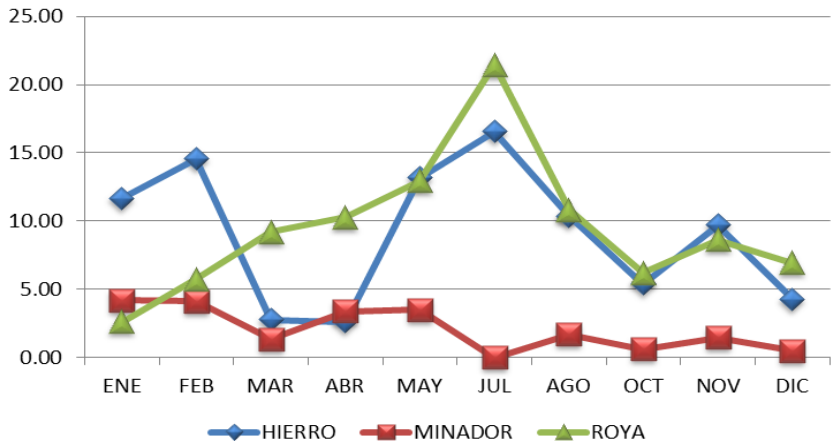

Figura 32. Incidencia mensual de las principales enfermedades y plagas de café arábigo. GEP, 2017.

El análisis de varianza de roya y mancha de hierro presentaron diferencias estadísticas para variedades y la prueba de significación únicamente estableció dos grupos con máximos de 21.67% y 10.27% así como mínimos de 0.87% y 5.44% para roya y mancha de hierro, respectivamente.

Tabla 40. Prueba de medias de las principales enfermedades de 45 variedades de café arábigo. GEP, 2017.

VARIEDAD	ROYA	DGC	HIERRO	DGC	VARIEDAD	ROYA	DGC	HIERRO	DGC
MB 13	21.67	a	10.27	b	MB 1	7.57	B	7.93	b
Pacas	21.34	a	9.32	b	Catimor-CIFC.P4	7.35	B	7.48	b
Cavimor-H766	20.21	a	9.46	b	Cavimor-H.773	7.25	B	8.56	b
Typica	19.61	a	11.80	a	Catimor-UFV 5384	6.78	B	6.11	b
Caturra Rojo	19.49	a	13.96	a	MB 2	6.76	B	7.66	b
Pache	18.53	a	12.60	a	MB 12	6.40	B	8.63	b
Caturra Amarillo	17.62	a	10.41	b	MB 5	5.79	B	9.17	b
Catuai Rojo-UFV 2144	17.07	a	9.00	b	Catimor-CIFC.P3	5.46	B	5.44	b
MB 8	16.91	a	8.72	b	MB 3	5.04	B	6.92	b
Mundo novo- UFV.2151	15.39	a	8.61	b	MB 7	5.00	B	7.95	b
Catuai Amarillo	15.34	a	11.27	a	Sarchimor-IAC.4260	4.25	B	6.57	b
Cavimor-H.772	14.93	a	11.12	a	Catimor-UFV.4662	4.08	B	6.51	b
MB 6	13.51	a	12.95	a	Catimor-T8664(2-3)	3.89	B	5.24	b
Catui Rojo	13.19	a	8.64	b	Catimor-UFV 3896	3.58	B	11.02	a
MB 9	11.73	b	8.15	b	Catimor CIFC. P2	3.11	B	5.14	b
Catimor UFV.2986	11.60	b	11.33	a	Catimor-UFV.5643	2.94	B	9.81	b
Cavimor-H789	11.2	b	8.47	b	Sarchimor-C1669	2.84	B	11.55	a
MB 11	10.66	b	7.20	b	Catimor.UFV 5608	2.51	B	8.05	b
Catimor-T.8666 (4-3)	9.83	b	10.07	b	CASTILLO	2.21	B	6.52	b
Cavimor-H765	8.95	b	8.08	b	Catimor-UFV 5607	2.21	B	9.94	b
MB 4	8.71	b	9.69	b	Catimor-UFV 5625	1.32	B	9.44	b
Catimor-CIFC. P1	8.36	b	8.27	b	NESTLE	0.87	B	7.49	b
MB 10	7.63	b	8.97	b					

La cosecha mensual permitió graficar la curva de producción (Figura 33), donde se observa que el incremento de las cosechas inicia en el mes de marzo, siendo julio donde alcanza el máximo de producción para decaer los meses siguientes, lo que será útil para planificación de actividades de manejo del cultivo.

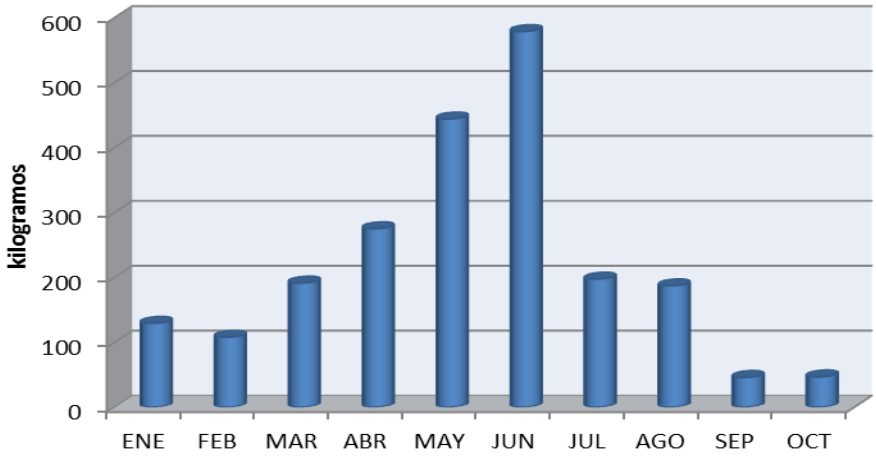

Figura 33. Curva anual de producción de variedades de café arábigo. GEP, 2017.

El análisis de varianza para rendimiento determinó diferencias estadísticas altamente significativas para variedades y la prueba de significación de medias se presente en la Tabla 41 donde se observan dos grupos identificándose a las variedades MB 9, Catimor-T8664(2-3), Catimor UFV.2986 y Caturra Amarillo como los genotipos con los mayores rendimientos superando los 2500 g/planta, las otras variedades ocupan un mismo rango con valores inferiores a los 2200 g hasta 500 g/planta.

Tabla 41. Prueba de medias de rendimiento por planta de 45 variedades de café arábigo. GEP, 2017.

CLON	g/planta	DGC	CLON	g/planta	DGC
MB 9	2830.14	a	Cavimor-H.772	1593.96	b
Catimor-T8664(2-3)	2670.35	a	Catimor-UFV.5643	1585.56	b
Catimor UFV.2986	2604.85	a	MB 13	1570.86	b
Caturra Amarillo	2590.19	a	Cavimor-H765	1563.51	b
Catuai Amarillo	2171.36	b	Catimor.UFV 5608	1559.05	b
Typica	2100.98	b	Catimor-UFV 5384	1544.75	b
Catimor-UFV 5607	2097.15	b	Cavimor-H.773	1543.55	b
Catimor-CIFC. P1	2090.61	b	Sarchimor-IAC.4260	1477.56	b
Catimor CIFC. P2	2038.97	b	MB 3	1280.63	b
Pacas	2027.12	b	MB 10	1243.83	b
Caturra Rojo	1982.66	b	Mundo novo- UFV.2151	1226.58	b
Cavimor-H766	1958.57	b	MB 11	1213.39	b
Catimor-CIFC.P3	1935.81	b	Catimor-UFV 5625	1184.43	b
Catimor-CIFC.P4	1851.36	b	Cavimor-H789	1175.72	b
MB 8	1806.41	b	Catimor-UFV 3896	1158.63	b
Catuai Rojo-UFV 2144	1769.75	b	MB 2	1147.92	b
Sarchimor-C1669	1748.06	b	MB 5	1143.82	b
Catui Rojo	1745.41	b	MB 7	1130.58	b
MB 1	1713.75	b	MB 4	1120.23	b
NESTLE	1712.41	b	Pache	1053.05	b
CASTILLO	1692.19	b	MB 6	767.95	b
Catimor-T.8666 (4-3)	1651.84	b	MB 12	504.57	b
Catimor-UFV.4662	1614.17	b			

Se continuará con las evaluaciones agronómicas, sanitarias y productivos con la frecuencia establecida en el protocolo con el objetivo de corroborar la información del presente año y hasta que se estabilice la producción

5.2. Evaluación de 20 variedades de café arábigo en la GED – Morona Santiago

Se registraron las variables agronómicas del primer semestre, las variables sanitarias mensuales y las productivas con frecuencia de hasta cada 15 días en la época de mayor producción (Figura 34).

Figura 34. Evaluación de variables agronómicas del ensayo de 20 variedades de café arábigo. GED, 2017.

En el mes de diciembre se completan las evaluaciones y se encuentran tabulando el reporte de los datos que se recibe de las granjas para el análisis respectivo.

5.3. Evaluación de 20 variedades de café arábigo en Santa Rita – Napo

Se registraron las variables agronómicas del primer semestre, las variables sanitarias mensuales y las productivas con frecuencia de hasta cada 15 días en la época de mayor producción (Figura 35).

Figura 35. Evaluación de variables sanitarias del ensayo de 20 variedades de café arábigo. Sta. Rita, 2017.

En el mes de diciembre se completan las evaluaciones y se encuentran tabulando el reporte de los datos que se recibe de las granjas para el análisis respectivo.

5.4. Evaluación de 15 variedades de café arábigo en El Pangui – Zamora

Se registraron las variables agronómicas del primer semestre, las variables sanitarias bimensuales (Figura 36) y las productivas con el apoyo de los docentes del colegio.

Figura 36. Planta enferma del ensayo 15 variedades de café arábigo. Pangui, 2017.

En el mes de diciembre se completan las evaluaciones y se encuentran tabulando el reporte de los datos que se recibe de las granjas para el análisis respectivo.

5.5. Evaluación de 20 variedades de café arábigo en El Chaco – Napo

En el mes de diciembre del 2016 se sembró el ensayo con 33 variedades de café arábigo en el sector Tres Cruces de la parroquia el Chaco en la provincia de Napo, ubicado sobre los 1900 metros de altitud.

En el presente ciclo en coordinación con el dueño de la finca se realizaron las actividades de mantenimiento, con labores de control mecánico de malezas alternado con el uso de herbicidas químicos; se realizó la resiembra de plantas perdidas por diferentes razones así como la fertilización base y una enmienda de cal.

El croquis del ensayo se presenta en la Figura 37 y al momento se encuentra en buenas condiciones de manera general aunque se aprecia un lento crecimiento probablemente a la altitud ya que es una zona límite para los ensayos que se han establecido junto con Transferencia de Tecnología

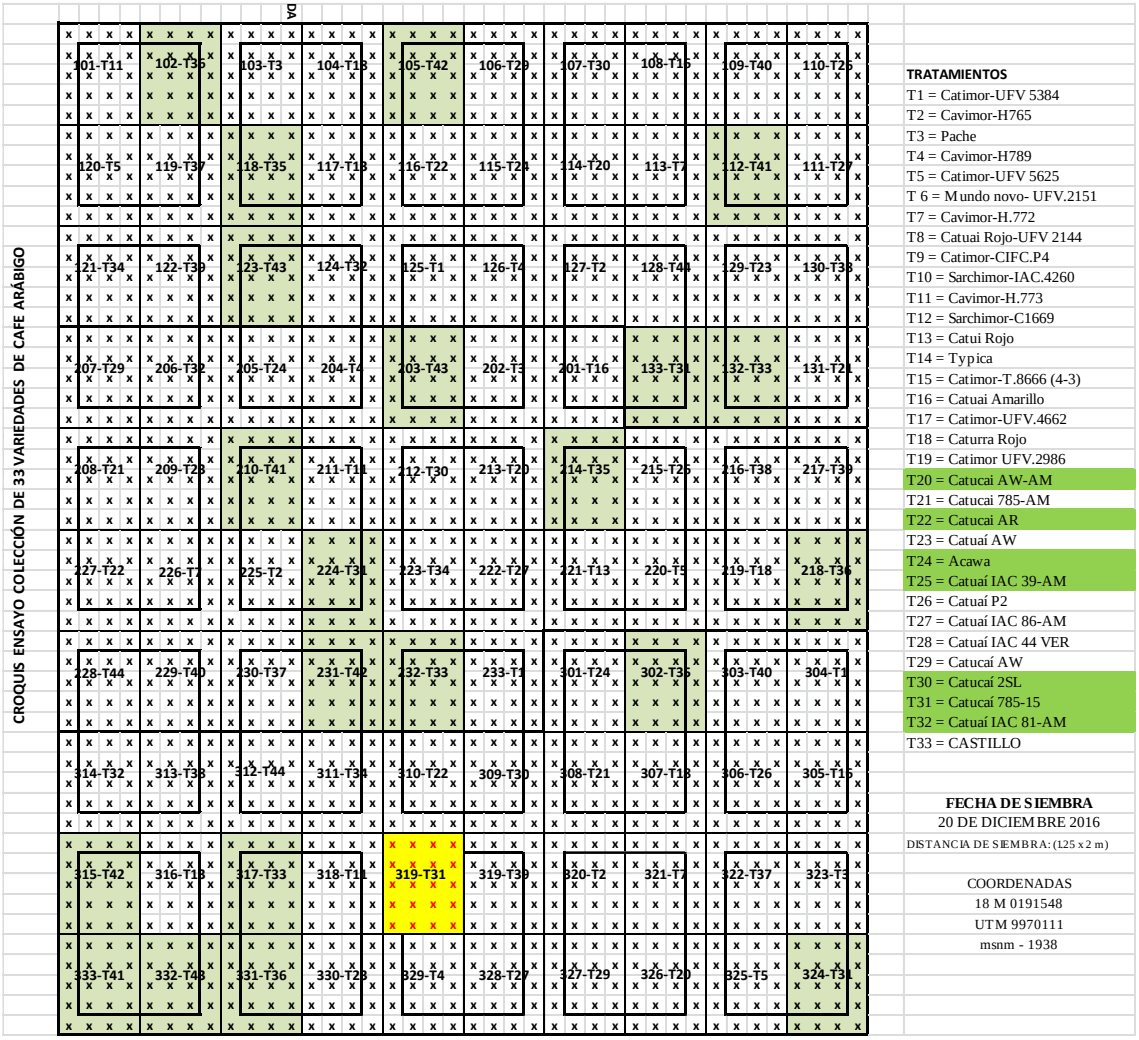

Figura 37. Croquis del ensayo de 33 variedades de café arábigo. Chaco, 2017.

6. DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA EL CULTIVO DE CAFÉ ROBUSTA BAJO SISTEMAS AGROFORESTALES

Paralelo a las actividades de mejoramiento, el Programa de Cacao y Café, investiga en tecnología agroforestal para el cultivo de café robusta el objetivo de evaluar los clones promisorios bajo niveles de manejo en diferentes arreglos agroforestales.

Tabla 42. Matriz de actividades del desarrollo de tecnologías en café robusta, 2017.

Actividad	Indicador de resultado
Desarrollo de tecnologías para la producción de café robusta bajo sistemas agroforestales	✓ Evaluadas variables agronómicas de clones de café robusta bajo diferentes arreglos agroforestales y manejos – EECA

Actualmente se trabaja únicamente en la (6.1) evaluación de clones promisorios de café robusta bajo diferentes manejos agronómicos con arreglos agroforestales. La metodología y más detalles del ensayo se disponen en su respectivo proyecto que reposa en el archivo del Programa. Los resultados del presente año se detallan a continuación:

6.1. Evaluación de clones de café robusta bajo diferentes arreglos agroforestales y manejos - EECA

Se registraron las variables agronómicas de los ocho clones promisorios de café robusta distribuidos como microparcelas en dos repeticiones de las parcelas correspondientes a los dos manejos con cinco arreglos, con un total de 80 tratamientos y el análisis de varianza se presenta en la Tabla 43. No se registraron diferencias estadísticas para diámetro de tallo y las otras variables únicamente presentaron diferencias para clones, lo que se expresa como efecto del genotipo por lo que al momento de la evaluación no se presenta ningún efecto de los otros factores ni de la interacción de ellos.

Tabla 43. Análisis de varianza de las variables agronómicas del ensayo SAF café. EECA, 2017.

Fuente de Variación	G.L.	Altura de Planta	Total Ramas	Ramas Productivas	Longitud Rama	Nudos Rama
REP	1	158.90 **	110.58 **	110.89 **	117.54 **	94.58 **
GENOTIPO	7	16.62 **	3.64 **	2.71 *	8.71 **	3.61 **
ARREGLO	4	0.58 ns	1.73 ns	0.49 ns	1.15 ns	1.95 ns
MANEJO	1	1.57 ns	0.02 ns	0.93 ns	2.02 ns	0.45 ns
GENOTIPO* ARREGLO	28	0.38 ns	0.32 ns	0.58 ns	0.33 ns	0.28 ns
GENOTIPO*MANEJO	7	3.09 ns	1.53 ns	1.72 ns	1.25 ns	0.68 ns
ARREGLO*MANEJO	4	0.45 ns	0.05 ns	0.30 ns	0.05 ns	0.12 ns
GENOTIPO* ARREGLO*MANEJO	26	0.61 ns	0.30 ns	0.51 ns	0.50 ns	0.36 ns
Error	57					
Total	135					
CV		16.83	34.24	71.18	26.60	29.57

En la Tabla 44 se presentan las medias para clones promisorios del ensayo de sistemas agroforestales de café donde se observa que se forman entre dos y tres estratos, destacándose al momento el clon testigo NP 3013 como el de mayor altura, mayor número de ramas y de ramas más largas con más nudos.

Tabla 44. Medias y pruebas de significación de las variables agronómicas del ensayo SAF café. EECA, 2017

GENOTIPO	ALTURA DE PLANTA		TOTAL RAMAS		RAMAS PRODUCTIVAS		LONGITUD DE RAMA		NÚMERO DE NUDOS	
NP 3013	98.40	a	28.80	a	8.20	a	57.52	a	9.88	A
LB A10	97.97	a	20.33	b	6.94	a	43.19	b	8.12	B
NP 2024	92.11	a	24.53	b	5.62	a	51.75	a	8.56	B
LB A11	87.02	b	23.64	b	6.59	a	46.77	b	7.66	B
LT A2	83.60	b	24.65	b	8.70	a	37.88	b	7.53	B
LI A13	71.03	c	19.11	b	3.19	b	42.20	b	7.16	B
LE A7	69.49	c	20.47	b	6.64	a	36.30	b	7.67	B
LF A7	63.73	c	19.86	b	6.52	a	33.35	b	6.95	B

*****

11) Resultados no previstos:

Se participó en las casas abiertas de las Granjas Experimentales de Domono y Palora (Figura 38) donde se han promocionado los cultivos de cacao, café robusta y café arábigo por lo que se ha ampliado el interés en estos cultivos y hay muchos productores a la expectativa de los resultados que se puedan obtener.

Figura 38. Presentación del cultivo de café en Casa Abierta. GEP, 2017.

Hay mayor interés por parte de instituciones educativas sobre los procesos de investigación, especialmente con los colegios técnicos con quienes se han emprendido una serie de investigaciones que genera mayor apoyo a las actividades del programa a nivel regional.

12) Recomendaciones:

Continuar con los procesos de investigación ya que en la mayoría de los ensayos se ha iniciado la producción de los diferentes cultivos, lo que requiere el apoyo incondicional de las autoridades ya que a mediano plazo se empezarán a publicar resultados parciales y finales de varias investigaciones.

Se requiere mejorar las alianzas con otros actores del sector de la investigación agrícola como Universidades locales e internacionales que presentan mucho interés de participar en los proyectos que se encuentran encaminados lo que servirá para mejorar especialmente la publicación de resultados.

13) Anexos:

Anexo 1

Hindawi
The Scientific World Journal
Volume 2017, Article ID 1248914, 13 pages
https://doi.org/10.1155/2017/1248914

Research Article

Revealing the Diversity of Introduced *Coffea canephora* Germplasm in Ecuador: Towards a National Strategy to Improve Robusta

Rey Gastón Loor Solórzano,[1] Fabien De Bellis,[2,3] Thierry Leroy,[2,3] Luis Plaza,[1] Hilton Guerrero,[1] Cristian Subia,[4] Darío Calderón,[4] Fabián Fernández,[4] Iván Garzón,[5] Diana Lopez,[6] and Danilo Vera[7,8]

[1] *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Programa Nacional de Cacao y Café (PNCC), Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP), Km 5 Vía Quevedo-El Empalme, Mocache, Los Ríos, Ecuador*
[2] *CIRAD, UMR AGAP, 34398 Montpellier, France*
[3] *AGAP, Université de Montpellier, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro, Montpellier, France*
[4] *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Programa Nacional de Cacao y Café (PNCC), Estación Experimental Central Amazónica (EECA), San Carlos, Joya de Los Sachas, Orellana, Ecuador*
[5] *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Departamento Nacional de Biotecnología (DNB), Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP), Km 5 Vía Quevedo-El Empalme, Mocache, Los Ríos, Ecuador*
[6] *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Departamento de Producción, Venta de Bienes y Servicios Agropecuarios (DPVBSA), Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP), Km 5 Vía Quevedo-El Empalme, Mocache, Los Ríos, Ecuador*
[7] *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV), Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP), Km 5 Vía Quevedo-El Empalme, Mocache, Los Ríos, Ecuador*
[8] *Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Facultad de Ciencias Pecuarias, La María, Km 8 Vía Quevedo-El Empalme, Mocache, Los Ríos, Ecuador*

Correspondence should be addressed to Rey Gastón Loor Solórzano; rey.loor@iniap.gob.ec

Received 18 May 2017; Accepted 17 August 2017; Published 30 October 2017

Academic Editor: Antônio Amorim

Copyright © 2017 Rey Gastón Loor Solórzano et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Genetic resources of *Coffea canephora* have been introduced in several tropical countries with potential for crop development. In Ecuador, the species has been cultivated since the mid-20th century. However, little is known about the diversity and genetic structure of introduced germplasm. This paper provides an overview of the genetic and phenotypic diversity of *C. canephora* in Ecuador and some proposals for implementing a breeding program. Twelve SSR markers were used to analyze 1491 plants of *C. canephora* grown in different living collections in Ecuador, compared to 29 genotypes representing the main genetic and geographic diversity groups identified within the species. Results indicated that most of the genotypes introduced are of Congolese origin, with accessions from both main subgroups, S03 and S02. Some genotypes were classed as hybrids between both subgroups. Substantial phenotypic diversity was also found, and correlations were observed with genetic diversity. Ecuadorian Robusta coffee displays wide genetic diversity and we propose some ways of improving Robusta in Ecuador. A breeding program could be based on three operations: the choice of elite clones, the introduction of new material from other countries (Ivory Coast, Uganda), and the creation of new hybrid material using genotypes from the different diversity groups.

1. Introduction

Coffea canephora is originated from the lowland tropical forests of Africa, which stretch from Guinea to Uganda, and its cultivation is recent (end of the 19th century). Robusta coffee fields are now widely found in all lowland intertropical regions of Africa, America, and Asia [1]. The genetic diversity of *C. canephora* was first described at molecular level in the 1980s [1–7]. These studies revealed two main diversity groups, the Congolese and the Guinean groups (G). The Congolese group was subdivided into five subgroups (SG1, SG2, B, C, and UW). Only a small portion of this wide diversity (i.e., mainly SG1 and SG2) is used in current breeding programs, with the exception of the recurrent breeding program in Ivory Coast, which uses a larger share of this diversity, except that from Uganda [4, 8, 9]. A core collection encompassing a large share of known *C. canephora* diversity has been recently proposed [10]. This core collection contains genotypes from all the known diversity groups and is an interesting starting point from which to broaden genetic diversity in *C. canephora* breeding programs.

In Ecuador, *C. canephora* genetic resources were first introduced in the mid-20th century [11, 12]; the origin of this germplasm is diverse but little information is available on its true geographic origin or its diversity and genetic structure. This information is considered very important for future conservation and development conditions for a breeding program in the country.

Ecuadorian historical records show that the first introductions of *C. canephora* genetic material came from the "Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE)," Costa Rica, in 1951, 1964, 1972, 1977, and 1986. They corresponded to the "*Robusta*" type (putative SG2) and all were planted at the Pichilingue Tropical Research Station (EETP) of the National Institute of Agricultural Research of Ecuador (INIAP), with the first *C. canephora* plantations appearing in 1952 in Los Ríos province, from where they were gradually extended to several coastal provinces and toward the north of Ecuadorian Amazonia [13].

Later, in 1987 and 2006, genetic material of the "Conilon" type (putative SG1) was imported from Brazil. Additionally, unofficial sources report introductions of genetic material imported as seeds from Vietnam and Indonesia (2009, 2010), as well as Robusta from Brazil (2010). Using seeds for genetic material transfers for a self-incompatible tree cannot ensure its genetic origin since crosses between genotypes from different genetic groups are likely to occur within germplasm collections [10].

During the second half of the 20th century, a nonspecific *C. canephora* breeding program was developed. However, a first group of elite material "clones" was identified by INIAP in 1998, based on yield and morphological traits. To date, these clonal *C. canephora* materials have been recommended for commercial planting under the conditions of northern Ecuadorian Amazonia. A recent study on the phenotypic characterization of *C. canephora* accessions planted in the living genebank collection, located in the EETP of the INIAP, showed a high variability between and within these accessions [13]. Consequently, knowledge on the genetic diversity of the material widely distributed in the Ecuadorian territory could help breeders and geneticists to understand the structure of introduced germplasm in order to design a *C. canephora* breeding program in Ecuador.

This paper will

(i) provide an overview of the genetic and phenotypic diversity and conservation of *C. canephora* in Ecuador,

(ii) address the bases for implementing a *C. canephora* breeding program.

2. Material and Methods

2.1. Plant Material. In all, 1491 leaf samples were taken from different *C. canephora* clonal plants collected during 2011, 2012, and 2013. In 2011, one hundred thirty-seven leaf samples were collected from two fields. The first field is the Dubiñosa-Denise Farm, nearby Isidro Ayora in Guayas province that has a living collection of *C. canephora* collected from different locations at the Amazonian region of Ecuador. The second field is located at the EETP research station, nearby Quevedo city, Los Ríos province. In 2012, two hundred leaf samples from 12 clonal accessions and 154 leaf samples from seven clonal accessions and a polyclonal mix were collected at the Dubiñosa-Denise Farm and the EETP, respectively. In 2013, one thousand leaf samples from 7 clones were sampled at the INIAP's Amazonian Central Station (EECA).

The summary of the plant material used for genotypic analysis across the different years is shown in Tables 1(a) and 1(b). Among these, 48 samples were considered as duplicates and used to check the experimental reproducibility of the data and accordingly homogenize the data whenever needed.

2.2. DNA Preparation and Genotyping. Genomic DNA extractions were performed according to Cubry et al. [14]. The 1491 accessions were genotyped with the 12 SSR markers used by Leroy et al. [10]. Two different methods were used for genotyping and allele calling in 2011 and 2012/2013, respectively.

In 2011, PCR reactions ran as described in Cubry et al. [14]. PCR products were analyzed by electrophoresis on a 6.5% polyacrylamide gel using a LI-COR 4300 automated sequencer (LI-COR Biosciences, Nebraska, USA). Size calling was automatic and manually checked using the manufacturer's program SAGA^{GT}.

In 2012 and 2013, PCR reactions were performed according to De Bellis et al. [15]. In a solution A (25 µL total volume) containing 2.5 µL of PCR buffer (10 mM Tris-HCl, 50 mM KCl, 2 mM MgCl2, and 0.001% glycerol), 2.5 µL of dNTP (Jena Bioscience GmbH, Jena, Germany), 0.25 µL of MgCl2, 0.2 µL of 10 µM forward primer with an M13 tail at the 5′-end (5′-CACGACGTTGTAAAACGAC-3′), 0.25 µL of 10 µM reverse primer, 0.25 µL of fluorescently labeled M13-tail (6-FAM, NED, VIC, or PET from Applied Biosystems, Foster City, California, USA), 0.1 U of Taq DNA polymerase (Sigma, St. Louis, Missouri, USA), 5 µL of template DNA (5 ng/µL), and 14 µL of H20. The PCR conditions were as follows: an initial denaturation at 94°C for 5 min; 30 cycles

Table 1: Genetic material analyzed and controls used in the genotypic analyses.

(a) Analyzed plants

Year	Locations	Number of samples
2011	Dublinsa-Denisse Farm	81
	EETP	56
	Total 2011	137
2012	Dublinsa-Denisse Farm	200
	EETP	154
	Total 2012	354
2013	EECA	1000

(b) Controls

Diversity group	Diversity subgroup	Number of samples
Guineam	G	11
Congolese	B	1
	C	3
	SG1	3
	SG2	3
	U79	3
Outgroup	*Coffea eugenioides*	1

at 94°C for 45 s, 55°C for 45 s, and 72°C for 1 min; and a final extension at 72°C for 10 min. PCR products were pooled in a solution B containing 2 µL of 6-FAM, 2 µL of VIC, 2.5 µL of NED, and 3.5 µL of PET of *Ks* solutions. From this solution B, a volume of 4 µL was taken and added to 10 µL of Hi-Di formamide and 0.12 µL of GeneScan 600 LIZ size standard and analyzed on an ABI 3500xL Genetic Analyzer (Life Technologies, Carlsbad, California, USA). Alleles were scored using GeneMapper v4.1 software (Applied Biosystems, Foster City, California, USA).

2.3. Data Analysis

2.3.1. Whole of Ecuador Genetic Analyses. Data were obtained separately in 2011, 2012 and 2013 for each sampling year, from which merged three matrices. Standard controls of known genotypes and duplicates samples together with genotyping database (SagaCityWeb, CIRAD, unpublished) were used to help us to pool/shift alleles to ensure good coherence of the genotyping data. From the raw data, were removed the 48 duplicates and the samples with more than 17% of missing data (i.e., two missing markers) for further analysis. The number of alleles detected per marker was recorded and compared to those detected in Leroy et al. [10]. We computed dissimilarity matrices between individuals using a simple matching index with Darwin 6.0 software [16].

A first diversity tree was drawn up using data from the 2011 sampling operation in Ecuador. Diversity from Ecuador was evaluated in relation to the global diversity of the species.

A global analysis, using data from the three sampling years, was performed to identify unique genotypes for future conservation and for breeding programs. In all, 1168 samples were kept for analysis, based on missing values (<8% not available, i.e., one marker missing). A Neighbor-Joining (NJ) tree was built on the whole data removing pairs of data with more than 70% of missing values. To take into account the noise due to highly repeated genotypes, the max-length subtree procedure was used to eliminate redundancy and to identify the number of unique individuals without loss in the number of alleles. A Principal Coordinates Analysis (PCoA) was used to construct a good image of the diversity between genotypes.

Specific analyses were performed at the DUBLINSA and EECA stations to check the homogeneity and the diversity of the materials introduced.

2.3.2. The EETP Collection. Phenotypic analysis was performed at the EETP collection, using data from 2010 to 2012. The evaluation was carried out in 256 plants, corresponding to 16 accessions. Each accession contained different number of individual (between 12 and 20). A phenotypic dendrogram was performed by UPGMA clustering method using the Euclidean distance.

Genotyping data were available for 146 plants. Tree diversity was determined for molecular data, and their relationship with phenotypic data generated by Plaza et al. [13] was studied.

Phenotypic data were measured between 2010 and 2012 for all the trees planted in 2007. During this time, the traits observed were the following: plant height (PH), stem diameter (SD), number of branches (NB), number of nodes per branch (NN), and internode length (IL). Outlier data were removed whenever found and replaced the missing values. PCA analyses were performed using the *dudi.pca* function from the ade4 R package [17]. Five principal components were chosen after observing the screen plot of

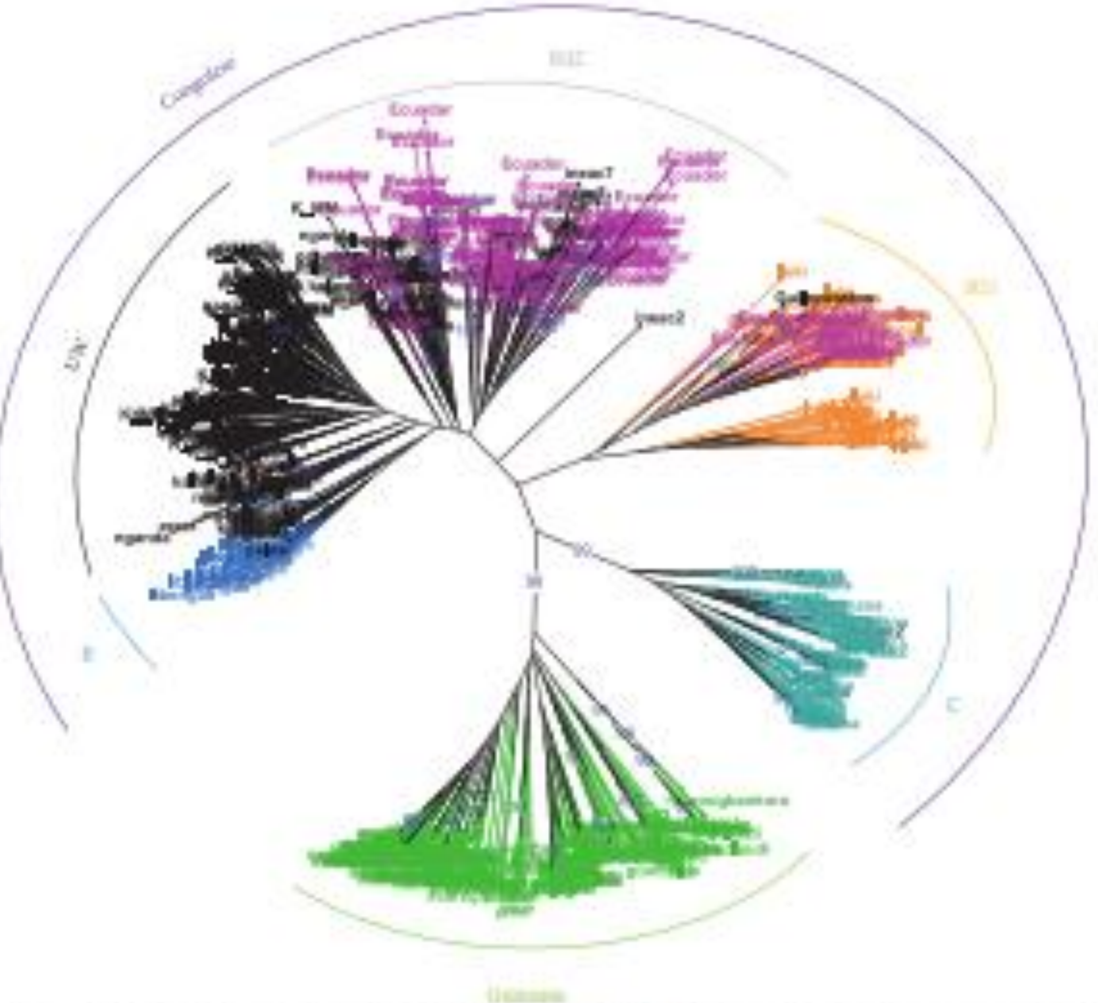

Figure 1: Genetic diversity of 137 Ecuadorian *Coffea canephora* accessions within the known diversity of the species (NJ-Tree from data produced in 2013).

eigenvalues. Correlation circle was drawn using the *s.corcircle* function and the representation of individuals for the first two components was drawn using the *s.class* function.

Two types of analyses were performed on these data. A clustering tree was first built on 249 plants using the dissimilar Euclidian distance evaluated by average linkage for the 17 traits observed across the three years. Another analysis was performed using a Principal Components Analysis (PCA) on five vigor traits (yield of cherry beans, number of cushion flowers, total of productive branches, total of branches per tree, and tree height) across three years observed on the 148 trees analyzed for genetic diversity.

3. Results

3.1. Whole of Ecuador Genetic Analyses. The results on the clonal trials at the EETP and Dublinsa revealed great diversity between "clones," and also a high level of diversity within "clones," which was more surprising. The global genetic analysis indicated the Congolese origin for all the genotypes. They were classed as SG1 or SG2 genotypes, with some hybrids between these two Congolese subgroups. This result can be explained by considering the origin of plants introduced in Ecuador: the SG1 genotypes could have come from Brazil (Conilon genotypes are known to be from the SG1 group) and the SG2 genotypes from CATIE (from the Congo basin). Figure 1 presents the diversity tree identifying the genotypes from Ecuador within the global diversity of *C. canephora*.

A global analysis was performed in 2015, based on the results obtained for the 1168 accessions, by considering all the different genotypic classes revealed for each year in each plot. A global diversity tree was established using these 1168 accessions (figure not shown). After eliminating redundancy, the 138 unique genotypes (including 29 controls) were observed in the diversity tree (figure not shown). The PCoA analysis performed 138 unique genotypes, most of these genotypes were included in the SG1 and SG2 diversity

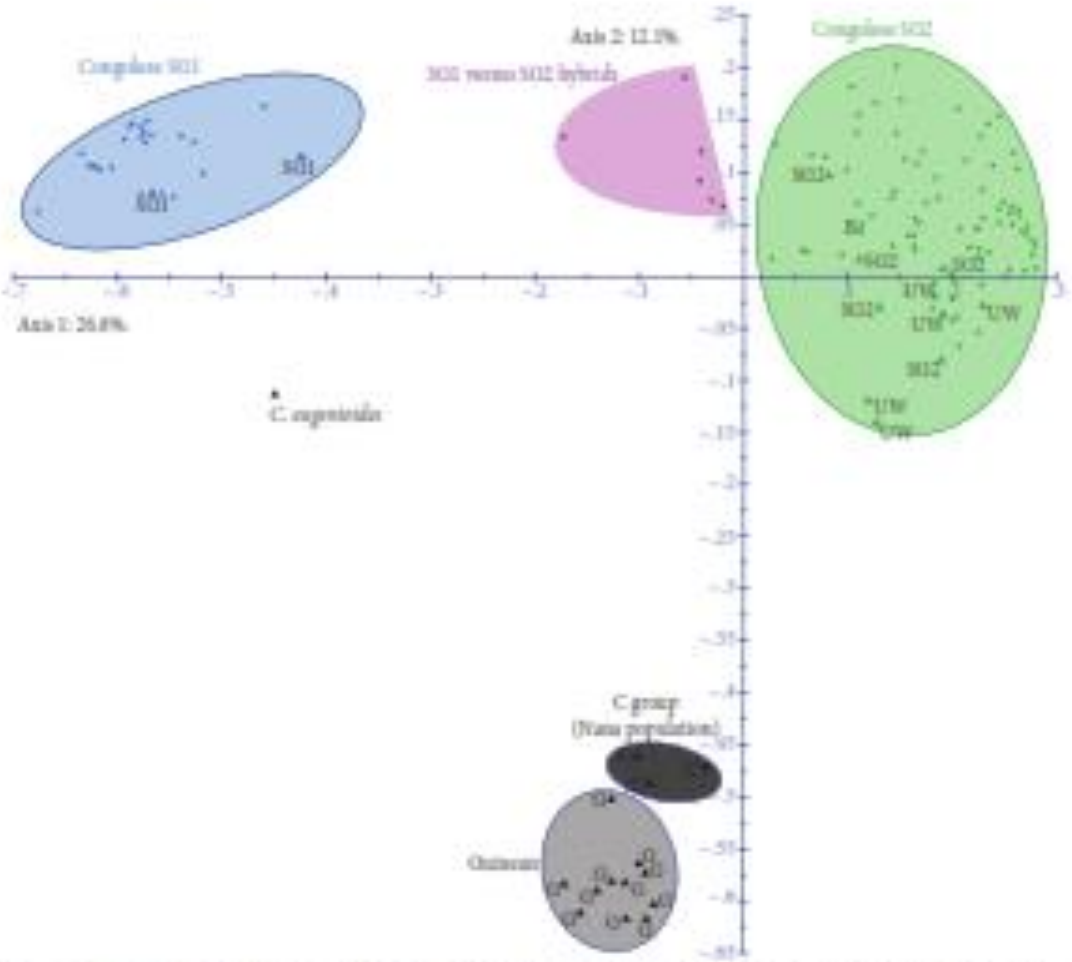

Figure 2: Principal coordinates analysis based on the dissimilarity matrix, calculated using 12 558 markers for 138 individual genotypes (29 controls and 109 genotypes from Ecuador).

groups, and six genotypes could be considered as hybrids between the groups (Figure 2).

Figure 3 shows the results for the genotypic analysis, considering the "clones" analyzed in 2013 at the EECA station. For each accession/clone, 2 to 8 genotypic classes were identified. Accessions NP-3013 and NP-2044 only had one genotype. Some genotype classes were similar for certain accessions: genotype 1 from NP-2024 was similar to genotype 2 for NP-3056; genotype 1 from NP-3013 was similar to genotype 2 for NP-3008 and NP-2024 and also to genotype 3 for NP-3056; genotype 2 from NP-3072 was similar to genotype 3 for NP- 4024; genotype 4 from NP-2024 was similar to genotype 6 for NP-4024. The dissimilarity tree at the EECA living collection (Figure 4) yielded 50 genotyping classes. Several classes grouped individuals belonged to different accessions.

3.2. PETP Collection. A diversity tree was constructed considering the 146 plants from the 16 different origins with data available for molecular diversity. Twelve diverse groups were identified within the 146 (from 154) plants analyzed in 2012 (Figure 5).

On the other hand, a phenotypic characterization of this collection was reported by Plaza et al. [13] showing a wide range of variation in most of the agro-morphological traits evaluated for each plant. The existence at this level of phenotypic variation was found between and also within accessions. This phenotypic result was the first to open up the possibility of off-types in this collection; despite this, 25 plants were selected as "elite" material, but the most important variations considered when selecting those elite plants were plant yield and plant height [13]. These 25 plants (24 analyzed) were identified by their genetic diversity based on two analyses, per origin and individually:

(i) Per origin analysis: COP1 p2 was different from COP1 p10; COP3 p2, 5, 8, 18, and 19 were genetically similar; p7 was different; COP4 p7 and 9 were similar; p15 was different. COP 5 p6, 15, 16, 17, and 19 were similar; NP2024 p 7, 10, 15, and 17 were similar; NP2044 p6, 16,

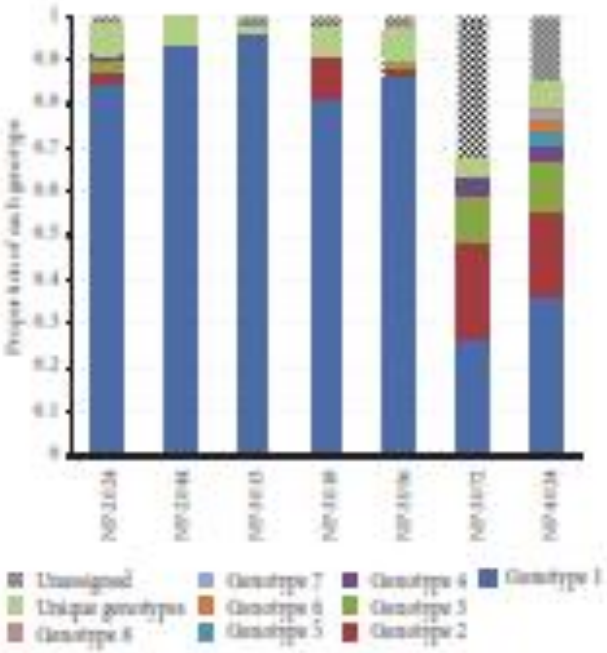

Figure 3: Diagram bars showing the mixture within the 7 "clonal accessions" from INIAs EECA experimental station. For comparison purposes, data are expressed as a percentage of plants per "clone."

and 17 were similar; NP5018 p 8 and 19 were probably different, since the origin was very variable.

(iii) Global genetic diversity of the 24 "elite" clones: COF1 p10, COF3 p2, 5, 8, 18, and 19, and COF4 p7 and 9 were similar; COF5 p6, 15, 16, 17, and 19 and NP2024 p7, 10, 15, and 17 were similar; NP2044 p6, 16, and 17 were similar; COF4 p15 and COF5 p7 were similar; COF1 p2 and NP5018 p10 were almost identical; their similarity has to be verified.

The genetic diversity of the selected clones was therefore very low, since only 5 different groups of genotypes (six if including NP5018) were present in the selected clones. As regards the global diversity of the Pichilingue collection, almost half of this diversity was not present in the selected clones. The diversity of the Conilon/SG1 group was not present in the selected clones from this collection.

3.3. Phenotypic Diversity. The phenotypic dendrogram at the EETP *C. canephora* collection (Figure 6) indicated 3 clusters. One cluster (group 1) included 14 accessions with a high diversity within the group. The second and third group consisted of one isolated accession, respectively.

Phenotypic results were highly variable in most plants belonging to the same accession. To determine the level of this variation, all individuals from NP2024 accession were used as sample. The dendrogram indicated 3 clusters, confirming the high level of variability among the individuals of this accession (Figure 7).

A complemented phenotypic PCA using the vigor traits was carried out with the 12 genetic groups previously identified at the EETP collection (i.e., Figure 5) showing a significant phenotypic diversity within of the groups (Figure 8). Group 7 was considered as presenting short internodes, and group 9 exhibited low vigor and short internodes, while group 5 had rather long internodes and high vigor, and group 11 was characterized by low vigor and long internodes.

On the other hand, using PCA, the correlation circle between observed traits (Figure 9) indicated that the internode length (IL) for the three years was related to axis 2, since the other vigor traits, particularly stem diameter (SD), plant height (PH), and the total number of nodes per tree (NNT) were related to axis 1.

4. Discussion

Our analyses

(i) confirmed the genetic diversity of accessions from Ecuador, covering the SG1 and SG2 subgroups of Congolese diversity, in accordance with the history of introductions,

(ii) revealed great genetic and phenotypic diversity between clones, but also a large number of genotype chosen within most of the "clonal" accessions,

(iii) suggested some ways of implementing a breeding strategy for *C. canephora* using the available diversity.

The first point concerns the reliability of our work for the three-year experiment. The first-year analyses were

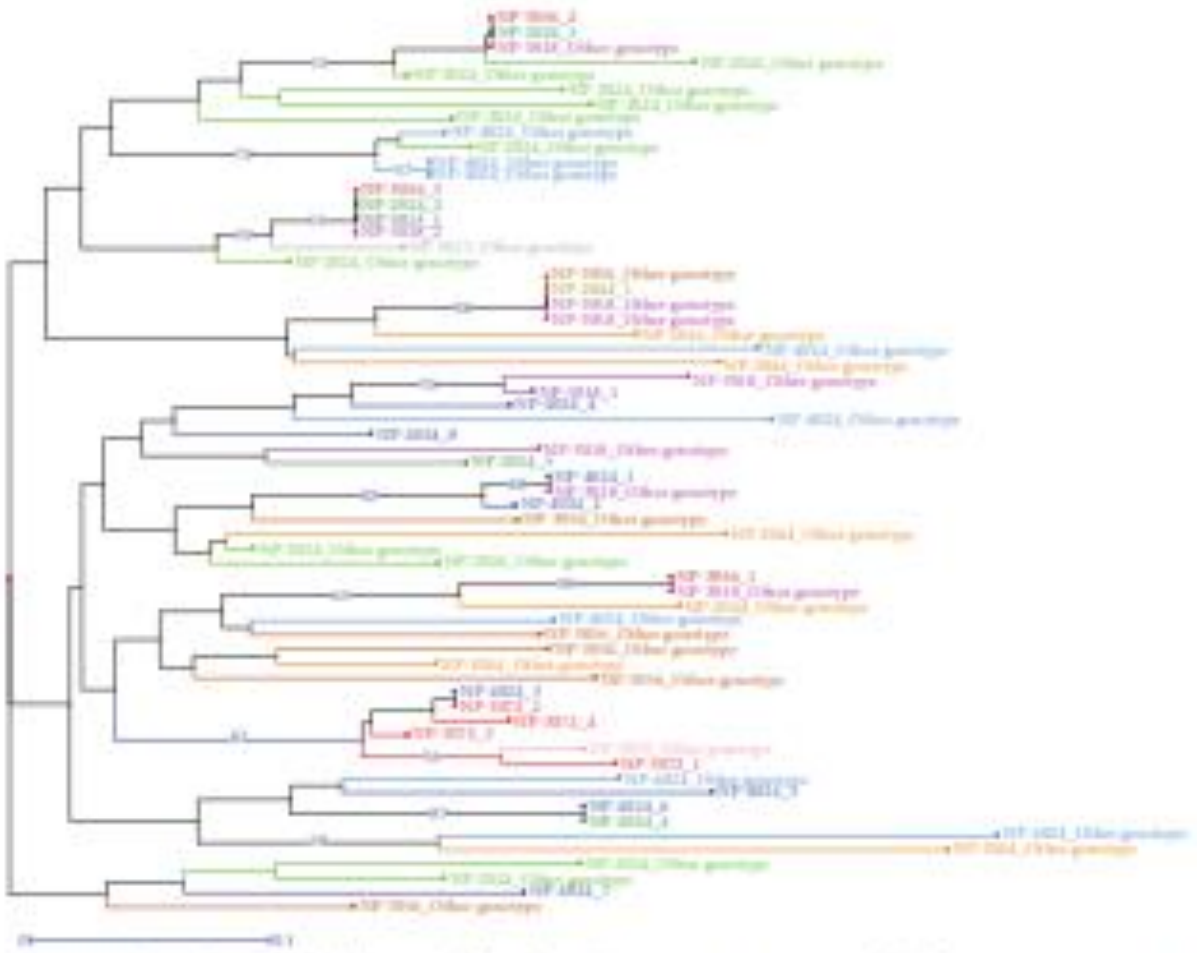

Figure 4: Dissimilarity analysis of 7 "clonal accessions" from the EECA station in 2013. NJ-Tree on the 83 different unique genotypes using 12 SSR markers. Branch support is expressed in percent of presence after 10000 bootstraps (values above 0.5 are displayed).

performed using LI-COR 4300 technology. The following analyses were performed using an ABI sequencer, with different control plants. Misidentification of alleles during calling and binning processes are known caveats of SSR studies [18]. To solve this issue, laboratory good practices were implemented by including controls of known genotypes and by repeating some samples from one study to another. The overall results are in accordance with what was expected and thus could be considered of good quality.

It was a challenge to analyze concomitantly all the data for the final evaluation. The results could thus be considered as a compromise between all the different data. However, the low quality of some leaf material was also an element that we took into account, due to difficulties for DNA extraction and analysis with microsatellites. Some leaves samples were not correctly analyzed and were removed from the final analyses.

In 2012, at DUBLINSA collection, we detected genetic diversity within "clones" in our analyses, meaning that the "clones" were not genetically homogeneous, as they ought to have been (data not shown). We also observed mixtures between genotypes in both clonal trials. The CONERBO and POLICLON genotypes which belonged to Conilon type can be considered as plants from a mix of seeds, introduced from Brazil in the 80s; these origins present high genetic diversity. Regarding the EETP collection, it should be noted that many plants, with different labels, were quite similar from a genetic point of view. We also had to consider that the Conilon exhibited wide diversity, possibly due to its environmental share of diversity or due to their seed origin.

In 2004, a global analysis of *C. canephora* diversity was carried out, using a core collection approach [10]. The comparison with the present study confirmed that the diversity observed within Ecuadorian accessions accounts for about 57% of core collection diversity, considering the different alleles. Therefore, the information provided by this study will help breeders choose the most appropriate plant(s) or accession(s) to be incorporated into their breeding programs.

Another finding was the small number of intergroup hybrids between the SG1 and SG2 diversity groups. This low level of hybridization can be explained by the history of the introduced material. Both introductions were composed of

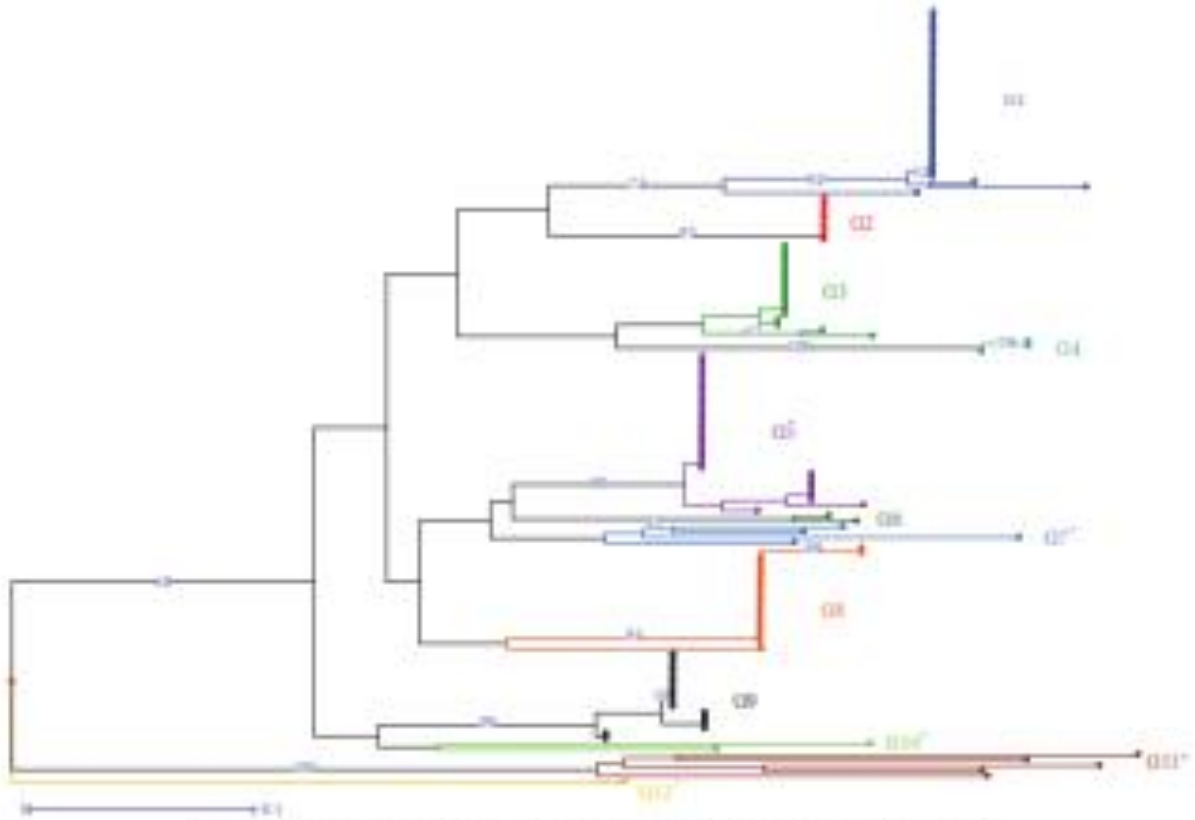

Figure 3: Diversity tree for the 146 plants analyzed at the Pichilingue collection in 2012.

genotypes from a single subgroup (SG2 from CATIE and SG1 from Brazil). The accessions were planted in one location (EETP) and then transferred to Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, and Morona Santiago provinces, mainly by cuttings. Thus, few hybrids can be found between groups in the Ecuadorian collections.

Nevertheless, high diversity was observed within each diversity group (SG1 and SG2). For SG2, this diversity was related to the large number of accessions that were introduced, and previous studies [7] confirmed the high diversity within this group. The SG1 genotypes were mainly introduced by seeds, for which diversity is always greater than the clones in this allogamous species. High genetic and phenotypic diversity within this group has been recently established. In the case of the Pichilingue germplasm, it should be noted that high levels of phenotypic variation were previously reported by Plaza et al. [15] and could be related to the continuous pollen interchange and/or possible mix of seeds from different segregated populations.

The phenotypic characterization carried out by Plaza et al. [15] and our study enabled us to identify a wide range of variation in most of the agro-morphological traits evaluated per plant, with significant phenotypic diversity within genotypes. In this respect, it is important to keep in mind that a phenotype is a product of genotype × environment interaction, which we found in our results. Therefore, plants may be morphologically similar, but this does not necessarily imply genetic similarity, since different genetic bases can result in similar phenotypic expression [18] and, as observed in our results, the same genotype can lead to substantial differences in phenotypic expression.

In our view, a combined analysis of phenotypic and molecular marker results is crucial for a better understanding of evolutionary changes in this introduced species; this would allow a better analysis of variation patterns within *C. canephora* for evaluating their future adaptive potential in different geographical regions of Ecuador. Differences between phenotypic and genetic information have also been found in other crops [19–22].

Lastly, this study was intended to identify diversity and ways of using it to increase the production of Robusta coffee in Ecuador. In Ivory Coast, considering the high genetic diversity found in *C. canephora*, a program of reciprocal recurrent selection was conducted using the hybrid vigor observed between genotypes of different origins [8, 23, 24]. Based on the Ivorian experience, we might propose some steps for breeding *C. canephora* in Ecuador, with optimum use of the existing diversity and improved management of the existing material, based on the results presented. This strategy for the implementation of a *C. canephora* breeding program should also be of interest for other countries where coffee genotypes have been introduced in recent decades.

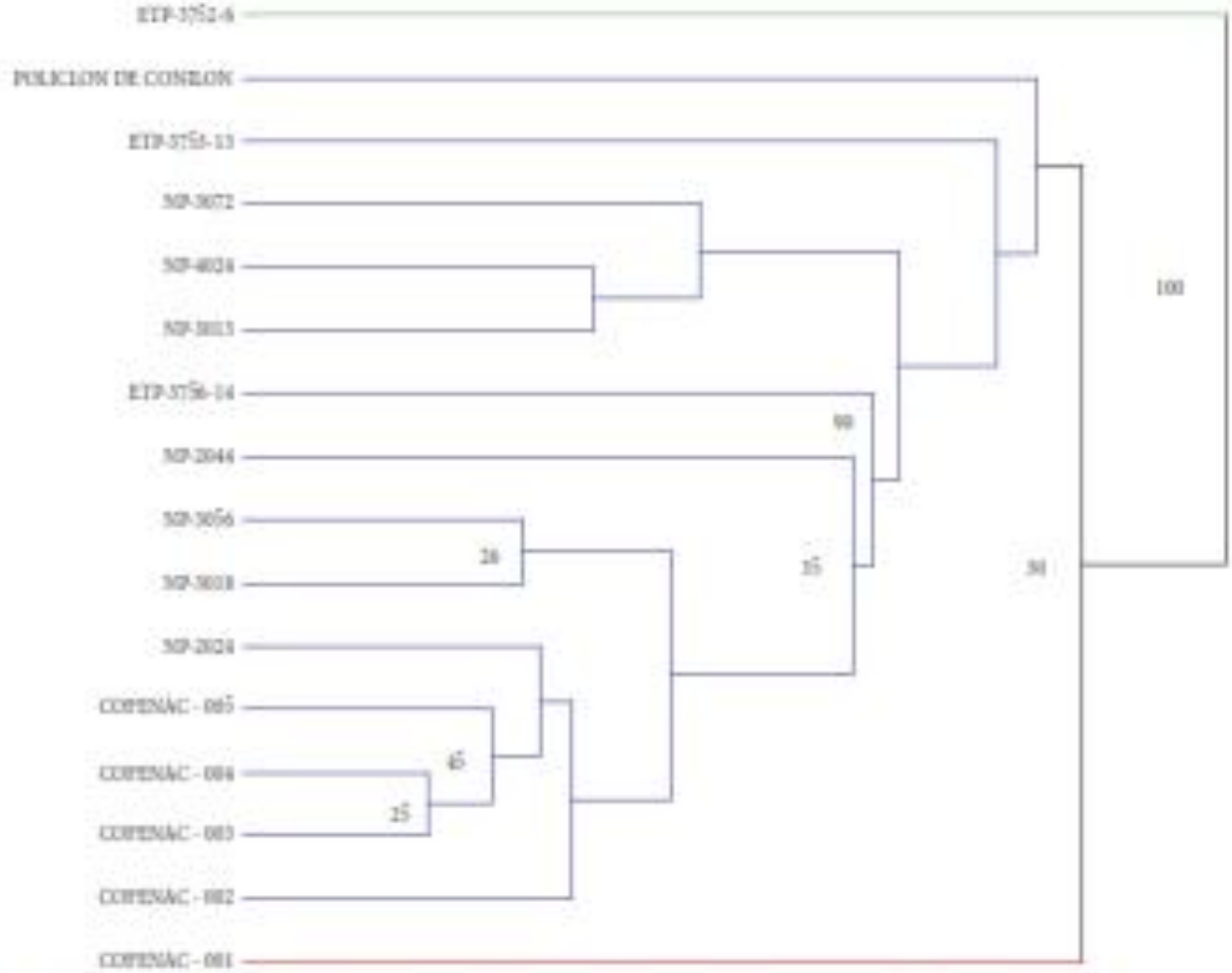

Figure 6: Phenotypic dendrogram for 16 accessions at EETP *C. canephora* collection. The data were collected between 2010 and 2012 using vigor traits (productivity, stem diameter, plant height, number of branches, number of nodes, and internode length). Branch support is expressed in percent of presence after 10000 bootstraps (values above 0.2 are displayed).

As a first step, we propose the following actions, using the diversity existing in Ecuador:

(i) To complete genotypic analyses with phenotypic data to increase knowledge on the accessions in the field for their vigor, productivity, and stress and disease tolerance

(ii) To reorganize the collections based on the genetic diversity observed in our studies to avoid duplications and identifying unique genotypes

(iii) To implement a breeding program by selecting the best genotypes for traits of interest (yield, biotic and abiotic stress tolerance, and adaptation to different edaphoclimatic conditions) (these genotypes will be planted as clones in a multisite trial design. Attention will be paid to the high diversity of plants from the Conilon/SG1 group. These clonal trials will enable the selection of a set of improved genotypes for farmers)

As a second step, we propose the following actions, by increasing genetic diversity:

(i) To introduce new genetic material from diverse groups (i.e., Guinean, Ugandan, and hybrids between them) that are not present in Ecuador and test them under Ecuadorian conditions

(ii) To establish a breeding program based on new hybrids obtained from crosses between genotypes from different diversity groups, adapted to the edaphoclimatic conditions in Ecuador (these new hybrids will use accessions from Ecuador and introduced accessions to create new hybrids. This program will use the diversity of both the SG1 and SG2 groups, as hybrids between these groups display hybrid vigor and good drought tolerance, as already observed in Ivory Coast. All the new hybrids will be tested under all the conditions in Ecuador, and this will lead to a new selection of elite clones or hybrids.

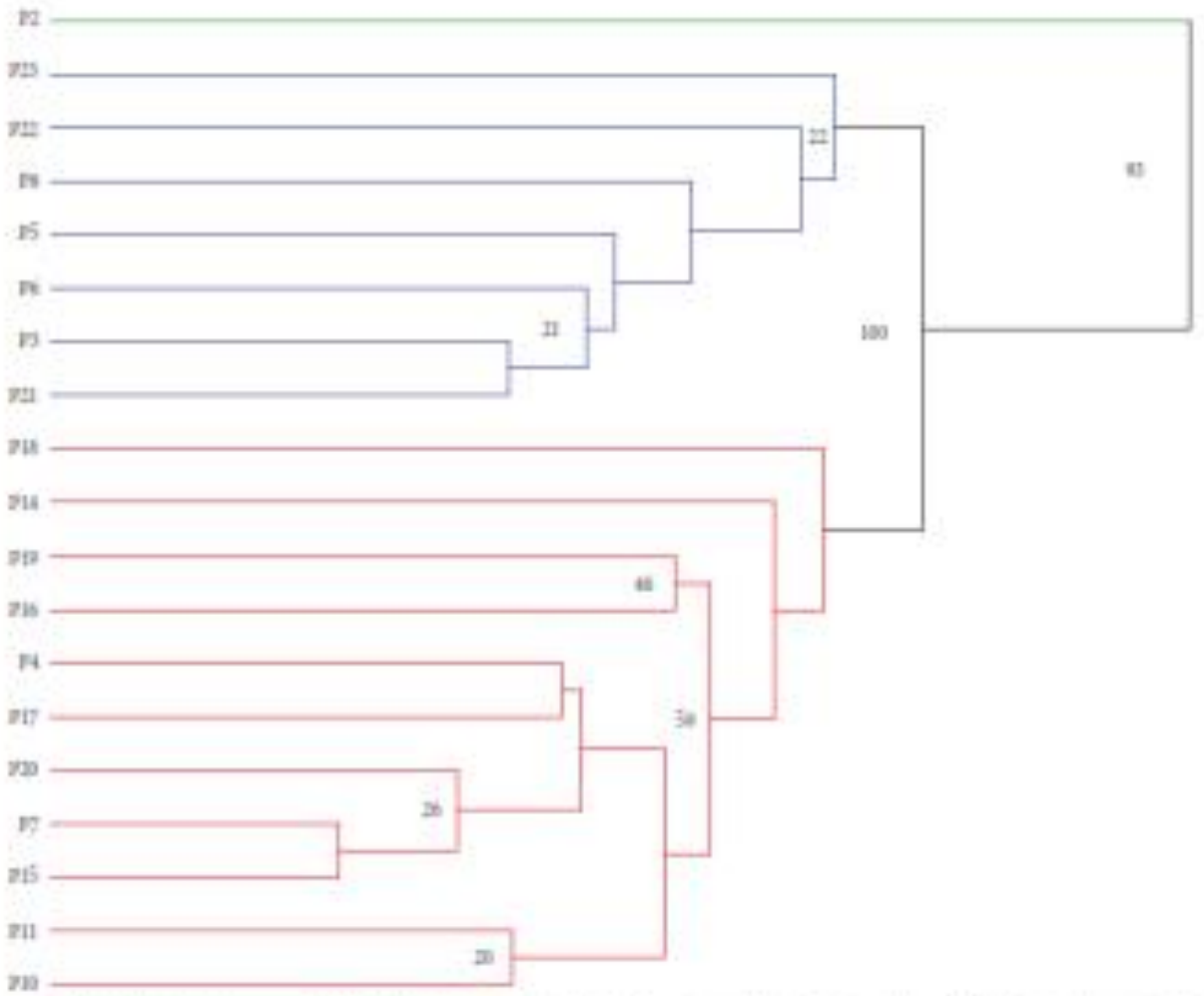

Figure 7: Phenotypic dendrogram for 19 individuals belonging to NP-2024 accession at EETP *C. canephora* collection. The phenotypic data were collected between 2001 and 2012 for vigor traits (productivity, stem diameter, plant height, number of branches, number of nodes, and internode length). Branch support is expressed in percent of presence after 10000 bootstraps (values above 0.2 are displayed).

This improved material will be distributed to farmers through cutting gardens (for clones) or seed gardens (for hybrids))

Over the long term, hybrid selection might be the optimum breeding method, as seeds are more suitable for distribution to growers, and the nurseries are easier for farmers to manage.

5. Conclusions

The present research concluded that Ecuadorian Robusta coffee displays a wide genetic diversity between clones and also a high level of diversity within clones. This research confirms that most of the *C. canephora* genotypes introduced in Ecuador are of Congolese origin, containing accessions from both subgroups, SG1 and SG2.

Conflicts of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

Authors' Contributions

Roy Gustavo Loor Solórzano, Fabien De Bellis, and Thierry Leroy contributed equally to this work.

Acknowledgments

The authors thank DUBLINSA SA, the National Institute of Agricultural Research (INIAP), and the Secretary of High Education, Science, Technology and Innovation (SENESCYT) for financial support and Solubles Instantaneos CA for its technical assistance in the postharvest analysis. The

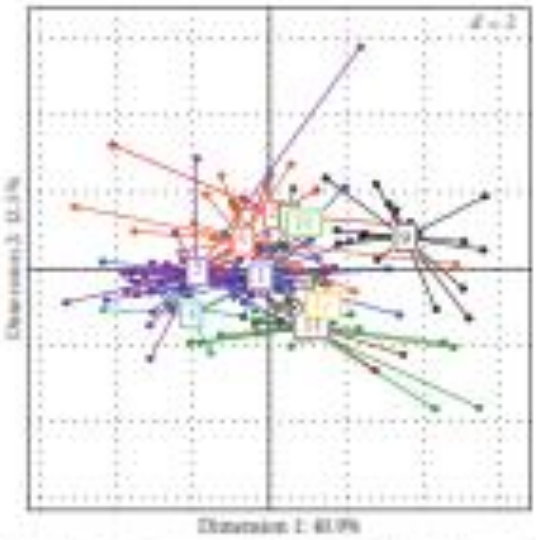

Figure 8: PCA for the 146 genotypes in the EETP collection for the vigor traits in 2012.

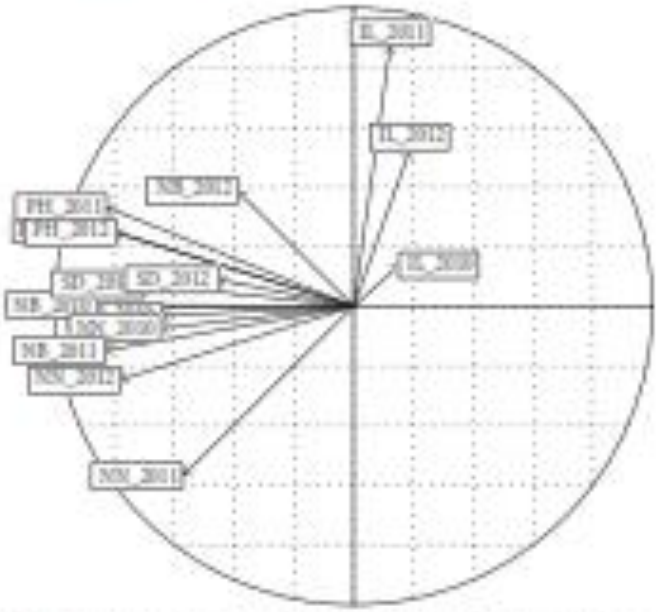

Figure 9: PCA correlation circle for phenotypic vigor traits over 3 years, 2010, 2011, and 2012, for 146 *C. canephora* trees in the field collection at the EETP.

authors also thank Mr. Peter Biggins for revising the English version.

References

[1] C. Montagnon, T. Leroy, and A. Yapo, "Diversité génotypique et phénotypique de quelques groupes de caféiers (*Coffea canephora* Pierre) en collection," *Café Cacao Thé*, vol. 36, pp. 187–198, 1992.

[2] J. Berthaud, *Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféiers africains diploïdes. Evaluation de la richesse génétique des populations sylvestres et de ses mécanismes organisateurs". Conséquences pour l'application*, ORSTOM, Paris, France, 1986.

[3] D. Dussert, P. Lashermes, P. Anthony et al., "Le caféier, *Coffea canephora*. in: P. Hamon, M. Seguin, X. Perrier and JC. Glaszmann," in *Diversité génétique des plantes tropicales cultivées*, P. Hamon, M. Seguin, and X. Perrier and JC Glaszmann, Eds., pp. 175–194, CIRAD, Montpellier, France, 1999.

[4] C. Montagnon, "*Optimisation des gains génétiques dans le schéma de sélection récurrente réciproque de* Coffea canephora *Pierre [Ph.D. thesis]*, PhD thesis, ENSA Montpellier, France, 2000.

[5] P. Musoli, P. Cubry, P. Aluka et al., "Genetic differentiation of wild and cultivated populations: Diversity of Coffea canephora Pierre in Uganda," *Genome*, vol. 52, no. 7, pp. 634–646, 2009.

[6] C. Gomez, S. Dussert, P. Hamon, S. Hamon, A. D. Kochko, and V. Poncet, "Current genetic differentiation of coffea canephora pierre ex a. Froehn in the guineo-Congolian african zone: Cumulative impact of ancient climatic changes and recent human activities," *BMC Evolutionary Biology*, vol. 9, no. 1, article no. 167, 2009.

[7] F. Cubry, P. de Bellis, D. Pot, F. Musoli, and T. Leroy, "Global analysis of Coffea canephora Pierre ex Froehner (Rubiaceae) from the Guineo-Congolese region reveals impacts from climatic refuges and migration effects," *Genetic Resources and Crop Evolution*, vol. 60, no. 2, pp. 483–501, 2013.

[8] T. Leroy, C. Montagnon, A. Charrier, and A. B. Eskes, "Reciprocal recurrent selection applied to Coffea canephora Pierre. I. Characterization and evaluation of breeding populations and value of intergroup hybrids," *Euphytica*, vol. 67, no. 1-2, pp. 113–125, 1993.

[9] C. Montagnon, T. Leroy, and A. B. Eskes, "Amélioration variétale de Coffea canephora I. Critères et méthodes de sélection," *Plantations, Recherche, Développement*, vol. 5, no. 1, pp. 18–28, 1998.

[10] T. Leroy, P. De Bellis, H. Legnate et al., "Developing core collections to optimize the management and the exploitation of diversity of the coffee Coffea canephora," *Genetica*, vol. 142, no. 3, pp. 183–199, 2014.

[11] INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) "Informe Anual Técnico". Estación Experimental Tropical Pichilingue. Programa del Café. Quevedo – Ecuador. (1977).

[12] CONEAC (Consejo Cafetalero Nacional). "Informe Anual de la División Técnica". Portoviejo – Ecuador. (2004).

[13] L. F. Plaza, R. G. Loor, H. E. Guerrero, and L. A. Doicela, "Phenotypic characterization of *Coffea canephora* Pierre germplasm for yield improvement in Ecuador," *Espamciencia*, vol. 6, pp. 7–13, 2015.

[14] F. Cubry, F. Musoli, H. Legnaté et al., "Diversity in coffee assessed with SSR markers: Structure of the genus Coffea and perspectives for breeding," *Genome*, vol. 51, no. 1, pp. 50–63, 2008.

[15] P. De Bellis, R. Malapa, V. Kagy, S. Labouisse, C. Billot, and J.-B Labouisse, "New Development and Validation of 59 SSR Markers in Breadfruit (Artocarpus altilis, Moraceae) by Next-Generation Sequencing," *Applications in Plant Sciences*, vol. 4, no. 8, Article ID 1600022, 2016.

[16] X. Perrier and J. P. Jacquemoud-Collet, "DARwin software". http://darwin.cirad.fr/darwin. (2006).

[17] S. Dray and A. B. Dufour, "The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists," *Journal of Statistical Software*, vol. 22, no. 4, pp. 1–20, 2007.

[18] E. Guichoux, L. Lagache, S. Wagner et al., "Current trends in microsatellite genotyping," *Molecular Ecology Resources*, vol. 11, no. 4, pp. 591–611, 2011.

[19] A. Mazzucato, N. Piccadenti, M. Causse et al., "Genetic diversity and distinctiveness in tomato (Solanum lycopersicum L.) landraces: The Italian case study of 'A pera Abruzzese'," *Scientia Horticulturae*, vol. 123, no. 1, pp. 55–62, 2010.

[20] J. Wang, S. Kant, N. O. I. Cogan et al., "Assessment of genetic diversity in Australian canola (Brassica napus L.) cultivars using SSR markers," *Crop & Pasture Science*, vol. 60, no. 12, pp. 1195–1201, 2009.

[21] P. J. Terzopoulos and P. J. Bebeli, "DNA and morphological diversity of selected Greek tomato (Solanum lycopersicum L.) landraces," *Scientia Horticulturae*, vol. 116, no. 4, pp. 354–361, 2008.

[22] V. Vinu, N. Singh, S. Vasudev et al., "Assessment of genetic diversity in Brassica juncea (Brassicaceae) genotypes using phenotypic differences and SSR markers.," *Revista de Biología Tropical*, vol. 61, no. 4, pp. 1909–1914, 2013.

[23] T. Leroy, C. Montagnon, A. Charrier, and A. B. Eskes, "Reciprocal recurrent selection applied to Coffea canephora Pierre - II. Estimation of genetic parameters," *Euphytica*, vol. 74, no. 1-2, pp. 123–128, 1993.

[24] T. Leroy, C. Montagnon, C. Glas, A. Tapo, F. Charmetant, and A. B. Eskes, "Reciprocal recurrent selection applied to Coffea canephora Pierre. III. Genetic gains and results of first cycle intergroup crosses," *Euphytica*, vol. 95, no. 3, pp. 347–354, 1997.

Anexo 2

2017 International Symposium on Cocoa research (ISCR), Lima, Peru, 13 - 17 November 2017

Establecimiento de un ensayo en sistemas agroforestales de cacao con diferentes niveles de manejo en la Amazonía ecuatoriana

C. Subía, C. Caicedo, D. Calderón, L. Tinoco J. Pico, Y. Vargas, F. Fernández, N. Paredes, A. Vera, A. Díaz, S. Bastidas, D. Sotomayor, L. Lima, J. Intriago, C. Congo, M. Sánchez
INIAP-EECA, Joya de los Sachas, Ecuador

RESUMEN

Frente al cambio climático, pérdida de la biodiversidad, fragilidad de los suelos agrícolas, baja productividad de cultivos y pobreza en la región amazónica ecuatoriana, los sistemas agroforestales se presentan como una alternativa sostenible para la producción agrícola de las especies de mayor interés, entre las que se destaca el cacao al ser originario de la zona y por la importancia que representa como fuente de ingresos económicos a los agricultores. Se ha demostrado que la producción de cacao bajo sistemas agroforestales requiere de un manejo diferenciado respecto de los cultivos intensivos que se realizan principalmente en la Región Litoral del país, por lo que se propuso el establecimiento de un ensayo para evaluar cinco tipos de sistemas agroforestales con cuatro niveles de manejo agronómico. El experimento se sembró con los clones EET-103 y EET-95 a finales del 2015 en los predios de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP a 250 msnm que cubre una superficie aproximada de 9 hectáreas, se aplicó el Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo en franjas donde el cruce de los arreglos agroforestales con los manejos resultan en un total de 20 tratamientos con tres repeticiones, siendo la unidad experimental de 1296 m^2. Este estudio se realiza de forma multidisciplinaria con el objetivo de evaluar el comportamiento de las diferentes especies componentes de los sistemas agroforestales e interacciones bióticas y abióticas, por lo que se propuso evaluar variables edáficas, flujo de nutrientes, comportamiento de plagas y enfermedades, servicios ecosistémicos, rendimientos, calidad de la producción y el análisis económico. Los sistemas agroforestales resultaron de la combinación del cultivo de cacao con una especie forestal *Cedrelinga cateniformis*, con una especie frutal *Bactris gasipaes*, con una especie de servicio *Erythrina* spp, con la especie forestal combinado con una especiede servicio más un testigo a libre exposición solar, los que una vez establecidos fueron aplicados los diferentes niveles de manejo correspondientes a bajo orgánico, orgánico intensivo, medio convencional que se refiere al manejo recomendado por INIAP para la zona y un manejo intensivo denominado alto convencional. En el ensayo se partió del análisis de suelo por parcela que resultó en la homogeneidad del suelo, para lo que se aplicó la fertilización de arranque y se han realizado básicamente labores de control de malezas, podas de formación del cultivo principal y manejo de los dos tipos de sombra, usándose el cultivo de plátano como sombra temporal.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao en Ecuador, apoyada por proyectos gubernamentales y por iniciativas privadas ha incrementado la superficie plantada en aproximadamente 100 mil hectáreas entre el 2014 y el 2016 alcanzando las 559 617 ha; específicamente, en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) de las 122 398 ha destinadas a cultivos permanentes, el 34% de esa superficie está ocupada por el cultivo de cacao (INEC 2017).

Al aplicarse un diagnóstico socio-productivo a los sistemas de producción agropecuaria en la zona norte de la RAE en el año 2013, se determinó que del total de familias encuestadas el 82,1% producía cacao en sus unidades productivas, y al menos un 67% de las mismas mantenía el cultivo bajo un sistema agroforestal (Subía et al. 2014).

El cacao es uno de los principales rubros agrícolas de importancia económica como fuente de ingresos para los productores para la RAE mayormente está distribuido en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo, sin embargo presenta un rendimiento muy bajo (0,31 t ha^{-1}), inclusive menor al promedio nacional (0,42 t ha^{-1}); promedios que están por debajo del potencial productivo de este rubro y convierten al cacao en un cultivo poco rentable pero con mucho potencial para los productores (INEC 2017).

En la RAE, la producción agrícola está limitada, principalmente, por la baja fertilidad de los suelos: acidez alta, toxicidad causada por altos contenidos de aluminio, deficiencia de nitrógeno y fósforo. Adicionalmente, los suelos de esta región presentan problemas físicos de estructura no definida y con alta saturación de humedad, así como problemas de erosión, compactación y lixiviación. A esto se suma el grave problema ocasionado por la alta presencia de plagas y enfermedades (Nieto y Caicedo 2012).

La característica principal que distingue al cultivo de cacao del tipo nacional, es su necesidad de sombra, como un elemento básico en el inicio del cultivo (Larrea 2008), tradicionalmente, se ha utilizado sombra de plátano o frutales como el chontaduro (*Bactris gasipaes)*, asociados con otros cultivos (Graefe et al. 2012), también, estudios realizados en Perú, Colombia y Brasil han demostrado que el chuncho *(Cedrelinga catenaeformis)*, es una especie forestal con características maderables valiosas, de estrato superior en los sistemas agroforestales, de rápido crecimiento y además fija nitrógeno (Flores 2002).

Los sistemas agroforestales permiten interacciones simbióticas, ecológicas y económicas entre los componentes maderables y no maderables para incrementar, sostener y diversificar la producción; así se tiene que los sistemas que incorporan árboles y arbustos perennes tienen la ventaja de producir leña, frutos, forraje, y otros productos, además mantienen y mejoran el suelo así como disminuyen los riesgos de producción ante variaciones estacionales del ambiente (Mendieta López & Rocha Medina 2007).

La meta de un sistema agroforestal es establecer un equilibrio entre la diversidad y complementariedad de acuerdo al lugar donde se encuentra y así poder mantener un balance equilibrado en el uso del recurso hídrico y la fertilidad indefinida del suelo mediante el reciclaje de nutrientes, por tanto el potencial de las interacciones ecológicas en un sistema agroforestal son numerosas, siendo cada una de estas específicas para diferentes tecnologías agroforestales (Torres et al. 2008).

Los sistemas agroforestales tienen gran potencial para retener el carbono atmosférico, tanto en las partes aéreas de las plantas, como en el sistema radicular y en la materia orgánica del suelo; representan una alternativa para los productores al reducir la dependencia de un solo cultivo, logrando por lo general, incrementar la rentabilidad en las fincas (Farfán 2014).

En el trópico, el potencial de fijación de carbono por los sistemas agroforestales, se estima entre 12 a 228 $t.ha^{-1}$, dependiendo de la estructura del sistema y el medio en el que se establecen (Albrecht y Kandji 2003). La distribución del carbono varía de acuerdo al depósito, pero la evidencia demuestra que el suelo contiene más del 60% respecto al total del carbono almacenado, seguido de la biomasa aérea con el 30% y, la necromasa con aproximadamente el 10%. El porcentaje más alto de carbono se encuentra generalmente en la materia orgánica del suelo (MOS) (Graefe et al. 2012)

Conociendo la importancia del cacao en la región, se constituye como una de las mejores y más promocionadas alternativas productivas para los productores, lo cual no se debe únicamente a su importancia económica, sino también a su compatibilidad con el ambiente y el ecosistema debido a que justamente es una especie de origen amazónico (Nieto y Caicedo 2012); Con estos antecedentes y como parte de la tercera fase del proyecto "Implementación Interinstitucional de Agroforestería Sostenible para la Amazonía Ecuatoriana" ejecutado en convenio entre el INIAP y el CATIE entre los años 2013 y 2015 se estableció el ensayo experimental con el objetivo de evaluar sistemas agroforestales bajo diferentes manejos agronómicos de cacao, donde intervienen todas los Programas y Departamentos de la estación experimental.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se sembró en la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en la provincia de Orellana, cantón La Joya de los Sachas con una altitud de 250 msnm, corresponde a zona de vida de bosque húmedo tropical (bhT) (Holdridge 1982) con precipitación promedio de 3217 mm/año, heliofanía 1418,2 horas luz, temperatura promedio anual 24 °C y humedad relativa del 91.5% (INAMHI 2010).

Los factores en estudio fueron los sistemas agroforestales con cinco tipos de arreglo y los manejos del cultivo determinado por cuatro niveles de intensidad, dando resultado de su interacción 20 tratamientos en campo. Las especies que integran los sistemas forestales son: chuncho (*Cedrelinga catenaeformis* D.), chontaduro *(Bactris gasipaes)*, porotillo *(Erythrina spp)*, plátano *(Musa spp)* y cacao (*Theobrama cacao*) como cultivo principal con los clones EET-103 y EET-95 en las combinaciones: Forestal: cacao y chuncho; Frutal: cacao y chontaduro; Servicio: cacao y porotillo; Forestal más servicio: cacao, chuncho y

porotillo; más un testigo con el cultivo de cacao a pleno sol. Los niveles de los manejos agronómicos corresponden a: Alto Convencional (AC) con uso intensivo, aproximadamente el doble de insumos y aplicación de labores culturales respecto del manejo recomendado; Medio Convencional (MC) basado en las recomendaciones de INIAP para el manejo del cultivo en la región; Orgánico Intensivo (OI) con el uso de insumos orgánicos en altas concentraciones y Bajo Orgánico (BO) correspondiente al uso de insumos orgánicos y aplicación de labores culturales mínimas para la producción de cacao.

El ensayo se dispuso con tres repeticiones bajo un Diseño de Bloques Completo al Azar en arreglo de los tratamientos por franjas que corresponden a los sistemas agroforestales y a los manejos agronómicos del cultivo de cacao (Figura 1). Las unidades experimentales son parcelas de 12 x 12 árboles de cacao con un total de 144 árboles, en los que la parcela neta corresponde a los 36 árboles centrales (6 x 6 árboles de cacao) con diferente número de individuos de las especies que componen el sistema de acuerdo al arreglo que le corresponde. Dentro de las franjas de manejos MC y BO se establecieron microparcelas con ocho árboles de siete clones promisorios de cacao que son evaluados dentro del proceso de mejoramiento genético.

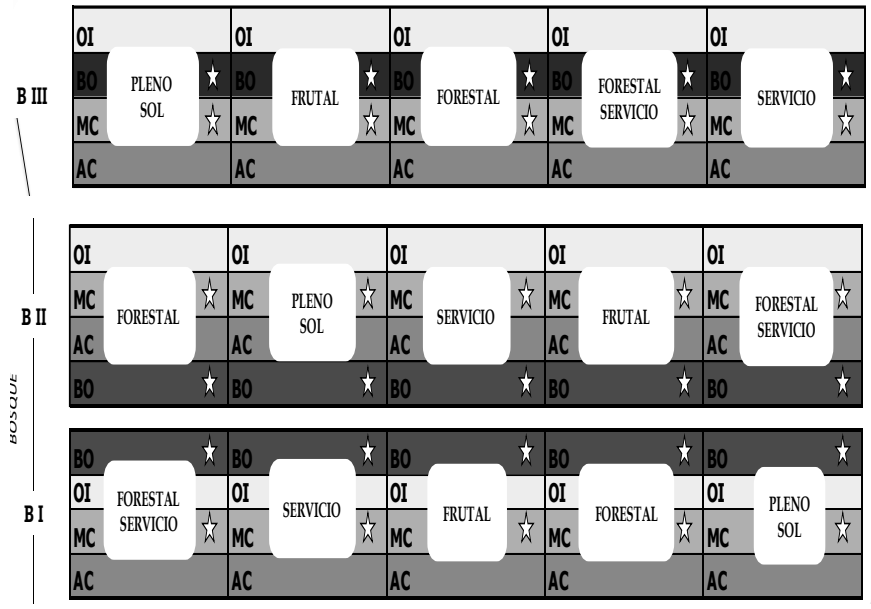

Figura 1. Disposición de los tratamientos del ensayo de sistemas agroforestales con diferentes manejos del cultivo de cacao

Se han iniciado las evaluaciones de las variables resultantes de la interacción de los factores en estudio, de acuerdo al protocolo desarrollado por el equipo multidisciplinario de la estación, donde se especifica la metodología para cada una de las variables, así en suelos se registran de manera semestral: compactación, densidad aparente, características químicas y físicas, número y biomasa de lombrices, aporte de biomasa del sistema, biomasa de hojarasca, se realiza el muestreo de tejido foliar en plantas de cacao, extracción de nutrientes por el sistema y con los datos de rendimiento, porcentaje de materia seca y concentración de nutrientes se calculará la extracción por la cosecha en kg ha^{-1} para macronutrientes y g ha^{-1} para micronutrientes. Para evaluar el efecto de la sombra y el manejo agronómico sobre la producción y las principales plagas y enfermedades en el cultivo de cacao, se registran mensualmente: número de mazorcas sanas, número de mazorcas enfermas, porcentaje de mazorcas enfermas, número de infecciones con escoba de bruja en brotes terminales y cojinetes terminales, número de piquetes de monalonium por mazorcas, evaluación de la cobertura de sombra, rendimiento cacao fresco. En el caso de los clones promisorios a más de las características sanitarias y productivas se realiza la evaluación de sus características morfológicas de acuerdo al protocolo que maneja el programa de mejoramiento (Loor et al. 2016)

Se realiza también la caracterización y evaluación del comportamiento agronómico del chontaduro como componente frutal en el sistema, para lo que se aplican descriptores cualitativos y cuantitativos (Pisco

2003; Clement 1985; Engles & Morera 1980). La especie forestal es evaluada también dentro de cada parcela principalmente en sus características agronómicas y productivas de interés en la producción de madera. Dentro de los beneficios ambientales de los sistemas se evalúan las características que permitan determinar el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea del sistema agroforestal de cacao en cuatro edades diferentes.

Al momento que se registren los mayores valores de cosecha en cada año se evaluarán las características de calidad física, química y funcional de los frutos de los dos clones de cacao cultivados, únicamente bajo dos sistemas agroforestales en cuatro manejos y finalmente se realiza el registro diario de las variables que reflejen los costos de producción de cada uno de los tratamientos para el respectivo análisis económico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A inicios del año 2015 se realizó la eliminación del cultivo antiguo de palma que se encontraban en los lotes seleccionados, para luego realizar el levantamiento topográfico donde incluía la nivelación del terreno, elaboración de caminos y drenajes. Se dejaron tres meses de descanso del lote después de haber sido limpiado de todas las plantas de palma y de malezas que fueron controladas previo a la siembra del ensayo. Se realizó el análisis de suelo inicial de todo el lote, el mismo que no presentó diferencias significativas entre los bloques identificados para la ubicación de cada una de las repeticiones y se procedió con el replanteo del ensayo para lo que se colocaron balizas en cuadrado para las plantas tanto de cacao como para las especies que componen el sistema agroforestal de acuerdo al sorteo de los tratamientos.

La propagación y multiplicación de las plantas fueron realizadas por los diferentes Programas y Departamentos de investigación de acuerdo a la especie y con el tiempo necesario, de tal manera que en noviembre del año 2015 se realizó la siembra primero de plátano como sombra temporal en todos los sistemas, excepto en el de libre exposición y durante todo el mes se fueron ubicando las plantas de cada una de las especies de acuerdo tratamiento asignado en cada una de las parcelas. Se distribuyeron las plantas en cuadrado a las distancias y densidades recomendadas, así: los colinos de plátano a una densidad de 6 x 6 metros equivalente a 278 plantas por hectárea; el chuncho al igual que el chontaduro fueron sembrados a una densidad de 12 x 12 metros equivalente a 70 plantas por hectárea, el porotillo fue sembrado a una densidad de 6 x 6 metros en cuadrado equivalente 278 plantas por hectárea y para el caso donde se combinaron con la especie forestal se sembró a 12 x 12 metros.

Los clones de cacao (EET-95 y EET-103) se sembraron a 3 x 3 metros en líneas alternas en el sentido de las franjas de los manejos, al momento de la siembra se realizó una fertilización base que consistió de 100 gramos de fertilizante sintético 10-30-10 (NPK) al fondo del hoyo. Para el control de especies arvenses en el primer año de establecimiento de los cultivos, se realizaron controles manuales y químicos hasta eliminar las gramíneas, especialmente la caminadora *(Rottboellia cochinchinensis)* que es una especie muy agresiva, estos controles se realizaron con frecuencia semestral o trimestral de acuerdo a la presencia de malezas. Durante el primer año de establecimiento de los sistemas, se realizaron resiembras de todas las especies, reemplazando las plantas muertas o plantas perdidas por diferentes razones.

Se realizó la poda de formación de cacao a los ocho meses de establecido el ensayo y las podas de mantenimiento se realizan después de la época de producción de acuerdo a las recomendaciones de INIAP, para lo que el personal utiliza tijeras de podar y se protegen las heridas en las plantas con pasta cúprica, además cada dos meses se eliminan los brotes o chupones del cultivo de cacao. En el sistema porotillo con cacao se mantiene de manera intercalada una planta alta a 4 m de altura y una planta baja a 1,5 m y en el sistema chuncho-porotillo con cacao, las plantas de porotillo se mantienen a 4 m de altura. Una vez al año se eliminan todas las ramas laterales de los chunchos, dejando el desarrollo normal del fuste principal.

Durante el establecimiento del ensayo se realizaron cosechas periódicas del plátano lo que para los productores es una fuente de ingreso mientras se establece el cultivo principal. Una vez que inicie su producción el cacao y se presente efectiva la sombra permanente, las plantas de plátano serán retiradas del sistema. Desde el mes de septiembre del presente año se han realizado las primeras cosechas de cacao y su frecuencia es de aproximadamente cada 21 días ya que inicialmente son bajos los rendimientos registrados. La cosecha se la realiza por separado la parcela neta de los bordes dentro de cada unidad experimental.

Aproximadamente un año después de la siembra del ensayo, una vez que se establecieron las parcelas de investigación con los cultivos en pleno desarrollo se inició la aplicación de los manejos agronómicos distribuidos en las franjas de manera perpendicular a los sistemas, de acuerdo al sorteo realizado y se han cumplido básicamente las siguientes actividades: la fertilización en los manejos orgánico intensivo y medio convencional se realizó en función del análisis de suelo y del requerimiento del cultivo, para el manejo bajo orgánico se aplicó la mitad de la fertilización recomendada y para el alto convencional un 50% más. Previó a la fertilización se realizó la aplicación de cal en todo el ensayo con el objetivo de corregir el pH del suelo y es importante indicar que la fertilización se realiza siempre en función de la fenología del cultivo. Se han cumplido con las actividades culturales que requiere el sistema según los manejos asignados, principalmente para el control de malezas, se han utilizado métodos químicos, mecánicos y manuales para la elaboración de coronas; el control de plagas se lo realiza con plaguicidas sintéticos, orgánicos y biológicos según corresponde y con las frecuencias que el manejo demanda.

CONCLUSIONES

En la Estación Experimental Central de la Amazonía de INIAP se encuentra establecido un ensayo que cubre una superficie de nueve hectáreas con sistemas agroforestales de cacao y diferentes niveles de manejo. Se aplican los manejos de acuerdo al protocolo aprobado y en campo al cruzarse con las franjas de sistemas, claramente están identificados los tratamientos en estudio.

Se ha iniciado el registro de las variables agronómicas, morfológicas en todas las especies componentes de los diferentes sistemas y se han realizado las primeras evaluaciones productivas del cacao como cultivo principal. Para el mantenimiento y evaluación del ensayo, se requiere la activa participación de todo un equipo interdisciplinario con un dominio de la distribución de los tratamientos y de los objetivos del experimento.

Se disponen de un escenario muy didáctico como parcelas demostrativas que es y será usado para capacitaciones con los resultados que se continúen obteniendo de las evaluaciones planificadas.

LITERATURA CITADA

Albrecht, A.; Kandji, S. 2003. Carbon sequestration in tropical agrofrestry systems. Agriculture, Ecosystems and Environment. 99: 15 – 27. Disponible en http://esanalysis.colmex.mx/Sorted%20Papers/2003/2003%20KEN%20-CO2%20Phys.pdf

Clement, Ch. 1985. Lista mínima de descriptores para caracterización del pejibaye en los bancos de germoplasma y en el campo. 16p.

Engles, J.; Morera, M. 1980. Lista de descriptores de pejibaye (*Bactris gasipaes*) In: Reunión Interamericana de pejibaye. CATIE. Turrialba. Costa Rica.

Farfán, V.F. 2014. Agroforestería y sistemas agroforestales con café. Manizales, Caldas. Colombia. 342p.

Flores Y. 2003. Crecimiento y productividad de plantaciones forestales en la Amazonía peruana. Lima. Perú. 64p

Graefe, S.; Dufour, D.; Zonneveld, M.; Rodriguez, F.; Gonzalez, A. 2012. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implications for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition. Disponible en http://download.springer.com/static/pdf/117/art%253A10.1007%252Fs10531-012-0402-3.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs10531-012-0402-

Holdridge, L. R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. Humberto Jiménez. S. 2da Ed. San José. IICA. 216p.

INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2010. Anuario Meteorológico. Nro. 50. Dirección de Gestión Meteorológica Procesamiento y Edición: SIGIHM, Quito, EC. 139 p.INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2017. Tablas y gráficos de resultados de la Encuesta de

Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), Año 2016. Quito, Ecuador. INEC. Disponible en http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/

Larrea, M. 2008. El cultivo de Cacao nacional: Un bosque generoso. Quito: Ecociencia/Corpei. Disponible en http://www.ecociencia.org/archivos/Manual_PAB_final-100226.pdf

Loor, R.; Casanova, T.; Plaza L. 2016. Mejoramiento y homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Programa Nacional de Cacao y Café. Publicación Miscelánea No. 433

Mendieta López, M.; Rocha Medina, L. 2007. Sistemas Agroforestales. Managua: Universidad Nacional Agraria.

Nieto, C.; Caicedo, C. 2012. Análisis Reflexivo sobre el Desarrollo Agropecuario Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. INIAP-EECA. Publicación Miscelánea No 405. Joya de los Sachas, Ecuador. 102p.

Pisco, J. 2003. Caracterización fenotípica de 35 líneas de chontaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K) de la colección de INIAP – Sector San Carlos. Tesis pregrado. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Babahoyo. Disponible en https://books.google.com.ec/books?id=SrobAgAAQBAJ&pg=PT32&lpg=PT32&dq=descriptores+para+chontaduro&source=bl&ots=3fCdz6epdy&sig.

Subía, C.; Paredes, N.; Caicedo, W.; Fernández, F.; Díaz A.; Bastidas, F.; Chávez, J. 2014. Análisis socioproductivo de los sistemas de producción agropecuaria en la zona norte y centro de la Amazonía Ecuatoriana. In: Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. INIAP-EECA/CATIE. Joya de los Sachas, Ecuador. 105 p.

Torres, J.; Tenorio, A.; Gómez, A. 2008. Agroforestería: Una estrategia de adaptación al cambio climático/Eds. Torres, J; Tenorio, A.; Gómez, A. Responsables de la sistematización del Proyecto: Groder Torres, Sabina Aquino, Pedro Ferradas, Alcides Vilela, Edson Ramírez, Roberto del Castillo, Geiler Ishuiza – Lima: Soluciones prácticas – ITDG. 124 p.

ANEXO 3

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

Identificación de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) con potencial para el mejoramiento de los sistemas de producción en el sur de la Amazonía ecuatoriana

D. Calderón*, C. Subía*, F. Fernández*, R. Loor**, O. Fouet***, C. Lanaud***
* INIAP-EECA, Joya de los Sachas, Ecuador, ** INIAP-EETP, Quevedo, Ecuador, *** CIRAD, Montpellier, Francia.

RESUMEN

La variabilidad existente dentro de las especies es la herramienta básica para los procesos de mejoramiento, la que se encuentra principalmente en sus respectivos centros de origen, como es el caso del cacao en la Amazonía ecuatoriana. Desde los años 60 – 70´s se han realizado varios estudios y prospecciones que han permitido el establecimiento de bancos de germoplasma, los que actualmente se encuentran custodiados por el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos del INIAP. Más recientemente, desde el año 2010 el Programa Nacional de Cacao, en coordinación con el CIRAD de Francia, en base a resultados científicos de interés para el Ecuador han realizado hasta el momento tres prospecciones al sur de la Amazonía. El material genético obtenido en la provincia de Zamora Chinchipe, se encuentra conservado y bajo evaluación en la Granja Experimental Domono (GED) de INIAP a 1100 msnm, para lo que fueron instalados un ensayo de clones (63) y un ensayo de híbridos (429). Al momento, los resultados en la GED evidencian materiales híbridos que superan significativamente los rendimientos registrados por los clones testigos (EET-103, CCN-51); los individuos híbridos identificados son: ZAMO3p19, ZAMO3p1, ZAMO5p9, los mismos que son considerados como promisorios para cabezas de clon adaptados a las condiciones de pie de cordillera y varios de ellos están usándose en el plan de mejoramiento por hibridación dirigida que actualmente lo desarrolla el Programa Nacional de Cacao en la Amazonía. Este accionar se ha complementado con la participación activa de comunidades Shuar y colegios agrícolas de la región, con quienes se ha extendido el rango de intervención hacia los cantones del Pangui – Zamora Chinchipe y Tiwintza – Morona Santiago, donde se realizaron talleres previos para la socialización y aprendizaje de la metodología de trabajo. Se han logrado colectar muestras foliares de 76 árboles para análisis genético que están siendo procesadas en los laboratorios de CIRAD, así también se obtuvieron varetas para clonación de todos los árboles y 97 mazorcas de 59 árboles para la obtención de híbridos. La multiplicación del material asegura la instalación de al menos un nuevo ensayo clonal y tres de descendencia híbrida que serán instalados próximamente en la región así como en las granjas experimentales, mientras que los resultados genéticos preliminares reflejan nueva e interesante variabilidad que ya está siendo usada en las estrategias de mejoramiento genético.

INTRODUCCIÓN

La cuenca amazónica es el centro de origen del cacao y cuenta con la mayor diversidad genética posible de la especie *Theobroma cacao* L. Dicha diversidad es un recurso natural que confiere a ciertos cultivares atributos útiles para el mejoramiento y en el mejor de los casos la selección de clones con potencial comercial. Desde los años 60 – 70´s se han realizado prospecciones a lo largo de la cuenca alta y baja del río Amazonas, lo que ha permitido el establecimiento de bancos de germoplasma que actualmente se encuentran custodiados por el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

En el Ecuador estudios previos identificaron en las plantaciones tradicionales de cacao, árboles representativos de la variedad de cacao fino Nacional, considerados en peligro de perderse. Estos individuos fueron comparados genéticamente con un grupo de cacaos silvestres provenientes de diversas regiones de América del Sur y Central, logrando evidenciar una fuerte relación de parentesco entre el grupo representante de la variedad Nacional con ciertas muestras procedentes del sur de la Amazonía ecuatoriana (Loor et al. 2009).

En los años 2010 y 2013 en el sur de la Amazonía ecuatoriana se realizaron dos prospecciones, fruto de ellas se recolectaron 83 y 48 muestras en cada año, respectivamente, obteniéndose hojas, varetas y frutos

de árboles silvestres o semi-silvestres como probables ancestros de la variedad Nacional. En aquella ocasión, en la Granja Experimental Domono del INIAP, ubicada a 11 km de la ciudad de Macas, en la provincia amazónica de Morona Santiago y en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, cerca de Quevedo, en la provincia de Los Ríos se instalaron ensayos con plantas clonales y con individuos híbridos segregantes provenientes de semilla de los árboles muestreados (Loor et al. 2015).

Después de 5 años de evaluación se han identificado individuos híbridos con alto potencial productivo: ZAMO3p19, ZAMO3p1 y ZAMO5p9 y por estudios realizados en Francia presentan también características de buena calidad organoléptica, superando significativamente al CCN-51 y al EET- 103 considerados como testigos en los estudios de mejoramiento que se conducen en la región, es por ello que estas colecciones en su conjunto constituyen para el país una importante fuente de genes para el diseño y desarrollo de nuevos esquemas de mejoramiento genético del cacao ecuatoriano.

Con estos antecedentes y revisada la información geográfica de la localización de los puntos de origen de los materiales colectados años atrás, se identificaron zonas en las provincias de la Amazonía sur con características ambientales ideales para el desarrollo del cultivo de cacao, donde no se han reportado colectas de materiales que permitan incrementar la variabilidad del cacao tipo Nacional y se desarrolló un plan de intervención que es el objetivo del presente estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de acercamiento a las comunidades inició a finales del 2016 para que en marzo de 2017 se realicen las visitas y la identificación de los árboles de cacao en los cantones amazónicos de Pangui perteneciente a la provincia de Zamora Chinchipe y Tiwintza en la provincia de Morona Santiago, república del Ecuador.

Apoyados por referencias y evidencias que datan sobre el origen del cacao, el Programa Nacional de Cacao del INIAP, realizó visitas a los cantones El Pangui y Tiwintza, para realizar un diagnóstico sobre la existencia de plantas de cacao antiguas, identificar actores claves y definir acciones que permitan recabar información y material genético de cacao de interés. En la primera visita se identificaron como aliados estratégicos organizaciones de productores, centros educativos, Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) locales, comunidades indígenas, técnicos locales y productores independientes, con quienes se socializaron los objetivos, las características que deben tener los árboles buscados y varios aspectos metodológicos del trabajo que concluyeron con el compromiso de que en la próxima reunión los actores locales llevarán mazorcas de cacao provenientes de los árboles de sus fincas que cuenten con las características propias de un árbol nativo.

En una segunda visita, se ejecutaron talleres con la participación de los productores padres de familia, estudiantes, técnicos y autoridades, y se les explicó el plan de prospección, se realizaron demostraciones prácticas sobre la evaluación y caracterización de las mazorcas de cacao llevadas por los propios productores como evidencia de la existencia de este tipo de cacao en sus propiedades. Con este diagnóstico de la variabilidad de cacao Nacional existente en la zona, junto con líderes y técnicos que conocen el sector y apoyados de mapas, se realizó la ubicación de los puntos de exploración, se analizaron trayectos y rutas que permitieron definir el cronograma de visitas a las fincas para la identificación, selección y recolección del germoplasma.

Para la recolección de las muestras de los árboles madres se siguieron las metodologías utilizadas junto con los técnicos del CIRAD en expediciones de los años 2010 y 2013 (Loor et al. 2015) que consistieron en la recolección de varetas, frutos y hojas todos debidamente codificados y respaldados con su registro fotográfico y los datos pasaporte con la información de fecha, finca, propietario, ubicación geográfica y posición geográfica, así como ciertas condiciones del lugar de acuerdo al formato que dispone el DENAREF.

Las varetas recolectadas fueron debidamente identificadas con su respectiva etiqueta y empacadas con papel toalla humedecido para evitar la deshidratación durante el traslado hacia la granja Palora del INIAP, ubicada en el cantón Palora de la provincia de Morona Santiago, donde se realizó la propagación vegetativa por el método de injertación de púa lateral que es la técnica utilizada en los procesos de multiplicación de plantas clonales por el INIAP, (Loor *et al*. 2016). Los patrones o porta injertos utilizados cumplían con los parámetros establecidos para el caso, los cuales fueron preparados con 3 meses de antelación.

Las mazorcas recolectadas fueron identificadas y trasladadas a la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) en la Joya de los Sachas provincia de Orellana, donde se evaluaron sus características morfológicas como: color, largo y diámetro de mazorca, espesor del casco, profundidad del canal, número, tamaño, color y peso de almendras. Las almendras fueron sembradas en fundas de vivero para la obtención de plantas con las que se establecieron pruebas experimentales de descendencia en cada una de las localidades de origen con una réplica de las poblaciones en la GED y en la EECA; otro grupo de mazorcas fueron enviadas al laboratorio de calidad organoléptica de la Estación Experimental Tropical Pichilngue (EET-P) en la Provincia de Los Ríos, donde se realizaron pruebas de calidad.

De cada árbol muestreado se recolectaron entre 2 y 3 hojas sanas, las que fueron empacadas en fundas plásticas al vacío con su respectiva identificación para ser enviadas a los laboratorios del CIRAD en Francia y proceder con el análisis molecular utilizando la técnica de microsatelites para explorar la diversidad genética colectada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cada una de las fincas visitadas se tomaron muestras de entre uno y ocho árboles con características de cacao de tipo Nacional, la principal condición fue que la edad estimada de los árboles sea mayores a los 20 años, lo que se verificó de acuerdo al desarrollo de la planta y fue corroborado con a la información proporcionada por los dueños de los predios. Se obtuvieron muestras de 76 individuos originarios de 34 fincas ubicadas entre los 200 y 1200 metros de altitud. Las fincas están distribuidas en 21 localidades de seis parroquias dentro de los tres cantones explorados en las provincias de Zamora Chinchipe y Morona Santiago (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción general y localidades exploradas de los genotipos colectados en el sur de la amazonia ecuatoriana 2017.

Descripción	Cantón		
	El Pangui	San José	Santiago
Árboles Identificados	34	20	22
Altitud (msnm)	757 – 1153	200 - 222	245 - 365
Mazorcas evaluadas	51	32	23
Semillas obtenidas	1394	1043	589
Injertos obtenidos	581	454	522

Las principales características de las zonas intervenidas y las condiciones más llamativas de los árboles identificados dentro de cada uno de los cantones, se detallan a continuación:

Cantón El Pangui – Zamora Chinchipe.

En el cantón Pangui se exploraron las parroquias Guismi, Tundayme, Pangui y Pachicutza, identificándose 34 árboles madres (Cuadro 1). La zona se caracteriza por presentar vegetación de tipo montañosa y áreas cultivadas, que ocupan un rango altitudinal entre los 700 y los 1200 msnm. En la localidad El Porvenir se colectaron 5 árboles que se encontraban dentro de pastizales y fueron considerados como materiales nativos que fueron dejados por los finqueros al momento de talar el bosque para el establecimiento de sus potreros, uno de estos árboles presentó almendras de color blanco.

En la localidad de Uwents se tomaron muestras vegetativas de un árbol que no presentaba frutos maduros al momento de la colecta, dos árboles fueron colectados en la localidad de Santiago Paty, junto a áreas cultivadas y pastizales. En la comunidad Shuar Numpai a orillas del río Chuchumbleza, se recolectaron 4 árboles, para luego obtener material de 5 árboles de una parte montañosa ubicada sobre los 800 msnm, en la comunidad La Granja.

En el sector Oasis en una área con cacao cultivado, se recolectó un árbol y 6 árboles fueron identificados en el sector denominado Paraíso, considerada como la zona de mayor altitud (953 hasta 1153 msnm) visitada. Un individuo se identificó en el sector San Antonio, 5 fueron colectados en Tundayme que

corresponden a materiales nativos y material propagado por el agricultor, para avanzar en la vía Pangui – Yantzaza, hacia la comunidad Santa Rita donde se obtuvieron 2 árboles y terminar con una muestra de la localidad Calderón en la vía Sta. Rosa.

Cantón Tiwintza – Morona Santiago.

En el Cantón Tiwintza se visitaron varias zonas de las parroquias Santiago y San José de Morona, se contó con el apoyo de técnicos nativos que guiaron al equipo por las riveras de los ríos Yaupi y Santiago. Durante la exploración en este cantón se colectaron 42 árboles en este cantón (Cuadro 1).

En la parroquia San José de Morona se recolectaron 20 árboles madres, específicamente en la comunidad la Unión donde se encontraron árboles que presentaron alta producción al momento de la visita. Varios de estos árboles fueron encontrados dispersos dentro de los pastizales y otros se identificaron en terrenos cultivados por los productores. Uno de los árboles presentó más de 200 mazorcas al momento de la colecta y siguiendo el camino en la vía Guayusa – Panientza se encontró un individuo con alrededor de 100 mazorcas sanas y la particularidad de que todas las almendras en una mazorca tomada al azar eran blancas.

En la parroquia Santiago se recolectaron 22 árboles madres, partiendo del Centro Jempekath con dos árboles y luego hacia el sector las Peñas donde en los linderos de las fincas, se identificaron dos árboles de almendras blancas. Siguiendo por el río Yaupi en la comunidad Kumpak, junto a la laguna del mismo nombre, muy alejado del centro de la comunidad se obtuvieron dos accesiones y únicamente un árbol se rescató en la comunidad San Juan. En la comunidad Shuar de San Ramón aguas abajo del río Santiago cerca del destacamento militar soldado Monge, se recolectaron tres árboles, en condiciones silvestres bajo la vegetación y muy dispersos unos de otros. En la cabecera cantonal de Santiago se identificaron cuatro árboles, específicamente en la localidad de Kusumas para terminar con tres individuos que fueron colectados en la comunidad San Miguel.

Se colectaron 106 mazorcas de las cuales al momento de la evaluación únicamente nueve no fueron consideradas por estar enfermas o muy tiernas. La forma de las mazorcas colectadas es muy similar a los cacao de tipo Nacional, semejantes a las accesiones o árboles nativos, colectadas a lo largo de la cabecera del río Napo cerca de la frontera con Perú (Desrosier y Buchwald 1949). De la evaluación de las principales características morfológicas de las 97 mazorcas colectadas, todas ellas de coloración amarilla en su estado maduro, se registraron mazorcas de entre 12 y 32 cm de largo con diámetros entre 7 y 14 cm que contenían entre 9 y 55 semillas alcanzando peso fresco de entre 25 y 300 g, lo que corrobora la alta diversidad existente dentro del cacao Nacional.

El 25% de las mazorcas evaluadas presentaron almendras de color blanco, identificándose variabilidad en la coloración de las almendras con tonalidades blancas y moradas o purpuras, incluso dentro de una mazorca se podía evidenciar presencia de un porcentaje de almendras blancas y de coloración morada o purpura y en otras mazorcas el 100% de sus almendras eran blancas.

Por las características evaluadas en los frutos y por la observación en campo de los árboles seleccionados, es claro que existe una amplia diversidad genética lo que favorece la continuidad de la especie ya que permite una mejor adaptación a las diferentes condiciones ambientales y esto es muy valioso considerando que el conocimiento del nivel de diversidad genética asegura la supervivencia de la especie (Van Delden 1992).

CONCLUSIONES.

Se dispone de materiales genéticos de cacao provenientes de un amplio rango de altura sobre el nivel del mar y varios de ellos pueden ser considerados como “cacao de altura” ya que fueron encontrados sobre los límites altitudinales de las condiciones óptimas para el cultivo de cacao. Los árboles colectados durante la expedición presentan características similares a los cacaos de tipo Nacional en relación a sus caracteres morfológicos de fruto y semilla.

En todas las varetas portayemas obtenidas de los árboles madres, se obtuvo éxito en el prendimiento de los injertos realizados, lo que aseguró la obtención de plantas clonales para el establecimiento de una colección de trabajo, la misma que será establecida dentro de los predios de la Estación Experimental Central de la Amazonía.

Las semillas obtenidas de las mazorcas evaluadas fueron sembradas, propagándose 3026 plantas híbridas que son establecidas en los ensayos locales que han sido coordinados con los colegios técnicos agrícolas dentro de cada uno de los cantones y con réplicas de las poblaciones a nivel de Granja y Estación Experimental. Se enviaron 43 mazorcas colectadas en Tiwintza (San José de Morona) a los laboratorios de calidad en la EET-Pichilingue para su respectivo proceso de microfermentación y análisis de calidad organoléptica.

Los árboles TIW 049 y 052, presentaron el mayor número de mazorcas maduras y en formación al momento de la colecta, lo que se utilizará como referencia para identificar genotipos superiores en futuros trabajos de mejoramiento genético a desarrollarse en la Amazonía.

LITERATURA CITADA

Allen, J. 1987. Recolección de cacao silvestre de la región amazónica ecuatoriana. Traducido por C. Suarez y H. Mora. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. 116 p. (Comunicación Técnica Nº 15).

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. Umpublished, 15 p. typed.

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., Lachenaud P, Fouet O, Arguot X, Peña G, Castro J, Amores F, Valdez F, Hurtado J, Lanaud C. 2015. Rescue of Cacao Genetic Resources Related of the Nacional Variety: Surveys on the Ecuadorian Amazon (2010 – 2013). ESPAMCIENCIA. Vol. 6, Núm 3, p 7-15.

Loor, R; Casanova, T; Plaza, L. 2016. Mejoramiento y homologación de los procesos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. Eds. Publicación Miscelánea No. 433, 1ª ed. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), EET-Pichilingue, Mocache, Ecuador. 103 p. ISBN: 978-9942-22-103-2.

Van Delden, W. 1992. Genetic diversity and its role in survival of species. Biodiversity and Global Change. Eds. CAB international and IUBS. 1992. In: Chapter 6: 41-56.

ANEXO 4

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ÁRBOLES DE CACAO CON CARACTERÍSTICAS DESEABLES EN LA AMAZONÍA SUR

Dentro del proyecto que el Programa Nacional de Cacao lo ejecuta hace años atrás con el apoyo del CIRAD-Francia, se contempla la identificación y caracterización de árboles de cacao con características deseables como cabezas de clon o como padres donantes de genes, para lo que se visitan fincas de productores en la Amazonía Sur, se evalúan los árboles presentes en fincas y se toman muestras vegetativas para su propagación y análisis de calidad como análisis genéticos.

Para el presente año se han realizado los contactos correspondientes y talleres de identificación de productores en los cantones El Pangui – Zamora Chinchipe y Tiwintza – Morona Santiago, los que serán visitados de acuerdo al siguiente plan de acción, con el objetivo de caracterizar in situ los árboles de cacao existentes que puedan ser de interés para los planes de mejoramiento del Programa Nacional.

EVALUACIÓN DE CACAO EN EL PANGUI – ZAMORA CHINCHIPE

En base a la lista de los 27 productores que participaron en el taller realizado en el Pangui, donde se evaluaron 45 mazorcas provenientes de árboles individuales y en una reunión posterior con apoyo de técnicos locales se ubicaron geográficamente las fincas en grupos como se establece en el siguiente plan de visitas (Tabla 1). Considerando dos equipos técnicos para visitar a cada grupo de productores en un día, se estiman tres días efectivos para el recorrido por fincas del cantón El Pangui, es decir fuera de los días de traslado desde las estaciones.

Tabla 1. Grupos de productores para prospección El Pangui

Día	EQUIPO 1		EQUIPO 2	
	PRODUCTORES	**ZONA**	**PRODUCTORES**	**ZONA**
1er	**GRUPO 1**		**GRUPO 2**	
	Sra. Ruth Urgilez (Jefferson Vele)	**La Recta**		
	Efren Guzman(Luis Cajamarca)	**Pangui**	Geovanny Vera Oviedo	**Nuevo Paraiso**
	Víctor León Pardo Armijos	**La Cima**	José Miguel Lozano Guachisaca	**Nuevo Paraiso**
	Carlos Vicente Loja Farez	**La Recta**	Ángel Vicente Lapo	**El Paraiso**
	Omar Maldonado	**La Granja**	Alicia Del Carmen Sigüenza	**El Paraiso**
	Félix Antonio Sarango Castillo	**Tumbaime**		
2do	**GRUPO 3**		**GRUPO 4**	
	Maria Deleg	**San Miguel**	Homero Ordoñez	**San Roque**
	Juan Ernesto Nuninga Yankur	**San Antonio**	Miguel Ángel Condoy Paladines	**San Francisco**
	Rosa Borja Martín	**San Antonio**	María Juana Macas Armijos	**San Roque**
	Manuel Eliseo Morocho G.	**Simón Bolívar**	Miguel Ángel Gutiérrez Guamán	**San Roque**
	José German Castro Marín	**Nuevo Paraiso**	Luis Rubino Abarca Abarca	**San Roque**
	Ángel Ramón Fernández	**Simón Bolívar**	Néstor Gutiérrez	**San Roque**
3er	**GRUPO 5**		**GRUPO 6**	
	Laura Wisum	**Santiago Pati**		
	Rosa Ankuash	**San Pedro**	Hilda Zamareño	**Calderón**
	María Zhingre (Jadan Felix)	**Sta. Rosa**	(Jordan Arteta) *	
	Rogelio Pesantez(Joel Pesantes)	**Guismi**		

** Se considera un solo productor debido a la distancia que se debe recorrer para llegar a la finca, pero se entiende que dispone de material de mucho interés para el objetivo que persigue el Programa de Mejoramiento.*

EVALUACIÓN DE CACAO EN TIWINTZA – MORONA SANTIAGO

Corresponde a las dos parroquias del cantón, donde con apoyo de las instituciones educativas y técnicos locales (Talleres realizados) se identificaron las zonas y a los productores que se visitarán con los dos equipos que integran la comisión.

En San José de Morona, se realizó el taller en el Colegio Real Audiencia de Quito donde se evaluaron 38 mazorcas provenientes de árboles independientes, de acuerdo a la información proporcionada por 17 productores participantes. Su referencia para ubicación en la zona se presenta en el Tabla 2 y se estima que cubrir la zona tomará entre 3 y 4 días trabajando en dos equipos y con el apoyo de productores como guías locales.

Tabla 2. Grupos de productores para prospección San José de Morona – Tiwintza

Día	EQUIPO 1		EQUIPO 2	
	PRODUCTORES	**REFERENCIA**	**PRODUCTORES**	**REFERENCIA**
1er	**GRUPO 1**		**GRUPO 2**	
			Katalina Tsenkush	**Vía Sn Agustín 5min**
	Juan Uyaguari	**Junto Escuela**	William Chamik	**Cerca Katalina**
	Miguel Uyaguari	**10 min Unión**	Antonio Livichuska	**Vía Sn Agustín 10min**
	José Samisaca	**Por cementerio**	Isabel Juela	**Vía Sn Agustín 5min**
	Juan Kaguana	**Antigua pista**	Manuel Fernández	**Frente Katalina**
	Zoila Guaraca	**Hito 24**	Luis Piña *	**???**
2do	**GRUPO 3**		**GRUPO 4**	
	Carlos Morocho, (Maria Duchitanga, Manuel Morocho)	**Cerca Unión (Familia)**		
	Segundo Lozano	**Cerca Unión**	Luis Maita	**Sector Guayusa**
	César Carchi	**Cerca Unión**	Patricio Árias	
	Félix Morocho	**Cerca Unión**		
	César Morocho	**Cerca Unión**		
3er	**GRUPO 5**		**GRUPO 6**	
			Byron Saand	**Vía Sn Agustín**
	Tres productores *	**Panintza ***	S/N	**3ra línea ***

** Nuevos productores o sectores que no participaron del Taller.*

En Santiago se realizó el taller con el apoyo del Colegio Jaime Roldós Aguilera donde participaron 18 productores y se evaluaron 26 mazorcas, además se cuenta con la participación de los técnicos del MAGAP para cumplir las visitas a las fincas de los participantes y a zonas de interés de donde no pudieron llegar los productores al taller, como se presenta en el Tabla 3. El recorrer la zona requiere de movilización por medio de los ríos, lo que incide en el tiempo estimado que estaría entre 3 y 5 días.

Tabla 3. Grupos de productores para prospección Santiago – Tiwintza

Día	EQUIPO 1		EQUIPO 2	
	PRODUCTORES	**REFERENCIA**	**PRODUCTORES**	**REFERENCIA**
1er	**GRUPO 1**		**GRUPO 2**	
			Marco Punin	**Palomino**
	Omar Chup	**San Miguel**	Rosa Wamputsar	**Palomino**
	María Uwigin	**Chichis**	Flavio Palomino	**Palomino**
	Efraín Zabala	**Frontera**	Andrea Toledo	**La Libertad**
	Wilmer Calle *	**Peñas ***	Juanga Teddy	**Kushapuk**
	S/N	**Pitiu ***	Carlos Taishe	**Kushapuk**
			Domingo Ankuorsh	**Kushapuk**
2do	**GRUPO 3**		**GRUPO 4**	
	Marcelo Unkuch	**Sharian**		
	Mariela Warush	**Sharian**	S/N	**Chinkianas ***
	Vicente Kunkumas	**Tsapa**	Patricio Tente	**Kayamas ****
	José Nunin	**Mayaik**	S/N	**San Juan ***
	Medardo Wachaya	**Yumisim**	S/N	**Tushipi ***
	S/N	**Tsuiis ***		
	S/N	**San Carlos ***		
3er	**GRUPO 5**		**GRUPO 6**	
	Rosa Chintian	**Mirador**		
	S/N	**Kusumas ***	S/N	**Santiago ****
	S/N	**Kaputna ***	S/N	**Yaupi ****
	S/N	**San Luis ***		

Desde el Grupo 3 al 6 se requiere movilización vía fluvial y probablemente un día más que los planificados.
** Productores y Sectores nuevos que no participaron del taller.*
*** Sectores fuera de la parroquia (Kayamas – San Juan) o fuera del Cantón (Grupo 6 – Logroño)*

En base a lo anterior y a las fechas previstas para cumplir estas actividades en los cantones del Pangui y Tiwintza en la Amazonía Sur, así como la injertación de varetas en la Granja Palora (GEP) y la multiplicación de semilla en la EECA, se propone en el siguiente cronograma de actividades:

Tabla 4. Cronograma de actividades para identificación de árboles élite en la Amazonía Sur

ACTIVIDADES	**MARZO**															
	Ma 07	Mi 08	Ju 09	Vi 10	Sa 11	Do 12	Lu 13	Ma 14	Mi 15	Ju 16	Vi 17	Sa 18	Do 19	Lu 20	Ma 21	Mi 22
Adecuación de viveros y ambiente de propagación *	*Actividades que se realizarán a partir del 02 y 03 de marzo previo al inicio de las visitas para tener listo el ambiente de propagación.*															
Traslado de patrones hacia la GEP																
Arribo a Quito de técnico CIRAD																
Traslado Est. Exps hacia el Pangui																
Evaluación árboles El Pangui																
Movilización de varetas y semilla																
Injertación y siembra de almendras																
Traslado hacia San José																
Evaluación árboles San José																
Evaluación árboles Santiago																
Retorno a las Est. Experimentales																

** Arreglo de sarán, plástico, llenado y organización de fundas y patrones.*

Las varetas se trasladarán a la GEP para ser injertadas al segundo día de haber sido tomadas y las mazorcas se llevarán hasta la estación donde debidamente etiquetadas serán sembradas sus almendras para el estudio de los híbridos. La planificación es sujeta de cambios muy puntuales según amerite el avance del plan de acción y la disponibilidad de germoplasma por propagar.

Para el cumplimiento de los tiempos y cubrir la zona de interés se requerirá el trabajo de varios técnicos del programa de Cacao & Café y Transferencia del INIAP, más un técnico proveniente del CIRAD, que trabajarán en dos grupos de tres o tres grupos de dos según la necesidad, así como también se requiere la participación de injertadores como se propone a continuación:

- **EECA:** Ings. Fabián Fernández, Darío Calderón, Cristian Subía ,
  Agrónomos del PCC – EECA (movilización de material y propagación).
- **EETP:** Dr. Gastón Loor, Injertador
- **CIRAD:** Ing. Olivier Fouet
- **MAGAP:** Agrs. Juan Tuist, José Taisha (Santiago – Tiwintza)
- **LOCALES:** Ing. Omar Maldonado (Pangui), Sr. William Chamik (San José).

Los materiales requeridos de acuerdo al número de árboles a caracterizar y evaluar son: fundas para siembra de semilla de mazorcas colectadas, patrones de cacao, material de injertación, fundas de papel, etiquetas, piola, alambre y alcohol.

El presupuesto requerido para el cumplimiento de la actividad se detalla a continuación:

Tabla 5. Presupuesto para identificación de árboles élite en la Amazonía Sur

ITEM *	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Fundas plásticas (6x8)	Millar	6	15.00	90.00
Patrones de cacao	Unidad	3500	0.25	875.00
Parafilm	Rollo	2	50.00	100.00
Fundas de bolos o amarre de injerto	Millar	5	5.00	25.00
Plastico UV	Rollo	1	300.00	300.00
Sarán	Rollo	1	400.00	400.00
Alambre fino	Rollo	1	10.00	10.00
Piola paja	Rollo	3	10.00	30.00
Alcohol	Litro	1	10.00	10.00
Combustible (3 camionetas)	galones	290	1.037	300.73
TOTAL				**2140.73**

** Del INIAP participarán aprox. 9 técnicos (viáticos) y en caso de requerir guías locales su costo es de $15.00 díarios.*

Elaborado por equipo técnico de la EECA y revisado por Coordinación Nacional del PCC