



**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**



**PROGRAMA DE CACO Y CAFÉ**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2019**

## INFORME ANUAL 2019

1. **Programa:** Cacao y Café Estación Experimental Portoviejo
2. **Director de la Estación Experimental:** Ing. Eddie Ely Zambrano Zambrano
3. **Responsable Programa:** Ing. Geover Peña Monserrate

4. **Equipo técnico multidisciplinario I+D:**

**Programa Nacional de Cacao y Café**

Dr. Gastón Loor (EETP)

Ing. Ignacio Sotomayor Cantos (EETP)

Ing. Luis Plaza (EETP)

Ing. Hilton Guerrero (EETP)

Ing. James Quiroz (EELS)

**Sección DNPV-EEP**

Dr. Ernesto Cañarte (EEP)

Ing. Bernardo Navarrete (EEP)

Ing. Alma Mendoza (EEP)

**Sección Agroforestería**

Ing. Ricardo Limongi (EEP)

Sección Transferencia de Tecnología-Planificación

Ing. Benny Avellán (EEP)

Ing. Andrea Álava (EEP)

5. **Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo
6. **Proyectos:** Respuestas fisiológicas al déficit o exceso de agua de combinaciones de patrones e injertos de clones de cacao: Calidad organoléptica.
7. **Socios estratégicos para investigación:**  
Ministerio de Agricultura y Ganadería  
Universidad Técnica de Manabí – Facultad de Ingeniería Agronómica  
Corporación Fortaleza del Valle  
Nestlé
8. **Publicaciones:**

**Artículos científicos y libros**

Álvarez, H. Limongi, R. **Peña, G.** Navarrete, B. Zambrano, E. and Viera, W. (2019). Agro-Morphological Characterization “*In situ*” of *Tamarindus indica* L. in the Dry Forest of Ecuador.

Pertanika J. Trop. Agric. Sc. 42 (3): 1147 – 1156. ISSN: 1511-3701 e-ISSN: 2231-8542. **J. Trop. Agric. Sc. 42 (3): 1147 - 1156 (2019). Journal homepage: <http://www.pertanika.upm.edu.my/>**

Barrera, V.; Alwang, J.; Casanova, T.; Domínguez, J.; Escudero, L.; Loor, G.; **Peña, G.**; Párraga, J.; Arévalo, J.; Quiroz, J.; Tarqui, O.; Plaza, L.; Sotomayor, I.; Zambrano, F.; Rodríguez, G.; García, C.; Racines, M. (2019). La cadena de valor del cacao y el bienestar de los productores en la provincia de Manabí-Ecuador. Quito, Ecuador. 204 pp.

### Congresos

PEÑA GEOVER; JAIMEZ ARELLANO RAMON EDUARDO; GEORGE CEDEÑO; FRANCISCO ARTEAGA. 2019. Respuestas hídricas y de la fluorescencia de la clorofila de plántulas de clones de cacao nacionales injertados en diferentes patrones en condiciones de déficit hídrico. Presentado en el II Congreso Internacional de Ciencias Agropecuarias en el marco de la III Convención científica internacional de la UTM 2019. 23-25 de octubre de 2019. Portoviejo-Ecuador.

JAIMEZ ARELLANO RAMON EDUARDO; **GEOVER PEÑA**; GEORGE CEDEÑO; FRANCISCO ARTEAGA, 2019. Relaciones hídricas y fluorescencia de la clorofila a en clones de cacao nacional en un ambiente tropical seco. Presentado en el II Congreso Internacional de Ciencias Agropecuarias en el marco de la III Convención científica internacional de la UTM 2019. 23-25 de octubre de 2019. Portoviejo-Ecuador.

Geover Peña Monserrate. 2019. Importancia y conservación de la Agrobiodiversidad para la alimentación y la agricultura. Presentado en la Primeras Jornadas tecnológicas, innovación y productividad agropecuaria. 9-12 de septiembre de 2019. Portoviejo-Ecuador.

Geover Peña Monserrate. 2019. Conservación de la Agrobiodiversidad, manejo de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Presentado en las Jornadas-Técnicas INIAP. 25-28 de noviembre de 2019. Portoviejo-Ecuador.

Geover Peña Monserrate. 2019. Efecto del estrés hídrico en la morfología y fisiología de plántulas de cacao. Presentado en las Jornadas-Técnicas INIAP. 25-28 de noviembre de 2019. Portoviejo-Ecuador.

### 9. Participación en evento de difusión científica, técnica o de difusión:

Geover Peña Monserrate. 2019. Manejo para la conservación de semillas nativas de los productores de la agricultura familiar campesina. EE-Litoral Sur, 20 participantes. Grupo meta técnicos del MAG. 17 de abril de 2019. Virgen de Fátima-Ecuador.

Geover Peña Monserrate; Hugo Álvarez. 2019. “Capacitación Manejo de cultivos tropicales EE-Portoviejo”. 31 participantes. Estudiantes de la ULEAM-Chone. Julio 5 de 2019. Portoviejo-Ecuador.

Ernesto Cañarte, Geover Peña Monserrate. Capacitación en artrópodos en cacao y manejo de cultivos en la EE-Portoviejo. 40 participantes. Estudiantes de la ULEAM-Chone. 10 de julio de 2019. Portoviejo- Ecuador.

Geover Peña Monserrate. 2019. Replica de conocimiento. “MusaNet Latin American and Caribbean Regional Workshop on *Musa* Characterization and Documentation” EE-Portoviejo. 77 participantes. Julio 26 de 2019. Grupo meta Técnicos del MAG, estudiantes y docentes de Universidades locales, investigadores del INIAP, estudiantes tecnológicos agropecuarios. Portoviejo-Ecuador.

Geover Peña Monserrate; Ricardo Limongi. 2019. Capacitación en sistemas agroforestales en la EE-Portoviejo. 29 participantes. Grupo meta estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí. 29 de julio de 2019. Santa Ana- Ecuador.

Ricardo limongi; Geover Peña Monserrate. 2019. Sistemas de producción e investigación agroforestales- Curso de Dasonomía UTM. 27 participantes. Grupo meta estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí. 5 de agosto de 2019, Santa Ana-Ecuador.

Ricardo limongi; Geover Peña Monserrate. 2019. Sistemas de producción e investigación agroforestales- Curso de Dasonomía UTM. 22 participantes. Grupo meta estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí. 5 de agosto de 2019, Santa Ana-Ecuador.

Ricardo Limongi; Geover Peña Monserrate. 2019. Capacitación en sistemas agroforestales- evaluación de árboles plus EE-Portoviejo. 23 participantes. Grupo meta estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí. 20 de agosto de 2019. Santa Ana-Ecuador.

Geover Peña Monserrate. 2019. Gira de observación en procesos de investigación en mejora genética y recursos fitogenéticos. 15 participantes. Grupo meta Maestrante de la Universidad Técnica del Norte de Ibarra. 20 de septiembre de 2019. Pichilingue-Ecuador.

Geover Peña Monserrate. 2019. Gira de observación en procesos de investigación en mejora genética y recursos fitogenéticos. 15 participantes. Grupo meta Maestrante de la Universidad Técnica del Norte de Ibarra. 21 de septiembre de 2019. Portoviejo-Ecuador.

Geover Peña Monserrate. 2019. Gira de observación en procesos de investigación en mejora genética y recursos fitogenéticos. 15 participantes. Grupo meta Maestrante de la Universidad Técnica del Norte de Ibarra. 21 de septiembre de 2019. Portoviejo-Ecuador.

Geover Peña Monserrate. Cambio Climático, importancia y usos de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de cacao. Presentado en FERIA Y FORO DE EXPERIENCIAS “NOSOTRAS EMPRENDEMOS EN CAFÉ Y CACAO” 15-16 de noviembre de 2019. San Isidro-Ecuador.

## 10. Propuestas presentadas:

### Propuesta 1.

**Título:** Respuestas fisiológicas al déficit o exceso de agua de combinaciones de patrones e injertos de clones de cacao: Calidad organoléptica.

**Tipo propuesta:** Proyecto

**Fondos o Convocatoria:** UTM-INIAP

**Fecha presentación:** Mayo de 2019

**Responsables:** Dr. Ramón Jaimez, Ing. Geover Peña

**Equipo multidisciplinario:** Ramón Jaimez, Geover Peña, Francisco Arteaga, George Cedeño, Ricardo Limongi

**Presupuesto:** USD 4000

**Duración proyecto:** 18 meses

**Estado:** Aprobado

**Fecha probable inicio ejecución:** Febrero de 2020

## 11. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento: (Describir los hitos o actividades que se han ejecutado en el año por el programa o departamento independientemente de la fuente de financiamiento)

**Actividad 1:** Seleccionar y recolectar accesiones de cacao tipo nacional en fincas de productores en la Provincia de Manabí con fines de conservación, selección y desarrollo.

**Responsable:** Geover Peña Monserrate (EEP).

**Colaboradores:** James Quiroz Vera (EELS); MAG; CONSORCIO “LA MINGA DEL CACAO”

### Antecedentes

El Cacao (*Theobroma cacao* L.) es un árbol nativo de los bosques húmedos de América del Sur. Se estima que el centro de origen del cacao se encuentra localizado en los bosques tropicales de la Región Amazónica de Perú, Colombia y Ecuador, debido a la alta diversidad genética que ha sido reportada en estos sitios (Chesman, 1944 y Cuatrecasas, 1964). Esta diversidad comprende un gran conjunto de poblaciones con un origen genético y grado evolutivo, que ocupan un nicho ecológico específico con aparente centro de origen en la cuenca alta del Amazonas (Quiroz, 2002).

Esta diversidad juega un rol importante en los procesos de conservación de los recursos genéticos tanto nativos como mejorados, ya que estos representan la materia viviente que puede propagarse sexual o asexualmente, que tiene un valor actual y potencial para la alimentación y la agricultura. Así mismo en su utilización como fuente de genes para programas de mejora genética y en la comprensión de estudios taxonómicos, elaboración de mapas genéticos y la secuencias de genes (Motamayor, 2002).

El estado ecuatoriano a través de Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) sintiendo la preocupación del sector cacaotero del país ha emprendido un importante proyecto para el rescate de zonas productoras de cacao fino de aroma, por consiguiente pone en marcha el Proyecto Reactivación de Café y Cacao como estrategia para mejorar la productividad y competitividad en ambos sectores, identificando una gran diversidad de árboles con características deseable para la utilización en programas de conservación y mejora genética. En este sentido el INIAP considera de alta importancia el rescate de materiales de cacao nacional puro, para la conformación de colecciones que permitan garantizar su conservación, investigación y posterior desarrollo en las condiciones de Manabí.

Con estos antecedentes se propone con este trabajo, realizar una recolección de materiales de cacao de tipo nacional, cuyas accesiones se implementaran en una colección que servirá de base para procesos de conservación y mejora genética en la Estación Experimental Portoviejo.

## Objetivos

### General.

Establecer, conservar y caracterizar genotipos de cacao nacional adaptados a la provincia de Manabí y su utilización en programas de mejoramiento genético para la obtención de nuevos materiales con características de interés comercial.

### Específico.

1. Recolectar y caracterizar *in situ* genotipos de cacao tipo Nacional en diversas zonas cacaoteras de Manabí para establecimiento de una colección *ex situ*.
2. Caracterizar morfológicamente, genéticamente y evaluar el comportamiento agronómico, fitosanitario, productivo y organoléptico de los materiales recolectados y establecidos en campo a modo de colección *ex situ*.
3. Establecer una base genética para realizar trabajos de mejoramiento genético en cacao para la selección de materiales superiores y adaptados a las zonas cacaoteras de Manabí.

## Metodología



El presente trabajo se ejecutó en la provincia de Manabí, abarcando por el momento dos cantones representativos en cuanto a la producción de cacao y área de siembra como son: Flavio Alfaro y Bolívar, este estudio se dividió en dos fases que se describen a continuación:

### **Fase 1. Identificación, colecta caracterización y multiplicación clonal del material**

Para la demarcación e identificación de la finca, se contó con el apoyo del CONSORCIO MINGA DEL CACAO Y MAG, quienes con su equipo técnico en territorio se efectuarán la preselección y etiquetado de las accesiones de cacao tipo Nacional con edades que superen los 75 años, que presenten buen estado fitosanitario y productivo. Se utilizó un GPS para georeferenciar los árboles seleccionados en la fincas.

Una vez identificado los árboles de cacao, se procedió a la recolección el germoplasma con participación activa de los productores de cacao, esta estrategia permitió seleccionar participativamente genotipos, resultado de la domesticación en ambientes y comunidades locales, diferenciados por su origen, calidad y sabor, adaptados a ambientes particulares. A diferencia de otras estrategias en las que el productor no participa y es un simple espectador, en la selección participativa juega un rol importante para la identificación, la definición de variables y criterios, y en la calificación para selección de los árboles élite.

Es importante la determinación de las áreas, diversificación y distribución geográfica, para ello se inició con una planificación de colecta, definiendo sitios de recolección, se recopiló información sobre los sitios, determinando estrategias de muestreo, cumpliendo requisitos legales y preparación logística de los materiales. (Montero *et al*, 2018). Para la recolección de muestras (accesiones o entradas) se aplicaron los procedimientos y metodologías recomendados por el DENAREF (Nieto *et al.*, 1984), así como los protocolos sugeridos en el Código Internacional de Conducta para la Recolección y Transferencia de Germoplasma Vegetal (FAO, 1994).

[http://treatylearningmodule.bioversityinternational.org/fileadmin/template/learning/upload/S\\_PANISH/Reference%20materials/CCgermpS%20.pdf](http://treatylearningmodule.bioversityinternational.org/fileadmin/template/learning/upload/S_PANISH/Reference%20materials/CCgermpS%20.pdf)

El proceso de recolección de germoplasma se realizó de acuerdo a la siguiente ruta de trabajo:

#### **Planeación técnica y logística de la colecta**

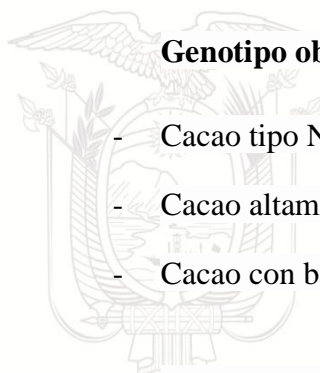
- La información que se tomó sobre el material colectado en campo
- La ruta identificada georeferencialmente por las brigadas de poda del proyecto de reactivación de café y cacao
- Momento óptimo de colecta
- Composición del personal que participó en la colecta
- El equipamiento técnico necesario para colectar



- Y la documentación útil y necesaria para llevar a cabo exitosamente la colecta

### **Paralelamente se trabajó sobre:**

- Aspectos legales de la colecta (permisos de colecta)
- Estudio de accesibilidad de la zona de colecta
- Tamaño y composición del personal que hará la colecta
- Tipo de transporte a utilizar
- Duración del trabajo de colecta
- Contacto con personal que conoce a los pobladores/agricultores, biodiversidad, cultura, dificultades y demás detalles importantes de la zona a colectar



### **Genotipo objetivo**

- Cacao tipo Nacional fino de aroma
- Cacao altamente productivos
- Cacao con bajas afectaciones de enfermedades

### **Estudios ecogeográficos previos**

Recopilación y síntesis de información ecológica, geográfica cuyos resultados de carácter predictivo, sirven para determinar prioridades para la colecta de germoplasma.

### **Cuidados durante la colecta**

- Proteger las poblaciones vegetales, los hábitats, el personal y el equipo de colecta
- Respetar las comunidades que habitan la zona
- Aspectos legales
- Consecución de permisos – Acceso a recursos fitogenéticos *in situ*

### **Accesibilidad de la zona**



- Climatología, orden público, estado de las vías, receptividad de las comunidades, disponibilidad de tiempo del personal local/guía.

### **Tipo de transporte utilizado**

- Terrestre
- Conductor experimentado y con conocimiento de mecánica
- Vehículos institucionales

### **Equipamiento no técnico**

- Botiquín médico (antídotos), herramientas, impermeables, botas de caucho, protección solar, alimentos energéticos.

### **Duración de la colecta**

- Tiempo de la misión de colecta depende de la disponibilidad de financiamiento

### **Contactos con personal conocedor de la zona**

- Brigada de poda del proyecto Reactivación de café y cacao
- Personal de apoyo local a las comunidades (agrícolas) del proyecto
- Organismos de gobierno (MAG)
- Líderes comunitarios pertenezcan o no a la misma comunidad
- Productores

### **Toma de muestras**

- Muestras sanas, viables y frescas, estas serán varetas portayemas.

### **Acondicionamiento durante la colecta**

- Mantener las muestras viables hasta llegar al sitio de multiplicación.

### **Materiales**

Según el protocolo recomendado por el DENAREF del INIAP (Monteros *et al* 2018) y dependiendo de la especie a coleccionar se utilizaron los siguientes materiales:

- Cámara digital

- GPS
- Fichas de colecta
- Mapas de la zona
- Bolsas de papel, plástico y tela
- Etiquetas
- Marcadores, lápices
- Tijeras de podar, machete
- Parafina
- Vehículo

### Capacidad productiva de los árboles

Como un dato informativo no excluyente se evaluó la capacidad productiva de los árboles; información necesaria para los futuros procesos de selección, para esto se podrá evaluar de dos formas:

- Se contó el número de mazorcas sanas presentes en diferentes edades
- En los casos donde no existió producción: se contabilizó el número de puntos de floración viables.
- Además de estas dos formas de evaluación se consideró los datos fitosanitarios.

### Información registrada en la colecta

#### Datos de pasaporte

Fue la información básica y absolutamente necesaria al momento de la colecta para el futuro aprovechamiento del germoplasma.

#### Caracterización morfológica *in situ*.

En base a las características específicas de la variedad de caco fino de aroma a continuación se describe una lista mínima de descriptores para la caracterización *in situ*.

#### Edad de la plantación



Al momento de la identificación se determinó aproximadamente la edad del árbol de cacao con la participación del productor.

### Arquitectura de la planta

Expresada como la observación del ángulo de las ramas del árbol con relación a un eje central hipotético: Erecta, menor de 90°; intermedia, de 90 a 135°; y, pendulosa, mayor de 135°.

1 = Erecta (< 90°)

2 = Intermedia (de 90 hasta 135°)

3 = Pendulosa (> 135°)

### Intensidad de floración

Se registrará por entrada la intensidad de floración en base a la siguiente escala.

0 = Escasa (0 - 30%)

3 = Moderada (31 - 60%)

5 = Abundante (61 - 100%)

### Intensidad de antocianina en el filamento estaminal

Se registra la intensidad de pigmentación de acuerdo a la siguiente escala:

0 = Ausencia (Blanco)

3 = Ligeramente pigmentado

5 = Pigmentación intermedia

7 = Pigmentación intensa (Rojizo)

### Color del fruto maduro

Se registra de acuerdo a la siguiente escala:

1 = Amarillo

2 = Anaranjado

3 = Rojo

### Número de mazorcas sanas

Se registró el número total de frutos sanos al momento de la colecta.

### Número de mazorcas enfermas

Se registró el número total de frutos enfermos al momento de la colecta.

### Presencia de escoba de bruja vegetativa

1 = Ausencia

2 = Ligero presencia de ataque

3 = Ataque Intermedio

4 = Presencia de un fuerte ataque

### Análisis estadístico de la caracterización *in situ*

#### Matriz de similitud, distancia y estructura taxonómica

Utilizando el paquete estadístico del software estadístico Infostat versión 2018, se realizó el análisis de agrupamiento utilizando la distancia de Gower (1967) donde se estimó la similitud taxonómica entre cada par de entradas. Se calculó con el siguiente coeficiente de asociación:

$$S_{ij} = \sum s_{ij}/n$$

Dónde:

$s_{ij}$  = coeficiente de asociación entre las entradas  $i$  y  $j$

$n$  = número de caracteres cualitativos

Luego se transformará en una matriz de distancia ( $D1$ ), mediante el complejo  $S_{ij}$ :

$$D1_{(i,j)} = (1 - S_{ij})$$

Además se calculará una Matriz de Distancia Euclidiana al cuadrado:

$$D2_{(i,j)} = \sum (X_{ki} - X_{kj})^2/n$$

Dónde:

$X_{ki}$  = registro estandarizado del carácter  $k$  en la entrada  $i$

$X_{kj}$  = registro estandarizado del carácter  $k$  en la entrada  $j$

Dando la matriz final:

$$D = (n1D1 + n2D2) / (n1 + n2)$$

La estructura taxonómica de las entradas se analizó por medio del agrupamiento jerárquico de Ward (1963). La elección del número de grupos de entradas se hará con el criterio frecuentemente utilizado trazando la línea de referencia a una distancia igual al 50% de la distancia máxima (Infostat, 2018), utilizando el procedimiento CLUSTER del software estadístico Infostat Versión 2018.

### Fase 2. Establecimiento y manejo de la colección *ex situ* de cacao tipo Nacional.

## 2.1. Multiplicación clonal del material colectado

Una vez identificadas las accesiones de cacao, se procedió a coleccionar material vegetal (varetas porta yemas) para la clonación en los viveros de la Estación Experimental Portoviejo, a fin de asegurar y proteger el germoplasma seleccionado, así como proveer de material vegetativo para trabajos de mejora genética y la propagación vegetativa, se estableció la colección denominada Centenario en predios de la Estación Experimental Portoviejo, lote La Teodomira, localizada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana, provincia de Manabí, bosque seco tropical, topografía plana, suelo franco arcilloso, con temperaturas promedios de 26,4°C, precipitaciones medias de 851,57mm y una humedad relativa de 81%, ubicada geográficamente a: 01°16'40'' de latitud sur y 80°38'27'' de longitud oeste, a 47 msnm<sup>3</sup>. La unidad experimental estará formada por 5 plantas a una distancia de 3 x 4 m.

La poda de formación se realizó de manera oportuna, es decir dos a tres meses antes de la época lluviosa, con el objetivo de disminuir la incidencia de enfermedades y favorecer el desarrollo de las mazorcas, finalmente se realizó la eliminación de chupones ortotrópicos mensualmente (Carvajal, y Solórzano, 2010).

Se realizaron controles de maleza con Motoguadaña y de acuerdo a los requerimientos del experimento, además aplicaciones químicas, utilizando un herbicida post-emergente para gramíneas, aplicando de 100 a 150 cc/bomba + 50 cc/bomba de amina, previo a esto se realizaron deshieras manuales en corona alrededor de las plantas de cacao.

### Resultados

En los predios de la EE-Portoviejo se mantiene en campo la colección de cacao Nacional denominada Colección de Cacao Nacional Centenario (CCNC), con 50 accesiones provenientes de los cantones de Bolívar con 21 accesiones que representa el 42% y Flavio Alfaro con 29 accesiones representando el 58% restante. En la figura 1 se muestra la distribución en campo de las 50 accesiones que conforman esta colección.

#### CROQUIS COLECCIÓN DE CACAO NACIONAL CENTENARIO

MFAFACACA-259	MFAFACACA-258	MFAFACACA-257	MFAFACACA-256	MFAFACACA-255	MFAFACACA-254	MFAFACACA-253	MFAFACACA-252	MFAFALCACDRM-232	MFAFALCACDRM-232	MFAFALCACDRM-232	MFAFALCACDRM-232	RVNVARFAM-220	RVNVARFAM-219	RVNVARFAM-218	RVNVARFAM-217	RVNVARFAM-216	MFAFALCACDRM-212	RVEDRFAM-209	RVEDRFAM-208	RVEDRFAM-207	RVEDRFAM-206	RVEDRFAM-205				
MFAFADRBCC-260	MFAFADRBCC-261	MFAFADRRVO-263	MFAFADRRVO-264	MFAFADRRVO-266	MFAFADRRVO-267	EMIMMBQ-007	EMIMMBQ-008	EMIMMBQ-009	EMIMMBQ-010	EMIMMBQ-011	EMIMMBQ-012	EMIMMBQ-013	EMIMMBQ-014	EMIMMBQ-016	EMIMMBQ-017	EMIMMBQ-018	EMIMMBQ-019	EMIMMBQ-020	EMIMMBQ-022	EMIMMBQ-023	EMIMMBQ-024	EMIMMBQ-025	EMIMMBQ-026	EMIMMBQ-027	EMIMMBQ-029	EMIMMBQ-030

Figura 1. Croquis de campo de la colección de cacao Nacional Centenario. Portoviejo 2019.

De las 50 accesiones establecidas en campo se logró realizar el análisis de agrupamiento de 35 accesiones caracterizadas *in situ*, utilizando el paquete estadístico *InfoStat* versión 2008, en el cual se obtuvo como resultado mediante el método jerárquico de Ward (1963) y actuando sobre la matriz de distancia de Gower (1967) el agrupamiento de las 35 accesiones, definiendo así tres grupos principales. El primer grupo conformado por 12 accesiones mismo que representa el 34% de los cuales 11 provienen del cantón Flavio Alfaro y una accesión del cantón Bolívar, el segundo grupo con 10 representando así el 29%, estas provienen del cantón Bolívar, finalmente el grupo tres con 13 accesiones representan el 37% y son accesiones provenientes del cantón Bolívar. (Figura 2).

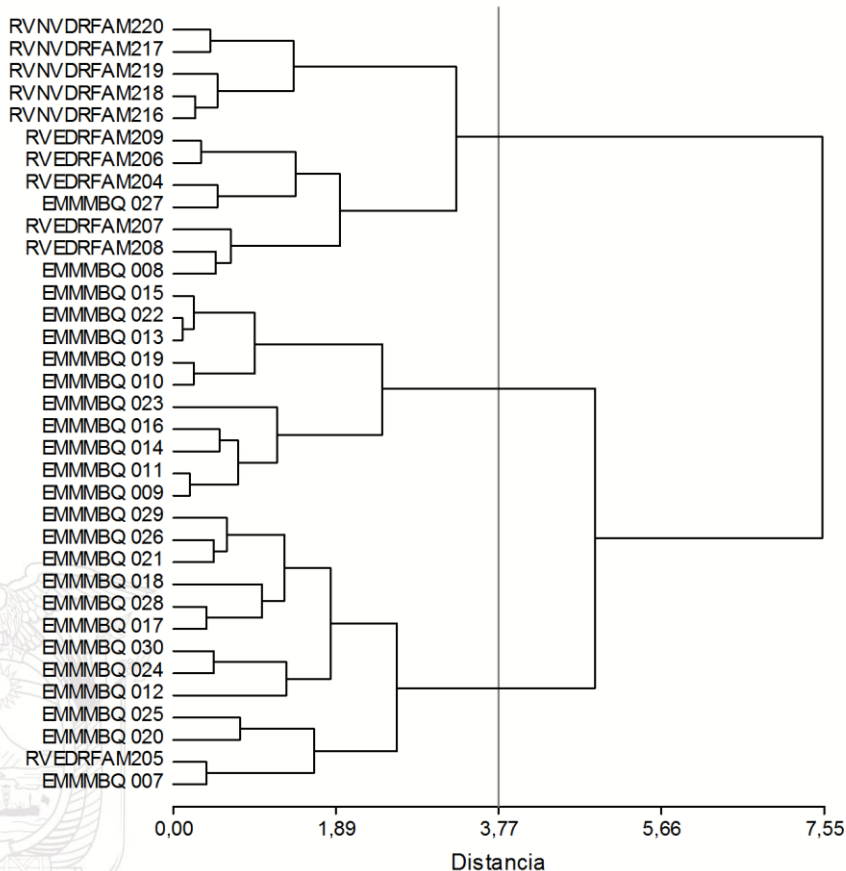
### Conclusiones

La caracterización morfológica *in situ*, permitió conocer la variabilidad genética de las accesiones en estudio, facilitando así la identificación de materiales con grados de similitud y disimilitud para futuros trabajos de mejoramiento genéticos.

### Recomendación

Utilizar en futuras caracterizaciones *in situ* mayor número de descriptores, para obtener mayor poder discriminativo en el estudio de la variabilidad genéticas de la colección a nivel *in situ*

Continuar con las exploraciones y colectas en provincias donde se ha reportado la presencia de esta especie, para ampliar la colección; esto contribuirá en cierta medida a evitar la pérdida de la variabilidad y para utilizarlos como fuente de obtención de algunos caracteres de importancia. Registrar en forma completa la información de Datos Pasaportes utilizando formatos estandarizados en futuras colectas.

**Método de Ward**

**Figura 2.** Fenograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward de las 35 accesiones de la Colección de Cacao Nacional Centenario, basado en distancia de Gower (1967).

**Referencia**

Quiroz, J. (2002). Caracterización molecular y morfológica de genotipos superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) nacional de Ecuador.- Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas. Tesis (Mg. Sc). CATIE.

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria). 2004. Informe Técnico Anual. Programa de Cacao y Café. Estación Experimental Portoviejo. Manabí. EC. 20p.

Motamayor, J. C., Risterucci, A. M., Lopez, P. A., Ortiz, C. F., Moreno, A., & Lanaud, C. (2002). Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity*, 89(5), 380.

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

Engels, J. (1980). Sistemas de información para centros de recursos genéticos. Turrialba, Costa Rica: CATIE 65p.

**Actividad 2:** Comportamiento de clones de cacao (*Theobroma cacao* L) bajo tres frecuencias de riego en sistema agroforestal en el valle del río Portoviejo (EEP).

**Responsable:** Geover Monserrate Peña (EEP).

**Colaboradores:** Ricardo Limongi Andrade (Programa de Agroforestería), Ramón Jaimez (Universidad Técnica de Manabí), Ignacio Sotomayor Cantos (Programa de cacao-EETP)

### Antecedentes

El cacao (*Theobroma cacao* L), es un producto de gran importancia desde el punto de vista económico, social y ecológico para el Ecuador, como rubro importante de exportación, generador de divisas y empleo rural; estimándose que para el año 2013 Manabí aportaba con el 23,2% de la producción nacional de cacao fino de aroma (Melo, 2013). Sin embargo, la productividad alcanza apenas los 5 qq/ha/año, debido a factores limitantes como alta variabilidad del germoplasma en uso, establecimiento en sitios y condiciones climáticas y de suelos inadecuados, deficiente manejo del cultivo en cuanto a enfermedades, fertilización, podas, riegos suplementarios y sombra.

Tanto la luminosidad como el agua son factores de riesgos para la actividad cacaotera, por lo que sus variaciones podrían constituirse en limitantes; por estos motivos cobra importancia el régimen de lluvia y su distribución. Este cultivo para satisfacer sus necesidades hídricas requiere anualmente entre 1200 a 1500 mm de agua bien distribuidos en el año con volúmenes mensuales de alrededor de 100 mm (Motato y Cedeño, 2010). El valle del río Portoviejo no presenta estas disponibilidades, con una precipitación media anual de 851,57 mm, concentrados en cuatro meses del año, con lo cual existe un déficit considerable que debe ser compensado por riegos suplementarios durante la época seca, sin embargo en Manabí, es una tecnología que no se ha llegado a consolidar, ya que solo 1,2% de la superficie cacaotera recibe riego en época seca (Motato, et al., 2009), siendo este método el más empleado debido a su bajo costo y facilidad. Las condiciones vulnerables de la planta de cacao a fenómenos extremos de sequía se presentan en las etapas iniciales de establecimiento y afectan negativamente el crecimiento.

En zonas tropicales de Ecuador, se han adelantado trabajos a nivel experimental y comercial con cacao bajo riego. Los resultados en el incremento de producción han sido variables entre 40 y 100% (Freire, 1993; Siqueira, Sena, Dias y Souza, 1996). Por otra parte Días, 2001; evaluó el comportamiento del cultivo de cacao a la aplicación de riego por goteo en la época seca y encontraron que cuando se restituyó entre 75 y 100% del agua perdida en los primeros 30 cm del suelo, el rendimiento fue 28% más alto que cuando se restituyó 0 y 50% de agua perdida por evapotranspiración.

Por otro lado el cacao es una especie sensible a la intensidad lumínica, situación que puede provocar defoliación de las puntas de las ramas, y aumentar la acción de insectos chupadores que intensifican su actividad debido a un inadecuado sombreado (Quiroz, 2010). Así mismo por sus características genéticas requiere de ciertos niveles de sombra para su normal desarrollo (Enríquez, 2010), está asociado a un proceso de producción agroforestal en forma secuencial, donde los productores usan diferentes estrategias para reducir los riesgos y aportar a la economía de las familias. Además,



incorporan más de un producto en los segmentos del mercado y privilegian la conservación de la biodiversidad, favoreciendo el incremento de poblaciones de flora y fauna (Quiroz, 2010; Limongi y Solórzano, 2011).

Los sistemas agroforestales, representan una forma de uso de la tierra donde en una misma unidad de producción se asocian árboles (frutales, leguminosas, productores de resinas, palmas, maderables), con cultivos anuales y permanentes que han demostrado su capacidad de compatibilizar producción agrícola, rentabilidad y servicios ambientales (Agudelo y Grisales, 2000; Limongi y Solórzano, 2011). Además, han sido señalados por su potencial de reducir las consecuencias negativas del efecto invernadero a través de la fijación y almacenamiento del carbono (Ortiz, et al., 2008).

Una de las especies más utilizadas por los productores es el laurel (*Cordia alliodora*), se halla mezclado con otros árboles frutales o maderables en los cacaotales del país, debido a su estructura foliar mediana y copa angosta que no se vuelca, además de su valor comercial como madera, presenta numerosas ventajas que lo hacen muy prometedor como árbol de sombra: crecimiento rápido, tronco recto, sistema radicular profundo, la copa ocupa poco espacio y con una alta producción de hojas se auto poda, eliminando ramas viejas (Quiroz, 2010). El mismo autor señala que se han encontrado especies frutales como la naranja (*Citrus sinensis*), proporcionando una asociación aceptable durante los primeros años del cacao y una fuente de ingreso económico adicional.

El INIAP, por medio del Programa Nacional de Cacao y Café, presenta un grupo de clones mejorados desarrollados bajo condiciones del trópico húmedo (Amores, et al., 2009); sin embargo, su uso se ha extendido a otras áreas, como el trópico seco de Manabí, principalmente las cuencas bajas del Carrizal-Chone y Portoviejo. Bajo estas consideraciones, su evaluación siempre ha sido enfocada hacia el rubro (INIAP 2004), conociéndose muy poco de sus interacciones y su productividad bajo riegos y en sistemas agroforestales y la determinación de costos de producción.

## Objetivos

### General.

Desarrollar tecnologías de producción en cacao bajo riego, en sistema agroforestal para las condiciones del valle rio Portoviejo.

### Específicos.

1. Evaluar el comportamiento de ocho clones de cacao bajo el efecto de riego.
2. Evaluar el comportamiento agronómico de árboles de laurel como sombra permanente del sistema.

## Metodología

El presente trabajo de investigación se está realizando en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Estación Experimental Portoviejo, lote Teodomira, localizado en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana, provincia de Manabí, se ubica en un bosque seco tropical de topografía plana, suelo franco arcilloso, con temperaturas promedios de 26,4°C, precipitaciones medias de

851,57mm y una humedad relativa de 81%, ubicada geográficamente a: 01°10'24'' de latitud sur y 80°23'24'' de longitud oeste, a 47 msnm<sup>4</sup>.

Se estableció en julio de 2017, mediante un diseño en parcelas divididas, donde las parcelas grandes corresponden a las frecuencias de riego y las sub parcelas a los 8 clones de cacao, con tres réplicas, y 72 unidades experimentales tabla 1. Para el análisis de datos en cacao y sombra permanente, se utilizará estadística descriptiva y paramétrica y en caso de significación estadística, se usará la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 1.** Esquema de ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Repeticiones	2
Frecuencia de riego (FR)	2
Error (a)	4
Clones (C)	7
FR x C	14
Error (b)	42
Total	71

El distanciamiento de siembra para cacao es de 3x3 (densidad 1111 plantas ha<sup>-1</sup>). Aplicando riego suplementario en época de verano hasta iniciar con las frecuencias establecidas, se realizó la fertilización base NPK en dosis de 150 gramos planta. El control de malezas se lo realizó mediante la combinación de métodos mecánicos (Motoguadaña) y químicos. Las evaluaciones agronómicas se realizaron anualmente, utilizando la metodología descrita en el protocolo de evaluación y registro de datos agronómicos y productivos, desarrollado por el personal Técnico del Programa Nacional de Cacao y Café (Loor et al., 2016). En la tabla 2 se presentan algunas de las características de los clones de cacao en estudio.

**Tabla 2.** Características agronómicas, productivas y sanitarias de los clones en estudio.

Clon	Año de liberación	Tipo	Tolerancia	Compatibilidad	Inicio fase productiva	Rendimiento
EET-800	2016	Fino y de aroma	Escoba de bruja Moniliasis Mal de machet	Auto compatible	14 meses	44q q/ha
EET-801	2016	Fino y de aroma	Escoba de bruja Moniliasis	Auto compatible	14 meses	40q q/ha

<sup>4</sup> INAMHI. Anuarios meteorológicos, promedio de seis años. 2011-2016.



				Mal de machete			
3	EET-575	2008	Fino y de aroma	----	Auto compatible	----	33q q/ha
4	EET-576	2008	Fino y de aroma	----	Auto compatible	----	26,7 qq/ha
5	EET-450	Validación	Fino y de aroma	En estudio	Auto compatible	----	36q q/ha
6	EET-454	Validación	Fino y de aroma	En estudio	Auto compatible	----	38q q/ha
7	EET-103	1970	Fino y de aroma	Escoba de bruja Mal de machete	Auto compatible	----	30q q/ha
8	CCN-51	1965	Trinitario	Escoba de bruja Moniliasis Mal de machete	Auto compatible	24 meses	50q q/ha

1 y 2 por publicar; 3 y 4 (Amores, *et al.*, 2009); 5 y 6 (Solórzano y Mendoza 2010); 7 y 8 (Quiroz *et al.*, 1992)

### ***Características de la parcela principal (FR)***

- Numero de parcelas principales 9
- Superficie de parcela principal 660 m<sup>2</sup>.
- Distancia entre parcelas principales y repeticiones 8m.
- Total del experimento 6000 m<sup>2</sup>

### ***Característica de las sub parcelas (C)***

- Número de sub parcelas 72
- Superficie de sub parcelas 48 m<sup>2</sup>
- Número de plantas por unidad experimental 9
- Plantas útiles por unidad experimental 9
- Distanciamiento entre clones 4x3
- Total de plantas 833 plantas/ha.



**Característica de la sombra**

aa. Plátano (sombra temporal)

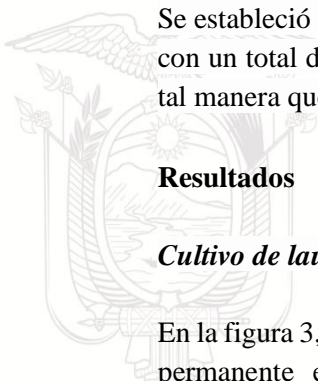
Se estableció plátano, tipo dominico y barraganete a una distancia de 6x6 m, obteniendo 277 plantas/ha, ubicándose entre las hileras de cacao, se mantendrá la sombra temporal durante los dos primeros años del cultivo.

bb. Laurel (sombra permanente).

Se estableció el laurel (*Cordia alliodora*), a un distanciamiento de 12x9 m, obteniendo 92 árboles/ha, ubicando un árbol (tratamiento) en cada unidad experimental.

cc. Naranja (otro componente).

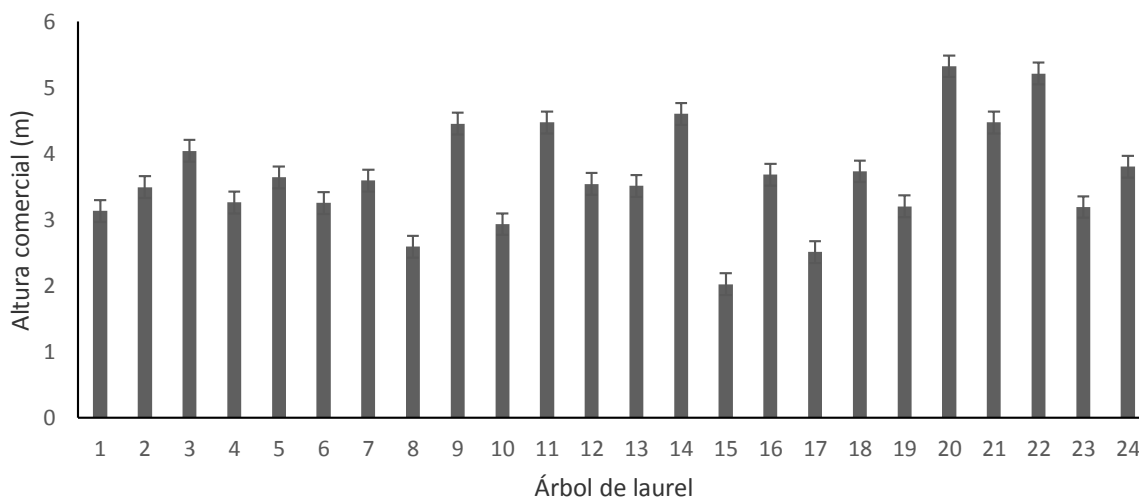
Se estableció naranja (*Citrus sinensis*) como otra especie del sistema, a un distanciamiento de 12x9 m, con un total de 92 plantas/ha, ubicando un árbol (tratamiento) dentro de cada unidad experimental de tal manera que no interfiera en el desarrollo de las plantas de cacao.



**Resultados**

**Cultivo de laurel**

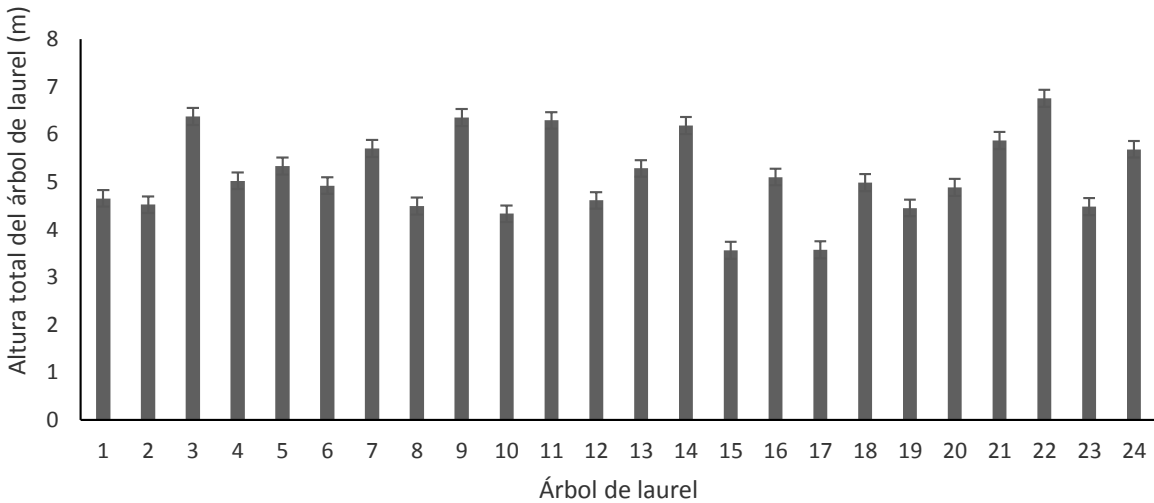
En la figura 3, se presentan los resultados de las variables agronómicas de laurel utilizado como sombra permanente en el experimento. De acuerdo al gráfico de barra la variable altura comercial numéricamente existe diferencia teniendo que esta fluctúa entre 5,32 m el árbol 20 con mayor altura comercial y con 2,02 m el árbol 15 para la de menor altura comercial para árboles de laurel.



**Figura 3.** Valores promedios de la variable altura comercial (m) para árboles de laurel.

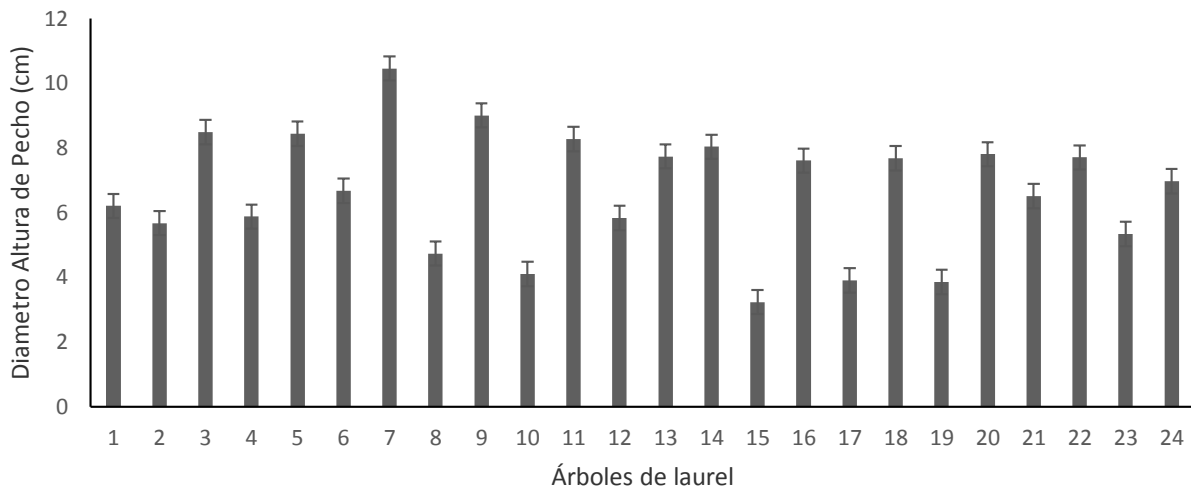


En la figura 4, se presentan los resultados de las variables agronómicas de laurel utilizado como sombra permanente en el experimento. De acuerdo al gráfico de barra la variable altura total numéricamente existen diferencias entre los árboles, teniendo que la altura total fluctúa entre 6,75 m para el árbol 22 con mayor altura total y con 3,56 m el árbol 15 para la de menor altura total del árbol de laurel.



**Figura 4.** Valores promedios de la variable altura total (m) para árboles de laurel.

Para la variable diámetro altura del pecho (DAP) en cm (figura 4), de acuerdo De acuerdo al gráfico de barra existen diferencias entre árboles de laurel en estudio con un *p-valor* 0,0285, el árbol con mayor DAP fue el árbol 7 con 10,45 cm; mientras que el árbol 15 con 3,23 cm presento un DAP de 3,23 cm.

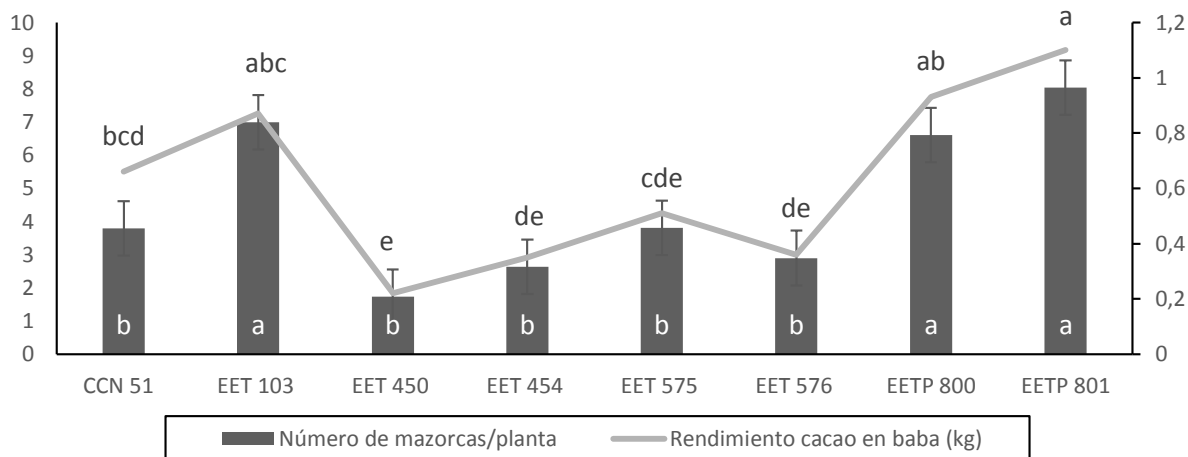


**Figura 4.** Valores promedios del variable incremento del diámetro de tallo para laurel en cm.

El número de mazorcas producidas por árbol y el rendimiento de cacao en baba para los ocho clones bajo estudio mediante el análisis de varianza presentó diferencias estadísticas altamente significativas con *p-valor* de <0,0001. Mediante la prueba de Tukey al 5% para la variable número de mazorcas sanas determinó diferencias estadísticas entre medias de las variedades, teniendo que el clon EETP-801

obtuvo el mayor número de mazorcas por planta con 8; seguido del EET-103 y EETP-800 con 7 mazorcas por planta. El rendimiento de cacao en baba por planta el clon EET-800 presentó mayor rendimiento con 1,1 kg por planta; mientras que el clon EET-450 presentó el menor rendimiento de cacao en baba con 0,22 Kg. (Figura 5).

En la figura se describe que letras distintas en la base de gráficos de barras para número de mazorcas por planta indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para rendimiento de cacao en baba (kg) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 5.** Número de mazorcas producidas por planta y rendimiento de cacao en baba (Kg) para los ocho clones de cacao bajo estudio.

### Conclusión

1. La evaluación de los diferentes componentes del sistema agroforestal, permitirá conocer una amplia adaptabilidad entre los clones de cacao y los arboles utilizados como sombra, lo que puede favorecer en la identificación y selección de individuos por reunir buenas características agronómicas bajo este sistema.

### Recomendación

1. Continuar con el proceso de investigación del presente estudio, complementando de esta manera con las diferentes variables a estudiar entre ellas las frecuencias de riego y el efecto del componente sombra.

### Bibliografía

Agudelo, L. A. & Grisales, A. (2000). Sistema agroforestal de producción de Plátano - cacao - nogal para la zona cafetera marginal baja. En: Memorias. Taller Internacional: Métodos y Procedimientos para Investigación en Sistemas Agroforestales. (Tibaitatá. Julio 31, agosto 1 y 2). CORPOICA. Bogotá, Colombia.

Amores, F. Agama, J. Suarez, C. Quiroz, J. & Motato, N. (2009). EET-575 y EET-576 Nuevos clones de cacao Nacional para la zona central de Manabí. Boletín Divulgativo N° 346. INIAP. Quevedo. EC. 28p.

Carrillo, R. & Carvajal, T. (2010). Costos de producción y estimación de rentabilidad en el cultivo de cacao fino y de aroma. IN Manejo Técnico del cultivo de cacao en Manabí. Manual N° 75. INIAP. Portoviejo, EC. 141p.

Días, L. A. (2001). Melhoramento genético do cacauero. 578 p.

Enríquez, G. (2010). Cacao orgánico guía para productores ecuatorianos. INIAP. Manual No 54. ISBN: 9978-43-493-3. 407 p.

Freire, M. (1993). Efeitos da irrigação complementar no rendimento do cacauero *Theobroma cacao*, USP Tese de mestrado. ESALQ, Piracicaba, São Paulo – Brasil.

INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria). (2004). Informe Técnico Anual. Programa de Cacao y Café. Estación Experimental Portoviejo. Manabí. EC. 20p.

Limongi, R. & Solórzano, G. (2010). Alternativas agroforestales sustentables para la producción de cacao fino de aroma. IN Manejo Técnico del cultivo de cacao en Manabí. Manual N° 75. INIAP. Portoviejo, EC. 141p.

Lloor, 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

Melo, C. & Hollander, G. (2013). Unsustainable development: Alternative food networks and the Ecuadorian Federation of Cacao Producers, 1995-2010. *J Rural Stud.* No. 32: p. 63.

Motato, N & Cedeño, J. (2010). Caracterización agronómica de las zonas cacaoteras en Manabí. IN Manejo Técnico del cultivo de cacao en Manabí. Manual N° 75. INIAP. Portoviejo, EC. 141p.

Motato, N. Solórzano, G. Cedeño, J. (2009). Riego suplementario para el cultivo de cacao en Manabí. Boletín divulgativo No. 345. INIAP. Portoviejo. 28 p.

Ortiz, A. Riasco, L. & Somarriba, E. (2008). Almacenamiento y tasa de fijación de carbono en sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao*) y laurel (*Cordia alliodora*). *Agroforesteria en las Américas.* 46: 26-29

Quiroz, J. (2010). Sistemas de sombra de cacao con maderables. Estación Experimental Litoral Sur. Programa de Cacao y Café. Boletín divulgativo N°151.

Siqueira, P. Sena, G. Dias, L y Souza, C. (1996). Efeito da irrigação na produtividade do cacauero *Theobroma cacao* L. em Linhares Brasil. En: *Proceedings 12th International Coca Research Conference.* Salvador, Bahía, Brasil. p. 867 – 877.

**Actividad 3:** Evaluación multilocal del comportamiento agronómico, productivo, sanitario y organoléptico de variedades y clones de café arábigo en la zona centro y sur de Manabí.

**Responsable:** Geover Peña Monserrate (EEP)

**Colaboradores:** Dr. Ernesto Cañarte, Ing. Alma Mendoza (DNPV). Benny Avellan (NDT), Luis Plaza, Hilton Guerrero (Programa de café-EETP).

### Antecedentes

El género *Coffea* (Rubiaceae) consta aproximadamente de 124 especies (Davis et al., 2011), dos de las cuales son de importancia económica a nivel mundial: *Coffea arabica* L, y *Coffea canephora* Pierre. Este cultivo para el Ecuador, tiene relevante importancia en los órdenes económicos, social y ambiental. El ingreso de divisas, por concepto de las exportaciones de café en grano e industrializado, en los últimos años, ha tenido variaciones significativas, pero sigue repercutiendo en la cadena agro productiva y económica nacional. Los cafetales de *C. arabica*, constituyen el 63 % de la producción nacional y conforman muchos sistemas agroforestales que se localizan en amplias zonas agro ecológicas. (Guerrero, 2016).

En el Ecuador se cultivan según datos del MAG 200 mil ha de plantaciones de café, de estas 130 000 ha son de café arábigo, estos cafetales se localizan en el sistema montañoso Chongòn – Colonche; así como, en las estribaciones occidentales y orientales de la cordillera de los Andes, hasta aproximadamente los 2000 metros de altitud.

En 1951, el departamento de Horticultura del Instituto Interamericano de Agricultura (SCIA) constituyó el subprograma de café con el propósito de realizar investigaciones en este cultivo. Posteriormente, el INIAP, desde 1963, ha sido la institución encargada de introducir germoplasma, seleccionar variedades y difundirlas entre los agricultores ecuatorianos. Las Estaciones Experimentales Pichilingue y Portoviejo han desarrollado ensayos de adaptación de pronegies F5 y F6 de Híbridos (Catimor, Cavimor y Sarchimor), variedades arábigas puras y líneas genéticas de Catuaí, Mundo novo, Caturra rojo, Caturra amarillo, Paca, Bourbon y Villalobos, entre otras, que han servido de base para la obtención de una gama de cultivares promisorios.

Actualmente la baja producción del grano es el tema central en nuestro país, este déficit esta fomentado por la interacción de varios factores, entre los que se pueden citar: falta de disponibilidad de materiales mejorados, avanzada edad de las plantaciones tradicionales, problemas fitosanitarios, la baja producción, abandono de las plantaciones debido a los bajos precios y sustitución de plantaciones por otros cultivos como palma aceitera, maracuyá, cacao, piña, plátano, pastos, entre otros (COFENAC, 2012). Otros factores como la temperatura y la distribución de las lluvias, afectan la fenología del cultivo, su rendimiento, la calidad del cafeto e incluso la composición de los compuestos orgánicos de la bebida (Fournier y Di Stefano; Ruiz et al., 2009; Bertrand., 2012).

En este sentido es necesario reactivar la producción, con el uso de variedades altamente productivas para suplir la creciente demanda por parte de la industria nacional, la que a su vez puede promover la competitividad del país en el mercado internacional. Se hace necesario, disponer de materiales de alto



rendimiento y con buenas condiciones agronómicas y sanitarias, capaces de suplir este déficit de producción y las necesidades del mercado Industrial.

El Programa de Cacao y Café del INIAP implementó ensayos en diferentes localidades con el objetivo de determinar el comportamiento de 13 materiales importados de café arábigo por el MAGAP, así como materiales que se encuentran en territorio como son: Sarchimor, Caturra, Pacas entre otros, son los que conforman los ensayos implementados en el año 2015, distribuidos en los cantones Jipijapa, 24 de Mayo, Paján y Portoviejo, pertenecientes a la provincia de Manabí. De ahí que el propósito de la presente investigación es evaluar el comportamiento agronómico, productivo y sanitario de 18 variedades de café arábigo en la Zona Sur de Manabí en 5 años de estudio. De esta manera se podrán ir seleccionando individuos sobresalientes, donde su adopción por parte de productor será de gran importancia económica por sus características de rendimiento, tolerancia a enfermedades y adaptación a diferentes ambientes.

## OBJETIVOS

### General.

Evaluar y validar el comportamiento multi local de variedades de café arábigo de manera que se identifiquen los genotipos mejor adaptados a cada localidad.

### Específicos.

1. Evaluación agronómica de variedades de café arábigo en diferentes localidades de Manabí.
2. Determinar la producción de las variedades de café arábigo en estudio.
3. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

### Metodología

Esta investigación se está llevando a cabo en la Zona Sur de Manabí contemplando los cantones Paján, Jipijapa y Portoviejo. En el presente informe se presentan resultados de los cantones Jipijapa y Portoviejo, las demás localidades están en proceso de toma de datos y tabulación. En la tabla 3 se muestra las características edafo climáticas de las diferentes zonas de estudio.

**Tabla 3.** Características edafo climáticas de localidades en estudio.

Localidad	Zona climática	Temperatura promedio (°C)	Precipitación anual (mm)	Humedad relativa (%)	Topografía	Tipo de suelo
Paján	Bosque seco-tropical	24.0	1146	82.4	Plana	Franco arcilloso
Jipijapa	Bosque	24.0	1000	80.0	Plana	Franco arcilloso

<b>EEP</b>	seco-tropical Bosque seco-cálido	26.5	700	78	Plana	Franco arcilloso
------------	-------------------------------------	------	-----	----	-------	------------------

El Factores en estudio son las variedades de café arábigo introducidas al país y otras desarrolladas en territorio, se describen en la tabla 4 con su respectiva procedencia y código de investigación.

**Tabla 4.** Variedades de café arábigo en estudio.

Tratamientos	Variedades	Procedencia
T1	CATUCAI AW-AM	Brasil
T2	CATUCAI 785-AM	Brasil
T3	CATUCAI AR	Brasil
T4	CATUAI AW	Brasil
T5	ACAWA	Brasil
T6	CATUAI IAC 39-AM	Brasil
T7	CATUAÍ P2	Brasil
T8	CATUAÍ IAC 86-AM	Brasil
T9	CATUAÍ IAC 44 VER	Brasil
T10	CATUCAI AW	Brasil
T11	CATUCAI 2SL	Brasil
T12	CATUCAI 785-15	Brasil
T13	CATUAÍ IAC 81-AM	Brasil
T14	CASTILLO	COFENAC
T15	SARCHIMOR	INIAP
T16	CATUAÍ ROJO	INIAP
T17	PACAS	INIAP
T18	CATURRA ROJO	INIAP



### *Unidad experimental*

Cada unidad experimental consta de 30 plantas a un distanciamiento de 2 m entre hileras y 1.25 m entre plantas, con una área de 75 m<sup>2</sup> por parcela, con un número de 54 Unidades experimentales, utilizando un total de 4050 m<sup>2</sup> para todo el ensayo.

### *Diseño experimental*



Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con tres repeticiones. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y se realizaron las pruebas de significancia de Tukey al 0.05 de probabilidad estadística para la comparación de medias entre tratamientos.

**Variabes y métodos de evaluación.**

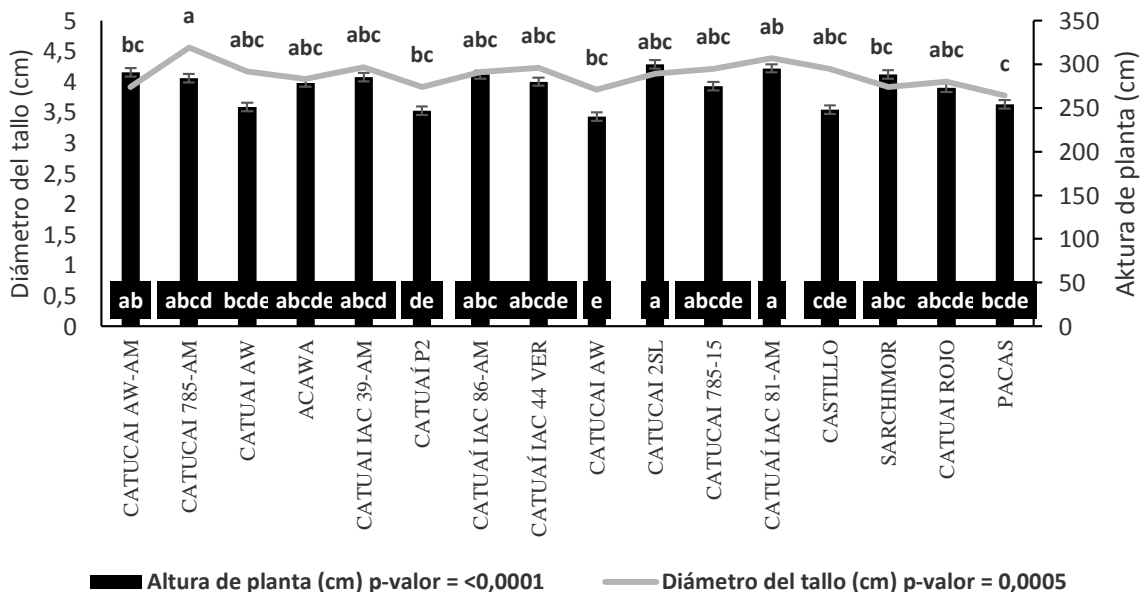
Las evaluaciones agronómicas se están realizando anualmente, utilizando la metodología descrita en el protocolo de evaluación y registro de datos agronómicos y productivos, desarrollado por el personal Técnico del Programa Nacional de Cacao y Café (Loor et al., 2016).

**Resultados**

**Localidad Portoviejo**

De acuerdo al análisis de varianza para las variables altura de planta (cm) y diámetro del tallo de la planta (cm) presentaron diferencias estadísticas altamente significativas con *p*-valor de <0,0001 y 0,0005 respectivamente. Mediante la prueba de Tukey al 5% se determinó las diferencias estadísticas entre las medias de las variedades en estudios, teniendo así que las variedades con mayor altura de planta (cm) fueron CATUAÍ 25L con 300 cm, seguido de la variedad CATUAÍ AC 81-AM con 295,24 cm; mientras que la variedades CATUAÍ P2 y CATUCAI AW resultaron ser las de menor altura con 246,67 y 240,0 cm respectivamente. El resto de variedades presentaron altura de plantas intermedias que oscilan 290,91 y 248,15 cm, mientras que para el diámetro del tallo CATUCAI 785-AM presentó el mayor diámetro de planta con 4,56 cm; mientras que la variedad PACAS presentó el menor diámetro con 3,77 cm. El resto de variedades presentaron diámetros del tallo que oscila entre 4,38 y 3,87 cm, (figura 5).

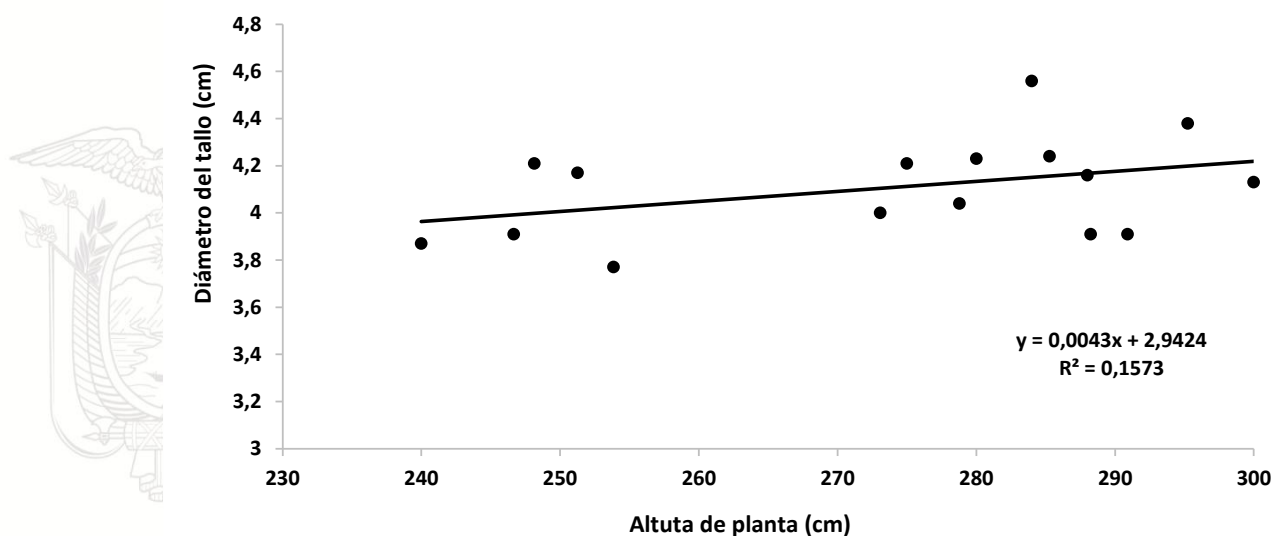
En la figura se describe que letras distintas en la base de gráficos de barras para altura de planta (cm) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para diámetro de tallo indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).





**Figura 5.** Valores promedio de las variables largo de planta (cm) y diámetro de tallo (cm) para 16 variedades de café arábigo ubicado en la EE-Portoviejo, 2019.

En la figura 6 se observa el análisis de regresión entre las variables altura de planta (cm) y diámetro del tallo (cm), misma que explica que la recta ( $B_1$ ) indica que, en promedio, a cada incremento de una unidad de incremento de altura de planta ( $X_i$ ) le corresponde un incremento de 2,94 cm de diámetro del tallo en la planta ( $Y_i$ ). Observando la dispersión de puntos en la gráfica se establece que no existe relación entre el diámetro de tallo y la altura de planta ( $R^2 = 0,15$ ), donde se puede observar que no existe una tendencia en cuanto al aumento del diámetro de tallo a medida que aumenta la altura de planta, consiguiente no hay un impacto directamente proporcional para estas variables.



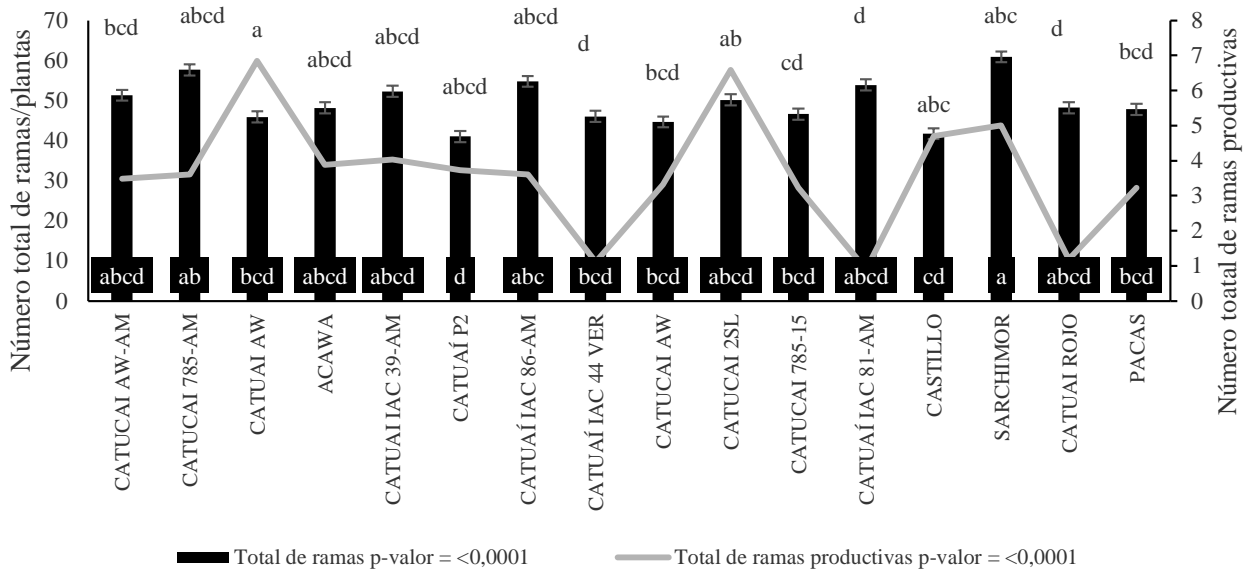
**Figura 6.** Análisis de regresión para las variables Altura de planta (cm) y diámetro de tallo (cm) para 16 variedades de café arábigo ubicado en la EE-Portoviejo, 2019.

De acuerdo al análisis de varianza para las variables número total de ramas y número total de ramas productivas por planta presentaron diferencias estadísticas altamente significativas con *p*-valor de  $<0,0001$ , para cada variable. Mediante la prueba de Tukey al 5% se determinó las diferencias estadísticas entre medias de las variedades en estudios, teniendo así que las variedades con mayor número de ramas por plantas fue SARCHIMOR con 61 ramas por plantas; mientras que la variedades CASTILLO con 42 y CATUAÍ P2 con 41 fueron las variedades con el menor número de ramas por plantas. El resto de variedades presentaron entre 58 y 45 número total de ramas por planta, (figura 7).

En relación a la variable número de ramas productivas por planta las variedades CATUAI AW y CATUCAI 2SL presentaron el mayor número con siete ramas productivas por cada una; mientras que las variedades CATUAI ROJO; CATUAÍ IAC 44 VER y CATUAÍ IAC 81-AM presentaron apenas una ramas productivas. El resto de variedades presentaron ramas productivas entre cinco y tres ramas.



En la figura se describe que letras distintas en la base de gráficos de barras para número total de ramas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para número de ramas productivas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

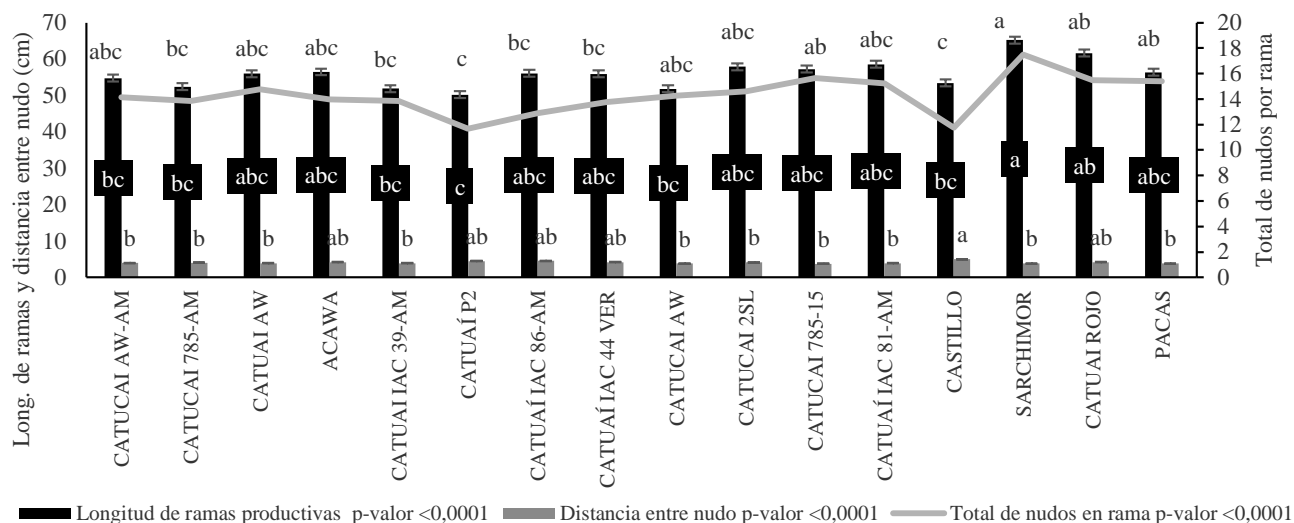


**Figura 7.** Valores promedios de las variables número total de ramas por plantas y número de ramas productivas por planta para 16 variedades de café arábigo ubicado en la EE-Portoviejo, 2019.

Para las variables longitud de ramas productivas (cm); distancia entre nudos y total de nudos por planta presentaron diferencias estadísticas altamente significativas con  $p$ -valor de  $< 0,0001$ , para cada una de estas variables. Mediante la prueba de Tukey al 5% se determinó las diferencias estadísticas entre las medias de las variedades en estudios, en relación a la longitud de ramas productivas la variedad SARCHIMOR presentó mayor longitud con 65,18 cm; mientras que la variedad CATUAÍ P2 con 50,20 presentó la menor longitud de ramas productivas por plantas. El resto de variedades presentaron longitudes entre 61,65 y 51,83 cm., (figura 8).

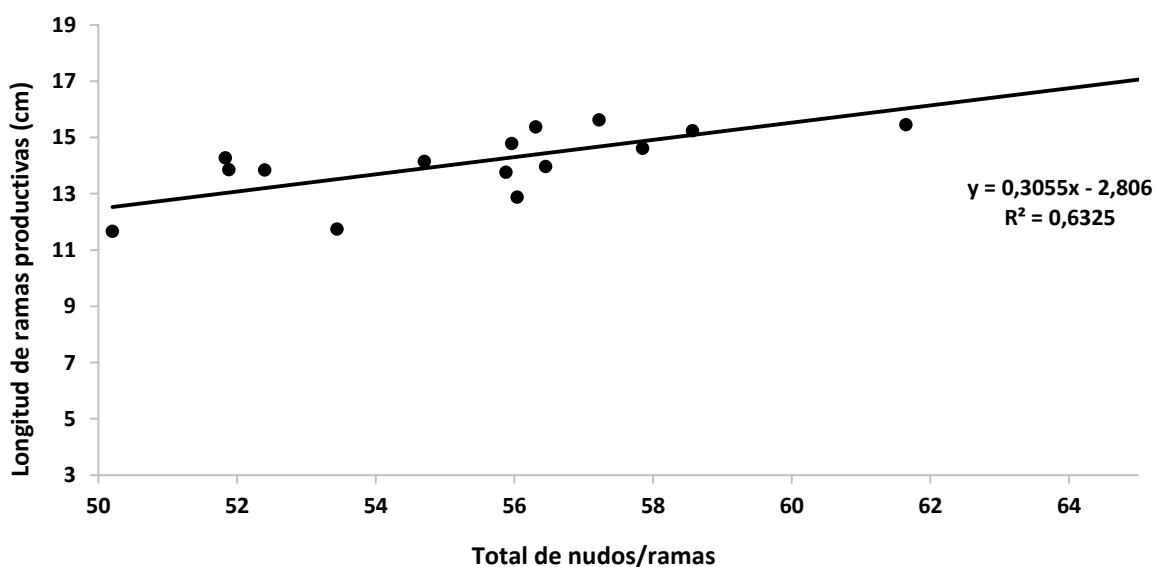
En relación a la variable distancia entre nudos en ramas productivas la variedad CASTILLO presentó la mayor longitud con 4,95 cm; mientras que la variedad CATUCAI 785-15 presentó la menor distancia entre nudos con 3,76 cm. El resto de variedades presentaron distancia entre nudos que oscilaron entre 4,52 y 3,79 cm. Finalmente la variedad SARCHIMOR presentó tener el mayor número de nudos por ramas con 18 nudos, teniendo sentido ya que esta variedad también presentó la mayor longitud de ramas productivas; las variedades CASTILLO y CATUAÍ P2 presentaron el menor números de nudos en ramas productivas con 12 cada uno, (figura 8).

En la figura se describe que letras distintas en el centro de gráficos de barras de color negro para longitud de ramas productivas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la base de gráficos de barras de color gris para distancia entre nudos indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para el total de nudos en ramas productivas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 8** Valores promedio de las variables longitud de ramas productivas (cm), distancia entre nudos en ramas y total de nudos por ramas productivas para 16 variedades de café arábigo ubicado en la EE-Portoviejo, 2019.

En la figura 9 se observa el análisis de regresión entre las variables total de nudos por ramas productivas y longitud de ramas productivas (cm), misma que explica que la recta ( $B_1$ ) indica que, en promedio, a cada incremento de una unidad de nudos por ramas productivas ( $X_i$ ) le corresponde un incremento de 2,80 cm de longitud de ramas productivas ( $Y_i$ ). Observando la dispersión de puntos en la gráfica se establece que existe relación entre el números de nudos y la longitud de ramas productivas ( $R^2 = 0,63$ ), donde se puede observar que existe una tendencia en cuanto al aumento de nudos por ramas, es decir que a medida que aumenta el número de nudos aumenta la longitud de la ramas productivas, observándose que existe un impacto directamente proporcional para estas variables.



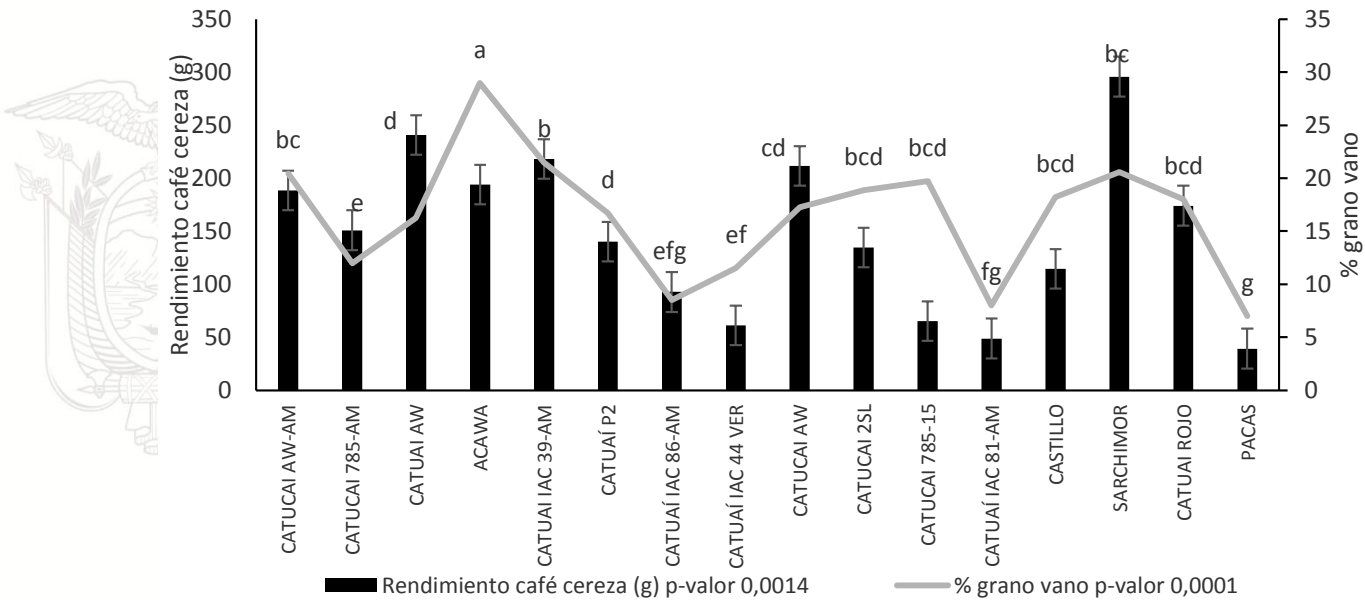
**Figura 9.** Análisis de regresión para las variables total de nudos por ramas productivas y longitud de ramas productivas (cm) para 16 variedades de café arábigo ubicado en la EE-Portoviejo, 2019.



El rendimiento de café cereza (g) para las 16 variedades mediante el análisis de varianza presentó diferencias estadísticas altamente significativas con *p*-valor de 0,0014, así como 0,0001 para el porcentaje de granos vanos. Pero la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento de café cereza (g) no determinó diferencias estadísticas entre medias de las variedades, aunque observando en la figura 10 se observa diferencias numéricas entre las 16 variedades, teniendo que la variedad SARCHIMOR presentó 295,76 g; mientras que la variedad PACAS presentó el menor rendimiento con 39,18 g.

En relación a la variable porcentaje de grano vano la variedad ACAWA presentó mayor porcentaje de granos vanos con 28,96%; mientras que la variedad PACAS presentó menor porcentaje de grano vanos con el 7%. (Figura 6)

En la figura se describe que letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para el porcentaje de granos vanos indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 10.** Rendimiento de café cereza y porcentaje de granos vanos de 16 variedades de café arábigo ubicado en la EE-Portoviejo, 2019.

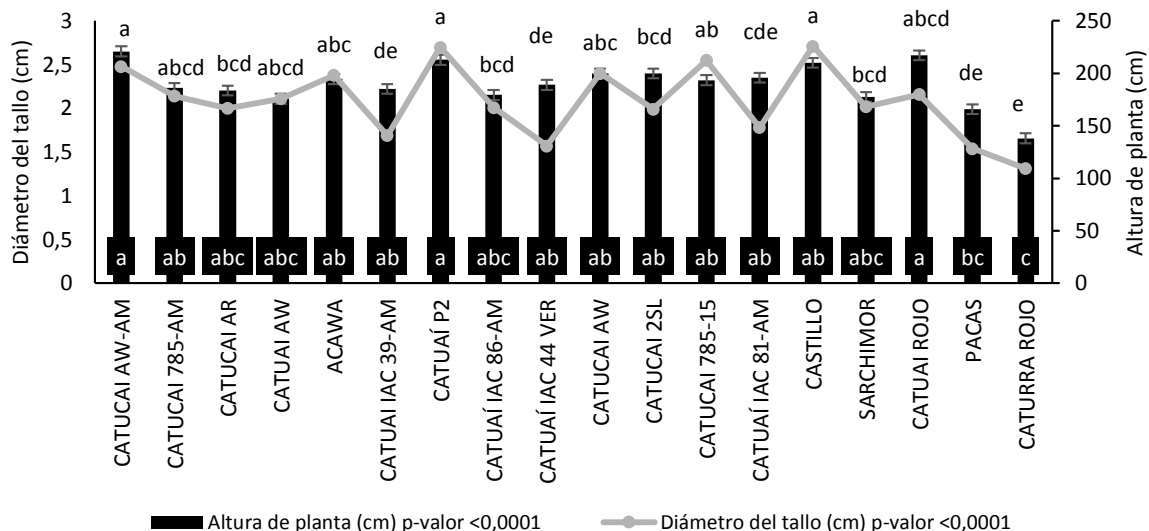
**Localidad Jipijapa**

De acuerdo al análisis de varianza para las variables altura de planta (cm) y diámetro del tallo de la planta (cm) presentaron diferencias estadísticas altamente significativas con *p*-valor de <0,0001 y 0,0005 respectivamente. Mediante la prueba de Tukey al 5% se determinó las diferencias estadísticas entre las medias de las variedades en estudios, teniendo así que las variedades con mayor altura de planta (cm) fueron CATUCAI AW-AM con 220,92 cm, seguido de la variedad CATUAI ROJO con 217,24 cm y CATUAI P2 con 212,9 cm; mientras que la variedad CATURRA ROJO resultó ser las de menor altura con 138,1cm. El resto de variedades presentaron altura de plantas intermedias que oscilan 210,00 y 165,71 cm, mientras que para el diámetro del tallo CASTILLO y CATUAI P2 presentaron el mayor diámetro de planta con 2,71 cm y 2,70 cm. respectivamente; mientras que la variedad



CATURRA ROJO presentó el menor diámetro con 1,31 cm. El resto de variedades presentaron diámetros del tallo que oscila entre 4,38 y 3,87 cm, (figura 11).

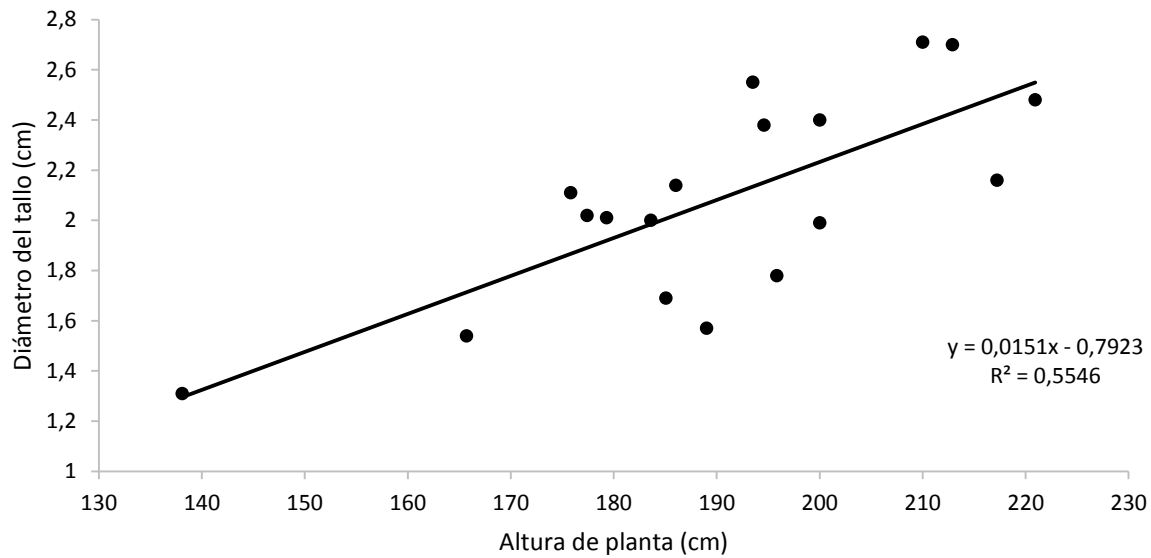
En la figura se describe que letras distintas en la base de gráficos de barras para altura de planta (cm) indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para diámetro de tallo indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 11.** Valores promedios de las variables largo de planta (cm) y diámetro de tallo (cm) para 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Jipijapa, 2019.

En la figura 12 se observa el análisis de regresión entre las variables altura de planta (cm) y diámetro del tallo (cm), misma que explica que la recta ( $B_1$ ) indica que, en promedio, a cada incremento de una unidad de incremento de altura de planta ( $X_i$ ) le corresponde un incremento de 0,79 cm de diámetro del tallo en la planta ( $Y_i$ ). Observando la dispersión de puntos en la gráfica se establece que no existe relación entre el diámetro de tallo y la altura de planta ( $R^2 = 0,55$ ), donde se puede observar que existe una tendencia en cuanto al aumento del diámetro de tallo a medida que aumenta la altura de planta, consiguiente hay un impacto directamente proporcional para estas variables.



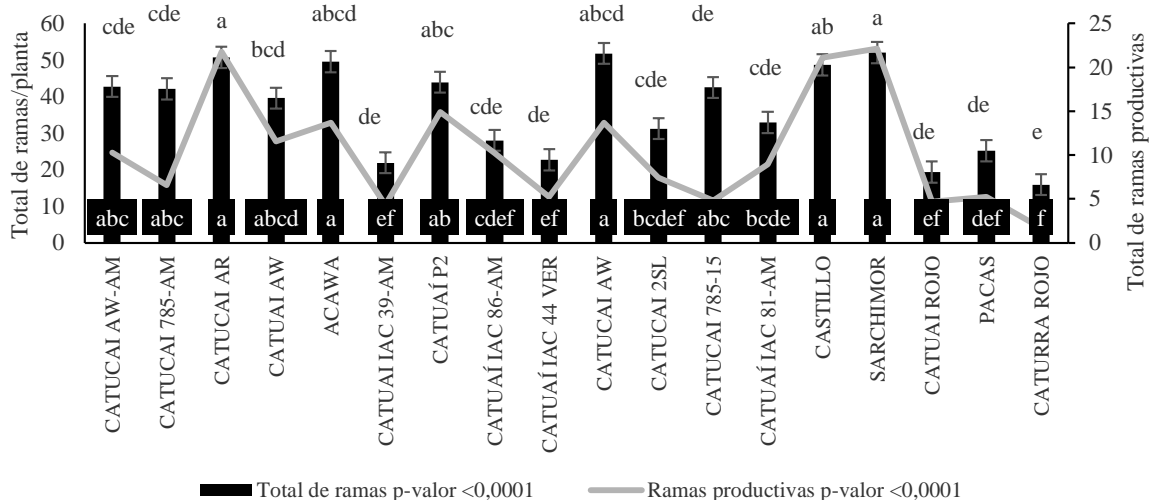


**Figura 12.** Análisis de regresión para las variables Altura de planta (cm) y diámetro de tallo (cm) para 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Jipijapa, 2019.

De acuerdo al análisis de varianza para las variables número total de ramas y número total de ramas productivas por planta presentaron diferencias estadísticas altamente significativas con *p*-valor de  $<0,0001$ , para cada variable. Mediante la prueba de Tukey al 5% se determinó las diferencias estadísticas entre las medias de las variedades en estudios, teniendo así que las variedades con mayor número de ramas por plantas fueron SARCHIMOR y CATUCAI AW con 52 ramas por plantas respectivamente, seguido de las variedades CATUCAI AR con 51 ramas; ACAWA con 50 finalmente CASTILLO con 49 ramas por plantas; mientras que la variedad CATURRA ROJO presentó el menor número de ramas con 16 ramas por plantas. El resto de variedades presentaron entre 44 y 19 número total de ramas por planta, (figura 13).

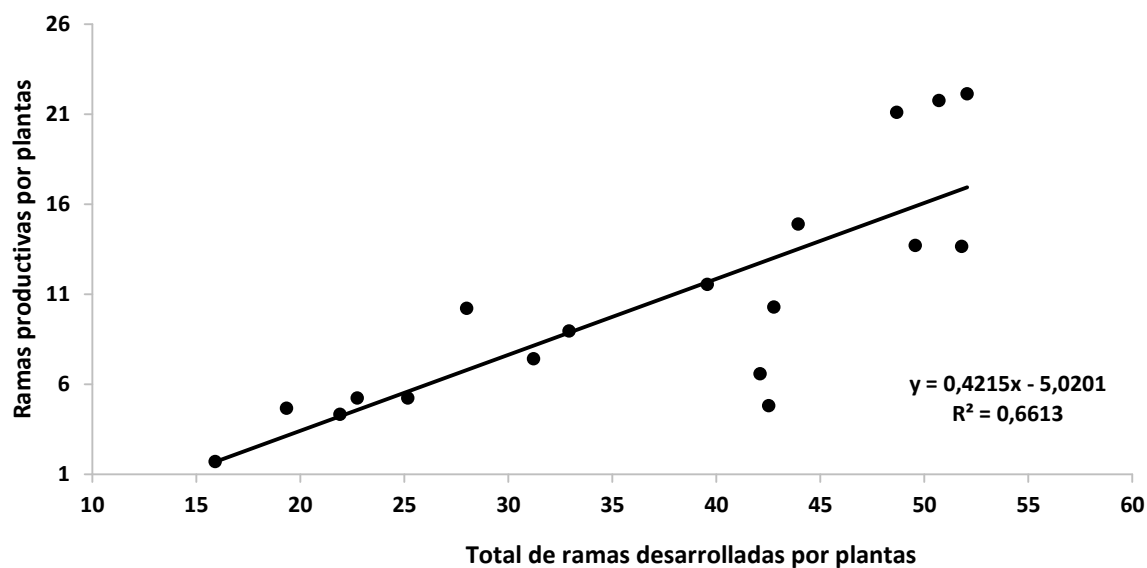
En relación a la variable número de ramas productivas por planta las variedades SARCHIMOR y CATUCAI AR presentaron el mayor número con 22 ramas productivas por cada una; mientras que la variedad CATUCAI ROJO presentó apenas dos ramas productiva. El resto de variedades presentaron ramas productivas entre 21 y cuatro ramas.

En la figura se describe que letras distintas en la base de gráficos de barras para número total de ramas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para número de ramas productivas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 13.** Valores promedios de las variables número total de ramas por plantas y número de ramas productivas por planta para 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Jipijapa, 2019.

En la figura 14 se observa el análisis de regresión entre las variables total de ramas por planta y total de ramas productivas, misma que explica que la recta ( $B_1$ ) indica que, en promedio, a cada incremento de una unidad de ramas desarrolladas por plantas ( $X_i$ ) le corresponde un incremento de 5,02 ramas productivas por planta ( $Y_i$ ). Observando la dispersión de puntos en la gráfica se establece que existe relación entre el números de nudos y la longitud de ramas productivas ( $R^2 = 0,66$ ), donde se puede observar que existe una tendencia en cuanto al aumento de ramas productivas en la planta, es decir que a medida que aumenta el número de ramas en la planta aumenta el número de ramas productivas, observándose que existe un impacto directamente proporcional para estas variables.

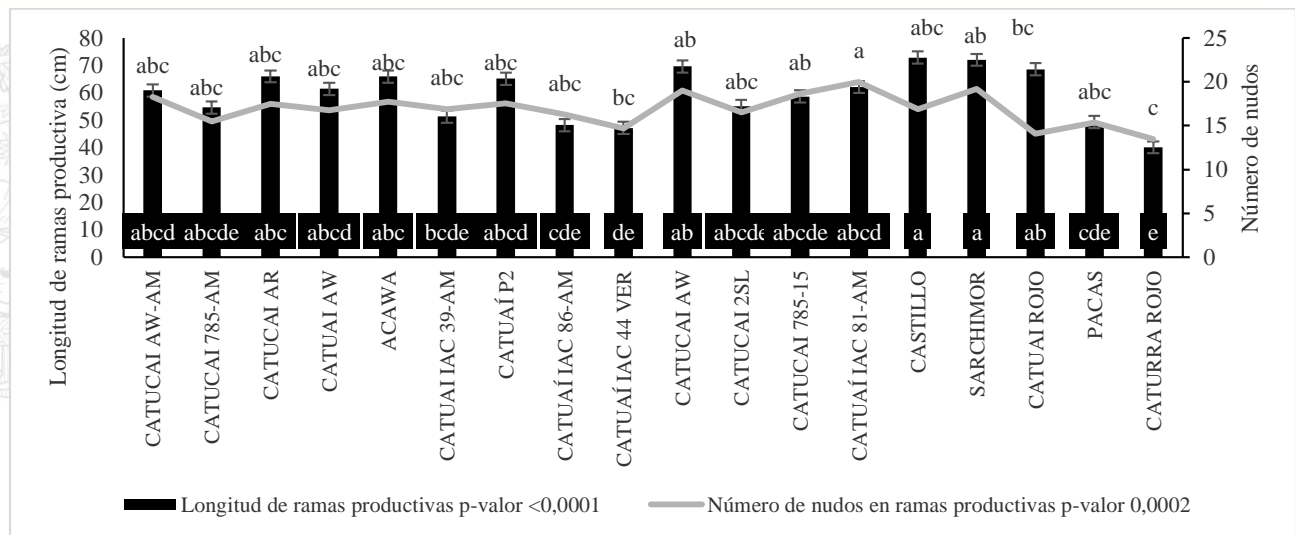


**Figura 14.** Análisis de regresión para las variables total de nudos por ramas plantas y número de ramas productivas para 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Jipijapa, 2019.

Para las variables longitud de ramas productivas (cm) y total de nudos por planta presentaron diferencias estadísticas altamente significativas con *p*-valor de <0,0001 y 0,0002 respectivamente. Mediante la prueba de Tukey al 5% se determinó las diferencias estadísticas entre las medias de las variedades en estudios, en relación a la longitud de ramas productivas las variedades CASTILLO y SARCHIMOR presentaron mayor longitud con 72,83 y 72,00 cm respectivamente; mientras que la variedad CATURRA ROJO con 40,10 cm presentó la menor longitud de ramas productivas por plantas. El resto de variedades presentaron longitudes entre 69,66 y 47,16 cm., (figura 15).

La variedad CATUAÍ IAC 81-AM presentó tener el mayor número de nudos por ramas con 20 nudos, la variedad CATURRA ROJO presentó el menor números de nudos en ramas productivas con 13, (figura 15).

En la figura se describe que letras distintas en el centro de gráficos de barras para longitud de ramas productivas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para el total de nudos en ramas productivas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

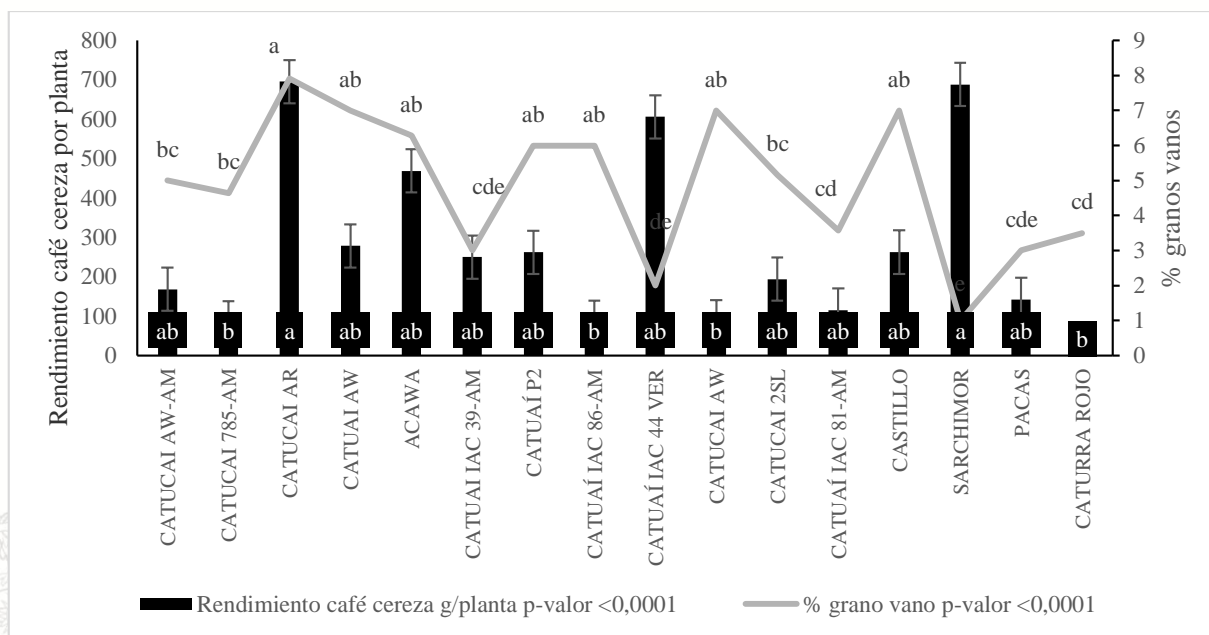


**Figura 15.** Valores promedios de las variables longitud de ramas productivas (cm) y número de nudos por ramas para 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Jipijapa, 2019.

El rendimiento de café cereza (g) y porcentaje de granos vanos para las 16 variedades mediante el análisis de varianza presentó diferencias estadísticas altamente significativas con *p*-valor de <0,0001. Mediante la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento de café cereza (g) determinó diferencias estadísticas entre medias de las variedades, teniendo que la variedad CATUCAI AR presentó 695,45 g/planta; mientras que la variedad CATURRA ROJO presentó el menor rendimiento con 25,00 g.

En relación a la variable porcentaje de grano vano la variedad CATUCAI AR presentó mayor porcentaje de granos vanos con el 8,00 %; mientras que la variedad SARCHIMOR presentó menor porcentaje de grano vanos con el 1 %. (Figura 16).

En la figura se describe que letras distintas en la base de gráficos de barras para rendimiento de café cereza (g) por planta indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para porcentaje de granos vanos indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

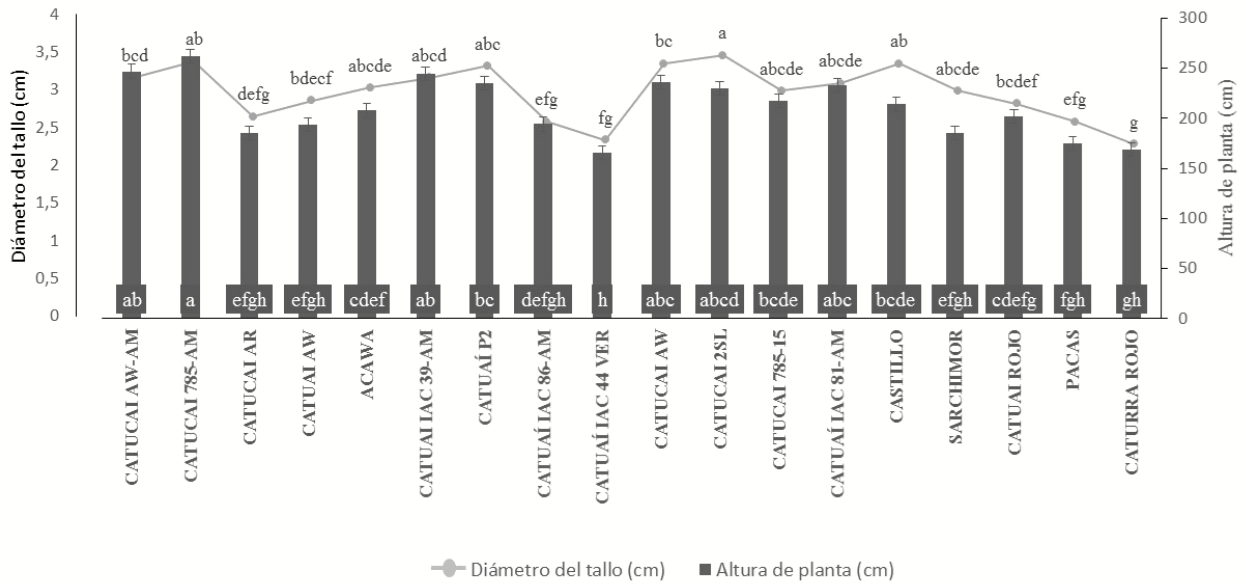


**Figura 16.** Rendimiento de café cereza y porcentaje de granos vanos de 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Jipijapa, 2019.

### Localidad Paján

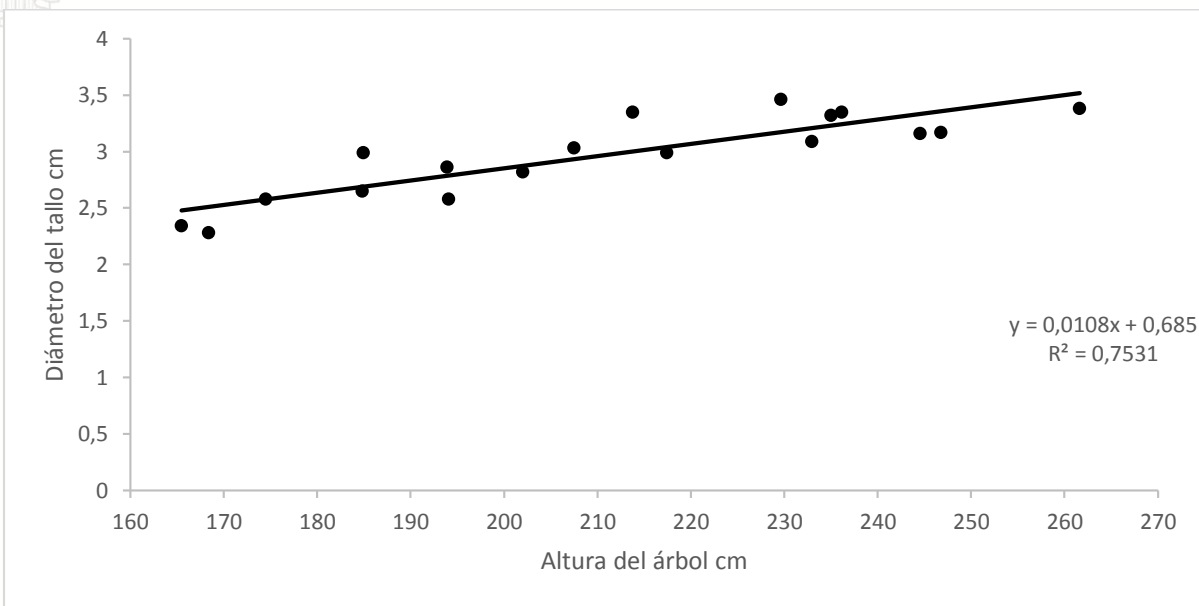
De acuerdo al análisis de varianza para las variables altura de planta (cm) y diámetro del tallo de la planta (cm) presentaron diferencias estadísticas altamente significativas con  $p$ -valor de  $<0,0001$  respectivamente. Mediante la prueba de Tukey al 5% se determinó las diferencias estadísticas entre las medias de las variedades en estudios, teniendo así que la variedad con mayor altura de planta (cm) fue CATUCAI 785-AM con 261,62 cm; mientras que la variedad CATUAI IAC 44 VER resultó ser la de menor altura con 165,47 cm. El resto de variedades presentaron altura de plantas intermedias que oscilan 246,80 y 168,38 cm, mientras que para el diámetro del tallo la variedad CATUCAI 2SL presentaron el mayor diámetro de planta con 3,46 cm.; mientras que la variedad CATURRA ROJO presentó el menor diámetro con 2,28 cm. El resto de variedades presentaron diámetros del tallo que oscila entre 3,38 y 2,34 cm, (figura 17).

En la figura se describe que letras distintas en la base de gráficos de barras para altura de planta (cm) indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para diámetro de tallo indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 17.** Valores promedio de las variables altura de planta (cm) y diámetro de tallo (cm) para 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Pajan, 2019.

En la figura 18 se observa el análisis de regresión entre las variables altura de planta (cm) y diámetro del tallo (cm), misma que explica que la recta ( $B_1$ ) indica que, en promedio, a cada incremento de una unidad de incremento de altura de planta ( $X_i$ ) le corresponde un incremento de 0,68 cm de diámetro del tallo en la planta ( $Y_i$ ). Observando la dispersión de puntos en la gráfica se establece que no existe relación entre el diámetro de tallo y la altura de planta ( $R^2 = 0,75$ ), donde se puede observar que existe una tendencia en cuanto al aumento del diámetro de tallo a medida que aumenta la altura de planta, consiguiente hay un impacto directamente proporcional para estas variables.

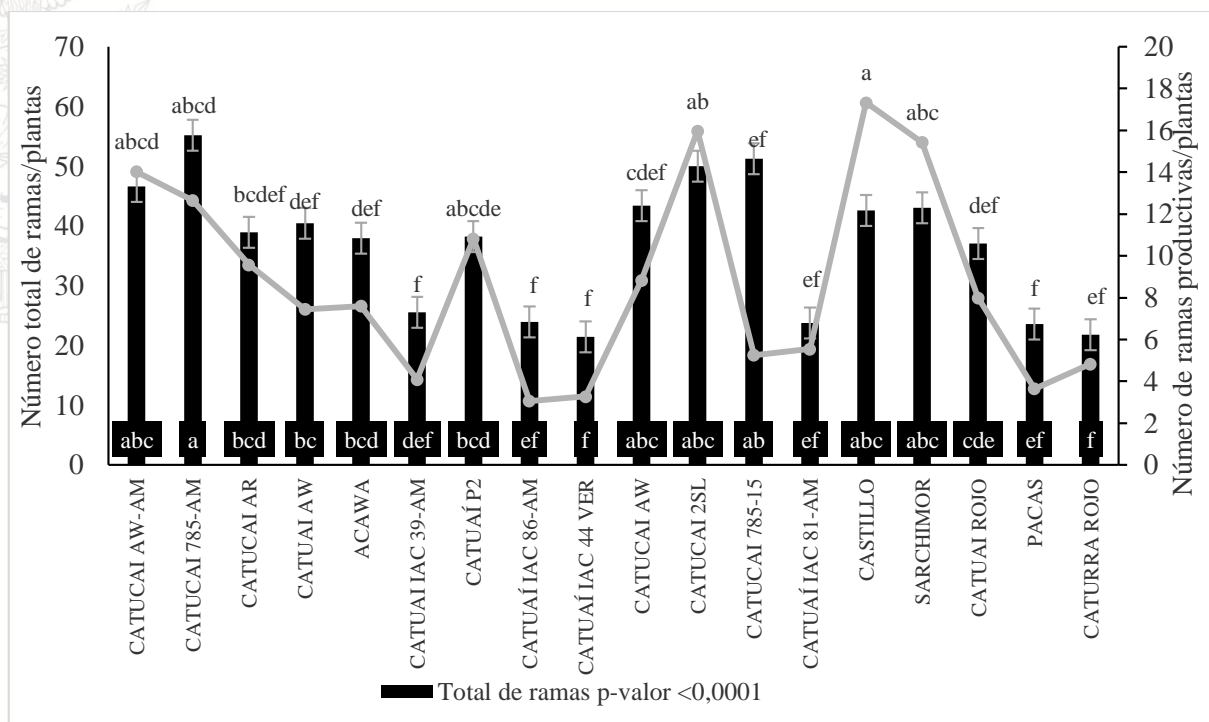
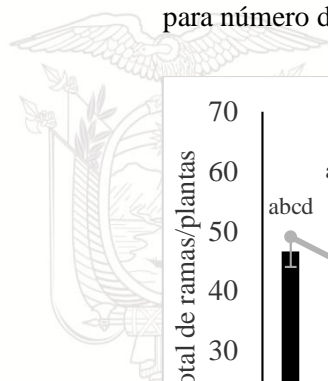


**Figura 18.** Análisis de regresión para las variables Altura de planta (cm) y diámetro de tallo (cm) para 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Paján, 2019.

De acuerdo al análisis de varianza para las variables número total de ramas y número total de ramas productivas por planta presentaron diferencias estadísticas altamente significativas con  $p$ -valor de  $<0,0001$ , para cada variable. Mediante la prueba de Tukey al 5% se determinó las diferencias estadísticas entre las medias de las variedades en estudios, teniendo así que las variedades con mayor número de ramas por plantas fue CATUCAI 785-AM con 55 ramas por plantas; mientras que las variedades CATURRA ROJO y CATUAÍ IAC 44 VER presentaron el menor número de ramas con 22 y 21 ramas por plantas respectivamente. El resto de variedades presentaron entre 51 y 24 número total de ramas por planta, (figura 19).

En relación a la variable número de ramas productivas por planta las variedades CASTILLO presentó el mayor número con 17 ramas productivas por planta; mientras que las variedades CATUAI IAC 39-AM con cuatro; PACAS con cuatro; CATUAÍ IAC 44 VER con tres y CATUAÍ IAC 86-AM presentaron el menor número de ramas productiva. El resto de variedades presentaron ramas productivas entre 16 y cinco ramas.

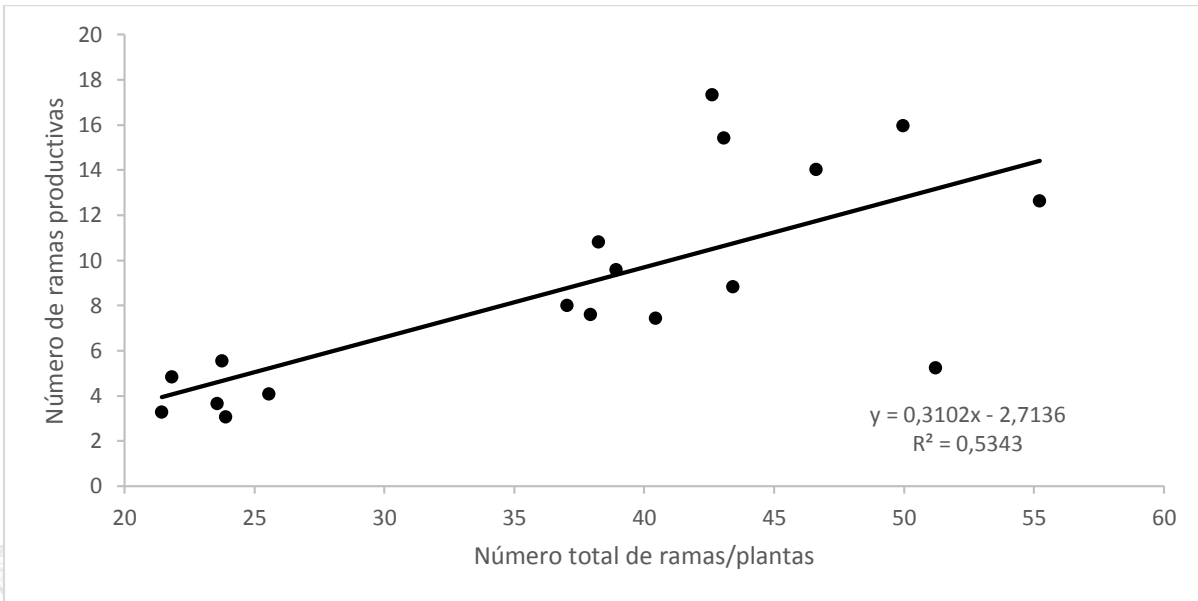
En la figura se describe que letras distintas en la base de gráficos de barras para número total de ramas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para número de ramas productivas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 19.** . Valores promedios de las variables número total de ramas y número de ramas productivas para 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Pajan, 2019.

En la figura 20 se observa el análisis de regresión entre las variables total de ramas por planta y total de ramas productivas, misma que explica que la recta ( $B_1$ ) indica que, en promedio, a cada incremento de una unidad de ramas desarrolladas por plantas ( $X_i$ ) le corresponde un incremento de 2,71 ramas productivas por planta ( $Y_i$ ). Observando la dispersión de puntos en la gráfica se establece que existe relación entre el números de nudos y la longitud de ramas productivas ( $R^2 = 0,53$ ), donde se puede

observar que existe una tendencia en cuanto al aumento de ramas productivas en la planta, es decir que a medida que aumenta el número de ramas en la planta aumenta el número de ramas productivas, observándose que existe un impacto directamente proporcional para estas variables.

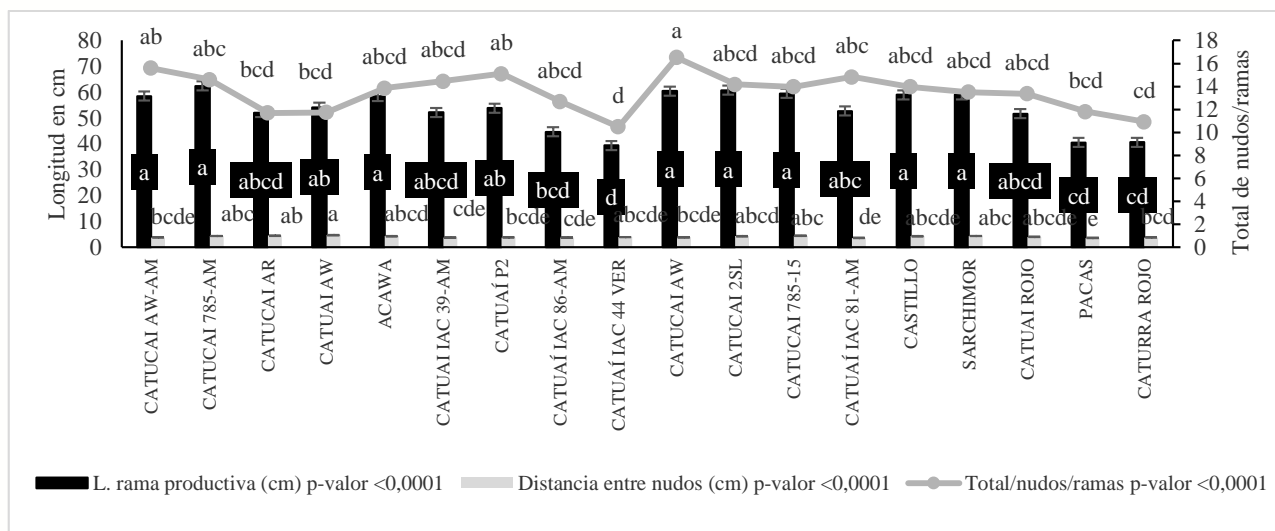


**Figura 20.** Análisis de regresión para las variables total de ramas plantas y número de ramas productivas para 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Paján, 2019.

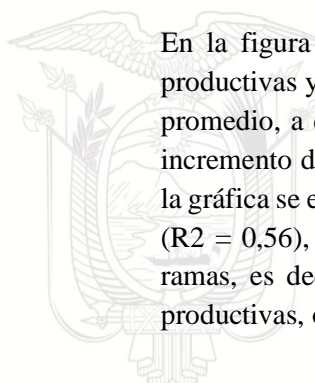
Para las variables longitud de ramas productivas (cm), total de nudos por planta y número de nudos por ramas presentaron diferencias estadísticas altamente significativas con *p*-valor de <0,0001. Mediante la prueba de Tukey al 5% se determinó las diferencias estadísticas entre las medias de las variedades en estudios, en relación a la longitud de ramas productivas las variedades CATUCAI 785-AM (62,38 cm); CATUCAI 2SL (60,75 cm); CATUCAI AW (60,48 cm); CATUCAI 785-15 (59,53 cm); SARCHIMOR (59,00 cm); CASTILLO (58,97 cm); CATUCAI AW-AM (58,51 cm) y ACAWA presentaron mayor longitud; mientras que la variedad CATUAÍ IAC 44 VER con 39,36 cm presentó con menor longitud de ramas productivas por plantas. El resto de variedades presentaron longitudes entre 54,19 y 40,51cm., (figura 21).

En relación a la variable distancia entre nudos en ramas productivas la variedad CATUAI AW presentó la mayor longitud con 4,70 cm; mientras que la variedad PACAS presentó la menor distancia entre nudos con 3,61 cm. El resto de variedades presentaron distancia entre nudos que oscilaron entre 4,56 y 3,65 cm. La variedad CATUCAI AW presentó tener el mayor número de nudos por ramas con 17 por nudos por ramas, la variedad CATUAÍ IAC 44 VER presentó el menor números de nudos en ramas productivas con 11, (figura 21).

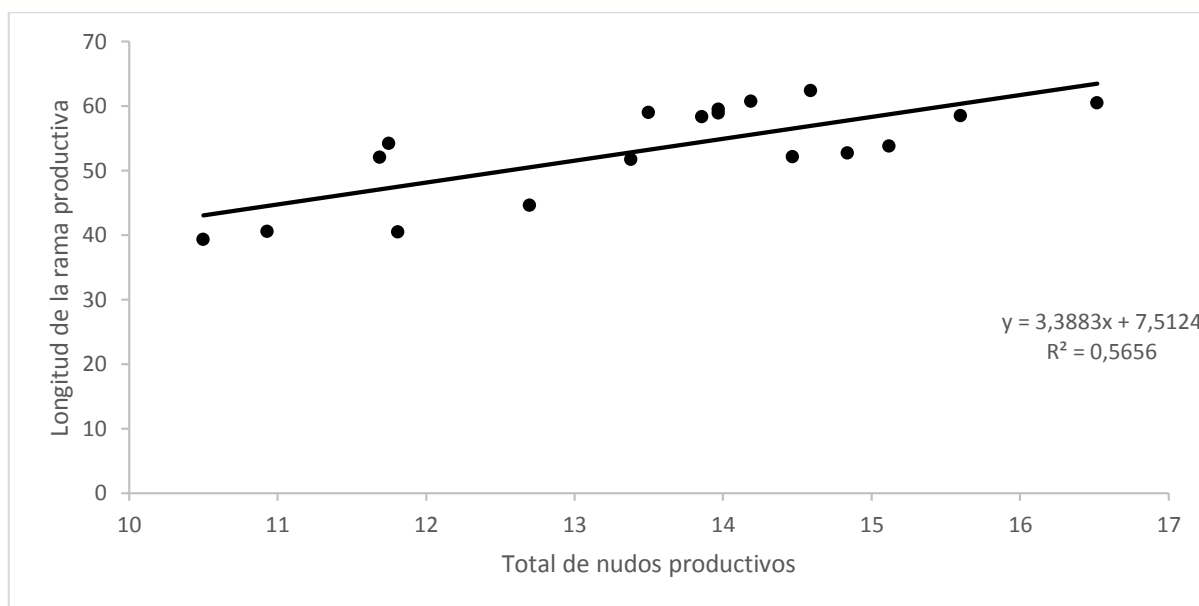
En la figura se describe que letras distintas en el centro de gráficos de barras de color negro para longitud de ramas productivas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la base de gráficos de barras de color gris para distancia entre nudos indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para el total de nudos en ramas productivas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 21.** Valores promedios de las variables longitud de ramas productivas (cm) y total de ramas productivas para 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Pajan, 2019.



En la figura 22 se observa el análisis de regresión entre las variables total de nudos por ramas productivas y longitud de ramas productivas (cm), misma que explica que la recta ( $B_1$ ) indica que, en promedio, a cada incremento de una unidad de nudos por ramas productivas ( $X_i$ ) le corresponde un incremento de 7,51 cm de longitud de ramas productivas ( $Y_i$ ). Observando la dispersión de puntos en la gráfica se establece que existe relación entre el números de nudos y la longitud de ramas productivas ( $R^2 = 0,56$ ), donde se puede observar que existe una tendencia en cuanto al aumento de nudos por ramas, es decir que a medida que aumenta el número de nudos aumenta la longitud de la ramas productivas, observándose que existe un impacto directamente proporcional para estas variables.



**Figura 22.** Análisis de regresión para las variables total de nudos por plantas y longitud de ramas productivas (cm) para 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Pajan, 2019.

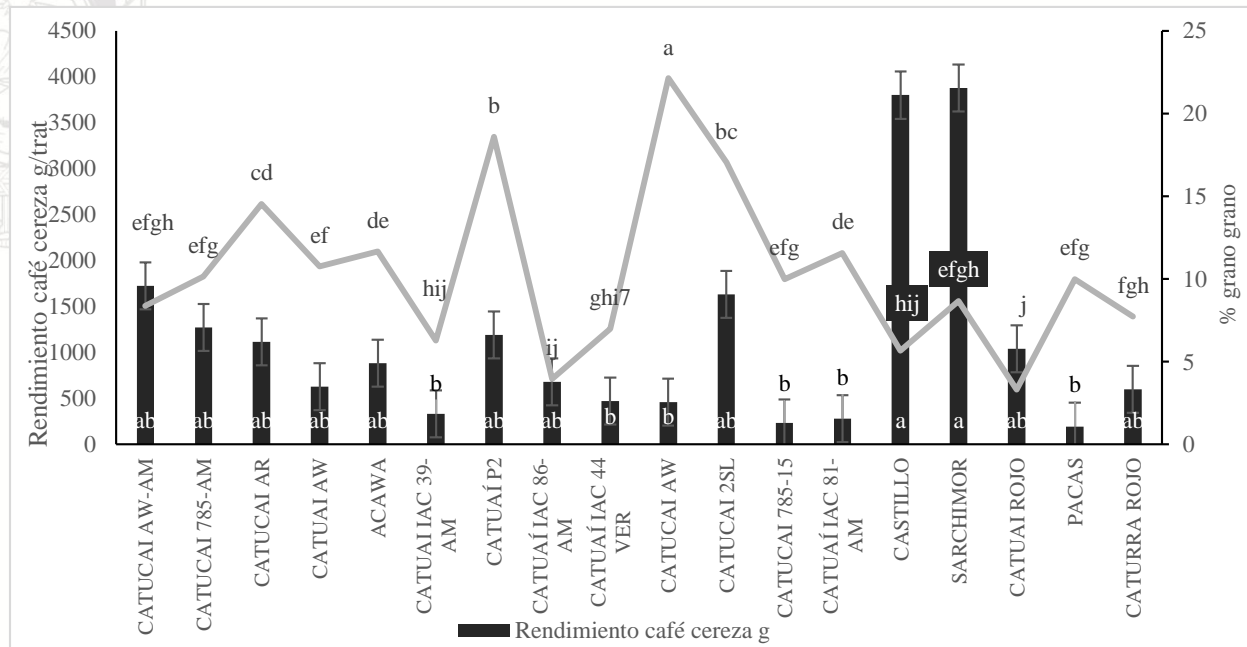
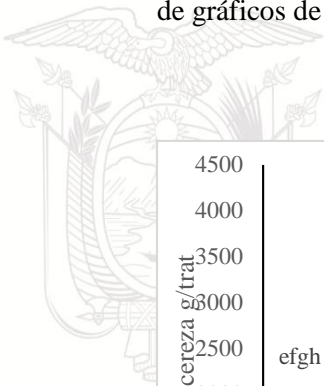




El rendimiento de café cereza (g) y porcentaje de granos vanos para las 16 variedades mediante el análisis de varianza presentó diferencias estadísticas altamente significativas con *p*-valor de 0,0026 y de <0,0001 respectivamente. Mediante la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento de café cereza (g) determinó diferencias estadísticas entre medias de las variedades, teniendo que la variedad SARCHIMOR que presentó 3 880 g/planta; mientras que la variedad PACAS presentó el menor rendimiento con 196,67 g.

En relación a la variable porcentaje de grano vano la variedad CATUCAI AW presentó mayor porcentaje de granos vanos con el 22,13 %; mientras que la variedad CATUAI ROJO presentó menor porcentaje de grano vanos con el 3,30 %. (Figura 23)

En la figura se describe que letras distintas en la base de gráficos de barras para rendimiento de café cereza (g) por planta indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para porcentaje de granos vanos indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 23.** Rendimiento de café cereza y porcentaje de granos vanos de 16 variedades de café arábigo ubicado en la localidad de Paján, 2019.

**Conclusión**

1. La caracterización agronómica y productiva, ha permitido conocer que existe una amplia diversidad fenotípica entre las variedades estudiadas lo cual permite la identificación de individuos que destacan por reunir buenas características de selección para cada zona específica.
2. En el presente estudio se ha evidenciado que en todas las localidades existen mezclas de semillas dentro de las variedades, lo que se ve reflejado en las plantas fuera de tipo en las unidades experimentales.

### Recomendación

1. Continuar con el proceso de investigación de estos estudios, para esta manera afianzar los resultados obtenidos en las diferentes variables y poder seleccionar el genotipo que mejor se adapte a cada localidad.
2. Realizar análisis de datos para determinar estadísticamente niveles de mezclas de semillas en este estudio.
3. Tomar en consideración las mezclas de semillas observadas en este estudio, para a futuro generar jardines de semilla purificados y evitar mezclas, de tal manera que se pueda entregar al productor un material genético limpio.

### Bibliografía

COFENAC, (2012). El sector cafetalero ecuatoriano (Diagnóstico). Portoviejo, Ecuador.

Davis, A. Tosh, J. Ruch, N. Fay, M. (2011). Cultivo de café: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumido en la base de datos molecular y morfológica; implicaciones para el tamaño, morfología, distribución e historia evolutiva de *Coffea*. *Bot J Linn Soc* 167: 357-377. doi: 10.1111 / j.1095-8339.2011.01177.x

Guerrero, M. (2016). Rendimientos del café grano seco en el Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Quito Ecuador.

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

**Actividad 4:** Comportamiento agronómico y productivo de selecciones avanzadas de café robusta (*coffea canephora* P.) en la EEP.

### ANTECEDENTES

El género **Coffea** (Rubiaceae) consta aproximadamente de 124 especies (Davis et al., 2011), dos de las cuales son de importancia económica a nivel mundial: *Coffea arabica* L, y *Coffea canephora* Pierre. La diversidad genética de *C. canephora* fue descrita por primera vez a nivel molecular en los años 1980 (Montagnon et al., 1992; Musoli et al., 2009; Leroy et al., 2013). Estos estudios revelaron la presencia

de dos grupos principales de diversidad, el grupo congoleño y el grupo guineano, el grupo congoleño se subdivide en cinco subgrupos (SG1, SG2, B, C y UW). Sólo una pequeña parte de esta amplia diversidad (SG1 y SG2) se usa en los programas de mejoramiento actuales. Representa un tercio del comercio mundial de café en volumen y aproximadamente de USD \$ 5 mil millones (ICO 2013).

Las introducciones de *C. canephora* hacia el Ecuador de hicieron en los años 1951, 1964, 1972, 1977, 1986, desde el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE-Costa Rica). Se establecieron inicialmente en bancos de germoplasmas en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (INIAP). Fue diseminado progresivamente en la provincia de los Ríos y posteriormente hacia el litoral y la amazonia. (Plaza et al., 2016). En la actualidad este cultivo se está extendiendo en muchos lugares, adaptándose bien a hasta altitudes de 600 msnm en la costa, en las provincias del Guayas, Santa Elena, Los Ríos, Cotopaxi, Bolívar, Manabí, Santo Domingo y Esmeraldas; y en la Amazonia Norte que abarca las provincias de Napo, Orellana y Sucumbíos, donde se cultiva hasta los 700 msnm (Enríquez y Duicela, 2014).

Este cultivo para el Ecuador, tiene relevante importancia en los órdenes económicos, social y ambiental. El ingreso de divisas, por concepto de las exportaciones de café en grano e industrializado, en los últimos años, ha tenido variaciones significativas, pero sigue repercutiendo en la cadena agro productiva y económica nacional. Los cafetales de *C. canephora*, constituyen el 37 % de la producción nacional que corresponde a 0.48 t/ha de café y conforman muchos sistemas agroforestales que se localizan en amplias zonas agro ecológicas, constituyendo hábitat apropiado para la sobrevivencia de muchas especies de la fauna y flora nativa (Guerrero, 2016).

Sin embargo la baja producción del grano es el tema central en nuestro país, este déficit esta fomentado por la interacción de varios factores, entre los que se pueden citar: falta de disponibilidad de materiales mejorados, avanzada edad de las plantaciones tradicionales, problemas fitosanitarios, la baja producción, abandono de las plantaciones debido a los bajos precios y sustitución de plantaciones por otros cultivos como palma aceitera, maracuyá, cacao, piña, plátano, pastos, entre otros (COFENAC, 2012). Otros factores como la temperatura y la distribución de las lluvias, afectan la fenología del cultivo, su rendimiento, la calidad del cafeto e incluso la composición de los compuestos orgánicos de la bebida (Fournier y Di Stefano; Ruiz et al., 2009; Bertrand., 2012).

En este sentido es necesario reactivar la producción, con el uso de clones altamente productivos para suplir la creciente demanda por parte de la industria nacional, la que a su vez puede promover la competitividad del país en el mercado internacional. Se hace necesario, disponer de materiales de alto rendimiento y con buenas condiciones agronómicas y sanitarias, capaces de suplir este déficit de producción y las necesidades del mercado Industrial. De ahí que el propósito de la presente investigación fue evaluar el comportamiento agronómico, productivo y sanitario de 20 clones de *C. canephora* en la zona centro de Manabí, como una alternativa de producción para los productores. De esta manera se podrán seleccionar individuos para iniciar un programa de cruzamiento y por ende la obtención de híbridos sobresalientes, donde su adopción por parte de productor será de gran importancia económica por sus características de rendimiento, tolerancia a enfermedades y adaptación a diferentes ambientes.

## OBJETIVOS

### General.

Evaluar el comportamiento de selecciones avanzadas de café robusta para identificar los genotipos élitos para usos en esquemas de cruzamientos.

### Específicos.

- Evaluar agrónomicamente 20 clones de café robusta en Estación Experimental Portoviejo.
- Determinar variedades productivas de café robusta bajo condiciones del río Portoviejo.

## METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Estación Experimental Portoviejo, lote Teodomira, localizado en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana, provincia de Manabí, presenta un bosque seco tropical de topografía plana, suelo franco arcilloso, con temperaturas promedios de 26,4°C, precipitaciones medias de 851,57mm y una humedad relativa de 81%, ubicada geográficamente a: 01°10'24" de latitud sur y 80°23'24" de longitud oeste, a 47 msnm<sup>5</sup>.

Se evaluaron 20 clones de café *canephora*, establecido mediante un diseño de bloques completos al azar y tres replicas, con una distancia de plantación de 2,5 x 2,0m (densidad 2000 plantas ha<sup>1</sup>), con adecuado manejo agrónomico, bajo sombra temporal de plátano (*musa spp*) utilizada por 2 años, y sombra permanente guaba (*Inga edulis*). Se aplicó riego suplementario en época de verano, con fertilización base NPK en dosis de 150 gramos planta. El control de malezas se lo realizó mediante la combinación de métodos mecánicos (Motoguadaña) y químicos. Las evaluaciones agronómicas se realizaron anualmente, utilizando la metodología descrita en el protocolo de evaluación y registro de datos agronómicos y productivos, desarrollado por el personal Técnico del Programa Nacional de Cacao y Café (Loor et al., 2016).

Las variables agronómicas fueron, altura de planta, diámetro de tallo, total de ramas, total de ramas productivas, longitud de rama, numero de nudos, distancia de entrenudos y grado de compactación, así mismo se registró en rendimiento en kg/planta de café cereza en el segundo año de producción 2016. Los tratamientos se describen en la tabla 7.

**Tabla 5.** Clones de café robusta utilizados en el presente estudio.

N °	COD IGO	CLON	PROCEDENCIA
1	T-1	LI-A13	EE-Central Amazónica
2	T-2	LB-A11	EE-Central Amazónica
3	T-3	LB-A10	EE-Central Amazónica
4	T-4	LF-A7	EE-Central Amazónica
5	T-5	LT-A2	EE-Central Amazónica
6	T-6	LE-A1	EE-Central Amazónica
7	T-7	LQ-A3	EE-Central Amazónica
8	T-8	LE-A7	EE-Central Amazónica

<sup>5</sup> INAMHI. Anuarios meteorológicos, promedio de seis años. 2011-2016.

	9	T-9	COF-001 ARB.2	EET-Pichilingue	
	1	T-10	COF-003 ARB.2	EET-Pichilingue	
	0				
	1	T-11	COF-003 ARB.7	EET-Pichilingue	
	1				
	1	T-12	COF-003 ARB.15	EET-Pichilingue	
	2				
	1	T-13	COF-004 ARB.7	EET-Pichilingue	
	3				
	1	T-14	COF-004 ARB.15	EET-Pichilingue	
	4				
	1	T-15	COF-005 ARB.16	EET-Pichilingue	
	5				
	1	T-16	NP-3018 ARB.19	EET-Pichilingue	
	6				
	1	T-17	NP-2024 ARB.10	EET-Pichilingue	
	7				
	1	T-18	NP-4024 ARB. 4	EET-Pichilingue	de
	8				por
	1	T-19		EET-Pichilingue	
	9		NP-2024		
	2	T-20		EET-Pichilingue	para
	0		NP-3013		

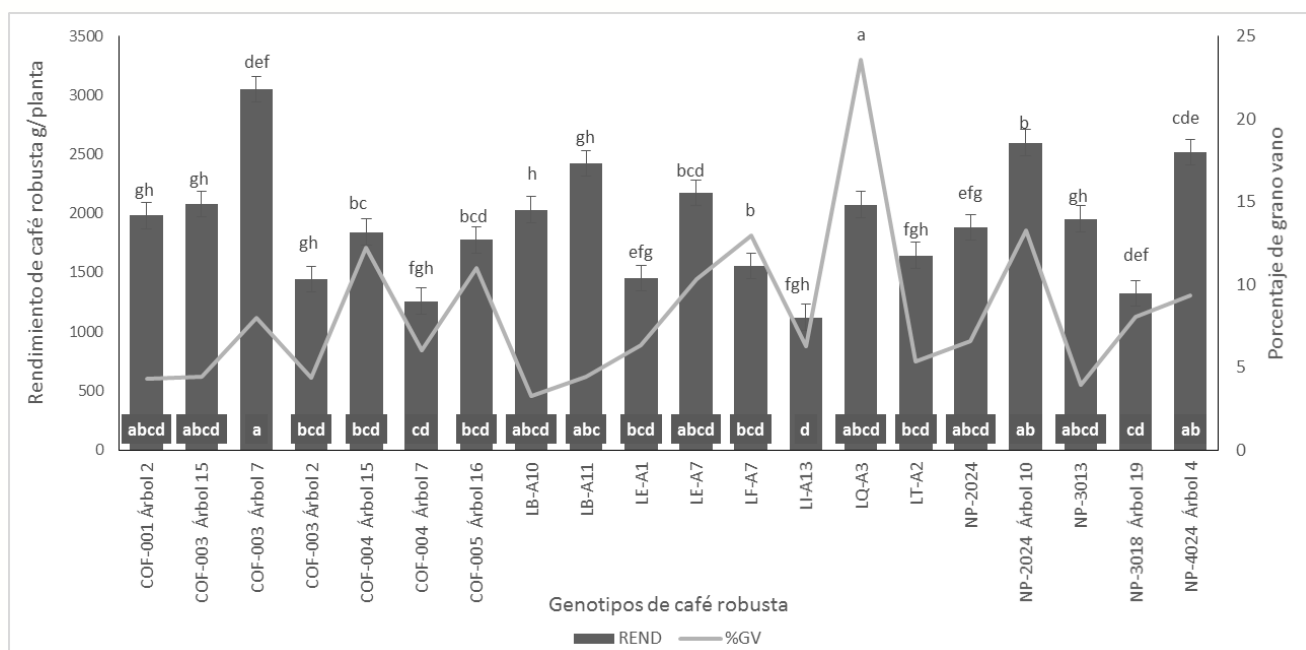
### Resultados

El  
rendimiento  
café cereza  
planta (g) y  
porcentaje de  
granos vanos  
las 20  
variedades

mediante el análisis de varianza presentaron diferencias estadísticas altamente significativas con  $p$ -valor de  $<0,0001$  para cada variable. Mediante la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento de café cereza (g) determinó diferencias estadísticas entre medias de las variedades, teniendo que la variedad de café robusta COF-003 Árbol 7 alcanzó un rendimiento de 3 051,33 g/planta de café cereza; mientras que la variedad LI-A13 presentó el menor rendimiento con 1 121,43 g/planta. El resto de variables presentaron producción entre 2597,86 y 1259,33 g/plantas. (Figura 24).

En relación a la variable porcentaje de grano vano la variedad LQ-A3 presentó mayor porcentaje de granos vanos con el 23,55 %; mientras que la variedad LB-A10 presentó menor porcentaje de grano vanos con el 3,25 %. (Figura 24).

En la figura se describe que letras distintas en la base de gráficos de barras para rendimiento de café cereza (g) por planta e indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ); letras distintas en la parte superior de gráficos de líneas para porcentaje de granos vanos e indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 24.** Rendimiento de café cereza y porcentaje de granos vanos de 20 clones de café robusta ubicada en la localidad de La Teodomira, 2019.

**Conclusión**

La evaluación productiva de las 20 variedades de café robusta, ha permitido conocer que existen variedades potencialmente productivas lo cual permite la identificación de individuos que destacan por reunir buenas características de selección bajo condiciones del valle del río Portoviejo.

**Recomendación**

Continuar con el proceso de investigación de estos estudios, para esta manera afianzar los resultados obtenidos y poder seleccionar el genotipo que mejor se adapte a las condiciones del valle del río Portoviejo.

**BIBLIOGRAFÍA**

Bertrand, B. Boulanger, R. Dussert, S. Ribeyre, F. Berthiot, L. Descroix, F. y Joët, T. “Climatic factors directly impact the volatile organic compound fingerprint in green Arabica coffee bean as well as coffee beverage quality”, Food Chemistry, vol. 135, no. 4, 15 de diciembre de 2012, pp. 2575-2583, ISSN 0308-8146, DOI 10.1016/j.foodchem.2012.06.060.

COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional, EC). (2012). El sector cafetalero ecuatoriano (Diagnóstico). Portoviejo, Ecuador. Consultado el 22 de abril del 2013. Disponible en la página <http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/Diagnostico-2012.pdf>



- Davis, A. Tosh, J. Ruch, N. Fay, M. (2011) Cultivo de café: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumido en la base de datos molecular y morfológica; implicaciones para el tamaño, morfología, distribución e historia evolutiva de *Coffea*. *Bot J Linn Soc* 167: 357-377. doi: 10.1111 / j.1095-8339.2011.01177.x
- Enriquez, G. Duicela, L. (2014). Guía Técnica para la producción y postcosecha del café robusta. (COFENAC), (SICA). (1)259p.
- Fournier, L. y Di Stefano, J. (2004). “Variaciones climáticas entre 1988 y 2001, y sus posibles efectos sobre la fenología de varias especies leñosas y el manejo de un cafetal con sombra en Ciudad Colón de Mora, Costa Rica”, *Agronomía Costarricense*, vol. 28, no. 1, pp. 101–120, ISSN 2215-2202.
- Guerrero, M. (2016). Rendimientos del café grano seco en el Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Quito Ecuador.
- Leroy, T. De Bellis, F. Legnate, H. et al. (2014). El desarrollo de las colecciones núcleo para optimizar la gestión y la explotación de la diversidad del café *Coffea canephora*. *Genetica*. Online ISSN 15736857. 142: 185. <https://doi.org/10.1007/s10709-014-9766-5>
- 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.
- Montagnon, C. Leroy T, Yapo, A. (1992) Diversité' génotypique et phénotypique de quelques Groupes de caféiers (*Coffea canephora* Pierre) en la phénotypique de quelques colección. Conséquences sur leur la utilización en sélection. *Café' Cacao The'* 36: 187-198
- Musoli, P. Cubry, P. Aluka, P. Billot, C. Dufour, M. De Bellis, F. Pot, D. Bieysse, D. Charrier, A. Leroy, T. (2009) La diferenciación genética de las poblaciones silvestres y cultivadas: la diversidad de *Coffea canephora* silvestres y cultivadas: en Uganda. *Genome* 52: 634-646. doi: 10.1139 / G09-037
- Plaza, L. Loor, R. Guerrero, H. & Duicela, L. (2016). Caracterización fenotípica del germoplasma de *Coffea canephora* Pierre base para su mejoramiento en Ecuador. *ESPAMCIENCIA*, 6(1).
- Ruiz, L. Arizpe, N. Orellana, R. y Hernández, J. (2009). “Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México”, *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, vol. 34, no. 5, , pp. 322-329, ISSN 0378-1844.